

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N 4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie – Ekologické zemědělství

Katedra: Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských
produktů

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Příprava receptury bezlepkového chleba obohaceného o vybrané
antioxidanty a posouzení jeho senzoričké hodnoty

Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

Autor diplomové práce: Bc. Klára Pechová

České Budějovice, 2018

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

Jméno a příjmení: **Bc. Klára PECHOVÁ**
Osobní číslo: **Z16418**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Ekologické zemědělství**
Název tématu: **Příprava receptury bezpečkového chleba obohaceného o vybrané antioxidanty a posouzení jeho senzoričké hodnoty**
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 :

Chléb, pekařské výrobky a těstoviny vyráběné bez zastoupení pšenice, žita a ječmene jsou důležitou součástí výživy nejen osob postižených celiakií a alergií na lepek, ale získávají si stále větší oblibu i u lidí, kteří nemají problémy s trávením lepku. V České republice se s intolerancí na bílkovinné frakce prolaminů a glutelin setkáváme u cca 50 000 osob, ale pouze u 10 % je celiakie diagnostikována. Kromě celiakie je rovněž závažným zdravotním problémem alergie na výše uvedené bílkovinné frakce. U této skupiny obyvatelstva jsou bezpečkové pekařské výrobky významnou složkou jejich jídelníčku.

Cílem diplomové práce je navrhnout recepturu bezpečkového chleba obohaceného o vybrané antioxidanty a posoudit jeho senzoričkou hodnotu.

Na základě literárního přehledu shrňte poznatky o bílkovinných frakcích podílejících se na tvorbě lepku v jednotlivých obilovinách, jejich pozitivní a negativní z hlediska potravinářství a výživy člověka, s důrazem na výživu osob s celiakií a alergií na lepek. Ve své práci se zaměřte na hodnocení bezpečkových pekařských výrobků, z hlediska jejich výroby a senzoričké hodnoty a na charakteristiku použitých antioxidantů.

Navrhněte několik receptur bezpečkového chleba obohaceného o vybrané antioxidanty a na jejich základě připravte pekařský výrobek, který bude vykazovat odpovídající senzoričkou hodnotu. Zvolte vhodnou metodu pro jejich senzoričkou analýzu a hotové výrobky předložte k posouzení sestavené skupině hodnotitelů, kteří se zapojí do senzoričkého hodnocení bezpečkového chleba. Proveďte vyhodnocení jejich senzoričké analýzy a zhodnocení nutriční hodnoty výrobků.

V závěru diplomové práce celkově posuďte kvalitu bezpečkového chleba a jeho nutriční a senzoričkou hodnotu. Navrhněte případná doporučení v souvislosti s výrobou a kvalitou této skupiny výrobku.

Rozsah grafických prací: minimálně pět tabulek a tři grafy

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Velíšek, J. & Hajšlová J.: Chemie potravin I., II. 3. vydání. Tábor, OSSIS 2009, 580 s., 623s.
- Časopis společnosti pro výživu: Výživa a potraviny. Czech Nutrition Society Praha
- Kinclová, V, Jarošová, A., Tremlová, B. (2004): Senzorická analýza potravin. Veterinářství, 54: 362-364
- Pokorný, J., Valentová, H., Panovská, Z.: Senzorická analýza potravin. Praha, VŠCHT, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, 1998, 95s.
- Pokorný, J., Valentová, H., Pudil, F.: Senzorická analýza potravin, laboratorní cvičení. Praha, VŠCHT, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, 2013, 60s.
- Padalino, L., Conte, A., Del Nobile, M.A. (2016): Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread. Foods, 5(4), Article Number: 87
- Moroni, A.V., Dal Bello, F., Arendt, E.K. (2009): Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? Food Microbiology, 26(7): 676-684

Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec


Katedra kvality zemědělských produktů

Datum zadání diplomové práce: 17. března 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 21. dubna 2018


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvká 166B, 370 05 České Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2017

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- v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou - 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: 16.4.2018

.....
Pechová Klára

Poděkování

Děkuji panu Dr. Ing. Jaromíru Kadlecovi za odborné vedení mé diplomové práce, cenné rady, podnětné připomínky, za čas, který mi věnoval při konzultacích, a za vedení a odbornou pomoc při analýze vzorků.

Abstrakt

Chléb patří k základním potravinám již více než 30.000 let. Připravuje se především pečením, kde důležitou funkci hraje lepek. Gluten neboli lepek je důležitý pro držení plynu v těstě, aby se dosáhlo požadované struktury, textury a objemu. V době, kdy se začalo rozvíjet zemědělství, začala vznikat onemocnění na lepek. Jedním z nejznámějších je nesnášenlivost lepku, tzv. celiakie, která postihuje přibližně 1 % světové populace. Příčinou jsou bílkoviny (prolaminy a gluteliny), které tvoří lepek, nacházející se v pšenici, žitu, ječmeni a ovsu. Druhou známou nemocí je alergie na lepek, která se často zaměňuje s celiakií. Rozdíl spočívá v rozdílné autoimunitní reakci na přítomnost lepku, kdy při alergii na lepek se tvoří imunoglobuliny IgE a nedochází k poškození sliznice tenkého střeva. Jedinou možnou léčbou pro pacienty s onemocněním se stává přísná bezlepková dieta. Bezlepkové chleby a pečivo jsou jednou z hlavních potravin pro celiaky a alergiky. Příprava těsta chlebů bez lepku bývá náročná. Správná volba surovin hraje důležitou roli, aby splňoval senzorycké vlastnosti.

Cílem diplomové práce bylo připravit vhodné receptury obohacené o vybrané zdroje antioxidantů. Celkem bylo připraveno šest různých receptur, jak z obilných bezlepkových mouk, tak i luštěninových. Kurkuma a slupky z červené cibule byly vybranými zdroji antioxidantů.

V praktické části je provedeno senzorycké hodnocení všech vzorků chleba. Pozitivně proběhlo samotné vyhodnocení dotazníku. Kdy se potvrdila vhodnost surovin a postupů při přípravě těsta i pečení. Na základě testů DPPH a FRAP byla vyhodnocena antioxidační aktivita u všech bezlepkových chlebů. Chleby obohacené o slupky z červené cibule vykazovaly nejvyšší antioxidační aktivitu jak v základním chlebu, tak i v základním chlebu s luštěninovými moukami. Tudiž lze říci, že cibulové slupky efektivně zvyšují antioxidační aktivitu.

V závěrečné části se provedlo finanční ohodnocení všech šesti druhů bezlepkových chlebů na základě použitých surovin vůči již zakoupenému v obchodě. Na základě tohoto zjištění, lze konstatovat, že domácí příprava je levnější varianta.

Klíčová slova: lepek, celiakie, alergie, senzorycké hodnocení, antioxidanty, kurkuma, cibulové slupky

Abstract

Bread has been one of the basic foodstuffs for more than 30,000 years. It's prepared mainly by baking, where gluten plays an important role. Gluten is important for holding the gas in the dough to achieve the desired structure, texture and volume. At a time when agriculture began to develop, a disease of gluten began to emerge. One of the best known is the intolerance of gluten, the so-called celiac disease, which affect approximately 1 % of the world's population. The cause is gluten-rich proteins (prolamins and glutelins), found in wheat, rye, barley and oats. The second known disease is gluten allergy, which is often confused with celiac disease. The difference consist in a different autoimmune reaction to the presence of glucose, when the immunization on glucose produces IgE immunoglobulin and does not damage the small intestine mucosa. The only possible treatment for patients with a disease is a strict gluten-free diet. Gluten-free breads and pastries are one of the main foods for celiac and allergy sufferers. Preparing a dough without gluten is difficult. Proper selection of raw materials plays an important role in meeting sensory properties.

The aim of the diploma thesis was to prepare suitable recipe enriched with selected sources of antioxidants. In total, six different recipes were prepared, both from cereal gluten-free flour and legumes flour. Curcuma and red onion skin were selected sources of antioxidants.

In the practical part a sensory evaluation of all samples of bread is performed. There was a positive evaluation of the questionnaire itself. When to check the suitability of raw materials and procedures for dough preparation and baking. Based on the DPPH and FRAP tests, antioxidant activity was evaluated for all gluten-free bread. Bread enriched with red onion skin have the highest antioxidant activity in both basic bread and basic bread with legume flour. Thus, it can be said that onion skin effectively increase antioxidant activity.

In the final part, a financial evaluation of all six types of gluten-free bread was made on the basis of raw materials used as compared to those already purchased in the shop. Based on this finding, it can be said that home preparation is a cheaper option.

Key words: gluten, celiac disease, allergy, sensory evaluation, antioxidants, turmeric, onion skin

Obsah

1. ÚVOD	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
2.1 HISTORIE VÝROBY CHLEBA	11
2.2 LEPEK A JEHO VÝZNAM V HISTORII PEKAŘSTVÍ.....	12
2.3 ONEMOCNĚNÍ ZPŮSOBENÉ LEPKEM	13
2.3.1 <i>Celiakie</i>	13
2.3.2 <i>Alergie na lepek</i>	14
2.4 BEZLEPKOVÁ DIETA	14
2.5 VÝVOJ BEZLEPKOVÝCH VÝROBKŮ	15
2.5.1 <i>Princip pečení</i>	16
2.5.2 <i>Vlastnosti těsta</i>	17
2.6 ZÁKLADNÍ SUROVINY.....	18
2.6.1 <i>Voda</i>	18
2.6.2 <i>Mouka</i>	18
2.6.3 <i>Droždí</i>	19
2.6.4 <i>Sůl</i>	19
2.7 ADITIVA	20
2.7.1 <i>Guarová guma</i>	20
2.7.2 <i>Xanthanová guma</i>	20
2.8 ANTIOXIDANTY	20
2.8.1 <i>Kurkuma</i>	22
2.8.2 <i>Červená cibule</i>	24
2.9 TESTY NA STANOVENÍ ANTIOXIDANTŮ	27
2.9.1 <i>TEAC</i>	27
2.9.2 <i>DPPH</i>	27
2.9.3 <i>FRAP</i>	28
2.10 SENZORICKÉ HODNOCENÍ PEKAŘSKÝCH VÝROBKŮ	28
2.9.1 <i>Metody hodnocení</i>	29
3. CÍL PRÁCE	30
4. METODIKA	31
4.1 VÝROBA CHLEBA	32
4.2 SENZORICKÁ ANALÝZA CHLEBŮ	35
4.3 STANOVENÍ PŮVODNÍ SUŠINY BEZLEPKOVÝCH CHLEBŮ A ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY.....	36

5. VÝSLEDKY	37
5.1 SENZORICKÉ HODNOCENÍ.....	37
5.2 PŮVODNÍ SUŠINA A ÚROVEŇ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY BEZLEPKOVÝCH CHLEBŮ	46
5.4 CELKOVÉ FINANČNÍ NÁKLADY NA SUROVINY PRO VÝROBU	48
BEZLEPKOVÝCH CHLEBŮ	48
6. DISKUZE	50
7. ZÁVĚR	55
8. SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ	56
9. PŘÍLOHY.....	65

1. Úvod

Intolerance lepku je celoživotní onemocnění, které zasahuje do běžného života. Celiak či alergik musí dodržovat přísnou bezlepkovou dietu, ta se stává součástí jeho života. Spotřeba bezlepkových potravin se v dnešní společnosti neustále zvyšuje. Spotřebitelé požadují více bezlepkových výrobků a větší spektrum druhů chleba a pečiva. Na trhu jsou v současné době bezlepkové suroviny a potraviny v různé kvalitě a ceně. Domácí výroba chleba je alternativou kvality i ceny. Bezlepkový chléb je náročnější na přípravu, jelikož použité mouky postrádají lepek. Jeho funkci velmi dobře nahrazují například chia semínka, lněná semínka nebo aditiva jako guarová či xanthanová guma. Vedle nutričního významu, mohou bezlepkové pekařské výrobky získat i zajímavý zdravotní benefit a to přidáním surovin s vysokým obsahem antioxidantů. V takovém případě můžeme mluvit o funkční potravine. Důležité je konzumovat jídlo bohaté právě na antioxidanty, abychom chránili více naše zdraví. Pro diplomovou práci bylo využito přidání kurkumy a slupek z červené cibule, které nepatří mezi běžné suroviny zařazované do receptur pekařských výrobků.

2. Literární přehled

2.1 Historie výroby chleba

Pekárenská výroba představuje celosvětově největší podíl ve spotřebě obilovin pro přímé potravinářské využití. Z původních postupů spontánního kvašení těsta a následného upečení se v současné době vyvinulo průmyslové odvětví s pestrou směsí různých technologických postupů. V jednotlivých zemích se stále udržují tradiční skupiny výrobků, ale vedle toho se s rozšiřující světovou vzájemnou komunikací zpestřuje sortiment uplatňováním tzv. etnických výrobků z jiných oblastí světa (KADLEC a kol., 2009).

Chléb je základní potravinou lidské historie (GINSON, 2018). S kořeny, které lze vysledovat více než 30 000 let, je chléb ve všech jeho formách univerzální potravinářský základ ve stravě milionů lidí po celém světě. Dávny chléb nebyl nic jiného než vařená kaše (MOORE, 2006). Dřívější ruční zpracování těsta bylo nahrazeno rotačním pohybem dvojicí kruhových broušených kamenů a naposled (v roce 1800) válci. Čištění zrna je důležitým předpokladem pro broušení. Výroba a pečení těsta jsou nejdůležitějším krokem v produkci chleba. Dříve se prováděla na vyhřívaných kamenech, nyní ve velkých pekařských pekárnách, v malých pekárnách, v domácích pekárnách, v supermarketech a v domácnostech (WALKER a EUSTACE, 2016).

Již v egyptských hrobkách, které byly postaveny před naším letopočtem, se objevují zmínky o zpracování obilí – frézování a pečení. Dále je také znázorněno broušení sedlovými kameny a oddělování obalových vrstev obilek sítím vyrobeným z papyrusu nebo žíní. Sedlové kameny vytvářejí tření, čímž dochází k lepšímu oddělení otrub od endospermu ve srovnání s bušením, které rozdrťí celé jádro. Použití síta se sedlovými kameny se stalo populárním prostředkem k oddělení mouky z částic otrub (WALKER a EUSTACE, 2004).

2.2 Lepek a jeho význam v historii pekařství

Lepek je proteinový materiál zbývající po odstranění škrobu z obilné mouky (BATEY a HUANG, 2016). Jedná se o složitou směs příbuzných, ale odlišných bílkovin, především prolaminů a glutelinů, které v pšeničném zrně označujeme jako gliadiny a gluteniny. Podobné bílkoviny existují jako hordein v žitě, sekalin v ječmeni a avenin v ovsu a jsou všeobecně označovány jako "gluten". Gluten patří k nejkompexnějším proteinovým sítím a hraje klíčovou roli při určování reologických vlastností těsta, je tepelně stabilní a má schopnost působit jako vazebné a rozšiřující činidlo. Běžně se používá jako přísada ve zpracovaných potravinách pro zlepšení struktury, zadržování vlhkosti a chuti (BIESIEKERSKI, 2017).

