

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství

Katedra: Kvality zemědělských produktů

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Hodnocení bezpečkových potravin se zaměřením na
bezpečkové těstoviny**

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

Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Magdaléna Dardová

České Budějovice, 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Magdaléna DARDOVÁ**
Osobní číslo: **Z15454**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělské inženýrství - Zpracování produktů**
Název tématu: **Hodnocení bezpečnostních potravin se zaměřením na těstoviny**
Zadávací katedra: **Katedra kvality zemědělských produktů**

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

V populaci přibývá počet lidí trpících intolerancí na lepek (celiakie) i lidí s alergií na některé obiloviny obsahující lepek. Běžně dostupné pšeničné těstoviny je nutné při dodržování bezpečné diety nahradit těstovinami vyrobenými z kukuřice, rýže či jiných alternativních plodin. **Cílem práce** bude hodnocení kvality bezpečnostních těstovin, stanovení jejich fyzikálně chemické a sensorické jakosti.

Pomocí vybraných metod sensorické analýzy získáte data pro posouzení sensorické kvality bezpečnostních těstovin. Získaná data zpracujete pomocí vhodných matematicko-statistických metod.

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

Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce

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

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


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

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

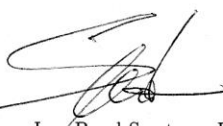
Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad.

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

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


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1888, 370 06 Česká Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. února 2016

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

- Nařízení (ES) č.41/2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku, které stanovuje jednotná evropská pravidla na složení a označování potravin z hlediska obsahu lepku.
- Norma ČSN 56 0115. Metody zkoušení těstovin. Praha: Český normalizační institut, 1970.
- LUCISANO, M., CAPPA, C., FONGARO, L., MARIOTTI, M. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the cooking behaviour. *Journal of Cereal Science*, 2011, vol. 53(3), pp. 667-675.
- MARIOTTI, M., IAMETTI, S., CAPPA, C., C. RASMUSSEN, P., LUCISANO, M. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products. *Journal of Cereal Science*, 2011, vol. 53(3), pp. 319-327.
- SUSANNA, P., PRABHASANKAR, P. A study on development of Gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. *LWT-Food Science and Technology*, vol. 50 (2), pp. 613 -621.
- KENT, N. L., EWERS, A. D., *Technology of cereals*. Elsevier Oxford 1994, 334 s.
- POKORNÝ, J., a kol., 1998: *Senzorická analýza potravin*, Praha: VŠCHT, 95 s.
- POKORNÝ, J., a kol., 1997: *Senzorická analýza potravin - laboratorní cvičení*, Praha: VŠCHT, 62 s.
- JAROŠOVÁ, A., 2001: *Senzorické hodnocení potravin*. Brno: MZLU, 84 s.
- Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění souvisejících předpisů.
- Databáze WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Publikace, dokumenty a informace v časopisech *Výživa a potraviny*, *Potravinářská revue*, *European Food Research and Technology*, *Cereal Chemistry*. popř. internetových portálů <http://www.uzei.cz/>, www.czso.cz, www.agronavigator.cz, www.agrocr.cz/ či www.mze.cz

Čestné prohlášení:

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

V Českých Budějovicích dne:

Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji vedoucí mé diplomové práce Ing. Daně Jirotkové, PhD. za cenné rady, ochotu a čas, který mi věnovala při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá hodnocením bezlepkových těstovin. Těstoviny byly hodnoceny pomocí zkoušek vařením a senzorického hodnocení. Vybrány byly čtyři druhy těstovin, které měly jako základ použitou kukuřičnou mouku a dále obsahovaly různé množství dalších složek a přídatných látek. Zkoušky vařením probíhaly podle metodiky a zahrnovaly stanovení vařivosti, vaznosti, bobtnavosti a sedimentu. Stanovenou dobu vaření, kterou uvedl výrobce, překročily pouze těstoviny z kukuřičného škrobu, které dále dosáhly vaznosti 118,5 %, bobtnavosti 2,53 a množství sedimentu 200 ml. 100% kukuřičné těstoviny měly vaznost 91 %, bobtnavost 2,4 a sediment 200 ml. Kukuřičné těstoviny s mono a diglyceridy mastných kyselin měly vaznost 99,5 %, bobtnavost 2,36 a sediment 50 ml. Nejvyšší vaznosti 127 % dosáhly kukuřičné těstoviny s rýžovou moukou. Bobtnavost 2,18 a sediment 110 ml. Vybrané těstoviny byly také hodnoceny z hlediska přijatelnosti spotřebitelem pomocí metod senzorického hodnocení. Celkem se ho zúčastnilo 40 studentů Jihočeské univerzity. Postupně byly hodnoceny: tvar, lepivost, barva, vůně a chuť. Nejméně si svůj tvar udržely a nejvyšší lepivost vykazaly těstoviny z kukuřičného škrobu. Barvou hodnotitele nejméně zaujaly těstoviny z kukuřičné a rýžové mouky. Při hodnocení vůně nebyly shledány výrazné rozdíly. Chuť vzorků nebyla hodnocena příliš pozitivně, nejméně příznivě byly testovány kukuřičné těstoviny s rýžovou moukou. Hodnotitelé dále pořadovou zkouškou vyhodnotili těstoviny podle nejlepší barvy, chutě a celkového hodnocení. Ve všech ukazatelích byly nejlépe hodnoceny kukuřičné těstoviny s mono a diglyceridy mastných kyselin.

Klíčová slova: bezlepková dieta, těstoviny, zkoušky vařením, senzorická analýza

ABSTRACT

This diploma thesis looks into the subject of gluten free pasta. They were evaluated in boiling test and from the point of taste. There were four groups of pasta selected, who are based on maize starch and it also contained many other ingredients. The boiling test was conducted directly by the methods and contents the boiling evaluation signs, binding, swelling capacity and sediments. Recommended time of boiling were extended only in group of pasta with maize starch basis whose binding was 118,5 %, swelling capacity 2,53 and sediments value 200 ml. Maize pasta with the contents of unctuous acids mono and diglycerids has binding 99,5 %, swelling capacity 2,36 and sediments value 50 ml. The biggest swelling capacity has the maize pasta with rice flour with its swelling capacity 2,18 and sediments value 110 ml. Selected pasta has also been evaluated from a point of attractiveness for the consumer and sensoric methods has been used. The group of 40 students of South Bohemian University has been collected and followed was evaluated – shape, swelling capacity, color, aroma and taste. The biggest loss of shape and biggest binding was in group of maize starch pasta and the less. Color attractiveness was in group of maize starch pasta and rice flour pasta. There was no major differences between tested groups from point of aroma. Also the taste of the samples was not been evaluated so high. The worst was again group of maize starch pasta and rice flour pasta. Finally the overview of the samples has been evaluated by the best color, aroma, taste and overall. In every aspect the best samples was the maize pasta contains mono and diglycerids acids.

Keywords: gluten free diet, pasta, boiling tests, sensoric analysis

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Literární přehled	12
2.1 Bezlepková dieta	12
2.1.1 Nevhodné a vhodné potraviny a výrobky	12
2.1.2 Rizika bezlepkové diety.....	15
2.1.3 Celiakie	16
2.1.4 Alergie na lepek	17
2.2 Složení a vlastnosti pšeničného lepku	18
2.3 Těstoviny	19
2.3.1 Jakost těstovin	20
2.3.2 Význam ve výživě	20
2.3.3 Suroviny pro výrobu těstovin.....	21
2.3.4 Suroviny pro výrobu bezlepkových těstovin	23
2.3.5 Technologický postup výroby těstovin	25
2.4 Senzorická analýza potravin	28
2.4.1 Senzorická laboratoř a hodnotitelé	29
2.4.2 Hodnocení vzorku	30
3 Materiál a metodika	33
3.1 Cíl práce.....	33
3.2 Charakteristika vzorků	33
3.3 Zkoušky vařením.....	35
3.3.1 Stanovení vařivosti.....	35
3.3.2 Stanovení vaznosti.....	36
3.3.3 Stanovení zvětšení objemu (bobtnavosti)	37

3. 3. 4 Stanovení usazeniny (sedimentu).....	37
3. 4 Senzorické hodnocení.....	37
3. 5 Pořadový test.....	38
3. 6 Zpracování dat	38
4 Výsledky a diskuze	39
4. 1. Zkoušky vařením.....	39
4. 1. 1 Stanovení vařivosti.....	39
4. 1. 2 Stanovení vaznosti.....	40
4. 1. 3 Stanovení zvětšení objemu (bobtnavosti)	40
4. 1. 4 Stanovení usazeniny (sedimentu).....	41
4. 2 Senzorické hodnocení bezlepkových těstovin	42
4. 2. 1 Senzorické hodnocení tvaru.....	43
4. 2. 2 Senzorické hodnocení lepivosti	44
4. 2. 3 Senzorické hodnocení barvy	45
4. 2. 4 Senzorické hodnocení vůně	46
4. 2. 5 Senzorické hodnocení chuti	47
4. 3 Pořadový test.....	48
4. 3. 1 Hodnocení barvy	49
4. 3. 2 Hodnocení chuti	50
4. 3. 3 Celkové hodnocení.....	50
5 Závěr	52
6 Literatura	52
7 Přílohy	61
7. 1 Seznam tabulek	61
7. 2 Seznam grafů	61
7. 3 Seznam obrázků	62
7. 4 Formulář k senzorickému hodnocení	63

1 Úvod

Těstoviny jsou prastarým tradičním jídlem jak ve středomořské oblasti, tak i v jiných zemích světa. Jejich průmyslová výroba začala již ve 12. století a současně začal i vývoz těstovin do nejrůznějších částí světa.

I v dnešní době se těší velké oblibě, obzvláště díky jejich snadné přípravě. Největší podíl tvoří těstoviny vyráběné z pšenice (*Triticum durum* nebo *Triticum aestivum*). S nárůstem počtu jedinců, kteří trpí intolerancí lepku (v České republice přibližně 50 – 100 tisíc lidí), nebo se lepku vyhýbají z jiných důvodů, roste i nárůst výroby těstovin z různých alternativních surovin, které lepek neobsahují.