Lepkové bílkoviny se považují za kvalitativní determinanty v potravinářském produktu na bázi obilovin tím, že vytvářejí hlavní strukturu těsta (WANG a kol., 2015). Když je mouka obsahující lepek smíchána s vodou, glutenové bílkoviny vytvářejí lepkovou síť, která má konzistenci podobnou lepidlu. Tato vlastnost podobná lepidlu způsobuje, že těsto je elastické a dává chlebu schopnost kynout při pečení. To také poskytuje nadýchanou, uspokojující strukturu. Zajímavé je, že název gluten je odvozen z této lepkové vlastnosti těsta (BJARNADOTTIR, 2017).

Gluten je důležitý pro udržení plynu, aby se dosáhlo požadovaného objemu a struktury v těstě. Je nezbytné vytvořit silnou proteinovou síť potřebnou pro požadovanou viskoelasticitu. Gluteliny a prolaminy jsou hlavní složkou lepku. Zatímco prolamin zajišťuje viskozitu a tažnost v těstě, glutelin je zodpovědný za elastické a soudržné vlastnosti. Lepek je důležitý nejen pro vzhled, ale také pro drobnou strukturu produktů na bázi obilovin. Odstranění lepku vede k velkým problémům u pekařů a produkty jsou nízké kvality, vykazují špatný pocit v ústech a huť (MAHMOUD a kol., 2013).

2.3 Onemocnění způsobené lepkem

2.3.1 Celiakie

Celiakie je geneticky predisponovaná nemoc. Statistiky ukazují, že přibližně 1 % světové populace trpí tímto onemocněním. Výchozím bodem je požití bílkovin tvořících lepek a dalších proteinů nalezených v pšenici, žitu, ječmeni a případně ovsu (MALALGODA a SIMSEK, 2017).

Objevuje se po 1. roce života (po přidání obilných kaší obsahujících lepek do kojenecké stravy, a to v době, kdy přetrvává fyziologicky zvýšená propustnost střevní sliznice). Příznaky se mohou objevit mezi 1. a 13. rokem života, v pubertě velmi často dochází k mírnění příznaků, a to i u pacientů, kteří se dosud pro celiakii léčili. Celiakie se projevuje u žen mezi 20. -30. rokem věku, potom okolo 50. roku, u mužů okolo 40. roku, častěji po prodělaném stresu – operace, porod, infekční onemocnění apod. Manifestní celiakie se vyskytuje 2 x více u žen, asymptomatickou formou častěji trpí muži (KOHOUT a PAVLÍČKOVÁ, 2010).

Vzhledem k zjištění, že pšeničný lepek zhoršuje celiakii, bylo dosaženo poměrně pomalým pokrokem ve vývoji metod pro kvantitativní stanovení toxických proteinů celiakie. První Standard Kodex pro bezpečné potraviny byl založen v roce 1981, který byl omezen na analýzu pšeničného škrobu stanovením dusíku. Revize této normy stále probíhá (WIESER, 2008).

Po vyloučení lepku z potravy dochází ke zmenšení antigenní stimulace, histologický nález se postupně normalizuje. U dospělých záleží na předchozím poškození střevní sliznice, k úplné reparaci nemusí dojít nikdy (KOHOUT a PAVLÍČKOVÁ, 2010).

Předpokládá se, že onemocnění začalo vznikat v době, kdy lidé přešli z lovců a sběračů do společností, které se spoléhaly na zemědělství. I přes vysokou prevalenci se odhaduje, že celiakie zůstává nerozpoznána až u 90 % jedinců ze západních zemí. Je to celoživotní stav, který zahrnuje genetické a environmentální faktory predispozice, které s imunitním systémem vzájemně souvisejí. Výskyt celiakie se liší podle pohlaví a geografického umístění, postihuje jedince v jakémkoli věku a je charakterizována příznaky a symptomy, které přesahují gastrointestinální trakt. Jedinou účinnou léčbou zůstává celoživotní bezpečná strava (STEIN a KATZ, 2017).

2.3.2 Alergie na lepek

Alergie na lepek je podmíněna reakcí imunitního systému organismu jeho nepřiměřenou (překotnou) reakcí.

Alergická reakce je nepřiměřená reakce imunitního systému na antigen, v tomto případě na lepek či jinou bílkovinu mouky. Požití této látky vede k alergické reakci, která může probíhat jako exantém (vyrážka) na kůži, průjem, bolesti břicha, astmatický záchvat, případně až nejtěžší anafylaktická reakce po požití malého (někdy i stopového) množství potravin s daným alergenem. Projevy reakce mohou být nepříjemné, mohou být i nebezpečné, nikdy však nedochází k poškození tkání a dalším komplikacím.

Léčba imunitně podmíněných intolerancí lepku (jak celiakie, tak alergie na lepek) je podobná – tedy přísná bezlepková dieta, při alergii na lepek je nutné dávat pozor i na stopová množství lepku (KOHOUT, 2016).

2.4 Bezlepková dieta

Pacient, který se dozví, že trpí onemocněním sliznice tenkého střeva - celiakií, nemá jinou možnost, než se vzdát bezpodmínečně všech potravin s obsahem lepku.

Jediná a opravdu úspěšná léčba pro pacienty s celiakií, intolerancí lepku je bezlepková dieta. Doposud neexistuje žádný způsob či metoda, která by „uzdravila“ sliznici tenkého střeva, aniž by pacient vynechal lepek ze stravy (KOHOUTOVÁ, 2014). Přestože vyloučení lepku zlepšuje kvalitu života a snižuje riziko komorbidit, celiakie je spojena s celoživotním zatížením pacientů a rodin (STEIN a KATZ, 2017).

Pro pacienty s celiakií je denní bezpečné množství lepku 20 mg, 100 mg lepku za den vyvolá poškození sliznice.

Základem bezlepkové diety jsou brambory, kukuřice, rýže, pohanka, jáhly, sója a další luštěniny, ovoce a zelenina. Existuje řada směsí na přípravu bezlepkových pokrmů, různé druhy bezlepkových mouk, bezlepkových těstovin. Důležité je zdůraznit, že pacienti by měli být pravidelně pod lékařskou kontrolou. Formou potravinových doplňků je třeba dodat minerály a živiny, které nestačí vstřebat potravou. Nejčastěji je nutné k dietě přidávat preparáty vápníku a železa, případně doplňovat vitamíny (KOHOUT a PAVLÍČKOVÁ, 2010).

2.5 Vývoj bezlepkových výrobků

Vývoj bezlepkových chlebů přilákal velkou pozornost v důsledku lepší diagnózy vztahu mezi bezlepkovými produkty a zdravím. Trhový požadavek na bezlepkové produkty se zvyšuje každým dnem kvůli rostoucímu počtu případů celiakie. Vývoj bezlepkového chleba zůstává technologickou výzvou v důsledku klíčové role lepku v procesu chleba a chlebové textury, vzhledu, struktury a skladovatelnosti (MIR a kol., 2016). Pokouší se tedy přijmout metody, které by mohly produkovat bezlepkové produkty na bázi obilovin s technologickými vlastnostmi srovnatelnými s jejich protějšky obsahujícími lepek a minimální kompromisy s kvalitou (NAQASH a kol., 2017).

Zvyšuje se počet diagnostikovaných případů a rostoucí povědomí o dostupnosti chleba bez lepku - důležitý socioekonomický a zdravotní problém. Produkce vysoce kvalitního bezlepkového chleba vyrobeného z přísad jiných než pšeničné mouky představuje významnou technologickou výzvu. Je tedy nutné vyvinout bezlepkové chleby spotřebitelské přijatelnosti (MIR a kol., 2016).

Bezlepkové chleby jsou výsledkem kombinace různých složek a hydrokoloidů, které jsou nutné pro budování síťových struktur zodpovědných za kvalitu chleba. Různé receptury bezlepkových výrobků používají hydrokoloidy (jako je xanthan, pektin, guarová guma, arabská guma, vaječný albumin, galaktomanany a methylcelulóza), které napodobují viskoelastické vlastnosti glutenu. Navíc je známo, že vliv různých hydrokoloidů na vlastnosti těsta a chleba jsou vysoce závislé na surovinách, povaze a jejich množství. Hydrokoloidy zlepšují strukturu, zvyšují obsah vlhkosti a zvyšují celkovou kvalitu chleba. Výsledky recenzovaných studií naznačují, že některé z těchto produktů byly přijatelné a vykazovaly podobné nebo lepší sensorické vlastnosti než kontrolní formulace. Některé byly dokonce srovnatelné s jejich protějšky na bázi pšenice (MIR a kol., 2016).

Je možné snížit technologické nedostatky v bezlepkovém chlebu a příbuzných výrobcích tím, že se začleňují funkční složky do receptur a přijímáním technologií, jako vysoký tlak, zlepšení aerace, kvašení a vytlačování. Závady, které se běžně vyskytují, jsou výrazně sníženy a poskytují zlepšený výrobek pro spotřebitele bez lepku. Je však zapotřebí více výzkumu v oblasti rozšíření používání vysokotlakého, ultrazvukového aeračního a hydrotermálního zpracování a použitelnosti různých

směšovacích systémů při výrobě bezlepkových výrobků (NAQASH a kol., 2017).

Bezlepkové chleby, které nemají lepkovou matici, mají nevhodnou technologickou kvalitu, vykazují nízký specifický objem a vysokou tvrdost kůrky. V recepturách bezlepkových chlebů se uplatňují různé druhy proteinů, které se podílí na zlepšování struktury a vlastností těsta, zadržující plyn v těstu a zlepšují jejich nutriční kvalitu (MAHMOUD a kol., 2013).

Bezlepkový chléb, pokud jde o jeho sensorické vlastnosti, má nejen sotva přijatelnou strukturu, ale také nevýraznou vůni. Bylo zjištěno, že nejdůležitějším znakem špatné chuti je nedostatek klíčových chlebových surovin (PACYŃSKI a kol., 2015).

Nedostatečné vlastnosti zadržování plynu a následný nízký objem bochníku jsou hlavními faktory při výrobě bezlepkového chleba. Vzhledem k zásadním rozdílům ve vlastnostech bezlepkového a pšeničného těsta je přísné dodržování tradičních technik kontraproduktivní. Dostupnost směsí bezlepkových surovin hraje důležitou roli při vzniku biologických plynů prostřednictvím mikroorganismů, které mohou dodatečně zlepšit kapacitu zadržování plynu. Kromě toho může být nedostatečný objem bezlepkového těsta podstatně zlepšen optimalizací mechanického provzdušňování promícháváním. Vysokorychlostní hnětení může zajistit homogenní distribuci malých plynových bublin (ELGETI a kol., 2015).

Přísady na bázi bílkovin jsou také nezbytné pro zlepšení bezlepkového chleba. Nejslibnější jsou pravděpodobně mléčné ingredience. Je nezbytné používat pouze mléčné přísady s nízkým obsahem laktózy. Jednou z nejdůležitějších složek v jakémkoliv bezlepkovém prostředí je voda, a proto je nezbytné optimalizovat hladinu vody pro každé těsto, aby bylo dosaženo optimálních výsledků (ARENDRT a kol., 2008).

2.5.1 Princip pečení

Každá bezlepková směs (ať už hotová nebo namíchaná) se v průběhu pečení chová trochu jinak a vyžaduje trochu odlišný technologický postup, který je možné zjistit jen empiricky přímo v podmínkách pekárny. Na výsledek pečení má samozřejmě vliv řada faktorů. Těsto musí být dobře a rovnoměrně prohněteno. Většinou těst svědčí spíše pomalejší kynutí při nepříliš vysoké teplotě (spíše kolem 28 °C), ale musí být zajištěno, aby povrch chleba neokoral. Pozor se musí dávat při

přípravě těsta s kvasnicemi s cílem podpořit a urychlit kynutí. Uváživě pracujeme s vodou či jinou přidanou tekutinou. Těsta bez pšeničné mouky, tedy bez lepku jsou sice běžně mnohem volnější až mazlavější, přesto příliš tekutiny může mít za následek, že těsto množství vody neunes a zborťí se. A nakonec je důležitý průběh vlastního pečení. Raději pomaleji a déle, aby se postupně vytvořila struktura chleba, která udrží menší komůrky plynu a aby se prudkou teplotou nezapekl neprostupně na povrchu, což pak způsobí, že se vytvářené plyny musí hromadit v bochníku, vytvoří velkou bublinu a těsto nevydrží.

Bezlepkové pečivo má velký sklon k drobivosti. Lze ji do jisté míry omezit obohacením receptury o ingredience, které pomáhají zadržet větší množství vody v těstě a potažmo i v hotovém výrobku. Odedávna se tak do těsta přidává strouhaný brambor, dnes xantanová nebo guarová guma (KUREČKOVÁ, online).

2.5.2 Vlastnosti těsta

Těsto vhodné pro výrobu chleba musí mít vlastnost, která jí umožňuje roztahovat se v reakci na tvorbu kvasného plynu. Reologická charakterizace těsta bez lepku obvykle souvisí s ukazateli kvality konečných produktů a je důležitou informací pro technology v potravinářství, které umožňují odpovídající výběr ingrediencí pro optimalizaci konečného produktu. Proces tvorby těsta bez glutenů se liší od toho, který obsahuje lepek obecně kvůli spojeným omezením s množstvím vody, která je zodpovědná za konzistenci těsta během míchání, ale ovlivňuje také vlastnosti při manipulaci a pečení těsta. Bezlepkové chleby jsou hlavně škrobové látky, kde má želatinace (mazovatění) škrobu významný vliv na kvalitu chleba. Želatinace škrobu probíhá efektivně, když je voda přítomna v dostatečném množství, protože bezlepková těsta mají často lepivou strukturu. Navíc, když je želatinovaný škrob přítomen v počátečních fázích výroby chleba, může významně přispět ke konzistenci těsta (MIR a kol., 2016).

2.6 Základní suroviny

2.6.1 Voda

Potravinářský průmysl má obecně vysoké požadavky na kvalitu vody, zejména z hlediska mikrobiologického (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009)

Vlivem polárního charakteru vody mohou být vytvářeny vodíkové vazby také mezi vodou přítomnou v mouce nebo v těstě. Část vody je takto vázána na škrob. Kyselost nebo alkalita vody může mít vliv na vedení těst, zejména kynutých droždím. Důležitá je také tvrdost vody, kdy tvrdá voda zpomaluje fermentaci v těstě. Oproti tomu měkká voda dává lepkavé a volnější těsto (PŘÍHODA a kol., 2003).

2.6.2 Mouka

Amarantová mouka se získává z rostliny laskavce z rodu *Amaranthus*. Nejčastěji se používá v kombinaci s ostatními druhy, a to k přípravě chleba, sladkého pečiva, sušenek nebo müsli tyčinek. Její kvality a chuť doceníte třeba i tehdy, připravíte-li si z ní lahodné palačinky.

Cizrnová mouka se skvěle hodí zejména pro přípravu orientálních pokrmů.

Jahelná mouka je ideální pro přípravu těstovin, pečiva a moučníků.