Výroba bezlepkových těstovin je po technologické stránce obtížná, protože lepek je zásadní pro texturu a celkovou kvalitu těstovin. Přesto v současné době existuje široká škála bezlepkových těstovin z různých druhů mouk. Mezi nejpoužívanější patří kukuřičná a rýžová mouka. Často se pro zlepšení nutriční hodnoty přidávají například luštěniny nebo pseudo-obilniny. Stále probíhají výzkumy, jejichž cílem je vytvořit bezlepkové těstoviny s dobrými technologickými a nutričními vlastnostmi.

2 Literární přehled

2.1 Bezlepková dieta

Původ bezlepkové diety se táhne nejméně 120 let až k pozorování dr. Samuela Gee, který v roce 1888 vydal zprávu nazvanou O celiakii. Ještě v prvním desetiletí 19. století na celiakii lidé umírali. Zemřelo přibližně 25 % pacientů (Prasad et al., 2010).

V některých obilninách se vyskytuje lepek neboli gluten, který se skládá z gluteninu a prolaminu. Prolaminy pšenice jsou gliadiny, žita secaliny, ječmene hordeiny a ova aveniny. Některé prolaminy, hlavně gliadin, hordein a secalin obsahují sekvence, vyvolávající vznik protilátek, které jsou zodpovědné za vznik celiakie (Fila et al., 2010). Avenin ova má nejmenší toxicitu. Jeho konzumace v bezlepkové dietě je tedy sporná. Skandinávské státy jeho zařazení do diety běžně povolují, v Kanadě je povoleno pacientům v klidovém stavu 70 g ova u dospělých a 25 g u dětí, v USA povolují oves po vysvětlení problematiky pacientům (Kohout et al., 2010). V zemích evropské unie nesmí být výrobky obsahující oves označovány jako bezlepkové (Fric et al., 2011).

Podstatou bezlepkové diety je tedy vyloučení konzumace obilovin, které obsahují toxické sekvence prolaminů. Další možností je odstranění toxické sekvence z obilovin, které ji běžně obsahují. Toho je možné dosáhnout buď genetickou modifikací těchto plodin, nebo speciální úpravou těsta, kdy jsou při kvašení přidány buď fungální proteázy, nebo probiotika (Fila et al., 2010). Denní obsah lepku ve stravě je 7 - 13 g, některé prameny uvádí až 20 g lepku za den. Pro pacienty s celiakií je bezpečné 20 mg lepku za den (Kohout, 2010). Dávka kolem 50 mg lepku za den již vede k relapsu onemocnění, prohloubení krypt, snížení klků a zánětlivé infiltraci v *lamina propria* (Gibert et al., 2013).

2.1.1 Nevhodné a vhodné potraviny a výrobky

Nařízení Komise evropských společenství 41/2009 rozděluje potraviny na bezlepkové, obsahující maximálně 20 mg lepku v 1 kg a potraviny s velmi nízkým obsahem lepku, které obsahují maximálně 100 mg lepku v 1 kg.

Při bezlepkové dietě je nutné vyloučit veškeré výrobky z pšenice, ječmene, žita

a ovesa a jejich mezidruhových kříženců (například triticale) a všechny výrobky, které jsou z těchto obilovin vyrobeny, obsahují jejich příměsi, nebo které jsou jimi kontaminovány (Fila et al., 2010).

- **Nevhodné potraviny a výrobky**

Výrobky v nichž je základem mouka

- pečivo slané i sladké (chléb, dalaňky, rohlíky, loupáky, koláče)
- cukrářské výrobky (dorty, zákusky)
- trvanlivé výrobky (sušenky, oplatky, piškoty)
- těstoviny vaječné i bezvaječné
- knedlíky (houskové, kynuté, bramborové, tvarohové)
- kaše (krupičná, ovesná)
- Seitan a Klaso - vegetariánský pokrm vyrobený z obilí

Výrobky, ve kterých byla mouka použita jako přídavek

- polévky (zahuštěné jíškou, těstovinami, kroupami, krupicí)
- omáčky (zahuštěné moukou)
- strouhankové obaly
- výrobky z brambor (knedlíky, placky, bramboráky)
- uzeniny (salámy, párky, klobásy, buřty, jitrnice, paštiky)
- pivo (obsahuje ve 100 g: 2 - 5 mg lepku)

- **Sporné potraviny a výrobky**

Výrobky, u kterých není na obalu uvedeno jejich složení a lepek zde může být

přidán k přirozeně bezlepkové surovině v podobě:

- a) pšeničného, žitného a ječného škrobu
- b) modifikovaného škrobu
- c) přídatných látek

Příklady sporných výrobků: pudinky, krémy, jogurty, zmrzlina, kukuřičné a bramborové lupínky, kečupy, majonézy, hořčice, polévkové koření, bujóny, tatranská, worchestrová a další omáčky, dresinky, instantní polévky, čaje, kávy,

instantní bramborová kaše, bonbóny, želé, marmelády, džemy.

- **Vhodné potraviny a výrobky**

- rýže (burizony bez lepku, rýžová instantní kaše, mouka, těstoviny)
- kukuřice (kukuřičná mouka, krupice, instantní kaše, kukuřičný chléb a lupínky bez lepku, kukuřičný škrob)
- brambory (bramborový škrob)
- sója (sójové boby, vločky, krupice, mouka, tofu, mléko, klíčky, sojový extrudát bez lepku - kostky, plátky, drť)
- jáhly a proso (mouka, vločky, instantní kaše)
- pohanka (hnědá, zelená, pohanková drť, mouka)
- amarant (mouka, křupky, těstoviny, instantní směs)
- luštěniny
- ořechy a semena
- maso a uzeniny
- ovoce a zelenina
- tuky
- mléko a mléčné výrobky
- sladidla (cukr řepný a třtinový, pravý včelí med, umělá sladidla)

(Kohout, 2010)

V současné době je nabídka bezlepkových potravin velická. V restauracích a školních jídelnách se objevují bezlepková menu. Dokonce v některých leteckých společnostech nabízejí bezlepkové potraviny. Ve velkých supermarketech jsou již běžně do sortimentu bezlepkové výrobky zařazovány. Některé supermarkety mají i své vlastní bezlepkové produkty. Přesto bezlepková dieta zásadně limituje v běžném životě. Není možné volné stravování v restauracích, nákup pečiva, resp. nutnost péci si vlastní každodenně omezuje. Nejhorší situace bývá v lokalitách mimo velká města a u sociálně slabých. Bezlepkové produkty bývají až 4 x dražší než běžné potraviny. Na Slovensku hradí pojišťovny až 70 % maloobchodní ceny na základní sortiment, avšak české zdravotní pojišťovny systematicky situaci neřeší

nebo pouze minimálním příspěvkem (Příbylová, 2012).

2. 1. 2 Rizika bezlepkové diety

Bezlepková dieta dosahuje v posledních letech obrovského rozmachu. Je pozoruhodné, že většina jedinců, kteří přijmou bezlepkovou dietu, k tomu nemá žádný důvod. V průzkumu z roku 2015 to z 1500 Američanů uvedlo 35 % z nich. 26 % ji dodržuje, protože si myslí, že je to zdravé. 10 % nejí lepek, protože někdo z rodiny má celiakii nebo alergii na lepek. Pouze 8 % ji dodržuje kvůli celiakii nebo alergii. V jiném průzkumu z roku 2015, bylo dotazováno 30 000 lidí z 60 zemí světa a 21 % uvedlo, že jsou pro ně bezlepkové potraviny důležitým atributem při nákupu potravin (Reilly, 2016). Namísto neopodstatněného vyzdvihování bezlepkových výrobků by se měl klást důraz na konzumaci celozrnných výrobků, ovoce a zeleniny (Wu et al., 2015).

Neexistují žádné důkazy o tom, že by byl lepek pro jedince, kteří netrpí nesnášenlivostí lepku nebo alergií toxický, ani pro ně nemá bezlepková dieta žádné zdravotní a nutriční výhody. Bezlepkové výrobky často obsahují větší množství tuků a cukrů oproti výrobkům s lepkem. U některých jedinců byla dokonce po přijetí bezlepkové diety zjištěna nadváha a obezita (Reilly, 2016). Po dvou letech dodržování bezlepkové diety bylo 371 lidem změřeno BMI a 39 % z nich mělo nadváhu a 13 % obezitu (Dickey et al., 2006). Bezlepkové potraviny jsou často vyráběné z rafinovaných bezlepkových mouk, které mohou postrádat vitamíny a minerály (Otto, 2016). Většinou mají i vyšší glykemický index (Vici et al., 2016).

Bezlepkové výrobky postrádají hlavně kyselinu listovou, vitamín D (Caruso et al., 2013), vápník a vlákninu. Bylo zjištěno, že 12 – 69 % celiaků má nedostatek železa a 8 – 41 % nedostatek vitamínu B12 (Saturni et al., 2010). Kyselina listová patří k vitamínům skupiny B. Je důležitá pro růst a vývoj buněk, včetně produkce červených krvinek. Přírodním zdrojem je zelená listová zelenina, jako je například špenát a kapusta. Dalším zdrojem jsou citrusové plody, luštěniny a játra. Při bezlepkové dietě hrozí riziko osteoporózy. Důvodem je špatné vstřebávání vápníku, kvůli poškození tkání tenkého střeva. Zdrojem jsou jogurty, mléko, tvrdé sýry, listová zelenina a luštěniny. Vitamín D je nutný pro vstřebávání vápníku. Zdrojem jsou ústřice, rybí tuk, játra a žloutek. Vláknina je potřebná pro správné vstřebání

potravy. V bezlepkových potravinách jsou hlavními zdroji pohanka, rýže, proso a luštěniny (Otto, 2016). Dalším nebezpečím je zvýšení hladiny homocysteinu, což může znamenat riziko kardiovaskulárních onemocnění. Hladinu lze normalizovat 0,5 – 5 mg kyseliny listové nebo 0,5 mg vitamínu B12 denně (Hallert et al., 2002). Důležitá je tedy rozmanitost bezlepkových výrobků (Reilly, 2016). Dále je vhodné konzumovat ovoce, zeleninu, hovězí, vepřové, ryby, vejce, kukuřici, brambory, fazole, ořechy, quinou, rýži, sóju (Grocki, 2016).