Ječná mouka má jemně nahořklou chuť, vhodná při přípravě sladkých pokrmů.

Kukuřičná mouka se využívá k zahuštění polévek, omáček a skvělé z ní jsou také palačinky nebo polenta.

Quinoa patří mezi jednu z nejstarších obilovin Jižní Ameriky. Mouka obsahuje velké množství minerálů, aminokyselin i spoustu vitaminů.

Nopálová mouka se získává z opuncie rostoucí na lávových polích. Díky vysokému obsahu vlákniny, minerálů, vitaminů a antioxidantů je pro naše tělo velmi přínosná. Její cena ovšem odpovídá jejímu původu.

Pohanková mouka má mírně natrpklou chuť, avšak ideální je pro přípravu slaného i sladkého pečiva. Kromě toho má výborné pojící vlastnosti, chceme-li tedy omezit konzumaci vajec.

Sójová mouka je vyráběna ze sójových bobů, které disponují vysokým obsahem bílkovin. Vhodná je pro přípravu slaného i sladkého pečiva. Její konzumace je ovšem doporučena ve velmi omezeném množství, způsobuje totiž plynatost.

Rýžová mouka je k dostání v běžné a instantní variantě. První zmíněná varianta je vhodná pro pečení a zahušťování polévek, druhá pak k přípravě vařených sladkých pokrmů (VRABLOVÁ, 2015).

2.6.3 Droždí

Používání kvasinek k výrobě chleba je staré více než 5.000 let. Na začátku byla zkušenost, že chléb upečený z těsta, které zůstalo před pečením stát a bylo kontaminováno kvasinkami, tak mělo mnohem lepší texturu než chléb nekypřený. Až v 18. století se začalo vyrábět pekařské droždí, avšak z počátku s velmi nízkou efektivitou.

3 hlavní funkce droždí:

- zvýšení objemu těsta kypřícími plyny, především oxidem uhličitým
- změny ve struktuře těsta
- ovlivnění sensorických vlastností pečiva

(PŘÍHODA a kol., 2003)

Pro celý průběh zrání a kynutí těsta je důležitá aktivita droždí, která se sleduje prostřednictvím objemu uvolněného CO₂ nebo přímo z nárůstu objemu těsta. Počáteční aktivita je ovlivňována tím, na jakém substrátu bylo droždí vyráběno (KADLEC a kol., 2009).

2.6.4 Sůl

V tradiční pekařské terminologii se pod pojmem sůl rozumí chlorid sodný dodávaný v potravinářské kvalitě, dříve známý jako kuchyňská sůl. Dnes se podle zákona č.331/1997 Sb. používá termín jedlá sůl. Má značný vliv na reologické vlastnosti těsta, např. prodlužuje dobu vývinu těsta, ovlivňuje chuť, fermentaci (PŘÍHODA a kol., 2003).

2.7 Aditiva

2.7.1 Guarová guma

Jedná se o hydrofilní, udržitelný, netoxický a biologicky rozložitelnou látku v přírodě, tudíž je vhodná pro širokou škálu potravinářských aplikací (LI a kol., 2018).

V potravinářském průmyslu je používána jako zahušťovadlo a stabilizátor různých druhů potravin (MAGALA a kol., 2011). Guarová guma se extrahuje ze semen luštěniny *Cyamopsis tetragonoloba* L. obecně známé jako guaran (MUKHERJEE a kol., 2018). V pekárenských výrobcích guarová guma zpomaluje stárnutí prostřednictvím změkčujícího účinku způsobeného inhibicí retrogradace amylopektinu, jelikož se přednostně váže na škrob (MAGALA a kol., 2011).

2.7.2 Xanthanová guma

Xanthanová guma je mikrobiální exo-polysacharid s vysokou molekulovou hmotností produkovaný bakteriemi rodu *Xanthomonas* (rod gramnegativních bakterií, který zahrnuje několik různých druhů) a široce se používá jako přísada v různých průmyslových a biomedicínských aplikacích, jako jsou balení potravin a potravin samotné, kosmetika, barvy na bázi vody, toaletní potřeby, ropa, stavební a stavební materiály a dodávky léků (KUMAR a kol., 2018). Xanthanová guma se používá v potravinářském průmyslu jako činidlo ovlivňující texturu. Dnes je xanthan komerčně nejdůležitější mikrobiální hydrokoloid (HUBLIK, 2016).

2.8 Antioxidanty

Antioxidant je definován jako „jakákoliv látka, která v přítomnosti nízké koncentrace v porovnání s oxidovatelným substrátem, významně zpomaluje nebo zabraňuje oxidaci tohoto substrátu“ (HALLIWELL a GUTTERIDGE, 1999).

Používají se v potravinách k ochraně před škodlivými účinky oxidace a jsou také používány jako doplňky stravy k neutralizaci nežádoucích účinků oxidativního stresu. Mnoho z přírodních antioxidantů, které jsou předmětem zájmu, je rostlinného

původu a patří mezi fenolické a polyfenolové třídy sloučenin, stejně jako karotenoidy a antioxidační vitamíny. Aktivita antioxidantů a jejich mechanismus působení je diktována strukturálními vlastnostmi molekul, kterých se to týká, systémem, v němž jsou přítomny, stejně jako podmínkami zpracování a skladování. Zatímco mnoho výzkumů bylo provedeno o přírodních zdrojích antioxidantů, jejich rozšířené užívání brání předpisy, jež umožňují pouze použití těch, které mají požadovaný denní příjem, jako jsou vitamíny. Zelený čaj, rozmarýn a další koření nebo jejich výtažky a smíšené tokoferoly se však často používají v potravinách jako ochucovadla nebo v jiných skrytých formách, aby obcházely tyto neopodstatněné regulační otázky (SHAHIDI, 2015).

Antioxidanty jsou látky, které prodlužují údržnost potravin tak, že je chrání před znehodnocením způsobeným oxidací, jejímž projevem je žluknutí přítomných tuků a dalších, snadno se oxidujících složek potravin.

Antioxidační vlastnosti vykazuje řada rostlinných potravinářských surovin. Po staletí se k prodloužení údržnosti potravin používají převážně byliny a koření. Zvláště účinné jsou šalvěj a rozmarýn, ale i další např.: oregano, tymián, hřebíček, kurkuma, také i ovesná mouka. Přírodní antioxidanty mají často omezené použití, neboť mohou vykazovat vůni po použitých rostlinách nebo hořkou chuť (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009).

Antioxidanty v potravinách se dají dělit na přirozené a syntetické, nebo na přirozeně přítomné či doplňované jako přísady. Přidávat se mohou jak antioxidanty syntetické tak i přírodně identické, tedy takové, které se v potravině přirozeně vyskytují, ale jejich obsah není dostatečně účinný. Dostatek antioxidantů v potravě pomáhá snížit především riziko srdečně cévních chorob a některých typů rakoviny (KALÁČ, 2003).

Hrají také roli v obranných mechanismech těla proti kardiovaskulárním chorobám, rakovině, artritidě, astmatu a diabetu. Mnoho bylin a koření je známých jako vynikající zdroj přírodních antioxidantů a konzumace čerstvých bylin ve stravě proto může přispět k dennímu příjmu antioxidantů. Fenolické sloučeniny jsou primárními antioxidanty přítomnými v koření a existuje lineární vztah mezi celkovým obsahem fenolu a antioxidačními vlastnostmi koření. Esenciální oleje, dokonce i vodné extrakty koření mají antioxidační vlastnosti. Rozmarýn je široce používán jako antioxidant v Evropě a USA. Oregano, tymián, majoránka, šalvěj,

bazalka, fenykl a koriandr mají také lepší antioxidační vlastnosti než syntetické antioxidanty. Důležité jsou přírodní antioxidanty (PETER a SHYLAJA, 2012). Farmakologický průmysl využívá léčivé rostliny kvůli přítomnosti aktivních chemických látek jako činidla pro syntézu léků. Jsou cenné i pro potravinářský a kosmetický průmysl jako přísady, kvůli jejich konzervačním účinkům, a také kvůli přítomnosti antioxidantů a antimikrobiálních složek. Mezi běžně užívané léčivé rostliny s antioxidační aktivitou, které jsou celosvětově známé, patří rostliny několika rodin, zejména *Lamiaceae* (rozmarýn, šalvěj, oregano, majoránka, bazalka, tymián, mincovna, balzám), *Apiaceae* (kmín, fenykl, kmín) a *Zingiberaceae* (zázvor). Antioxidační vlastnosti léčivých rostlin závisí na rostlině, její rozmanitosti, podmínkách prostředí, klimatických a sezónních rozdílech, zeměpisných oblastech růstu, stupni zralosti, růstových praktikách a mnoha dalších faktorech, jako je ošetření a zpracování po sklizni. Navíc složení a koncentrace přítomných antioxidantů, jako jsou fenolové sloučeniny, souvisejí s antioxidačním účinkem. Pro vhodné stanovení antioxidační kapacity je důležitá extrakční technika, její podmínky, použité rozpouštědlo a konkrétní metodika stanovení složení a koncentrace přítomných antioxidantů (ŠKROVÁNKOVÁ a kol., 2012).

2.8.1 Kurkuma

Kurkuma nebo také kurkumin či turmerie je žlutý extrakt z oddenků tropické rostliny kurkumovníku dlouhého *Curcuma longa* L. z čeledi zázvorovitých, tzv. žlutého zázvoru. Rostlina se pěstuje převážně v Indii a od nepaměti se používá jako koření. Rozpouští se dobře v alkoholu a tucích, nerozpustná je ve vodě. Především se využívá k barvení mléčných a pekařských výrobků. Antioxidační účinky mají žluté pigmenty kurkumovníku dlouhého (VELÍŠEK a HAJŠLOVÁ, 2009).

Kurkuma je bylina původem z jižní Asie, dobře známá svými terapeutickými vlastnostmi včetně protirakovinných vlastností, hojení ran a snížení hladiny cukru v krvi. Kurkumin, přírodní difenolová sloučenina a bioaktivní přísada *Curcuma longa*, je zodpovědná za žlutou barvu a vykazuje nejvíce protinádorové, antioxidační, antimikrobiální a hojivé vlastnosti, stejně jako protizánětlivé, protinádorové a neurodegenerativní onemocnění. Kurkuminové barvivo působí jako faktor eliminace volných radikálů a přeměňuje je na materiály s nižší aktivitou. Kurkuminoidy vzhledem ke své lipofilní struktuře, jako mnoho jiných

nutraceutických sloučenin, vykazují méně bioaktivity než optimální stav ve vodním roztoku a jejich použití je omezené (SASIKUMAR, 2012).

Hlavní složka kurkumy - kurkumin, který vykazuje antioxidační aktivitu a inhibuje takové mediátory zánětu. Je také silný inhibitor, což může vysvětlit jeho pozitivní účinky u nemocí, jako je fibróza ledvin, plic, cirhóza jater a Crohnova nemoc a v prevenci tvorby tkáňové adheze. Předpokládá se, že kurkumin může zvýšit biodostupnost vitaminů, jako je vitamin E a snížit hladinu cholesterolu, významně také zvyšuje koncentraci α -tokoferolu v plicní tkáni. Kurkumin se váže na albumin hydrofobními vazbami a může tedy být transportován do vhodných cílených buněk, kde vyvolává své terapeutické účinky. Je také známo, že tvoří intracelulární konjugáty s glutationem (TŮMOVÁ a ZATLOUKALOVÁ, 2010).

Obrázek 1: Kurkuma kořen a prášek



Zdroj: www.bylinkovyraj.net

Tabulka 1: Procentuální složení kurkumy v původní sušině

Složení suché kurkumy (prášku)	Množství (%)
Kurkuminoidy	5 %
Těkavé aromatické silice – seskviterpeny	5 %
Vláknina	4 %
Minerální látky	5 %
Bílkoviny	7 %
Tuky	7 %
Vlhkost	7 %
Cukry ve formě polysacharidů – škrobů	60 %

Zdroj: www.nutravita.cz

2.8.2 Červená cibule

Allium cepa L., běžně známá jako cibule, je celosvětovým kulinářským a terapeutickým kořením patřícím do rodiny *Liliaceae*. Cibule je základní složkou mnoha afrických omáček a je vyráběna převážně místně, přičemž Egypt je prvním producentem na kontinentu. Rostlina má celou řadu farmakologických aktivit včetně protirakovinných, antidiabetických, antimikrobiálních, kardiovaskulárních, antioxidačních účinků atd., což zdůvodňuje jejich možné použití při léčení různých onemocnění lidí (KUETE, 2017).

Cibule je důležitým zdrojem různých fytolekul jako jsou fenolové kyseliny, flavonoidy, seskviterpeny (copaene), thiosulfínáty, organické sирné látky a antokyaniny. Fytochemické složení cibule se liší v závislosti na druhu a kultivační technice. Z druhů cibule je nejbohatší na polyfenoly, flavonoidy, flavonol a tanin cibule červená. Některé prameny uvádějí, že červená cibule obsahuje 14 x více quercetinu než česnek a 2 x více než cibule bílá. Slupka červené cibule obsahuje 48 x vyšší hladinu flavonoidů v porovnání s dužninou a studie na buněčné úrovni prokázaly, že slupka vykazuje vyšší kapacitu pro kontrolu peroxidace lipidů

v porovnání s dužninou (NEHASILOVÁ, 2012).

Jedny z prospěšných složek obsažených v cibuli jsou flavonoidy pro svoje antioxidační účinky. V cibulovinách se vyskytují dvě hlavní skupiny flavonoidů: antokyany a flavonoly (BRIGGS, 2009).

Kvercetin je přírodní látka ze skupiny flavonoidů. Obsahuje jej celá řada druhů zeleniny a ovoce. Nejvýrazněji se nachází například v cibuli, červeném vínu, zeleném či černém čaji atd. Je dobré zdůraznit, že tepelnou úpravou či zmrazením se neničí. Kvercetin je nejsilněji zastoupen v barevných a zelených částech ovoce a zeleniny. Značí se jako jeden z nejsilnějších flavonoidů. Významně pomáhá při řadě nemocí, což je dáno tím, že patří mezi silné antioxidanty, tedy látky, které pomáhají likvidovat volné radikály a bránit peroxidaci lipidů (ARNDT, 2017).

Obrázek 2: Cibulové slupky



Zdroj: www.cz.depositphotos.com

Tabulka 2: Obsah látek v cibulových slupkách

Látka	Množství na 100 g
Voda	89,11 g
Sacharidy	9,34 g
Vláknina	1,7 g
Bílkoviny	1,1 g
Tuky	0,1 g
Vitamín B ₁	0,046 mg
Vitamín B ₂	0,027 mg
Vitamín B ₃	0,116 mg
Vitamín B ₆	0,12 mg
Vitamín C	7,4 mg
Vitamín E	0,02 mg
Vitamín K	0,4 µg
Vápník	23 mg
Železo	0,21 mg
Hořčík	0,129 mg
Fosfor	29 mg
Draslík	146 mg
Sodík	4 mg
Zinek	0,17 mg
Kys. listová	19 µg

Zdroj: USDA Nutrient Database (2017)

2.9 Testy na stanovení antioxidantů

2.9.1 TEAC

Trolox ekvivalent antioxidantní kapacita test byl nejprve vyvinut jako jednoduchý a pohodlný způsob stanovení celkové antioxidantní kapacity. Tento test měří schopnost antioxidantů zachytávat stabilní radikálové kationty. Test TEAC byl použit k měření celkové antioxidantní aktivity čistých látek, tělesných tekutin a rostlinných materiálů (ZHONG a SHAHIDI, 2015).