Lidé s bezlepkovou dietou jsou navíc vystaveni riziku sociálního vyloučení, neboť například musí odmítat některé jídlo při společném stolování, což může urazit hostitele. Mohou obtěžovat i neustálými otázkami, jestli je jejich pokrm bez lepku (Silvestr et al., 2016). Dalším rizikem jsou daleko vyšší náklady na bezlepkové výrobky než na výrobky obsahující lepek (Reilly, 2016).

Bezlepková dieta velmi omezuje na dovolené. V mnohém směru je situace v zahraničí lehčí než u nás, jazykovou bariéru pomohou překonat edukační kartičky v mnoha jazycích, dostupné na internetu. Neustále se však setkáváme s vyloučením dětí z dětských táborů a škol v přírodě. Situaci lze ulehčit vybavením dítěte trvanlivými bezlepkovými potravinami a vakuovaným pečivem (Příbylová, 2012).

2. 1. 3 Celiakie

Celiakie je autoimunitní onemocnění postihující děti i dospělé. Osoby s tímto onemocněním trpí intolerancí na lepek. Hlavní frakce způsobující nesnášenlivost je *alfa-gliadin* (Grofová et al., 2007). Při konzumaci lepku dojde u postižených jedinců ke vzniku protilátek proti tenkému střevu a následně tak dochází k poškození tenkého střeva různého rozsahu - od minimálních změn (zvýšení počtu lymfocytů v submukóze tenkého střeva) po těžkou atrofii střeva s malabsorpčním syndromem (Fila et al., 2010).

U jedince predisponovaného k celiakii se nemoc projeví již při prvním kontaktu s obilovinami, tedy ve věku 3 - 6 měsíců, někdy později při delším kojení a pozdějším příkrmováním (Grofová et al., 2007). U dospělých může dojít k příznakům onemocnění kdykoliv, nejčastěji mezi 30. a 50. rokem života, ale ani vznik po 60. roku není výjimkou. Příznaky nemusí být zcela zřetelné v důsledku stresu, po operaci, například po resekci žaludku, případně těhotenstvím, ale celiakie

může být zcela bezpříznaková a může se projevit až vznikem komplikací (Kohout et al., 2010). Vlivem větší vyzrállosti střevní sliznice se mohou typické příznaky projevit později. Onemocnění se časně projevuje průjmy, později mohou průjmy chybět, celiakie však nevymizí. U dětí dochází ke špatnému růstu, chudokrevnosti, zlomeninám, defektům zubní skloviny a k opoždění puberty. U dospělých jsou příznaky ještě rozmanitější a nemusí být zcela specifické, střevní obtíže mohou chybět (Grofová et al., 2007).

Při podezření na celiakii pomůže odběr krve s vyšetřením krevního obrazu biochemických ukazatelů, jako je hladina minerálů, dusíkatých katabolitů, bílkovin a výživových parametrů, vyšetření hladiny sérologických markerů celiakie. Jestli se jedná o celiakii, však potvrdí až odběr sliznice tenkého střeva buď enterobiopskou kapslí, nebo při endoskopii. V případě potvrzení nemoci je nutné držet doživotní bezlepkovou dietu. Diagnózu potvrdí zlepšení zdravotního stavu pacienta a normalizace mikroskopického obrazu sliznice tenkého střeva po nasazení bezlepkové diety. U dětí se stav sliznice zlepšuje v průběhu 1 - 2 týdnů, někdy až za 2 - 3 měsíce, u dospělých se sliznice změní mnohem později (po 3 - 6 měsících) a u některých se nemusí zlepšit nikdy (Kohout, 2010). Počet pacientů s celiakií se v České republice odhaduje na 0,5 – 1 % populace, což je kolem 50 až 100 tisíc pacientů, diagnostikovaných je v současné době asi desetina, tedy kolem 9 - 11 tisíc (Kohout, 2016a). Nejvyšší prevalence je u dětí v saharské Sahrawi, kde dosahuje až 5,66 % (Catassi et al., 1999).

Pro mnohé je ztráta "svobody" stravování nepředstavitelná, a tak raději riskují i závažné komplikace. Ankety z Poradenského centra pro bezlepkovou dietu přinesly zajímavé výsledky. Z oslovených celiaků se jich 25 % vyrovnalo s dietním režimem bezprostředně po jeho doporučení, 22 % do 6 měsíců a dalších 6 % do jednoho roku. Celkem 46 % celiaků se s bezlepkovou dietou do 1 roku nevyrovnalo. Nejhorší bývá období puberty. Naopak nejlépe přechod na bezlepkovou dietu zvládají mladí lidé, ženy v reprodukčním věku nebo těhotné, zde bývá motivace maximální (Příbylová, 2012).

2. 1. 4 Alergie na lepek

Alergie na lepek je podmíněna vznikem protilátek proti lepku, většinou v řadě

IgE, není však spojená se vznikem autoprotilátek (protilátky proti entocyům) a poškozením střevní sliznice. Pro postiženého znamená alergie na lepek nepříjemnosti v podobě příznaků, ale nikoliv komplikace nebo poškození sliznice tenkého střeva (Kohout, 2010). Léčba probíhá přísnou bezlepkovou dietou. Při alergii na lepek je nutné dávat pozor i na stopová množství lepku (Kohout, 2016b). Příznaky se mohou objevit během několika minut až hodin po požití lepku a zahrnují svědění a otok v ústech, nose, očích a krku. Může nastat i život ohrožující anafylaktická reakce (Biesiekierski et al., 2015).

2.2 Složení a vlastnosti pšeničného lepku

- **Chemické složení**

Lepek je komplex bílkovin, tvořený především gliadinem a gluteninem. Tyto bílkoviny mají sice velmi podobné aminokyselinové složení, svými vlastnostmi se ale výrazně liší. Gliadin je bílkovinnou frakcí, která je rozpustná v 70% vodném roztoku alkoholu a je tvořená jednoduchými polypeptidovými řetězci. Gliadin tvoří ve vodě viskózní, lepkavé roztoky (Benešová et al., 2000). Gliadin a příbuzné prolaminy jsou rezistentní k enzymatické degradaci žaludečními a pankreatickými peptidázami a peptidázami kartáčového lemu enterocytů. Jejich aminokyselinové fragmenty prostupují v netknuté podobě do *lamina propria mucosae* a submukózy tenkého střeva, kde u různě disponovaných jedinců vedou k aktivaci různých složek imunitního systému (Hoffmanová et al., 2015). Glutenin lze rozpustit pouze v kyselinách nebo zásadách. Je tvořený nízkomolekulárními podjednotkami spojenými disulfidickými vazbami. Mimo tyto dvě složky obsahuje pšeničný lepek sacharidy, lipidy a minerální látky. Ze sacharidů jsou zde zastoupeny především cukry, škrob, vláknina, eventuálně rozpustné polysacharidy (slizy). Všechny tyto složky jsou však pouhé příměsi, které lze důkladným vypíráním odstranit. Naopak lipidy odstranit nelze. Množství minerálních látek silně kolísá, nejvýznamnější je kyselina fosforečná.

- **Nutriční hodnota**

Cereální bílkoviny mají oproti živočišným méně vhodné aminokyselinové složení.

Například index esenciálních aminokyselin (EAA) je pro pšeničnou bílkovinu 65, bílkovinu kuřecího masa 84 a pro mléko 93.

Tabulka 1: Průměrné složení komerčního vitálního pšeničného lepku

Složka [%]	Průměrné množství
Protein (N x 5,7)	77,5
Vlhkost	6,4
Sacharidy	9,4
Lipidy	5,7
Popel	0,73

- **Technologické vlastnosti**

K technologickým vlastnostem pšeničného lepku patří jeho vlhkost, barva, obsah bílkovin, granulace a vaznost vody. Barva je ovlivněna odrůdou pšenice, typem mouky a podmínkami sušení. Vlhkost se pohybuje v rozmezí od 6 do 10 %. Množství bílkovin, tj. obsah dusíku stanovený podle *Kjehdala*, vynásobený indexem 5,7. Granulace je velmi rozdílná, některé částice mohou dosahovat až 3 mm a více. Průmyslově vyráběný lepek má vaznost kolem 140 - 180% v závislosti na použité metodě stanovení (Benešová et al., 2000).

2.3 Těstoviny

Čerstvé těstoviny jsou prastarým tradičním jídelm jak ve středomořské oblasti, tak i v jiných částech světa, například v Číně. První sušené těstoviny pocházejí nejspíše ze Sicílie. Ve 12. století dochází k průmyslové výrobě sušených těstovin. Vyráběly se v Trabiji, asi 30 kilometrů od Palerma a vyvážely se do nejrůznějších končin světa (Beranová, 2015).

Podle vyhlášky č. 333/1997 Sb. jsou těstoviny potraviny vyrobené tvarováním nekynutého a chemicky nekypřeného těsta, připraveného z mlýnských obilných výrobků, zejména z pšenice (*Triticum durum* nebo *Triticum aestivum*), nebo jejich směsí a pitné vody, popřípadě z přídatných látek a potravních doplňků.

Sušené těstoviny jsou těstoviny, jejichž vlhkost po tvarování byla pomocí

sušení nejvýše 13 %. Díky dlouhé skladovatelnosti (2 roky) tvoří hlavní tržní druh. Barva je světlá a rovnoměrná v různých odstínech žluté. Nesušené těstoviny byly po tvarování osušeny na celkový obsah vlhkosti min. 20 a max. 30 %. Skladují se při teplotě do 5 °C. Vaječné těstoviny neobsahují pouze mlýnské obilné výrobky, ale k jejich výrobě bylo použito slepičích vajec čerstvých nebo sušených v množství nejméně 2 kusy na 1 kg mouky. Použitá mohou být pouze tepelně ošetřená slepičí vejce. Semolinové těstoviny jsou vyrobené pouze z krupice (semoliny) z pšenice tvrdé (*Triticum durum*) bez přídavku vajec (Dostálová et al., 2014).