Je jednou ze základních a nejpoužívanějších metod pro stanovení celkové antioxidantní aktivity TAA. Testuje schopnost vzorku či látek zhaset kation - radikál ABTS+. Je také označována jako metoda TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity), vzhledem k tomu, že výsledná antiradikálová aktivita vzorku je srovnávána s antiradikálovou aktivitou syntetické látky Troloxu. Při vlastním experimentálním měření se užívají dva postupy. Používá se i sériově na mikrotitračních destičkách. TAA vzorků se hodnotí parametrem TEAC. Označuje antioxidantní kapacitu vzorku ekvivalentní definovanému množství syntetického derivátu Troloxu. Pro čisté látky je TEAC definována jako milimolární koncentrace Troloxu vykazující stejnou antioxidantní aktivitu. Pro směsi TEAC udává koncentraci Troloxu (mmol/l), který je rovný antioxidantní aktivitě vzorku. Pro spektrofotometrickou metodu stanovení celkové antioxidantní aktivity s ABTS jsou popsány aplikace měření v hydrofilním i lipofilním prostředí (PAULOVÁ a kol., 2004).

2.9.2 DPPH

Analýza a izolace antioxidantů z komplexních vzorků vyžaduje separační krok pro frakcionaci vzorku a následně prostředek k měření přítomnosti antioxidantů. To lze snadno dosáhnout pomocí kapalinové chromatografie spojené s on-line antioxidantním testem - antioxidantní test zahrnuje difenylpikrylhydrazylový radikál (DPPH), který poskytuje pozitivní test fenolických antioxidantů pomocí odbarvení DPPH činidla (CAMENZULI a kol., 2014).

Tato metoda je považována za jednu ze základních metodik pro posouzení

antiradikálové aktivity čistých látek i různých směsných vzorků. Spočívá v reakci testované látky se stabilním radikálem DPPH. Při reakci dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H. Reakce je nejčastěji sledována spektrofotometricky. Test lze provádět i na mikrotitračních destičkách. Použití detekce HPLC, při které je hodnocen radikál DPPH, je vhodné zvláště u barevných vzorků, kdy se na rozdíl od spektrofotometrie zabarvení vzorku eliminuje. U směsných vzorků se radikálová aktivita někdy vyjadřuje v ekvivalentech askorbové kyseliny nebo v jednotkách standardu Troloxu. Podobnou modifikací je kombinace testu se separací látek ze směsi metodou HPLC, kdy látky rozdělené na koloně reagují kontinuálně s DPPH a spektrofotometricky se detekuje pík radikálu (PAULOVÁ a kol., 2004).

2.9.3 FRAP

Na principu redoxní reakce je založena metoda FRAP (ferricreducing antioxidant potential). Při této metodě redukují antioxidanty. Metoda má své limity spočívající v tom, že měření probíhá při nefyziologicky nízké hodnotě pH (3,6). Metoda FRAP tak odráží pouze schopnost látek redukovat ionty Fe^{3+} a s celkovou antioxidační aktivitou vzorku nemusí pozitivně korelovat (PAULOVÁ a kol., 2004).

2.10 Senzorické hodnocení pekařských výrobků

Hodnotí se pět sensorických ukazatelů jakosti - vzhled a tvar (vizuálně se hodnotí vzhled, povrch, tvar a příp. objem výrobku), kůrka, povrch se hodnotí též vizuálně včetně hodnocení zbarvení, čistoty, upečení, parcelace, lesku, zdobení apod. Kromě toho se u kůrky hodnotí po rozkrojení dobře vychladlého výrobku její křupavost.

Střídka se hodnotí po rozkrojení dobře vychladlého výrobku - vizuálně se hodnotí její stejnorodost a pórovitost, stiskem (hmatem) se hodnotí její propečenost a pružnost, skousnutím a žvýkáním ukrojeného sousta se hodnotí konzistence střídky.

Vůně chleba se hodnotí čichem (vdechováním aromatu, vycházející z opakovaně stisknutého čerstvě rozkrojeného výrobku).

Chuť se hodnotí v ústní dutině pomalým žvýkáním ukrojené části výrobku.

V odborné literatuře je uvedena zajímavá informace, že pokud odborník -

technolog hodnotí senzoricky např. chléb podle výše uvedených jakostních znaků, pak jim z hlediska celkové jakosti přisuzuje následující podíl:

Tabulka 3: Jakostní znaky chleba

Jakostní znak	% podíl z celkové jakosti
Objem	10 %
Tvar	10 %
Kůrka	20 %
Střídka	30 %
Vůně	10 %
Chuť	20 %

Zdroj: (HAMR, 2015)

2.9.1 Metody hodnocení

TYPY HODNOCENÍ

Subjektivní hodnocení - metoda hodnocení, při které se dodržují takové podmínky, aby se individuální vlivy neeliminovaly nebo neminimalizovaly.

Objektivní hodnocení - metoda hodnocení, při které se zvolí takové podmínky, aby se individuální vlivy co nejvíce eliminovaly nebo minimalizovaly.

Absolutní hodnocení - psychofyzická metoda hodnocení, při které se nepředkládá vnější standard. Posudek je založen na absolutní intenzitě vjemu či zkušenostech hodnotitele.

Srovnávací hodnocení - psychofyzická metoda hodnocení, při které se srovnává podnět nebo vzorek s jiným (standardním) vzorkem nebo podnětem. Srovnáváme intenzitu nebo stupeň oblíbenosti (PANOVSKÁ, 2017).

3. Cíl práce

Cílem diplomové práce je navrhnout recepturu bezlepkového chleba obohaceného o vybrané zdroje antioxidantů.

Dílčí cíle:

- senzorická analýza
- stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH a FRAP
- optimalizace ceny bezlepkových výrobků na základě průzkumu trhu

Pracovní hypotézy:

- senzorická analýza ukáže preference konzumentů
- přidáním kurkumy a slupek z červené cibule se zvýší antioxidační aktivita chlebů

4. Metodika

Pro účel senzoričkého hodnocení bylo upečeno celkem šest chlebů. Každý z chlebů měl odlišné složení, nejen moukou ale i přidanými zdroji antioxidantů. Jako zdroje antioxidantů bylo použito koření kurkuma a mleté slupky z červené cibule. Z hotových chlebů byl pomocí metod FRAP a DPPH stanoven obsah antioxidantů. Také bylo provedeno senzoričké hodnocení formou dotazníků pro senzoričké hodnocení pečiva. Upečené vzorky chlebů byly označeny písmeny A až F.

- A- ZÁKLADNÍ CHLÉB – 200 g kukuřičné mouky, 200 g rýžové mouky, 100 g pohankové mouky, bez přidaných slupek nebo kurkumy
- B- ZÁKLADNÍ CHLÉB - KURKUMA - 200 g kukuřičné mouky, 200 g rýžové mouky, 100 g pohankové mouky, 30 g kurkumy
- C- ZÁKLADNÍ CHLÉB – SLUPKY - 200 g kukuřičné mouky, 200 g rýžové mouky, 100 g pohankové mouky, 30 g slupek z červené cibule
- D- CHLÉB S LUŠTĚNINOVÝMI MOUKAMI – 200 g kukuřičné mouky, 200 g rýžové mouky, 50 g hrachové mouky, 50 g cizrnové mouky
- E- CHLÉB S LUŠTĚNINOVÝMI MOUKAMI – KURKUMA - 200 g kukuřičné mouky, 200 g rýžové mouky, 50 g hrachové mouky, 50 g cizrnové mouky, 30 g kurkumy
- F- CHLÉB S LUŠTĚNINOVÝMI MOUKAMI – SLUPKY - 200 g kukuřičné mouky, 200 g rýžové mouky, 50 g hrachové mouky, 50 g cizrnové mouky, 30 g slupek z červené cibule

4.1 Výroba chleba

Chléb č. 1

POMŮCKY:

mísa, měchačka, forma, hrneček, sklenička, elektrická trouba

SUROVINY:

- 200 g kukuřičné mouky
- 200 g rýžové mouky
- 100 g pohankové
- 500 ml vody
- 30 g kurkumy/cibulových slupek
- 12 g čerstvého droždí
- 1 polévková lžíce psyllia
- 1 polévková lžíce chia semínek
- 1 polévková lžíce lněného semínka
- 1 polévková lžíce slunečnicového oleje
- 1 čajová lžička krystalového cukru
- 1 čajová lžička kuchyňské soli
- 1 čajová lžička guarové/ xanthanové gumy
- sádlo (na vymazání formy)

Chléb č. 2

POMŮCKY:

mísa, měchačka, forma, sklenička, hrneček, elektrická trouba

SUROVINY:

- 200 g kukuřičné mouky
- 200 g rýžové mouky
- 50 g hrachové mouky
- 50 g cizrnové mouky
- 500 ml vody
- 30 g kurkumy/cibulových slupek
- 12 g čerstvého droždí
- 1 polévková lžíce psyllia
- 1 polévková lžíce chia semínek
- 1 polévková lžíce lněného semínka
- 1 polévková lžíce slunečnicového oleje
- 1 čajová lžička krystalového cukru
- 1 čajová lžička kuchyňské soli
- 1 čajová lžička guarové/ xanthanové gumy
- sádlo (na vymazání formy)

PŘÍPRAVA SUROVIN (ANTIOXIDANTŮ):

Na laboratorním mlýnku byly najemno namleté, pečlivě očištěné, omyté a vysušené slupky červené cibule. Slupky byly namlety na co nejmenší granulaci, což zajistilo jejich optimální zpracování do těsta. Slupky červené cibule odrůdy LISA dodalo Zemědělské družstvo VŠESTARY.

Kurkuma byla zakoupena v obchodě se zdravou výživou a jedná se o značku – Koření od Antonína – extra kvalita.

PŘÍPRAVA TĚSTA

Na podkladě výše uvedených receptur byla připravena dvě základní těsta pro výrobu bezlepkových chlebů, z nichž každé bylo následně obohacené dvěma zdroji antioxidantů.

Do 450 ml vody bylo přidáno po jedné polévkové lžici psyllia, chia semínek a lněného semínka. Vše se nechalo namočené přes noc při pokojové teplotě. Do zbylých 50 ml vody se nadrobilo droždí s krystalovým cukrem a nechal se vzejít kvásek. Na váze se odvážíly do větší mísy připravené bezlepkové mouky. Do mouky se vytvořil menší důlek a do něj se následně přidal vzešlý kvásek. Nabobtnalé psyllium spolu s chia a lněnými semínky se opatrně přililo. Vše bylo důkladně promícháno, tak aby začala vznikat lepivá struktura těsta. Dále byla přidána kuchyňská sůl, guarová/ xanthanová guma. Jako poslední ingredience se přidal slunečnicový olej. Vše se znovu důkladně promíchalo, tak aby se všechny suroviny spojily dohromady. Vzniklé těsto se zakrylo utěrkou a nechalo se v míse kynout na teplém místě, kde nekolísala teplota.

PŘEKLÁDÁNÍ TĚSTA:

Zhruba po 20-30 minutách bylo těsto vykynuté. Poté bylo přendáno na vál pomoučněný pohankovou moukou, aby se těsto tolik nelepilo. Zhruba 2-3 x je potřeba těsto přeložit. Přeložené těsto se následně vložilo do formy vymazané sádlem, přikrylo se utěrkou a nechalo se ještě zhruba dalších 20-30 minut dokynout. Opět na teplém místě bez průvanu.

PEČENÍ CHLEBA:

Ideální je předehřátá trouba na 250 °C. Při vložení těsta se nejdříve peklo cca 10 minut při 250 °C a poté se teplota snížila na 200 °C. Dle potřeby se formou otáčí. Samotné pečení trvalo přibližně 60 – 90 minut. Záleží na daném složení druhu chleba, hlavně mouky. Zda je chléb dostatečně pečený, se stanovilo tím, že po vyndání se poklepalo na kůrku a musel z něj vycházet dutý zvuk. Chléb se rovnou vyklopil z formy a nechal zcela zchladnout, až poté se mohl začít krájet. Pokud by se začal krájet hned po vyndání z trouby, srazil by se a ovlivnil tím jak texturu, tak i chuť.

Bezlepkový chléb upečený z jednodruhových mouk má slabší křupavou kůrku. Střída bývá lepivá, vlhká a velmi hutná.

SKLADOVÁNÍ CHLEBA:

Chléb se může skladovat buďto zabalený do suché utěrky na suchém místě, nebo se může také zamrazit.

4.2 Senzorická analýza chlebů

Senzorické hodnocení probíhalo formou ochutnávky všech vzorků a vyplněním dotazníku. Hodnocení se účastnilo dvanáct lidí, šest mužů a šest žen ve věku od 23 do 30 let. Žádný z hodnotitelů nebyl celiak ani alergik, kteří bývají již po většinou na netypickou chuť chlebů bez lepku zvyklý. Hodnotitelé nebyli seznámeni s druhy chlebů a ani jejich složením. Jednotlivé vzorky chlebů byly seřazeny pod písmeny A až F.

Hodnotitelé dostali označených šest vzorků chleba, sklenici čisté vody a anonymní dotazník pro senzorické hodnocení pečiva. Dotazník byl vytvořen v rámci rozvojového projektu pro vzdělání a výzkumné studijní účely v roce 2011, pod hlavičkou Evropské unie. Hodnotilo se několik bodů, které jsou uvedeny v tabulkách číslo 4 až 7.

Každý z hodnotících také zhodnotil, který vzorek chleba byl nejlepší, jak chutí, tak vzhledem.

Tabulka 4: Hodnocení dle hedonické stupnice

	1	2	3	4	5
Chuť	vynikající, intenzivní	příjemná, méně intenzivní	méně příjemná, méně výrazná	nepříjemná, netypická	
Vůně	velmi příjemná	dosti příjemná	uspokojivá	ještě příjemná	nepříjemná
Celkový vzhled	atraktivní	méně atraktivní, uspokojivý	ještě přijatelný	nevzhledný	

Zdroj: vlastní

Tabulka 5: Hodnocení dle intenzivní stupnice

	1	2	3	4	5
Vůně	charakteristická, výrazná	charakteristická, méně výrazná	bez cizích pachů	pach nepatrně nakyslý	pach kyselý cizí

*Zdroj: vlastní***Tabulka 6: Hodnocení chuti podle dílčí chuti**

	1	2	3	4
Chuť	Těstová	nakyslá	zatuchlá	plesnivá

*Zdroj: vlastní***Tabulka 7: Hodnocení textury a celkového dojmu**

	1	2	3	4	5
Textura	velmi měkká	měkká, středně tuhá	tuhá	tvrdá	
Celkový dojem	vynikající	velmi dobrý	dostí dobrý, dobrý	průměrný, uspokojivý	špatný, již nevyhovující

Zdroj: vlastní

4.3 Stanovení původní sušiny bezlepkových chlebů a antioxidační aktivity

Vzorky chleba byly předsušeny při teplotě 50 °C. Následně byla stanovena laboratorní sušina vysoušením předsušeného vzorku po dobu dvou hodin při teplotě 130 – 133 °C do konstantní hmotnosti. Na základě zjištěných hodnot byla vypočtena původní sušina vzorků chlebů.