2. 3. 1 Jakost těstovin

Podle vyhlášky č. 333/1997 Sb. musí vzhled a tvar těstovin odpovídat tržnímu druhu. Ve spotřebitelském balení se nesmí nacházet příměs jiných těstovin nad 1 %. Povrch má být hladký, kompaktní a bez trhlin. Podíl zlomků může být maximálně 10 %. Pokud se dodrží podmínky uvedené v návodu, těstoviny se nerozvaňují, nejsou lepkavé a zachovávají si svůj tvar i po uvaření. Barva má být světlá, rovnoměrná v různých odstínech žluté, u vaječných těstovin odpovídající počtu použitých vajec, u semolinových těstovin jantarová nebo v různých tmavších odstínech žluté. Vůně i chuť po uvaření je příjemná, těstovinová, odpovídající použitým surovinám. Nařízení 2073/2005 ES pokládá těstoviny z mikrobiologického hlediska za bezpečné. Obal musí být bezbarvý a průhledný (Dostálová et al., 2014).

2. 3. 2 Význam ve výživě

Obliba těstovin se po celém světě zvyšuje díky jednoduchosti přípravy, chutnosti, dlouhé a snadné skladovatelnosti a výživovým vlastnostem (Marti et al., 2013). Podle českého statistického úřadu byla v roce 2014 roční spotřeba těstovin 7,3 kg na osobu. Těstoviny se řadí mezi lehce stravitelné potraviny s vysokou energetickou hodnotou (cca 1600 KJ = 380 kcal/ 100 g). 100 g nevařených vaječných těstovin obsahuje: 70 – 72 g sacharidů, 13 – 15 g bílkovin, 3 – 9 g tuků (Anderle et al., 1996). Sušené bezvaječné těstoviny obsahují průměrně 72 - 76 % sacharidů, 12 % bílkovin, 12 - 13 % vody a 0,5 - 0,7 % tuku (Hrdina, 2016). Přínosné je zastoupení vlákniny (hlavně v celozrnných těstovinách), minerálních látek (fosfor, vápník, železo) a vitamínů (B1 a B2). Množství kolísá v závislosti na recepturním

složení. Semolinové těstoviny mají vyšší obsah bílkovin a při nízké hodnotě glykemického indexu jsou doporučenou potravinou pro aktivní sportovce a osoby se zvýšeným tělesným výkonem (Dostálová et al., 2014). V pyramidě zdravé výživy těstoviny patří mezi základní potraviny, které jsou průmyslově vyráběny téměř sto let. Podle legislativy spadají těstoviny pod potraviny, které nesmí obsahovat žádné přídavné látky, jsou tedy non "E". Vybrané přídavné látky se mohou používat pouze do bezpečných těstovin a těstovin určených pro hypoproteinové diety, a to zejména z důvodu lepší soudržnosti.

V Itálii se traduje, že těstoviny jsou potravina přinášející pocit štěstí a zaručující dlouhověkost. Jejich vysoká spotřeba v zemích jižní Evropy pomáhá ke snížení výskytu kardiovaskulárních onemocnění. Při rozumné konzumaci se po těstovinách netloustne (Hrdina, 2016).

Tabulka 2: Nutriční hodnota bezpečných těstovin ve 100 g (Missbach et al., 2015)

	Kcal	Bílkoviny [g]	Sacharidy [g]	Cukry [g]	Tuky [g]
Fusilli	335,9	8,2	69,9	1	2,2
Špagety	329	8,7	66,3	1,3	2,8
Penne	338	6,9	72,4	4,3	1,9

2. 3. 3 Suroviny pro výrobu těstovin

Český zákazník teprve postupně rozeznává rozdíly v nabízených těstovinách. Zajímavé je, že ani základní a nejdůležitější rozdíl, který je v použité základní surovině, řada zákazníků nerozeznává. Pro většinu zákazníků jsou pojmy semolina/tvrdá pšenice zcela neznámé. Zákazníci vnímají pouze lepší/nehlépí a rozlišují vaječné a bezvaječné těstoviny. Spotřebitelé nakupují hlavně podle tvaru (trhu nejvíce dominují špagety, vřetena a kolínka). Celkem však lze identifikovat až 600 tvarů těstovin. Jednoznačně převládají sušené těstoviny a rozvoj čerstvých těstovin je nepravděpodobný, zejména vzhledem k jejich ceně a náročným logistice (distribuované v chlazeném stavu). Další oblastí, která hraje významnou roli, je balení. Rychle se rozvíjí alternativní způsoby balení (sáček s klipsem, sáček s horním skládaným dnem), a zejména způsoby ukládání do skupinových obalů (Hrdina, 2016).

Hlavní těstářenskou surovinou je mouka, která rozhodujícím způsobem ovlivňuje vzhled, mechanické a senzorické vlastnosti těstovin. Mouka by měla být pouze z kvalitní pšenice, která má sytě zbarvená sklovitá zrna s vysokým obsahem bílkovin (12 - 16 %), tedy 35 - 50 % mokrého lepku (Kadlec et al., 2009). Lepek v mouce zajišťuje těsto pevné a vláčné, které se pomalu lisuje, ale vyrobené těstoviny jsou hladké, pevné a pružné, při vaření dosahují velkého objemu a nerozvářejí se. Mouka obsahující pod 30 % lepku umožňuje vyšší výkon lisu, protože těsto klade menší odpor a rychleji prochází matricí, ale výrobek bývá lepivý, naředlé barvy a snadno se rozváří. Naopak mouky s obsahem lepku nad 40 % již znatelně snižují výkonnost lisu. Při zpracování takové mouky je vhodné zvýšit teplotu a vlhkost těsta, které bývá mechanicky velmi pevné. Hodí se pro výrobu dlouhých těstovin (Příhoda et al., 2004). Nejlépe vyhovuje pšenice tvrdá *Triticum durum*. Je sklovitá a má vysoký obsah žlutých a oranžových karotenových barviv. Mouka z ní vyrobená se nazývá semolina. Tuto pšenici nelze v našich podmínkách pěstovat (Kadlec et al., 2009).

Ve Středomoří a v severní Americe se vyrábí těstoviny téměř výlučně z tvrdé pšenice. Je to hlavně díky dostupnosti této suroviny v blízkosti výrobních závodů. Hlavními pěstebními oblastmi jsou Itálie, Španělsko, Francie, Řecko, Turecko, Kazachstán, severní Afrika, Mexiko, USA a Kanada. Mezi nevýhody tvrdé pšenice patří její jednoúčelové využití pro výrobu těstovin a dále její větší citlivost při pěstování a nižší hektarové výnosy. Důsledkem toho je vyšší cena než u měkké pšenice a následně i vyšší cena těstovin vyrobených z této suroviny. Překvapivé je, že významná část světa vyrábí těstoviny z měkké pšenice. Do této oblasti spadá i střední Evropa, ale zejména Jižní Amerika (především Brazílie) a země Afriky. Díky zlepšení extruze a sušení těstovin se zásadně zlepšila kvalita těstovin z měkké pšenice a přiblížila se těstovinám z tvrdé pšenice. Přesto však nelze některé fyzikální vlastnosti těstovin z tvrdé pšenice nahradit. Těstoviny z měkké pšenice jsou při konzumaci měkčí a nejsou vhodné pro použití v cateringu, pokud jsou například delší dobu vystaveny působení vody.

V regionu střední Evropy dominují na trhu těstoviny z měkké pšenice. Důvodem je zejména cena a v menší míře jde pak o chuťové preference zákazníků. Výrobky z tvrdé pšenice se buď dováží, nebo lokálně vyrábí z dovezené suroviny. Ve zmíněném regionu je tvrdá pšenice pěstována v Maďarsku a na Slovensku.

V celém regionu jsou těstoviny z měkké pšenice dominantní zejména objemově, protože z této suroviny se vyrábí převážná část privátních značek té nejlevnější kategorie. Tím se Česká republika odlišuje od ostatních evropských zemí, kde i privátní značky levné kategorie jsou vyrobeny ze semoliny, která se odlišuje pouze mírně horšími parametry (barva a obsah proteinů) od suroviny používané pro výrobu značkového zboží. V současnosti podíl privátních značek na trhu přesahuje 50 % celkové hodnoty (Hrdina, 2016).

Další surovinou je voda, která se používá jako recepturní složka (26 – 38 % na mouku) a pro provozní účely (chlazení, mytí - cca 100 % na mouku). Voda pro výrobní účely nesmí reagovat kyselé (kvůli erozi), nemá mít vyšší tvrdost než 10 – 11 mmol/CaCO₃ na litr (Kadlec et al., 2009) a musí být zdravotně nezávadná (Anderle et al., 1996). Při vyšším obsahu solí dochází k drobnosti těstovin, ionty zatěžují proces sušení. Teplota by měla být v rozmezí 22 – 50 % podle jakosti mouky a druhu těstovin. Vyšší teplotu lze použít při vyšším obsahu lepku. Těstoviny jsou poté průsvitnější v důsledku částečného nabobtnání škrobu (Kadlec et al., 2009).

Vejsce se používají u těstovin vyráběných z pšenice obecné (Čepička et al., 1995). Přidávají se buď v čerstvém (Anderle et al., 1996) nebo v sušeném stavu v množství odpovídajícím 2 – 5 ks na 1 kg mouky. Vejce zlepšují barvu, zvětšují objem a pevnost při vaření. V nesušeném stavu zvyšují křehkost a lámavost (Kadlec et al., 2009). Primárně se vejce přidávají do zavářkových těstovin, méně pak do těstovin běžných tvarů. Mimořádný význam mají vaječné těstoviny na maďarském trhu, kde zejména segment čtyřvaječných těstovin pořád drží dominantní podíl. Ve většině zemí má podíl vaječných těstovin sestupnou tendenci (Hrdina, 2016).

Ostatní suroviny jsou používány v minoritním množství jako zlepšující přípravky, nejsou nezbytnou součástí základní receptury. Řadí se sem kukuřičná mouka (zlepšuje barvu a vařivost), sušené mléko, vitální lepek, barviva (kurkuma), vitamíny (B1 a B2). Přísady plněných čerstvých těstovin jsou sušené masové nebo zeleninové náplně (Kadlec et al., 2009).