Antioxidační aktivita ve slupkách z červené cibule byla stanovena metodou DPPH. Analýza byla provedena v laboratoři katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů ZF JU v Českých Budějovicích. Antioxidační aktivita v jednotlivých chlebech byla stanovena metodou DPPH a FRAP Výzkumným ústavem potravinářským Praha, v. v. i. Stanovení antioxidační aktivity u jednotlivých vzorků bylo provedeno celkem čtyřikrát. Zjištěné hodnoty byly přepočteny na původní a absolutní sušinu a vypočten průměr, směrodatná odchylka a variační koeficient.

5. Výsledky

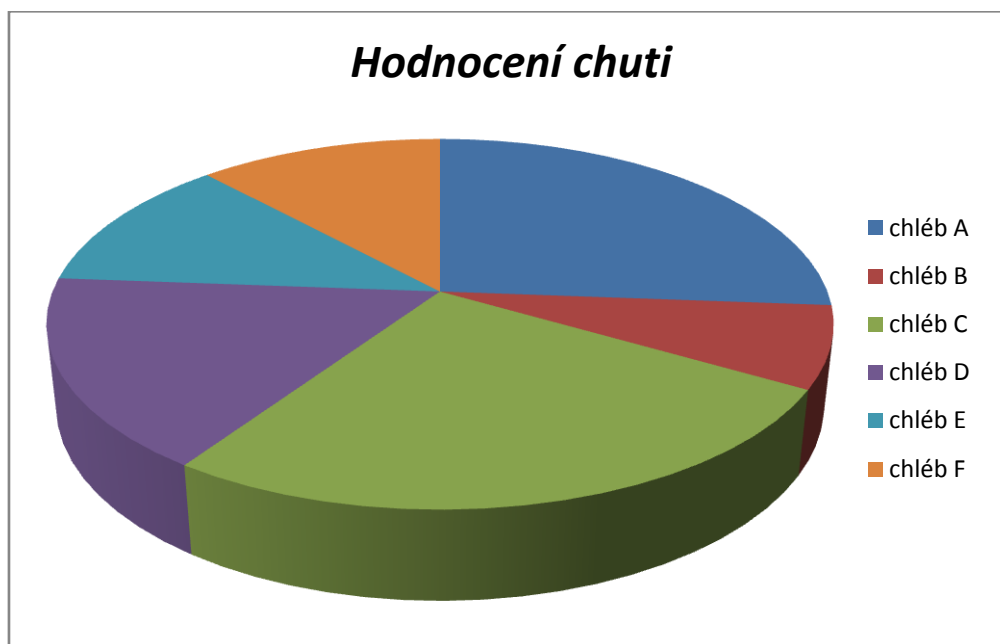
5.1 Senzorické hodnocení

1)

Hodnocení chuti u bezlepkových chlebů bylo velmi pozitivní. Bezlepkové chleby upečené z jednodruhových mouk mají typickou chuť po mouce, která ve složení převládá, lepší bývají chuťově bezlepkové směsi a z nich následně pečivo.

Podle senzorické analýzy bylo zjištěno, že upečený základní chléb (A) a chléb základní s přidáním slupkami z červené cibule (C) měl nejlepší chuť. Celkem devět hodnotících ho vyhodnotilo na hedonické stupnici číslem dva, které znamená příjemnou a méně intenzivní chuť. Nejhůře vyšel v testu chuti chléb základní s přídáním kurkumou (B), který měl lehce nahořklou chuť.

Graf 1: Hodnocení chuti



Zdroj: vlastní

Tabulka 8: Hodnocení chuti

Chuť*	chléb A	chléb B	chléb C	chléb D	chléb E	chléb F
1	5	2	2	x	x	1
2	7	2	9	6	8	5
3	x	3	1	5	4	6
4	x	5	x	1	x	x

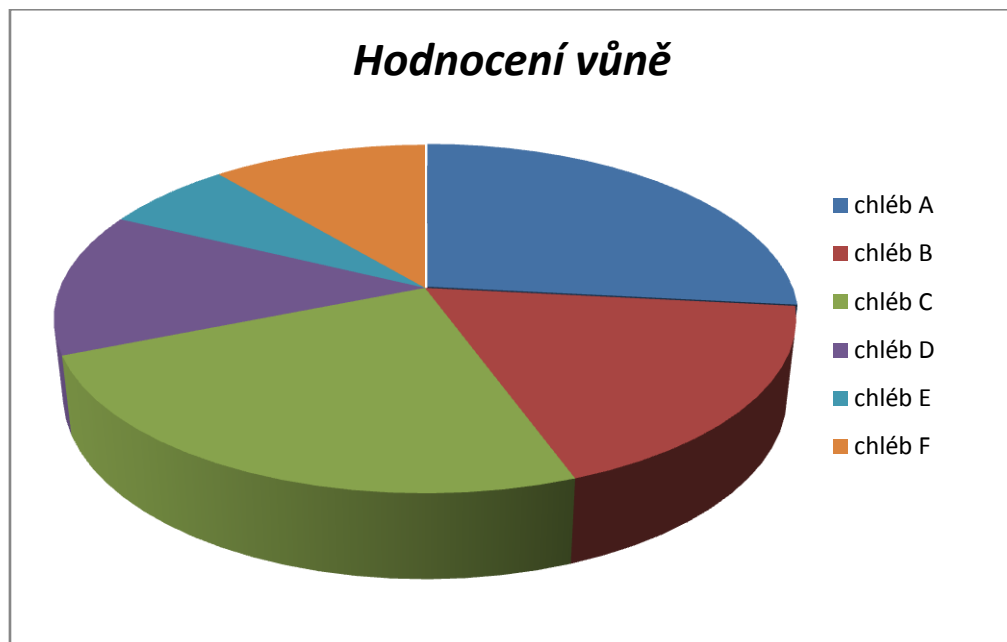
Zdroj: vlastní

*1- vynikající, intenzivní, 2- příjemná, méně intenzivní, 3- méně příjemná, méně výrazná, 4- nepříjemná, netypická

2)

Při hodnocení vůně bezlepkových chlebů intenzivní stupnicí byl nejvíce charakteristický chléb základní (A) a chléb základní s cibulovými slupkami (C). Chléb základní s kurkumou (B) byl vyhodnocen jako druhý nejlepší. S cizími pachy či nepatrně nakyslým pachem byl vyhodnocen chléb s luštěninovými moukami a kurkumou (E).

Graf 2: Hodnocení vůně intenzivní stupnicí



Zdroj: vlastní

Tabulka 9: Hodnocení vůně intenzivní stupnicí

Vůně*	chléb A	chléb B	chléb C	chléb D	chléb E	chléb F
1	5	5	5	1	x	4
2	7	5	6	5	8	1
3	x	2	1	2	4	4
4	x	x	x	4	x	2
5	x	x	x	x	2	1

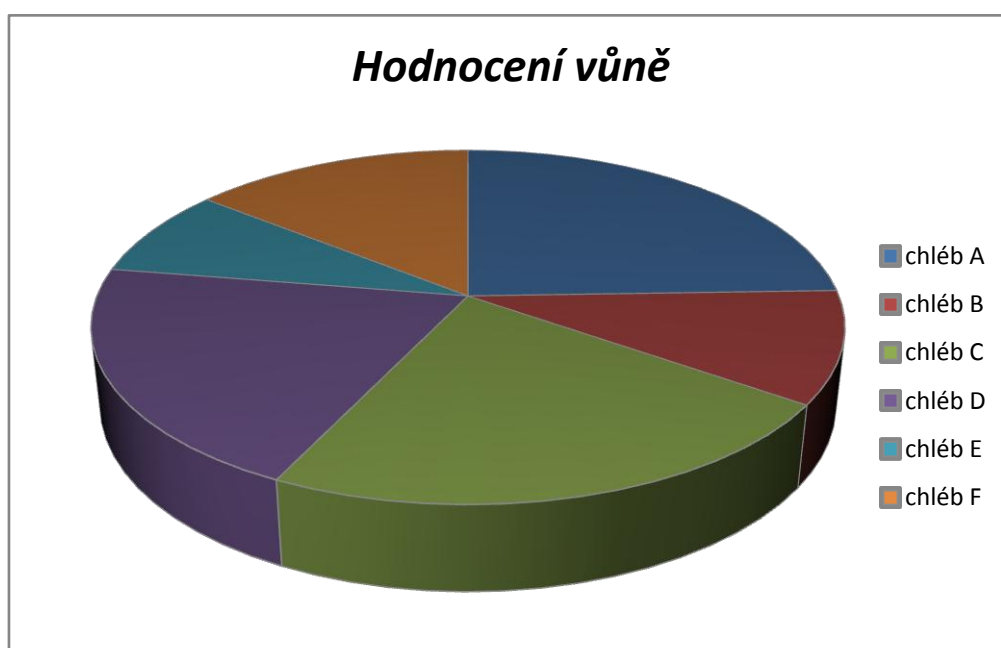
Zdroj: vlastní

*1- charakteristická, výrazná, 2- charakteristická, méně výrazná, 3- bez cizích pachů, 4- pach nepatrně nakyslý, 5- pach kyselý, cizí

3)

Vůně se hodnotila ještě pomocí hedonické stupnice, kde nejvíce hodnotitelům voněl také chléb základní (A) a chléb základní s cibulovými slupkami (C). Hodnotili je tedy jako chleby s velmi příjemnou nebo dosti příjemnou vůní. Uspokojivou vůni měly chleby základní s luštěninovými moukami (D) a základní s luštěninovými moukami a cibulovými slupkami (F). Nepříjemnou vůni označili chléb základní s kurkumou (B) a chléb s luštěninovými moukami a kurkumou (E).

Graf 3: Hodnocení vůně hedonickou stupnicí



Zdroj: vlastní

Tabulka 10: Hodnocení vůně hedonickou stupnicí

Vůně*	chléb A	chléb B	chléb C	chléb D	chléb E	chléb F
1	5	3	4	2	x	2
2	4	3	5	4	3	2
3	3	1	2	5	1	5
4	x	2	1	1	2	2
5	x	3	x	x	6	1

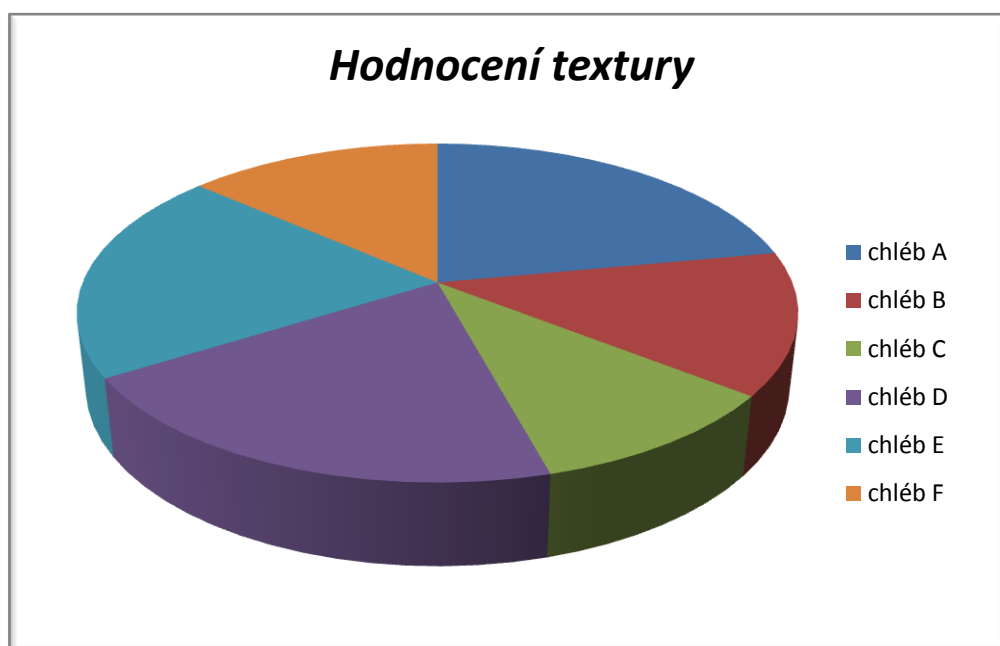
Zdroj: vlastní

*1- velmi příjemná, 2- dosti příjemná, 3- uspokojivá, 4- ještě přijatelná, 5- nepříjemná

4)

Dalším bodem senzoričkého hodnocení pečiva byla textura chlebů. Žádný z hodnotících neshledal ani jeden z šesti vzorků chléb tvrdým nebo tuhým. Nejměkčím chlebem byl všemi zvolen základní chléb (A), základní chléb s luštěninovými moukami (D) a luštěninový chléb s kurkumou (E). Měkký chléb nebo středně tuhý vyhodnotili chleby B, C a F.

Graf 4: Hodnocení textury



Zdroj: vlastní

Tabulka 11: Hodnocení textury

textura*	chléb A	chléb B	chléb C	chléb D	chléb E	chléb F
1	7	x	x	5	6	1
2	5	3	4	7	6	2
3	x	8	6	x	x	8
4	x	1	2	x	x	1
5	x	x	x	x	x	x

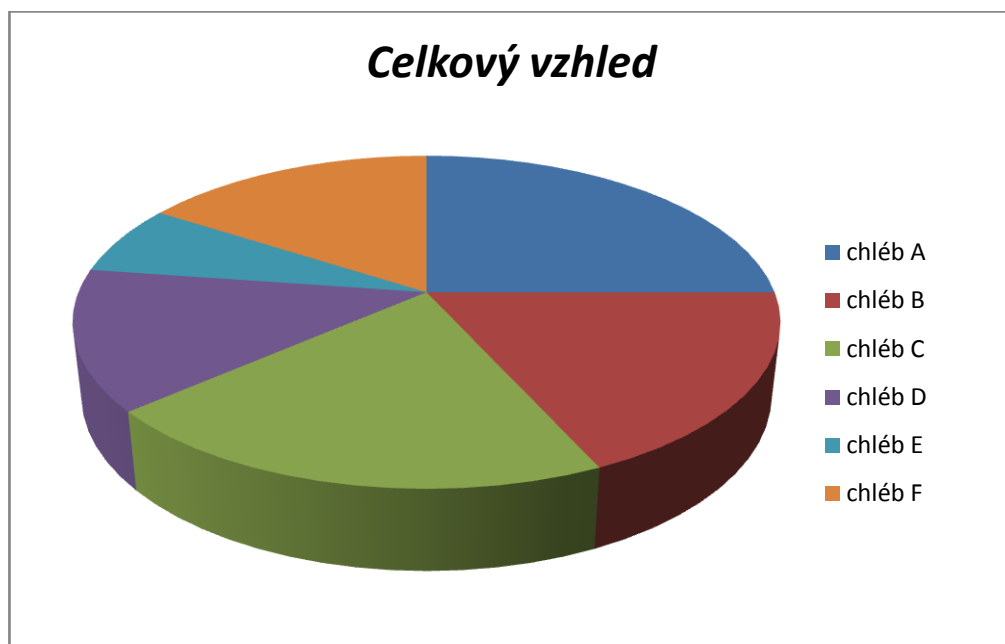
Zdroj: vlastní

*1- velmi měkká, 2- měkká, 3- středně tuhá, 4- tuhá, 5- tvrdá

5)

Součástí senzoričké analýzy bylo také celkové hodnocení vzhledu vzorků podle hedonické stupnice. Vzhledem byl nejvíce atraktivní chléb základní (A) a to deseti hodnotícími, chléb základní s cibulovými slupkami (C) devíti hodnotícími. Atraktivním, méně atraktivním či uspokojivým hodnotili chléb základní s kurkumou (B), chléb základní s luštěninovými moukami (D) a chléb s luštěninovými moukami a cibulovými slupkami (F). Nejhůře hodnocen byl chléb s luštěninovými moukami a kurkumou (E), který byl pěti hodnotiteli označen jako ještě přijatelný a dva ho dokonce označili za nevzhledný.