2.3.4 Suroviny pro výrobu bezlepkových těstovin

Lepek je zásadní pro texturu a celkovou kvalitu těstovin. Vytvoření bezlepkových těstovin je tedy velkou technologickou výzvou. Stále jsou zkoušeny

nové suroviny a technologie, aby bezlepkové těstoviny měly ty nejlepší vlastnosti (Mariotti et al., 2012). Je používáno alternativních surovin (modifikovaný škrob, bezlepkové mouky, přídatné látky), aby byla vytvořena škrobovitá síť, která by byla schopná odolat fyzikální zátěži při vaření a zvyšovala pevnost vařeného produktu. V současné době existuje široká škála bezlepkových těstovin vyrobených z kukuřičných, rýžových a jiných bezlepkových mouk. Bohužel většina z nich vykazuje špatnou kvalitu při vaření. Kromě toho jsou některé produkty nutričně chudší na minerální látky a biosložky.

- **Rýže**

Rýže jako mouka nebo škrob je přítomná prakticky ve všech bezlepkových produktech na trhu (Marti et al., 2013). Má nevýraznou chuť, je dobře stravitelná a má hypoalergenní vlastnosti (Silva et al, 2016). Rýžové mouky jsou často vyráběny ze zlomkových zrn, které jsou odstraněny v průběhu mletí, protože snižují obchodní jakost rýže. Schopnost bobtnání škrobu a poměr amylózy k amylopektinu jsou dva hlavní faktory ovlivňující kvalitu rýžových těstovin. K nevhodnějším odrůdám rýže patří ty s vyšším obsahem amylózy (Marti et al., 2013). Komerční způsob výroby většiny druhů rýžových těstovin je dlouhý s vysokou spotřebou energie a s vysokými výrobními ztrátami. Použití samotné rýžové mouky způsobuje problémy ve výrobě. Těstoviny mají jemnou strukturu, což snižuje jejich soudržnost a pevnost (Sereewart et al., 2015).

- **Kukuřice**

Kukuřice patří stejně jako rýže k nejdůležitějším surovinám v bezlepkových výrobcích. Obsahuje 7 – 13 g bílkovin ve 100 g, flavonoidy, karotenoidy, vlákninu, vitamín B6 a hořčík (El-Biale et al, 2017).

- **Čirok**

Zrno čiroku má zajímavé vlastnosti z nutričního hlediska, protože je zdrojem bílkovin a škrobu. Z tohoto důvodu má potencionální využití při výrobě bezlepkových těstovin, jako náhrada za rýži nebo kukuřici (Marti et al., 2013).

- **Luštěniny**

Luštěniny obohacují těstoviny o bílkoviny, vlákninu, rezistentní škrob a minerální látky. Zmenšují ztráty při vaření, ale snižují pevnost (Laleg et al., 2016).

- **Pseudo-obilniny**

Pseudo-obilniny jsou stále více populární, protože zlepšují nutriční kvalitu bezlepkových výrobků (Marti et al., 2013). Amarant obsahuje 18 % bílkovin, je bohatý na lysin, vápník, železo, draslík, fosfor, vitamíny a vlákninu. Quinoa má 14 – 16 % bílkovin a je bohatá na histidin, lysin, vitamíny a minerální látky (Chillo et al., 2008). Pohanka obsahuje velké množství vitamínů a exogenních aminokyselin. Pomáhá snižovat glykemický index a cholesterol (Oniszczuk, 2016).

- **Brambory**

Bramborová dřeň je odpad při výrobě bramborových lupínků. Přidáním bramborové dřene k mouce dochází ke snížení doby vaření, žlutější barvě a menším ztrátám látek při vaření (Bastos et al., 2016).

Aditiva

Přidatné látky se používají k zamezení lepení a snižují ztráty při vaření. Hydrokoloidy nebo gummy se používají pro jejich schopnost gelovatět, což poskytuje správnou konzistenci a zvyšuje pevnost. Kromě toho jejich schopnost vázat vodu zrychluje trávení těstovin. Mezi nejpoužívanější patří arabská guma, xanthanová guma a karubin. Emulgátory působí jako maziva v procesu extruze a poskytují pevnější konzistenci a méně lepkavý povrch, čímž se zlepšuje struktura konečného produktu. Navzdory pozitivním efektům emulgátorů a hydrokoloidů spotřebitelé často spojují jejich přítomnost v bezlepkových těstovinách za nezdravou (Marti et al., 2013). Další možností, jak zvýšit kvalitu bezlepkových těstovin je přidání vaječného proteinu (Larrosa et al., 2016).

2. 3. 5 Technologický postup výroby těstovin

V posledních čtyřiceti letech došlo k přechodu na kontinuální výrobní linky. Oproti linkám ze sedmdesátých let, které měly kapacitu do 1000 kg za hodinu, mají

ty dnešní kapacitu 2 - 8 tun za hodinu. Největším světovým lídrem ve výrobě těstovin je italská značka Barilla s výrobními závody v Evropě, Mexiku a ve Spojených státech. Velký rozvoj výroby těstovin je zaznamenáván na Blízkém východě, v Africe a v Jižní Americe, kde těstoviny potvrzují svůj potenciál uživit rostoucí světovou populaci.

Do českých zemí byly těstoviny přivezeny z Itálie Dobroslavem a Vlastimilem Zátkovými, kteří vlastnili mlýn v jihočeské obci Březí. Těstoviny začali vyrábět v roce 1884 a svého času byla jejich firma největší v tehdejší Rakousko-Uhersku. Dnes je největším výrobním závodem v České republice továrna v Litvli, která byla postavena v roce 1993. V současnosti se roční objem průmyslové výroby těstovin pohybuje nad hladinou 60 000 tun. Hlavními hráči na českém trhu jsou skupina Europasta (Zátkovy těstoviny, Rosického těstoviny, Adriana pasta) se 17 % trhu, Panzani s 10 %, Japavo se 4 % a Druid CZ (Babiččiny nudle) se 3 % trhu. Průmyslová výroba v České republice je konkurenceschopná a určitě nezávislá. Možná se jednou podaří na jižní Moravě vypěstovat i tvrdou pšenici na výrobu chybějící - zatím dovážené semoliny (Hrdina, 2016).

Výrobní proces trvá podle druhu 6 až 11 hodin. Nejvíce času zabere především sušení. Technologický postup výroby zahrnuje kontrolu surovin (Anderle et al., 1996) mísení, hnětení a lisování, ofukování, předsušení a sušení, chlazení, skladování a balení (Kadlec et al., 2009). K dosažení jakostních těstovin je nutné zajištění homogenity základních surovin kontinuálním dávkováním. Mouky na výrobu těstovin se skladují v zásobnících a do výroby se dopravují pneumaticky. Sušená vejce a ostatní suroviny většinou ve formě premixu se také dávkuje z přípravných zásobníků přes dávkovací váhy. Kompletní směs se homogenizuje a dopravuje do zásobníků nad těstářenský lis (Příhoda et al., 2004).

- **Výroba těsta a lisování**

Těsto na výrobu těstovin obsahuje 26 – 38 % vody a je drobtovité, spíše nesourodé konzistence. Pokud se zpracovává semolina, je přídavek vody o 1 - 1,15 % vyšší. Mísení a hnětení probíhá v těstářenském lisu za vakua. Délka těchto operací závisí na mnoha faktorech (druh lisu, kvalita mouky, druh těstovin, stupeň plnění aj.). U starších lisů trvá 10 – 20 minut, moderní lisy mají délku přípravy těsta výrazně kratší (20 s). Po hnětení je těsto posouváno do extruzního šneku, kde se protlačuje maticí.

Jde o nízkotlakou extruzi (do 12 MPa), kde tlak a rychlost lisování určují otáčky šneku. Teplota těsta (43 – 45 °C) ovlivňuje jakost těstovin. Překročí-li 50 °C, může dojít ke zvýšení křehkosti, šednutí barvy, zdrsnění povrchu a vyšší rozvářivosti. Lisy jsou proto neustále chlazeny (Kadlec et al., 2009). Mouka se také může smísit s párou a vytlačovat za vysokých teplot (nad 100 °C), což vede k podpoře želatinace škrobu (Marti et al., 2013). Těsto po tvarování má obsah vody ještě o něco vyšší než 31 % (Anderle et al., 1996).

- **Sušení těstovin**

Sušením se sníží vlhkost na 13 %, která je stanovena pro sušené těstoviny. Provádí se ve dvou fázích: rychlé předsušení (teplý vzduch 36 – 45 °C, relativní vlhkost 85 – 90 %, doba 20 - 90 minut podle druhu těstovin a typu sušárny - snížení vlhkosti na 22 – 24 %), pomalé dosušení (teplý vzduch 32 – 45 °C, relativní vlhkost 70 – 80 %, doba 6 - 12 hodin, snížení vlhkosti na 12,5 – 13 %). Výška sušené vrstvy a rychlost pohybu pásu určuje tvar těstovin (Kadlec et al., 2009). Rychlost snižování vlhkosti rozhoduje o kvalitě a vzhledu sušených těstovin. Při příliš rychlém sušení nestačí voda difundovat ze středu na povrch výrobku a rozdíl mezi vlhkostí vnitřních a povrchových vrstev způsobuje, že na povrchu těstovin se tvoří matný povlak, který při vaření těstovin přispívá k jejich slepování a rozváření. Zapříčiňují to škrobová zrna, která se dostávají na povrch. Dále může docházet ke zvýšení lámavosti a kroucení těstovin. Krátké druhy těstovin se osušují ihned za odřezávací matricí, kde je největší nebezpečí jejich slepování. Zpravidla se předsouší a suší v pásových sušárnách se 4 - 9 dopravními pásy. Dlouhé těstoviny se předsouší a suší v tunelových sušárnách po dobu 30 - 40 hodin. Pod matricí lisů se nachází zařízení, které automaticky přisunuje kovové tyče pod tvořící se řadu těstovin. Jakmile se řada uřízne na příslušnou délku, zavěsí se na tyč. Na nich těstoviny zůstávají po celou dobu předsoušení, sušení i dalšího skladování před balením (Příhoda et al., 2004).