Graf 5: Celkový vzhled



Zdroj: vlastní

Tabulka 12: Celkový vzhled

Vzhled*	chléb A	chléb B	chléb C	chléb D	chléb E	chléb F
1	10	6	9	4	2	4
2	1	4	3	6	3	7
3	1	1	x	2	5	x
4	x	1	x	x	2	1

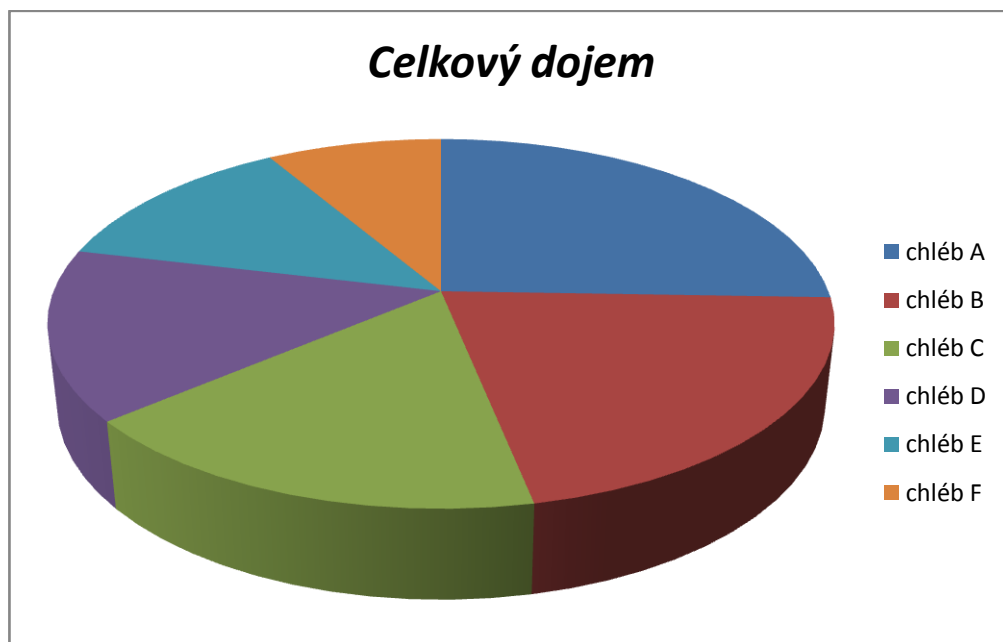
Zdroj: vlastní

*1- atraktivní, 2- méně atraktivní, uspokojivý, 3- ještě přijatelný, 4- nevzhledný

6)

Předposledním bodem při sensorice byl celkový dojem. Všechny vzorky byly hodnoceny pozitivně. Vynikající dojem udělal na hodnotitele chléb základní (A), chléb základní s kurkumou (B), velmi dobrý a dosti dobrý dojem ohodnotili u základního chleba s cibulovými slupkami (C) a u základního luštěninového chleba (D). Dobrým či průměrným a uspokojivým označili zbylé dva vzorky a to chléb luštěninový s kurkumou (E) a chléb luštěninový s cibulovými slupkami (F).

Graf 6: Celkový dojem



Zdroj: vlastní

Tabulka 13: Celkový dojem

Celkový dojem*	chléb A	chléb B	chléb C	chléb D	chléb E	chléb F
1	6	5	3	1	x	1
2	6	4	5	7	3	1
3	x	2	4	4	5	6
4	x	x	x	x	4	4
5	x	1	x	x	x	x

Zdroj: vlastní

*1- vynikající, 2- velmi dobrý, 3- dosti dobrý, dobrý, 4- průměrný, uspokojivý, 5- špatný, již nevyhovující

7)

Poslední otázkou v senzoričném testu bylo vybrat dle každého hodnotitele chléb, který byl nejchutnější, nejvzhladnější. Více než polovině se líbil a chutnal chléb základní (A) a chléb základní s cibulovými slupkami (C). Nejméně atraktivní a chuťově nejméně přijatelný byl chléb luštěninový s kurkumou (E), který všichni zhodnotili jako velmi nahořklý.

Upečených šest druhů bezlepkových chlebů pro celkovou představu zobrazují následující obrázky číslo 3 a 4, jejich průřezy následně obrázky 5 a 6.

Obrázek 3: Z levé strany- chléb základní (A), chléb základní s kurkumou (B), chléb základní se slupkami z červené cibule (C)



Zdroj: vlastní

Obrázek 4: Z levé strany- chléb základní s luštěninovými moukami (D), chléb s luštěninovými moukami a kurkumou (E), chléb luštěninový se slupkami z červené cibule



Zdroj: vlastní

Obrázek 5: Průřez chlebů A, B, C



Zdroj: vlastní

Obrázek 6: Průřez chlebů D, E, F



Zdroj: vlastní

5.2 Původní sušina a úroveň antioxidační aktivity bezlepkových chlebů

Správná interpretace analyzovaných hodnot vyžaduje znalost sušiny výrobků. V následující tabulce číslo 14 je uvedena původní sušina bezlepkových chlebů.

Tabulka 14: Stanovení původní sušiny

vzorek	původní sušina (%)
chléb A	48,103
chléb B	50,373
chléb C	48,264
chléb D	44,597
chléb E	42,354
chléb F	46,409

Zdroj: vlastní

Antioxidační aktivita ve slupkách z červené cibule byla stanovena metodou DPPH a její hodnota byla 99,90 +/-1,12 (mg TE/g sušiny).

Antioxidační aktivita ve vzorcích chlebů byla stanovena metodou DPPH i metodou FRAP. Obě tyto metody vyhodnotily chléb základní se slupkami z červené cibule (C) a chléb s luštěninovými moukami se slupkami z červené cibule (F) jako chleby s nejvyšší antioxidační aktivitou, tyto hodnoty jsou v tabulkách vyznačeny tučně na šedém pozadí. Celkem byly provedeny čtyři měření. V následujících tabulkách č. 15 a č. 16 jsou uvedeny průměrné hodnoty, směrodatné odchylky a variační koeficienty antioxidační aktivity, přepočtené na původní a absolutní sušinu, stanovené metodami DPPH a FRAP.

Tabulka 15: Antioxidační aktivita stanovená metodou DPPH přepočtená na původní a absolutní sušinu

	Původní sušina			Absolutní sušina		
	průměr (mg TE/g)	směrodatná odchylka	variační koeficient (%)	průměr (mg TE/g)	směrodatná odchylka	variační koeficient (%)
chléb A	0,28725	0,011815	4,113	0,5985	0,02669	4,459
chléb B	0,41475	0,0045	1,084	0,82375	0,010504	1,275
chléb C	1,01025	0,020694	2,048	2,0945	0,047899	2,286
chléb D	0,23025	0,004787	2,079	0,517	0,010504	2,031
chléb E	0,32475	0,004272	1,315	0,76725	0,005774	0,752
chléb F	0,898	0,011576	1,289	1,9415	0,012124	0,624

Zdroj: vlastní

Tabulka 16: Antioxidační aktivita stanovená metodou FRAP přepočtená na původní a absolutní sušinu

	Původní sušina			Absolutní sušina		
	průměr (mg TE/g)	směrodatná odchylka	variační koeficient (%)	Průměr (mg TE/g)	směrodatná odchylka	variační koeficient (%)
chléb A	0,352	0,01225	3,480	0,73175	0,02599	3,551
chléb B	0,475	0,0101	2,126	0,94375	0,02011	2,130
chléb C	1,3985	0,03686	2,635	2,89825	0,07594	2,620
chléb D	0,24425	0,00479	1,961	0,54825	0,01001	1,825
chléb E	0,36933	0,00231	0,625	0,87267	0,00635	0,727
chléb F	1,16225	0,02899	2,494	2,505	0,06182	2,467

Zdroj: vlastní

5.4 Celkové finanční náklady na suroviny pro výrobu bezlepkových chlebů

Do celkové ceny není započítaná energie. Suroviny, které se nevážíly, jsou uvedeny ve výpočtu jako zbylé suroviny, kdy je odhadnuta přibližná cena.

Výsledná cena odpovídá upečeným chlebům o hmotnosti 1 500 g.

Chléb **A** - 200 g kukuřičné mouky – 8,60 Kč
200 g rýžové mouky – 13,75 Kč
100 g pohankové mouky – 10,25 Kč
12 g droždí – 1,6 Kč
zbylé suroviny – cca 20 Kč
celkem = **54 Kč**

Chléb **B** - 200 g kukuřičné mouky – 8,60 Kč
200 g rýžové mouky – 13,75 Kč
100 g pohankové mouky – 10,25 Kč
12 g droždí – 1,6 Kč
30 g kurkumy – 26 Kč
zbylé suroviny – cca 20 Kč
celkem = **80,20 Kč**

Chléb **C** - 200 g kukuřičné mouky – 8,60 Kč
200 g rýžové mouky – 13,75 Kč
100 g pohankové mouky – 10,25 Kč
12 g droždí – 1,6 Kč
zbylé suroviny – 20 Kč
celkem = **54 Kč**

chléb **D** - 200 g kukuřičné mouky – 8,60 Kč
200 g rýžové mouky – 13,75 Kč
50 g hrachové mouky – 2,46 Kč
50 g cizrnové mouky – 5,15 Kč
12 g droždí – 1,6 Kč
zbylé suroviny – 20 Kč
celkem = **51,56 Kč**

Chléb **E** - 200 g kukuřičné mouky – 8,60 Kč
200 g rýžové mouky – 13,75 Kč
50 g hrachové mouky – 2,46 Kč
50 g cizrnové mouky – 5,15 Kč
12 g droždí – 1,6 Kč
30 g kurkumy – 26 Kč
zbylé suroviny – 20 Kč
celkem = **77,56 Kč**

Chléb **F** – 200 g kukuřičné mouky – 8,60 Kč
200 g rýžové mouky – 13,75 Kč
50 g hrachové mouky – 2,46 Kč
50 g cizrnové mouky – 5,15 Kč
12 g droždí – 1,6 Kč
zbylé suroviny – 20 Kč
celkem = **51,56 Kč**

6. Diskuze

BUŠINOVÁ (2006) uvádí, že více jak 70 % celiaků a alergiků na lepek si pečou bezlepkové pečivo doma, buď z hotových speciálních směsí, nebo si směsi míchají sami z různých druhů přirozeně bezlepkových mouk.

Do šesti připravených receptur byla přidána chia a lněná semínka, která vytváří gelovitou strukturu a tím vytvářejí lepší vlastnosti těsta a následně střídy, to potvrzují COOREY a kol. (2014), který uvádí pozitivní vlastnosti chia semínek na těsto. KORUS a kol. (2015) shledává pozitivní vlastnosti u lněného semínka zejména u bezlepkových chlebů a jejich struktury. Jako další zdroj vlákniny bylo přidáno do receptur psyllium, které se začíná v potravinářství využívat častěji v posledních letech. FRATELLI a kol. (2018) provedl studii, ve které využívá psyllium a vodu pro zlepšení sensorické přijatelnosti chlebů.

Pro lepší reologické vlastnosti těsta se využilo také guarové a xanthanové gumy. Podle MOHAMMADI a kol. (2015) po přidání guarové gumy do bezlepkového chleba z rýžové mouky se výrazně zvýšil specifický objem. Naopak negativně hodnotí BUREŠOVÁ a kol. (2016) účinky xanthanové gumy na těsto z rýžové mouky, kdy byl chléb negativně ovlivněn suchou a hrubou kůrkou a velmi lepivou střídou.

Z výsledků vyplývá, že nejlépe hodnoceným vzorkem byl chléb základní (A). Podle hodnotitelů byl nejlepší v hodnocení chuti, vůně, vzhledu, textury i celkového dojmu. Chléb základní byl upečen z obilných mouk bez lepku – kukuřičné, pohankové a rýžové, neobsahoval ani kurkumu či cibulové slupky. Chuťově byl pro hodnotitele vynikající a příjemný. Tento výsledek se dal očekávat, protože mouky v tomto složení bývají chuťově vhodné. Avšak negativně hodnotí BUREŠOVÁ a kol. (2017) ve studii, že kombinace rýžové a kukuřičné mouky zhoršila kvalitu chlebového těsta. Oproti tomu PICO a kol (2017) uvádí, že bezlepkové chleby, které obsahují kukuřičnou mouku, jsou charakterem nejbližší klasickému pšeničnému chlebu. Chléb základní měl nejlepší texturu, to potvrzuje OZTURK a MERT (2018), který říká, že kukuřičný škrob dobře váže vodu a tím pozitivně ovlivňuje soudržnost a pružnost. Pozitivně hodnotí také kukuřičnou mouku za své dobré viskoelastické vlastnosti GUADARRAMA-LEZAMA a kol. (2016).

Chléb základní obohacený o zdroj antioxidantu kurkumy byl vyhodnocen celkovým dojmem hned jako druhý nejlepší. I přes to, že chuťově byl podle

senzorických výsledků nejhorší ze všech vzorků, kdy ho pět hodnotitelů označilo jako nepříjemný a netypický. Chuť výrazně ovlivnila kurkuma, která zapříčinila hořkou, lehce nakyslou chuť. Z tohoto výsledku lze usuzovat, že pro využití do chlebového těsta by bylo vhodné přidat kurkumy menší množství než 30 g na 500 g mouky. Chuť by tak byla pro hodnotitele příjemnější a určitě méně nahořklá.

Základní luštěninový chléb s kurkumou byl hodnocen jako jeden z nejlepších texturou. Přidané luštěninové mouky jsou vhodné pro bezlepkové pečení, díky dobré vaznosti vody. Bohužel vůni i celkovým vzhledem a dojmem působil na hodnotitele spíše negativně, při obou hodnocení byl posledním. Při celkovém vzhledu byl pro pět hodnotitelů ještě přijatelný a pro dva dokonce nevzhledný, oproti tomu dva hodnotitelé ho shledali atraktivním a tři méně atraktivním, uspokojivým. Chuťově byl lepší než základní chléb s kurkumou, kdy ho osm lidí označilo jako chuťově příjemný či méně intenzivní. Mohlo tomu být díky odlišnému složení mouk. Chuť luštěninových mouk je naopak většinou hodnocena negativně, avšak v této připravené směsi se využilo malé množství. Mohlo tak mít pozitivní účinek na chuť v kombinaci s kurkumou. Jak při hodnocení vůně hedonickou stupnicí, kde ho polovina hodnotitelů shledala jako nepříjemnou, tak i intenzivní stupnicí dopadl jako nejhůře hodnocený, svojí typickou vůni po kurkumě. Množství kurkumy do základního luštěninového chleba bylo také 30 g na 500 g mouky, to nejspíše ovlivnilo hodnocení chleba. Kurkuma má svoji silnou a specifickou vůni, barvu a hlavně chuť. Lze se domnívat, že pokud by chleby obsahovaly menší přidané množství právě tohoto zdroje antioxidantů, mohlo sensorické hodnocení dopadnout lépe. Avšak vliv na chuť a vůni mohla mít i doba pečení, kdy vysoká teplota může v těstě zhoršit vlastnosti kurkumy.

Základní chléb luštěninový vyhovoval hodnotitelům příjemnou či méně příjemnou a méně výraznou chutí podle hedonické stupnice. Celkově byl v sensorickém hodnocení průměrně hodnocen. Na výsledcích je patrné, že nahrazením 100 g pohankové mouky 50 g hrachové a 50 g cizrnové mouky, došlo k ovlivnění hodnocení každého bodu v sensorickém dotazníku. Při hodnocení textury byl vyhodnocen jako jeden z nejlepších, z výsledků tedy vyplývá, že po přidání luštěninových mouk je textura velmi kvalitní, avšak chuťově se kvalita mírně zhoršuje.

Základní chléb s cibulovými slupkami byl devíti lidmi označen jako chuťově příjemný. Z tohoto výsledku lze usuzovat, že přidání slupek nemělo negativní vliv na chuť a podobalo se ze značné části chuťově základnímu chlebu. Stejně tak byl kladně ohodnocen, co se týče vůně hedonickou i intenzivní stupnicí. Slupky sami o sobě žádnou vůni nemají, a proto se dá usoudit, že chléb byl svou vůní podobný základnímu. Ten vyšel při hodnocení stejně tak dobře. Vzhledově byl pro většinu atraktivní, slupky daly chlebu tmavě hnědou sytou barvu. Celkový dojem byl velmi dobrý až dobrý, kdy nejvíce hodnotitele zaujala hlavně netypická barva.

Cibulové slupky byly přidány i do základního luštěninového chleba. Chuťově byl méně příjemný a méně výrazný. Zde je vidět rozdíl, kdy základní chléb se slupkami vyšel jako chuťově příjemný a nejlépe hodnocený. Můžeme se domnívat, že chuť tedy ovlivnily luštěninové mouky. Vůně byla označena čtyřmi lidmi jako charakteristická, přestože hodnotící dopředu nevěděli, co dané chleby obsahují. Texturou dopadl ze všech luštěninových chlebů nejhůře. Luštěninové mouky a chleby z nich měly texturu měkkou, tudíž lze předpokládat, že negativně texturu mohly ovlivnit cibulové slupky. Celkově působil vzhledem jako atraktivní či méně atraktivní, přijatelný. Stejně jako u základního chleba s cibulovými slupkami zaujala hlavně barva.

Stanovená původní sušina, která je potřeba pro interpretaci hodnot antioxidační aktivity byla nejvyšší 50,373 % u základního chleba s kurkumou (B). Nejnižší stanovená sušina byla 46,409 % u chleba luštěninového s cibulovými slupkami (F). Stanovenou sušinu ovlivňuje především druh mouky a dále přidané suroviny ve výrobku. MARVÁNOVÁ a DOSTÁL (2011) stanovili původní sušinu v pšeničném chlebu na 51,8 %.

Chléb základní obohacený o vybrané zdroje antioxidantů – slupky z červené cibule, obsahuje podle měření metodou DPPH i FRAP jednoznačně nejvyšší antioxidační aktivitu a následně po něm chléb základní s luštěninovými moukami a cibulovými slupkami. Metodou FRAP byla naměřena antioxidační aktivita u všech chlebů vyšší než metodou DPPH. GAWLIK-DZIKI a kol. (2013) uvádí, že antioxidační potenciál chleba s cibulovými slupkami byl významně vyšší než v kontrolním vzorku. Přidáním cibulových slupek do chlebového těsta se značně zlepšily antioxidační vlastnosti v chlebu, kdy 3 % přidaných cibulových slupek jsou optimální pro zlepšení jak sensorických, tak i antioxidačních vlastností.

ŚWIECA a kol. (2013) udávají, že cibulové slupky mají mnoho pozitivních účinků, jak na kvalitu potravin, tak i na vlastnosti ovlivňující zdravotní stav. Jiné poznatky zjistili TONYALI a SENSON (2017), kteří uvádí, že po přidání cibulových slupek rozmixovaných na prášek (3, 6 a 9 %) do chlebů s pšeničnou moukou, došlo k negativnímu ovlivnění textury a fyzikálních vlastností chleba. Přidaný prášek výrazně zmenšil velikost pórů a jejich průměr. Naopak pozitivně se zvýšila antioxidační aktivita a celkový obsah polyfenolů.

Chléb základní s kurkumou a chléb základní s luštěninovými moukami a kurkumou byly jako druhé vyhodnoceny s vyšší antioxidační aktivitou. Úroveň antioxidační aktivity u bezlepkových obilných chlebů a chlebů s přídavkem luštěninových mouk se výrazně nelišila, pouze s minimálním navýšením u chlebů z obilných mouk. LIM a kol. (2011) uvádí, že pšeničný chléb obohacený o kurkumu vykazoval dobrou antioxidační aktivitu, také se zvýšil obsah kurkuminů a celkový obsah fenolů v chlebu. BALESTRA a kol. (2011) použili zázvorový prášek do pšeničného těsta, při přidání 3 % prášku vykazoval chléb dobré reologické vlastnosti a zdvojnásobil se obsah antioxidantů. PARK a kol. (2012) použili kurkumu (2, 4, 6 a 8 %) do koláče, aby zlepšili sensorické vlastnosti a antioxidační účinky. Do koláče bylo přidáno až 6 % kurkumového prášku a stále vykazoval pozitivní výsledky. Při 6 % a více vykazoval horší výsledky, které se týkaly jak reologických vlastností těsta, tak i sensorického hodnocení. RAHAIE a kol. (2012) poukazují na uplatnění antioxidantů v pekařském průmyslu, vedoucí ke zvýšení funkčnosti zdravých potravin s nízkým obsahem kalorií, cholesterolu a bez lepku. Podobně jako výše uvedení autoři, tak i LIM a kol. (2010) přidávali kurkumu do koláče, kdy při přídavku do 6 % nebyly zjištěny žádné významné výsledky. Oproti tomu po přídavku nad 6 % vykazoval koláč lepší barvu, chuť a celkově dobrou sensoriku. Přesto koláče celkově vykazovaly dobrou antioxidační aktivitu. SIKKHAMONDHOL a kol. (2009) zaměřili výzkum na vývoj zdravějšího chleba přidáním kurkumy v prášku. Přidání 0,10 % kurkuminoidu, neprokázalo žádný pozitivní vliv na nárůst antioxidační aktivity. NANDITHA a kol. (2008) přidávali kurkumu do sušenek. Na základě výsledku stanovení antioxidační aktivity během pečení a skladování lze konstatovat, že kurkuma je vhodná jako přírodní zdroj antioxidantů. IBRAHIM a kol. (2015) uvádí, že přidání 4 % kurkumy do těsta zvýšilo antioxidační aktivitu ve srovnání s běžným pšeničným chlebem bez přidaných antioxidantů. Nicméně

ovlivňuje chuť a také barvu, která je následně sytě žlutá a může tak ovlivnit poptávku pro spotřebitele.

Celkové finanční náklady na výrobu domácích bezlepkových chlebů byly v porovnání s tržními cenami velmi přijatelné. Bochník chleba doma vyrobený o váze přibližně 1,5 kg vychází v průměru na 50 Kč, bez započítané energie. Zakoupení jednodruhových mouk pro přípravu vychází levněji než například předem připravené směsi. Zhotovené směsi jsou sice méně náročné na přípravu, ale za 500 g směsi zaplatí zákazník v průměru 40 Kč. V tomto případě je domácí příprava zhruba 3 x levnější. Pro diplomovou práci byly použity mouky zakoupené ve firmě EXTRUDO s.r.o. která má velmi přijatelné ceny a hlavně kvalitní mouky. Cena přímo v obchodě firmy je v průměru o 10 Kč nižší než následně v potravinových řetězcích. Na tržní ceně se samozřejmě odráží i energie, práce, marže aj. Bezlepkový světlý chléb zakoupený například na www.bezlepkovaprodejna.cz stojí 60 Kč za 450 g, tmavý bezlepkový chléb s vlákninou 50 Kč za 500 g. V supermarketech se pohybuje cena v průměru okolo 60 Kč za 500 g. Pro srovnání uvádím bezlepkový chléb Pan Care bílý 400 g dostupný v řetězci Globus, za který zaplatí zákazník 73 Kč. Pokud bychom srovnali cenu bezlepkového chleba z doma připravené směsi a cenu konzumního pšeničného chleba běžně dostupného v každém potravinovém řetězci, bude rozdíl značný. Chléb konzumní stojí v průměru 23 Kč za 1000 g oproti tomu bezlepkový domácí 33 Kč za 1000 g. Tudíž rozdíl na bochníku chleba je 10 Kč.

7. Závěr

Hlavním tématem diplomové práce byla příprava receptury bezlepkových chlebů obohacených o vybrané zdroje antioxidantů – kurkumu a slupky z červené cibule. Posoudit jejich sensorickou hodnotu, zjistit antioxidační aktivitu a finančně ohodnotit bezlepkové chleby.

Receptury byly připraveny z bezlepkových mouk obilných a luštěninových. Jako zlepšující suroviny se použila semínka chia a lněné, psyllium, guarová a xanthanová guma. Již zmíněné suroviny se prokázaly jako nejvhodnější způsob pro vytvoření viskoelasticity a pojivosti těsta, které ve standardním pečivu plní lepek obsažený v obilných moukách. V sensorické analýze byl jako nejlepší vyhodnocen základní chléb, který hodnotitele zaujal ve všech hodnocených bodech, tedy chutí, vůní, texturou, celkovým vzhledem i dojmem. Naopak negativně byl hodnocen luštěninový chléb s kurkumou. Z hlediska textury byl vyhodnocen jako velmi měkký. Oproti tomu špatné hodnocení získal ve zbylých čtyřech bodech. Základní chléb obohacený o slupky z červené cibule byl devíti hodnotícími označen jako příjemný, co se týče chuti. Pozitivní hodnocení měl i při sensorickém hodnocení vůně a celkového vzhledu. Oproti tomu luštěninový chléb se slupkami vyšel v každém bodě jako průměrný. Při celkovém dojmu působil na hodnotitele jako dosti dobrý až průměrný, uspokojivý.

Přidané zdroje antioxidantů pozitivním způsobem ovlivnily antioxidační aktivitu bezlepkových chlebů. Hodnota antioxidační aktivity vzrostla, jak přidáním kurkumy, tak i slupkami z červené cibule. Úroveň antioxidační aktivity u bezlepkových obilných chlebů a chlebů s přidavkem luštěninových mouk se výrazně nelišila, pouze s minimálním navýšením u chlebů z obilných mouk. Avšak nejvyšší antioxidační aktivita byla vyhodnocena u obou chlebů s přidanými slupkami. Druhou nejvyšší pak měly chleby s přidanou kurkumou. Dle výsledků lze uvážit zařazení těchto dvou antioxidantů pro pekařské využití.

V rámci diplomové práce byla také hodnocena finanční stránka domácího bezlepkového pečení. Náklady na vhodnou bezlepkovou směs, díky kterým se můžou srovnávat s chleby ze zakoupených směsí, jsou přijatelné. Při průzkumu trhu s bezlepkovým pečivem bylo zjištěno, že pro celiaky a alergiky je domácí příprava vhodnější, ať už z hlediska ceny či kvality.

8. Seznam literatury a zdrojů

ARENDR E.K., MORRISSEY A., MOORE M.M., BELLO F.D. (2008): Gluten-free breads. In: ARENDR, E.K., BELLO F.D. (ed): *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Elsevier Academic Press, s. 289-319. DOI: 10.1016/B978-012373739-7.50015-0.

ARNDR T. (2017): *Kvercetin* [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <https://www.celostnimedica.cz/kvercetin.htm>

BALESTRA F., COCCI E., PINNAVAIA G.G., ROMANI S. (2011): Evaluation of antioxidant, rheological and sensorial properties of wheat flour dough and bread containing ginger powder. *LWT - Food Science and Technology*, 44(3): 700-705. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.10.017. ISSN 00236438.

BATEY I.L., HUANG W. (2016): Gluten and modified gluten. In: WRIGLEY, C. (ed.): *Encyclopedia of food grains*. Second edition. The Word of food grains, Amsterdam, Elsevier Academic Press, 3: 408-413. DOI: 10.1016/B978-0-12-394437-5.00157-1.

BIESIEKIERSKI J.R. (2017): What is gluten? *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32: 78-81. DOI: 10.1111/jgh.13703.

BJARNADOTTIR A. (2017): What is gluten, and why is it bad for some people? Gluten is controversial these days. *Medical News Today* [online]. [cit. 2018-01-9].

BRIGGS M. (2009): *Česnek a cibule - Mnohostranné, užitečné a zdraví prospěšné*. Praha, Libri, s. 160. ISBN 978-80-7321-494-4.

BUREŠOVÁ I., MASARÍKOVÁ L., HRIVNA L., KULHANOVÁ S., BUREŠ D. (2016): The comparison of the effect of sodium caseinate, calcium caseinate, carboxymethyl cellulose and xanthan gum on rice-buckwheat dough rheological characteristics and textural and sensory quality of bread. *LWT - Food Science and Technology*, 68: 659-666. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.01.010.

BUREŠOVÁ I., TOKÁR M., MAREČEK J., HŘIVNA L., FAMĚRA O., ŠOTTNÍKOVÁ V. (2017): The comparison of the effect of addend amaranth, buckwheat, chickpea, corn, millet and quinoa flour on rice dough rheological characteristics, textural and sensory quality of bread. *Journal of Cereal Science*, 75: 158-164. DOI: 10.1016/j.jcs.2017.04.004. ISSN 07335210.