- **Chlazení, skladování a balení**

Chlazením se stabilizuje tvar těstovin (Anderle et al., 1996). Dlouhé těstoviny se chladí v sekci s řízeným prouděním vzduchu. Krátké těstoviny se skladují v zásobnících, špagety na tyčích v zásobním síle. Obaly z plastových fólií plní

funkce mechanické, hygienické a estetické ochrany. Nejběžnější je půlkilogramové balení. K balení se používají vertikální balící automaty s hmotnostním dávkováním. Těstoviny se skladují v čistém vzdušném prostředí s teplotou 8 – 15 °C a relativní vlhkostí 60 – 65 % po dobu 1 - 2 let (Kadlec et al., 2009).

2.4 Senzorická analýza potravin

Kvalitu potravinářských výrobků určují senzorické vlastnosti, chemické složení, fyzikální vlastnosti, úroveň mikrobiální a toxikologické kontaminace, doba minimální trvanlivosti, balení a označení. Člověk už odnepaměti posuzuje potravu svými smysly. Nejdříve takto zjišťoval, zda je potrava požitelná – zda není zkažená, neobsahuje toxické látky, či naopak zda je výživná. S příchodem novověku si lidé mohli začít vybírat mezi výrobky různé kvality. To vedlo obchodníky k významnému rozvoji kulinářských technologií, které měly za úkol zlepšit senzorickou jakost výrobku. V současnosti již spotřebitelé považují za samozřejmé, že si kupují výrobek zdravotně i hygienicky nezávadný. Výrobek tedy vybírají podle jeho senzorické jakosti. Senzorická analýza je obor, který staví na poznatech z psychologie, sociologie, biologie, částečně i chemie a biochemie. Jedná se tedy o obor multidisciplinární (Kinclová et al., 2004).

Při senzorickém hodnocení potravin se zjišťují vlastnosti potravin bezprostředně našimi smysly, včetně zpracování výsledků lidským centrálním nervovým systémem (Pokorný et al., 1998). Senzorická analýza je poměrně mladý obor, který vznikl ve čtyřicátých letech našeho století, především v průmyslově vyspělých zemích, ve kterých se zvyšovaly požadavky spotřebitelů na „jakostní výrobky“. Do té doby používané metody senzorického hodnocení potravin stěžovaly objektivní hodnocení, protože posuzování jakosti se zaměřovalo s hodnocením oblíbenosti (Arnold et al., 1990).

Podle normy ISO 5492 se organoleptická vlastnost vnímaná čichovým orgánem nazývá pach. Příjemné vjemy se rozdělují na vůni (vnímané nadechnutím do nosní dutiny) a aroma (vnímané, pokud do nosní dutiny přicházejí z dutiny ústní), zatímco nepříjemné vjemy se označují jako zápach. Čichové receptory se nachází ve sliznici stropu nosní dutiny. Čichový smysl se uplatňuje zároveň s chutí

v komplexním vjemu, který se nazývá flavour. Zrakem je člověk schopen vnímat elektromagnetické záření o vlnové délce 380 – 780 nm. Oko dokáže rozeznat intenzitu světla, barevný odstín, světlost a sytost zbarvení. Zrakový vjem je pro senzory analýzu velmi důležitý, protože dává informaci nejen o barvě, ale i o tvaru, velikosti, povrchu potraviny apod. Sluchem vnímáme tři typy sluchových podnětů – tóny, šelesty a hřmoty. Sluchový vjem je zapotřebí zejména u výrobků, u nichž se hodnotí křehkost (křupky, extrudované výrobky). Často se pomocí zvukových efektů hodnotí čerstvost například zeleniny a pečiva. Křehkost hodnotíme také pomocí hmatového smyslu. Hmatové smysly se dělí na taktilní a kinestetický. Receptorové buňky taktilního smyslu sídlí v pokožce a sliznicích a informují zejména o vlastnostech povrchu (zda je hladký či drsný), tvaru částic či předmětu a velikosti těles. Kinestetickým smyslem se zjišťuje křehkost, elasticita a tvrdost (Ingr et al, 1997).

2. 4. 1 Senzorická laboratoř a hodnotitelé

Při senzory analýze nahrazuje člověk přístroj při získávání vnitřního podnětu, na rozdíl od přístrojů však také zpracovává vnitřní podnět na vjem, při čemž nemůže být žádným přístrojem nahrazen. Proto se metody senzory analýzy řadí mezi psychologické (Pokorný et al., 1997). Senzorické hodnocení provádí skupina hodnotitelů. Tato skupina se nazývá panel (Kinclová et al., 2004). Podle normy ISO 8586-1 se hodnotitelé dělí do tří skupin: posuzovatelé, vybraní posuzovatelé a experti. Laičtí posuzovatelé jsou vybraní ze široké veřejnosti, neúčastnili se ještě senzory hodnocení a nevztahují se na ně žádná pravidla. Zsvěcení posuzovatelé se již senzory hodnocení zúčastnili. Další skupinou jsou vybraní posuzovatelé, ti byli pro senzory zkoušku vybráni pro svoje schopnosti a byli vycvičeni. Experti mohou být dvojího typu, a to expert posuzovatel nebo specializovaný expert posuzovatel. Expert posuzovatel je zvěhlý v senzory hodnocení a podává kvalitní a reprodukovatelné výsledky při jednotlivých analýzách. Specializovaný expert posuzovatel je navíc specialista na výrobek, výrobu či marketing. Je schopný vykonávat senzory analýzu výrobku a vyhodnocovat nebo předvídat změny vlastností výrobku vzniklé změnou receptury, způsobu výroby a skladováním, stárnutím či vlivem suroviny.

V rámci výcviku se hodnotitel učí posuzovat barvu, chuť, pachy, velikost intenzity podnětu (který vyvolává určitý vjem), texturu. Navíc jsou upevňovány jeho schopnosti slovního popisu, dlouhodobá paměť, osvojuje si jednotlivé metody sensorické analýzy. Experti se musí seznámit se situací na trhu či statistickým zpracováním výsledků analýz (Ingr et al., 1997). Hodnotitel by neměl alespoň hodinu před degustací kouřit, rovněž v přestávkách mezi degustacemi nesmí kouřit. Není také vhodné jíst hodinu před posuzováním silně kořeněné pokrmy a pít větší množství alkoholických nápojů.

Požadavky na vybavení místnosti jsou dány normou ISO 8589. Sensorická laboratoř by se měla nacházet v klidné části budovy, aby hodnotitele nerušil hluk. Měla by být rozdělena na zkušební prostor, ve kterém jsou umístěny jednotlivé kóje, oddělený od přípravného prostoru tak, aby do zkušebního prostoru nevnikly žádné pachy. Hodnotitelská kóje znemožňuje hodnotitelům komunikovat mezi sebou a slouží k zachování objektivity hodnocení. Stěny by měly být bílé, aby nedocházelo ke zkreslování barvy hodnocené potraviny. Nádobí a přístroje musí být neutrální, bez ozdob a zároveň nesmí zanechávat žádné pachy. Vlhkost a teplota musí být stálé a regulovatelné.

Vybavení místnosti není jedinou podmínkou pro sensorickou analýzu. Důležitá je eliminace negativních vlivů, které při vlastní analýze mohou působit na hodnotitele. Jde například o fyziologické vlivy. Při podráždění receptoru chuti či čichu získaný vjem neodeznívá okamžitě. Je proto nutné zařazovat mezi hodnoceními dostatečné pauzy, aby předchozí vjem neovlivnil hodnocení vjemu následujícího. Využívá se také tzv. neutralizátorů chuti, kterými se odstraní zbytky předešlého sousta z ústní dutiny. Nejčastějším neutralizátorem je voda, kterou po použití vyplivujeme, ale dle charakteru hodnoceného vzorku se může použít hořký čaj, minerálka či vodka nebo naopak pro tekuté vzorky se používají tuhé látky například bílé pečivo, chléb, jablko. Hodnotitel by měl být během analýzy plně soustředěn, musí si udržovat na pracovišti pořádek, řádně a pečlivě vyplňovat hodnotitelský protokol (Pokorný, 1993).

2. 4. 2 Hodnocení vzorku

Jednotlivé přípravy vzorků pro sensorickou analýzu se řídí příslušnými

normami vztahujícími se na konkrétní výrobek či potravinu (Ježek, 2014). Při odběru vzorku je nutné dodržovat pravidla, která obecně platí pro odběry vzorků, ale i přísná hygienická pravidla. Důležité je dostatečné množství vzorku. U kapalného vzorku obvykle postačí 15 - 20 ml a u tuhého 20 - 30 g. Všechny vzorky musí být během sensorické analýzy podávány za stejných podmínek - ve stejném množství, ve stejném nádobí, za stejné teploty atd. Správná teplota je důležitá, protože její změnou se mění intenzita chuti a vůně. Důležité je zachování anonymity vzorků, proto se vzorky podávají pod číselným kódem, který je většinou trojmístný a sestavený z náhodných čísel (Pokorný, 1993). Označování vzorků jednomístnými nebo dvojmístnými čísly se příliš nehodí, jelikož je nebezpečí, že si hodnotitelé budou spojovat tato čísla s pořadím vzorků a může dojít k ovlivnění hodnocení. Nedoporučuje se ani použití písmen (A, B...), protože bylo zjištěno, že když dva naprosto shodné vzorky jsou označeny jako A a B, tak asi dvě třetiny hodnotitelů dají přednost vzorku A. Systém kódování by neměla znát ani osoba, která vzorky roznáší, aby nemohlo dojít k ovlivnění hodnocení (Ježek, 2014).

Postup hodnocení vzorků je stejný jako při běžné konzumaci. První se hodnotí barva a vzhled, dále jsou hodnoceny čichové podněty. Další je hodnocení textury, která se zjišťuje nejdříve mezi prsty a poté v ústní dutině. V ústní dutině hodnotitel nesleduje pouze chuť, ale i změny intenzit a vývoj jednotlivých chutí. Při žvýkání se uplatňují i vjemy čichové (aroma). Zpravidla se vzorek polyká, neboť některé vjemy se dostavují až po spolknutí sousta (Jarošová, 2001).