BUŠINOVÁ I. (2006): Bezlepkové potraviny léčí nemoc zvanou celiakie. *Potravinářská revue*, 1: 43-45.

CAMENZULI M., DENNIS, G.R., RITCHIEH.J., SHALLIKER R.A. (2014): Antioxidant screening of beverages using the Online HPLC-HPPH, Assay incorporating aktive flow Technology Chromatography Columns. Elsevier Academic Press, s. 277-287. DOI: 10.1016/B978-0-12-404738-9.00028-3.

COOREY R., TJOE A., JAYASENA V. (2014): Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of Food Science*, 79(5): E859-E866. DOI: 10.1111/1750-3841.12444.

ELGETI D., JEKLE M., BECKER T. (2015): Strategies for the aeration of gluten-free bread – A review, 46(1): 75-84. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.07.010.

FRATELLI C., MUNIZ D.G., SANTOS F.G., CAPRILES V.D. (2018): Modelling the effects of psyllium and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality and glycemic response. *Journal of Functional Foods*, 42: 339-345. DOI: 10.1016/j.jff.2018.01.015.

GAWLIK-DZIKI U., KASZUBA K., PIWOWARCZYK K., ŚWIECA M., DZIKI D., CZYŻ J. (2015): Onion skin — Raw material for the production of supplement that enhances the health-beneficial properties of beat bread. *Food Research International*, 73: 97-106. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.02.008.

GAWLIK-DZIKI U., ŚWIECA M., DZIKI D., BARANIAK B., TOMIŁO J., CZYŻ J. (2013): Quality and antioxidant properties of bread senriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. *Food Chemistry*, 138(2-3): 1621-1628. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.09.151.

GIBSON M. (2018): Bread. Food Science and the Culinary Arts. Elsevier Academic Press, s.121-131. DOI: 10.1016/B978-0-12-811816-0.00010-5.

GUADARRAMA-LEZAMA A.Y., CARRILLO-NAVAS H., VERNON-CARTERE.J., ALVAREZ-RAMIREZ J. (2016): Rheological and thermal properties of dough and textural and microstructural features of bread obtained from nixtamalized corn/beat flour blends. Journal of Cereal Science, 69: 158-165. DOI: 10.1016/j.jcs.2016.03.011.

HUBLIK G. (2016): Xanthan. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. Elsevier Academic Press, DOI: 10.1016/B978-0-12-803581-8.01529-0.

IBRAHIM U.K., SALLEHR M., MAQSOOD-UL-HAQUE S.N.S. (2015): Bread towards functional food: an overview. International Journal of Food Engineering, 1(1): 39-43.

JUREČKOVÁ S. Jak odstranit přílišnou drobivost bezpečkového pečiva [online]. [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <http://www.bezlepkovadieta.cz/kucharka/kucharske-figle/1392-3/jak-odstranit-prilisnou-drobivost-bezlepkoveho-peciva>

KAUR M., SANDHUK S., ARORA A.P., SHARMA A. (2015): Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of variol gums: physicochemical and sensory properties. LWT - Food Science and Technology, 62(1): 628-632. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.02.039.

KOHOUT P., PAVLÍČKOVÁ J. (2010): Celiakie. Víte si rady s bezpečkovou dietou? 1. přeprac. vyd. Praha: Forsapi, 129 s., ISBN 978-80-87250-09-9

KOHOUT P. (2016): Jaký je rozdíl mezi celiakií a alergií na lepek? [online]. [cit. 2018-01-13]. Dostupné z: <http://bezlepek.cz/2016/10/jaky-je-rozdil-mezii-celiakii-a-alergii-na-lepek/>

KORUS, J., WITCZAK T., ZIOBRO R. a JUSZCZAK L. (2015): Lin seed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage as a novel structure forming agent in gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1): 257-264. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.01.040.

KUETE V. (2017): *Allium cepa*. Medicinal spices and vegetables from africa. Elsevier Academic Press, s. 353-361. DOI: 10.1016/B978-0-12-809286-6.00014-5.

KUMAR A., RAO K.M., HAN S.S. (2018): Application of xanthan gum as polysaccharide in tissue engineering: A review. *Carbohydrate Polymers*, 180: 128-144. DOI: 10.1016/j.carbpol.2017.10.009.

KUREČKOVÁ S. Zásady bezpečného pečeni [online]. [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <http://www.bezlepkovadieta.cz/kucharka/kucharske-figle/1388-3/zasady-bezlepkoveho-peceni>

LI D., YANG N., ZHANG Y., GUO L., SANG S., JIN Z., XU X. (2018): Structural and physicochemical changes in guar gum by alcohol–acid treatment. *Carbohydrate Polymers*, 179: 2-9. DOI: 10.1016/j.carbpol.2017.09.057.

LIM H.S., PARK S.H., GHAFOR K., HWANG S.Y., PARK J. (2011): Corrigendum to “Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated in South Korea”. *Food Chemistry*, 127(3): 1248-. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.01.081.

LIM S.-T. HANJ.-A. (2016): Improvement in antioxidant functionality and shelf life of yukwa (fried rice snack) by turmeric (*Curcuma longa* L.) powder addition. *Food Chemistry*, 199: 590-596. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.046. ISSN 03088146.

MALALGODA M., SIMSEK S. (2017): Celiac disease and cereal proteins. *Food Hydrocolloids*, 68: 108-113. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.09.024. ISSN 0268005X.

MARVÁNOVÁ M., DOSTÁL J. (2011): Vzdělávací materiál pro předmět Technologie.

MAŤHOVÁ M.: Kurkuma dlouhá [online]. [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: <http://bylinkovyraj.net/kurkuma-dlouha/>

MIR S.A., SHAH M.A., NAIK H.R. a ZARGAR I.A. (2016): Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. Elsevier Academic Press, 5: 49-57. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.03.005.

MOHAMMADI M., AZIZI M.-H., NEYESTANIT.R., HOSSEINI H., MORTAZAVIAN A.M. (2015): Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 21: 1398-1402. DOI: 10.1016/j.jiec.2014.06.013.

MOORE T.R. (2016): Breads. Elsevier Academic Press, s. 8-18. DOI: 10.1016/B978-0-12-394437-5.00116-9.

MUKHERJEE S., MUKHOPADHYAY S., ZAFRI M.Z.B., ZHAN X., HASHIM M.A., SEN GUPTA B. (2018): Application of guar gum for the removal of dissolved lead from waste water. Industrial Crops and Products, 111: 261-269. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.10.022.

NANDITHA B.R., JENA B.S., PRABHASANKAR P. (2009): Influence of natural antioxidants and their carry-through property in biscuit processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89(2): 288-298. DOI: 10.1002/jsfa.3440.

NAQASH F., GANI A., GANI A., MASOODI F.A. (2017): *Gluten-free baking: Combating the challenges - A review*, 66: 98-107. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.06.004.

NEHASILOVÁ D. (2012): Zhodnocení vlivu červené cibule na antioxidační aktivitu [online]. [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=122498>

OZTURK O.K., MERT B. (2018): The effects of microfluidization on rheological and textural properties of gluten-free corn breads. *Food Research International*, 105: 782-792. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.12.008.

PACYŃSKI M., WOJTASIAKR.Z., MILDNER-SZKUDLARZ S. (2015): Improving the aroma of gluten-free bread. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1): 706-713. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.03.032.

PARK SH, LIM HS, HWANG SY. (2012): Evaluation of antioxidant, rheological, physical and sensorial properties of beat flour dough and cake containing turmeric powder. *Food Science and Technology International*, 18(5): 435-443. DOI: 10.1177/1082013211428220.

PAULOVÁ H., BOCHOŘÁKOVÁ H., TÁBORSKÁ E. (2004): Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in VITRO. *Chemické listy* 98. Brno, s. 174-179.

PICO J., HANSEN Å.S., PETERSEN M.A. (2017): Comparison of the volatile profiles of the crumb of gluten-free breads by DHE-GC/MS. *Journal of Cereal Science*, 76: 280-288. DOI: 10.1016/j.jcs.2017.07.004.

PŘÍHODA J., HUMPOLÍKOVÁ P., NOVOTNÁ D. (2003): *Základy pekárenské technologie*. Praha: Pekař a cukrář, s. 363. ISBN 80-902-9221-6.

RAHAIE S., GHARIBZAHEDI S.M.T., RAZAVIS.H., JAFARI S.M. (2014): Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11): 2896-2906. DOI: 10.1007/s13197-012-0833-6.

SASIKUMAR B. (2012): *Turmeric*. Elsevier Academic Press, 1: 526-546. DOI: 10.1533/9780857095671.526.

SHAHIDI F. (2015): *Antioxidants*. Elsevier Academic Press, s. 1-14. DOI: 10.1016/B978-1-78242-089-7.00001-4.

SIKKHAMONDHO C., TEANPOOK C., BOONBUMRUNGS., CHITTREPOL S. (2009): Quality of bread with addend turmeric (*Curcuma longa*): powder, Essentials oil and extracted residues. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(4): 690-701.

ŚWIECA M., GAWLIK-DZIKI U., DZIKI D., BARANIAK B., CZYŻ J. (2013): The influence of protein–flavonoid interactions on protein digestibility in vitro and the antioxidant quality of bread senriched with onion skin. *Food Chemistry*, 141(1): 451-458. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.03.048.

ŠKROVÁNKOVÁ S., MIŠURCOVÁ L., MACHŮ L. (2012): Antioxidant activity and protecting health effects of common medicinbal plants. Elsevier Academic Press, s. 75-139. DOI: 10.1016/B978-0-12-394598-3.00003-4.

TONYALI B., SENSOY I. (2017): The effect of onion skin powder addition on extrudate properties. *Acta Horticulturae*, (1152): 393-398. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1152.53.

TŮMOVÁ L., ZATLOUKALOVÁ L. (2010): Kurkuma – terapeutické účinky a možné interakce. *Praktické lékárenství*, 6(4), 209-211.

USDA Nutrient Database (2017): [online]. Raw Onion [cit. 2018-03-12]. Dostupné také z WWW: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>

VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. (2009): *Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, s. 1264.

VRABLOVÁ V. (2015): Mouky – víte, jaké druhy vůbec existují a co z nich připravit? Odpovědi uvnitř článku! [online]. [cit. 2018-01-28]. Dostupné z: <https://pruvodcevyzivou.cz/mouky-vite-jake-druhy-vubec-existuji-a-co-z-nich-pripravit-odpovedi-uvnitr-clanku/>

WALKER C.E., EUSTACE W.D. (2004): *Milling and baking, history.* Elsevier Academic Press, s. 268-275. DOI: 10.1016/B0-12-765490-9/00072-0.

WALKER C.E., EUSTACE W.D. (2016): *Milling and Baking: History.* Elsevier Academic Press, 3: 299-306. DOI: 10.1016/B978-0-12-394437-5.00158-3.

WIESER H. (2008): Detection of gluten. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Elsevier Academic Press, s. 47-80. DOI: 10.1016/B978-012373739-7.50005-8.

ZIMA J. (2009): Kurkuma charakteristika a účinky: Charakteristika kurkumy [online]. [cit.2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.nutravita.cz/nutraceutika-ve-vyzive/kurkuma/kurkuma-charakteristika-a-ucinky>

[online]. In: 2017 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/157501058/stock-photo-fresh-red-onion-sliced-bulb.html>

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Kurkuma kořen a prášek	23
Obrázek 2: Cibulové slupky	25
Obrázek 3: Z levé strany- chléb základní (A), chléb základní s kurkumou (B), chléb základní se slupkami z červené cibule (C)	44
Obrázek 4: Z levé strany- chléb základní s luštěninovými moukami (D), chléb s luštěninovými moukami a kurkumou (E), chléb luštěninový se slupkami z červené cibule	44
Obrázek 5: Průřez chlebů A, B, C	45
Obrázek 6: Průřez chlebů D, E, F	45

Seznam grafů:

Graf 1: Hodnocení chuti	37
Graf 2: Hodnocení vůně intenzivní stupnicí.....	38
Graf 3: Hodnocení vůně hedonickou stupnicí	39
Graf 4: Hodnocení textury	40
Graf 5: Celkový vzhled	41
Graf 6: Celkový dojem	42

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Procentuální složení kurkumy v původní sušině	24
Tabulka 2: Obsah látek v cibulových slupkách	26
Tabulka 3: Jakostní znaky chleba	29
Tabulka 4: Hodnocení dle hedonické stupnice	35
Tabulka 5: Hodnocení dle intenzivní stupnice	36
Tabulka 6: Hodnocení chuti podle dílčí chuti.....	36
Tabulka 7: Hodnocení textury a celkového dojmu	36
Tabulka 8: Hodnocení chuti.....	38
Tabulka 9: Hodnocení vůně intenzivní stupnicí	39
Tabulka 10: Hodnocení vůně hedonickou stupnicí.....	40
Tabulka 11: Hodnocení textury	41
Tabulka 12: Celkový vzhled	42
Tabulka 13: Celkový dojem.....	43
Tabulka 14: Stanovení původní sušiny	46
Tabulka 15: Antioxidační aktivita stanovená metodou DPPH přepočtená na původní a absolutní sušinu	47
Tabulka 16: Antioxidační aktivita stanovená metodou FRAP přepočtená na původní a absolutní sušinu	47

9. Přílohy

DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ BĚŽNÉHO PEČIVA

Jméno: Věk:.....

Zdravotní stav: Datum:.....

1. Hodnocení chuti

(Levá strana – neznatelná dílčí chuť, pravá strana – silná dílčí chuť)

Těstová chuť -----

Charakteristická chuť (dle druhu) -----

Nakyslá, kvasná chuť -----

Zatuchlá chuť -----

Plesnivá chuť -----

2. Hodnocení chuti (hedonická stupnice)

Stupnice

1 – vynikající, intenzivní

2 – příjemná, méně intenzivní

3 – méně příjemná, méně výrazná

4 – nepříjemná, netypická

3. Hodnocení vůně intenzitní stupnicí

Stupnice

1 – charakteristická, výrazná

2 – charakteristická, méně výrazná

3 – bez cizích pachů

4 – pach nepatrně nakyslý

5 – pach kyselý, cizí

4. Hodnocení vůně (hedonická stupnice)

Stupnice

- 1 – velmi příjemná
- 2 – dosti příjemná
- 3 – uspokojivá
- 4 – ještě přijatelná
- 5 – nepříjemná

5. Hodnocení textury

Stupnice

- 1 – velmi měkká
- 2 – měkká
- 3 – středně tuhá
- 4 – tuhá
- 5 – tvrdá

6. Hodnocení celkového vzhledu (hedonická stupnice)

Stupnice

- 1 – atraktivní
- 2 – méně atraktivní, uspokojivý
- 3 – ještě přijatelný
- 4 – nevzhledný

7. Celkový dojem

Stupnice:

- 1 – vynikající
- 2 – velmi dobrý
- 3 – dosti dobrý, dobrý
- 4 – průměrný, uspokojivý
- 5 – špatný, již nevyhovující