2. 4. 3 Metody laboratorní sensorické analýzy

K hlavním metodám sensorické analýzy patří:

- Pořadové zkoušky

Tato metoda umožňuje hodnotit rozdíly mezi několika vzorky na základě intenzity nebo příjemnosti vybraného deskriptoru nebo celkového dojmu. Používá se ke zjištění rozdílu mezi vzorky, ale rozdíl nelze kvantifikovat. Metoda je vhodná pro hodnocení práce posuzovatelů (trénink, určení prahu vnímání), třídění vzorků nebo určení vlivů na velikost intenzity jednoho nebo více parametrů (například pořadí ředění, vliv surovin, vlivy výroby, balení nebo skladovacích postupů) na základě popisného kritéria nebo podle preferencí příjemnosti a k určení pořadí preferencí při

zkoušce celkové příjemnosti (Ježek, 2014). Hodnotitel obdrží při zkoušce skupinu vzorků v náhodném pořadí a jeho úkolem je seřadit vzorky podle určeného ukazatele (Jarošová, 2001).

3 Materiál a metodika

3.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo hodnocení kvality bezlepkových těstovin a stanovení jejich senzoričké jakosti. V teoretické části je popsána problematika bezlepkové diety. Další část se zabývá samotnými těstovinami, jejich jakostí, složením a výrobou. Poslední část popisuje senzoričnou analýzu.

V praktické části byly zjišťovány technologické vlastnosti těstovin pomocí zkoušek vařením. Senzoričká jakost byla posuzována studenty Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity.

3.2 Charakteristika vzorků

K hodnocení bezlepkových těstovin byly vybrány čtyři druhy kukuřičných těstovin. Byl zvolený jednotný tvar (vřetená) a barva. Těstoviny byly zvoleny podle složení tak, aby se od sebe vzájemně lišily. U třech vzorků je hlavní složkou kukuřičná mouka a u jednoho je hlavní složkou kukuřičný škrob.

Vzorek č. 1: Těstoviny Pasta d'oro

Výrobce: S. C. Sam Mills J.R.L., Rumunsko

Cena /100 g: 5 – 8 Kč

Složení: kukuřičná mouka 100%

Vzorek č. 2: Těstoviny Felicia

Výrobce: Molino Andriani, Itálie

Cena /100g: 11 – 14 Kč

Složení: kukuřičná mouka, emulgátor: mono a diglyceridy mastných kyselin

Vzorek č 3: Těstoviny Adriana

Výrobce: Europasta SE, Česká republika

Cena /100 g: 14 Kč

Složení: kukuřičná mouka 55%, rýžová mouka 41,5%, mouka z quinoe 3%, emulgátor: mono a diglyceridy mastných kyselin

Vzorek č. 4: Těstoviny Bezgluten

Výrobce: Mariusz Koczwar, Magdalena Stefanik, Polsko

Cena /100 g: 30 Kč

Složení: kukuřičný škrob, bezlepkový pšeničný škrob, voda, sůl, zahušťující látka E464, emulgátor: mono a diglyceridy mastných kyselin, regulátor kyselosti E575, barvivo: karoteny

Obrázek 1: Použité těstoviny – balení (Zdroj: autor)



Adriana



Bezgluten



Felicia



Pasta d'oro

Obrázek 2: Použité těstoviny (Zdroj: autor)



3. 3 Zkoušky vařením

Zahrnují stanovení vařivosti, vaznosti, bobtnavosti (zvětšení objemu) a stanovení sedimentu.

3. 3. 1 Stanovení vařivosti

Princip: Stanovení vařivosti spočívá v určení doby v minutách potřebné k úplnému uvaření zkoušené těstoviny.

Pomůcky: 2 x odměrný válec (1 litr)

- kádinka 250 ml, 1000 ml
- hrnec, poklice
- vidlička, lžíce

- cedník
- mísa
- utěrka

Suroviny: zkoušené těstoviny

- 10 g kuchyňské soli
- voda

Postup: V hrnci se uvede do varu 1 litr pitné vody, ve které se rozpustí 10 g kuchyňské soli. V okamžiku započetí varu se vsype 100 g zkoušené těstoviny a obsah hrnce se promíchá, aby se těstoviny nepřilepily na dno. Udržuje se mírný var, aby nedošlo k překypění. Doba varu závisí na tvaru, velikosti a síle stěny zkoušeného vzorku těstoviny. Úplné uvaření se zjistí ochutnáním (uvařená těstovina musí mít zmazovatělý průřez a při ochutnání nesmí mít tvrdé jádro). Doba potřebná k vaření se vyčte na časoměřiči. Uvařený vzorek těstovin se použije ke smyslovému posouzení a/nebo pro další zkoušky vařením. Pro smyslové hodnocení: uvařené těstoviny se scedí přes cedník a prolíjí 250 ml studené vody a nechají 2 minuty okapat.

3. 3. 2 Stanovení vaznosti

Princip: Vaznost je množství vody v hmotnostních procentech, které zkoušená těstovina přijme vařením.

Pomůcky: odměrný válec (1 litr)

- cedník
- mísa
- váhy

Postup: Uvařená těstovina ze stanovení vařivosti se ihned po uvaření scedí přes cedník do předeřátého skleněného odměrného válce na 1 litr, kde se nechá 2 minuty okapat a posléze se vyklopí do předem zvážené misky a zváží. Od čisté hmotnosti těstoviny po uvaření se odečte 100 g (hmotnost těstoviny před uvařením).

3. 3. 3 Stanovení zvětšení objemu (bobtnavosti)

Princip: Zvětšení objemu (bobtnavost) je poměr objemu zkoušené těstoviny před vařením a po vaření vyjádřený násobkem původního objemu.

Pomůcky: odměrný válec (1 litr)

- kádinka 500 ml

Suroviny: zkoušená těstovina syrová, uvařená

- voda

Postup: 100 g zkoušené těstoviny (syrové) se vloží do skleněného odměrného válce na 1 litr, naplněného 500 ml vody. Válcem se mírně zatřepe pro vypuzení vzduchu mezi těstovinami a odečte se objem těstovin. Podobně se stanoví objem uvařené těstoviny.

3. 3. 4 Stanovení usazeniny (sedimentu)

Princip: Usazenina je objemové množství těstovinové hmoty (kalu) v ml, uvolněné vařením a usazené ve skleněném odměrném válci za 1 hodinu.

Pomůcky: odměrný válec

Postup: Veškerá kapalina z uvařené těstoviny, scezená při stanovení vaznosti v odměrném válci na 1000 ml, se nechá stát v klidu po dobu 1 hodiny. Po uplynutí 1 hodiny se odečte objem sedimentu.

3. 4 Senzorické hodnocení

Při posuzování vzhledu se hodnotil tvar a barva těstoviny. Dále se posuzovala vůně, chuť a lepivost. K těstovinám byl přidán 1 % roztok kuchyňské soli. Zkouška byla provedena ihned po opláchnutí uvařené těstoviny, ještě za tepla.

3.5 Pořadový test

Při pořadovém testu byly vzorky hodnoceny podle barvy, chutě a vůně. Hodnocení bylo provedeno pomocí ordinální stupnice 1 – 4. Nejlepší vzorky byly označovány číslem 1, nejhorší číslem 4.

3.6 Zpracování dat

Všechna získaná data byla vyhodnocena formou textu, tabulek a grafů v programech Microsoft Excel 2013, Microsoft Word 2013 a STATISTICA 12.

4 Výsledky a diskuze

4.1. Zkoušky vařením

Zkoušky vařením se skládají ze stanovení vařivosti, vaznosti, zvětšení objemu (bobtnavosti) a stanovení usazeniny (sedimentu). Zkoušky byly prováděny čtyřikrát a výsledek byl zprůměrován.

4.1.1 Stanovení vařivosti

Tabulka 3: Průměrné časy potřebné k uvaření těstovin

Vzorek	Doba vaření [min]	Doba vaření doporučená výrobcem [min]
1	10:35	10-12
2	7:25	6-8
3	8:20	8-9
4	10:15	6

Stanovení vařivosti spočívá v určení doby v minutách potřebné k úplnému uvaření zkoušené těstoviny. Optimální dobu varu musí výrobce označit na obale, a to buď číslem, nebo piktogramem (Hrušková, 2015). U kukuřičných těstovin je důležité dodržovat stanovenou dobu vaření, jinak dochází k jejich rozvaření. Nejkratší dobu se vařil vzorek č. 2, který je složený z kukuřičné mouky a emulgátoru, kratší dobu se vařil i vzorek č. 3, který byl navíc obohacen o rýžovou a quinnovou mouku. Vzorek č. 1 složený pouze z kukuřičné mouky měl delší dobu vaření. Všechny testované vzorky se vešly do času stanoveného výrobcem. Jediný vzorek, který se lišil, byl vzorek č. 4, jehož hlavní podíl tvoří kukuřičný škrob. Ani v jednom z pokusů vařivost neklesla pod 10 minut, přitom na obalu je udána doba vaření 6 minut. Okolo šesté minuty byly těstoviny na skus stále tvrdé.

4. 1. 2 Stanovení vaznosti

Tabulka 4: Vaznost těstovin

Vzorek	Vaznost [%]
1	91
2	99,5
3	127
4	118,5

Vaznost je množství vody v hmotnostních procentech, které zkoušená těstovina přijme vařením. Při nedostatečné vaznosti jsou uvařené těstoviny tvrdé a drsné, naopak při vysoké vaznosti jsou příliš měkké a lepivé. Kvalitní pšeničné těstoviny by měly dosahovat vaznosti 160 - 180 % (Hrušková, 2015). Této hodnotě se žádný vzorek nevyrovnal. Vaznost u jednotlivých vzorků se lišila, ale rozdíly nebyly příliš výrazné. Nejnižší vaznost měly těstoviny složené pouze z kukuřičné mouky. Naopak přidávkem emulgátoru se vaznost o 8,5 % zvýšila. Škrobové těstoviny dosáhly druhé nejvyšší vaznosti a nejvíce vody přijal vzorek č. 3, který se liší od ostatních vzorků přidáním rýžové mouky. Ta nejspíše způsobila nárůst vaznosti.

4. 1. 3 Stanovení zvětšení objemu (bobtnavosti)

Tabulka 5: Bobtnavost těstovin

Vzorek	Bobtnavost
1	2,4
2	2,36
3	2,18
4	2,53

Zvětšení objemu (bobtnavost) je poměr objemu zkoušené těstoviny před vařením a po vaření vyjádřený násobkem původního objemu. Pro bobtnavost nejsou žádné normy, ale kvalitní těstoviny by měly zvětšit svůj objem o 300 – 400 % (Anderle et al., 1996). Toto tvrzení však platí pro pšeničné těstoviny. Podle získaných výsledků se však bezlepkové těstoviny těmito hodnotám částečně přibližují.

Nejvyšší bobtnavosti dosáhly těstoviny z kukuřičného škrobu. Bobtnavost je

jednou z nejdůležitějších fyzikálních vlastností škrobu (Pelikán et al., 2001). Druhá nejvyšší hodnota bobtnavosti byla stanovena u 100% kukuřičných těstovin, které se v této vlastnosti příliš nelišily od škrobových. Téměř stejné hodnoty dosáhl vzorek č. 2 a nejnižší bobtnavost vykázal vzorek č. 3, u kterého bobtnavost pravděpodobně snížil obsah rýžové mouky (Silva et al., 2016).

4. 1. 4 Stanovení usazeniny (sedimentu)

Tabulka 6: Usazenina

Vzorek	Usazenina [ml]
1	200
2	50
3	110
4	200

Usazenina je objemové množství těstovinové hmoty (kalu) v ml, uvolněné vařením a usazené ve skleněném odměrném válci za 1 hodinu. Pro množství usazeniny také není stanovena žádná norma, avšak čím větší usazenina, tím větší ztráty při vaření. Hodnota sedimentu je úzce spojena s úbytkem obsahu bílkovin a škrobu, tedy s poklesem nutričního a energetického obsahu (Hrušková, 2015). U bezlepkových těstovin dochází k větším ztrátám oproti pšeničným, v důsledku absence lepku. Škrobové polymery jsou slaběji uchycené v matici, což vede ke ztrátám (Silva, 2016). U kukuřičných těstovin byly naměřeny ztráty při vaření dokonce 70 % (El-Biale et al, 2017).

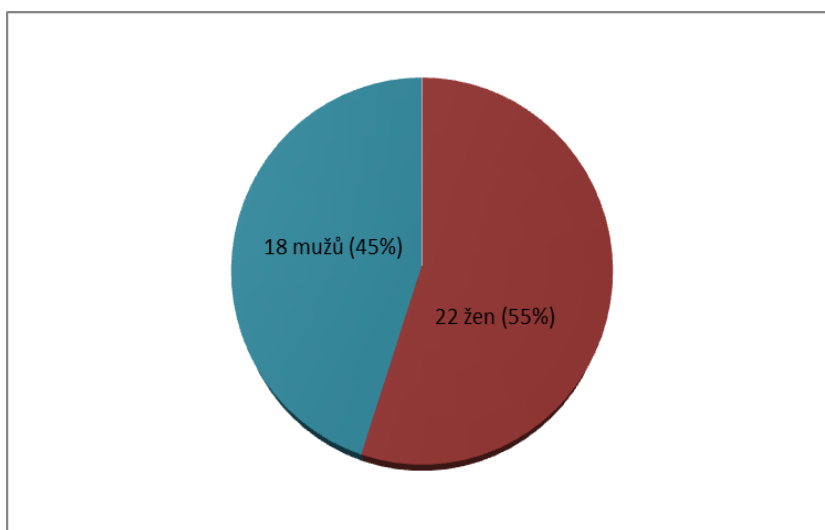
Na výsledcích je zřetelný pozitivní účinek emulgátorů, které by měly pomoci ztráty při vaření snižovat (Marti et al., 2013). Nejmenší usazeninu měl vzorek č. 2, který obsahoval jen kukuřičnou mouku a emulgátor. Vzorek č. 3 vykázal množství usazeniny 2 x větší. Toto zvýšení zřejmě způsobila rýžová mouka. Vysoké ztráty při vaření jsou jedním z problémů při výrobě rýžových těstovin, proto se samotné rýžové těstoviny téměř nevyrábějí (Sereewart et al., 2015). Shodné množství sedimentu měly 100% kukuřičné těstoviny a těstoviny ze škrobu. Škrobové těstoviny obsahují též emulgátory, ty však množství usazeniny příliš nesnížily.

4.2 Senzorické hodnocení bezlepkových těstovin

Hodnocení probíhalo v senzorické laboratoři Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity. Těstoviny byly hodnoceny studenty Jihočeské univerzity. Celkem se posuzování zúčastnilo 40 studentů, z toho 18 mužů a 22 žen.

Postupně byly hodnoceny tvar, lepivost, barva, vůně a chuť. Byla dána stupnice od 0 do 100 bodů a hodnotitelé postupně do stupnice zapisovali vzorky podle příslušné jakosti. 100 bodů znamenalo, že vzorek vyhovoval a 0 bodů, že vzorek byl pro hodnotitele nepřijatelný. Dále byla provedena pořadová zkouška. Hodnotitelé měli za úkol znovu ochutnat předložené vzorky a seřadit je podle klesající jakosti. Výsledky zapsali tak, že na 1. pořadí umístili nejlepší vzorek a na poslední pořadí nejhorší vzorek. Hodnoceny byly barva, chuť a celkové hodnocení.

Graf 1: Počet hodnotitelů



4. 2. 1 Senzorické hodnocení tvaru

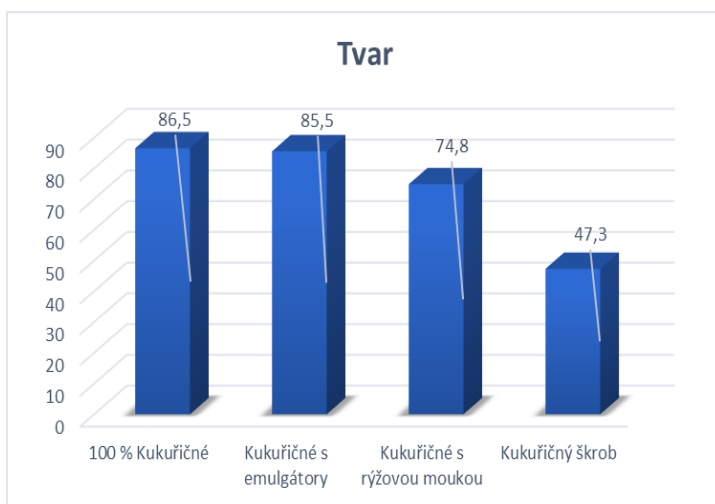
0 – velmi porušený

100 – neporušený

Tabulka 7: Vyhodnocení tvaru

Vzorek	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
1	86,5	90	12,95	60	100
2	85,5	90	13,96	50	100
3	77,8	80	19	40	100
4	47,3	50	28	10	100

Graf 2: Vyhodnocení tvaru – průměrné hodnoty



Kvalitní těstoviny si po uvaření musí udržet svůj tvar (Hrušková, 2015). U těstovin je obzvláště důležité, aby se nerozvářely. Říká se, že člověk jí očima a pokud bude mít na talíři hromadu rozpadlých těstovin, určitě si příliš nepochutná a příště si koupí jiný výrobek.

Pro zlepšení pevnosti se do bezlepkových těstovin přidávají různé přídatné látky. U kukuřičných těstovin je důležité dodržovat dobu vaření stanovenou výrobcem. Hrozí totiž nebezpečí rozvaření. Nejlépe tvar udržely 100% kukuřičné těstoviny. Sice o pár procent, ale až za těstovinami bez přídatných látek byly vyhodnoceny těstoviny s emulgátory. Přijatelně dopadl ještě vzorek č. 3 s přidavkem rýžové mouky, která zřejmě soudržnost těstovin snížila (Sereewart et al., 2015). Jako nejméně přijatelné byly hodnotiteli označeny těstoviny z kukuřičného škrobu, které zaznamenali pouze 47,3 bodů. Tento výsledek možná ovlivnila i doba vaření., která

trvala déle než doba stanovená výrobcem.

4. 2. 2 Senzorické hodnocení lepivosti

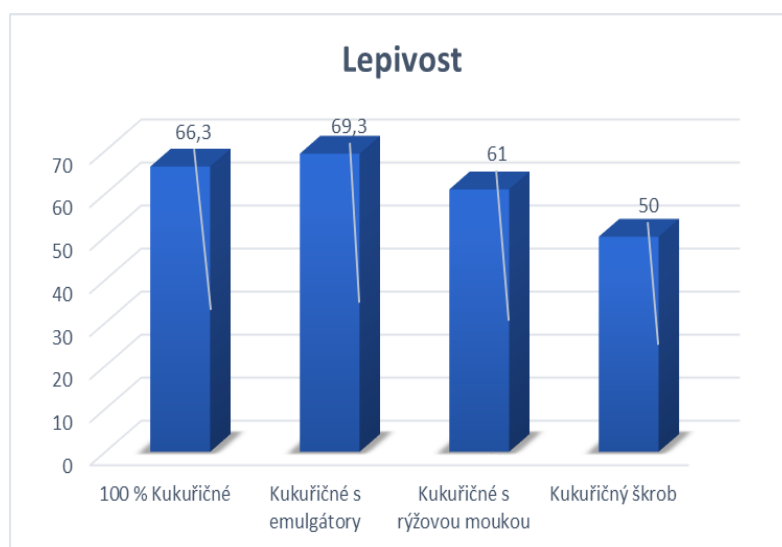
0 – značná

100 – žádná

Tabulka 8: Vyhodnocení lepivosti

Vzorek	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
1	66,3	70	27,9	0	100
2	69,3	75	20,9	30	100
3	61	60	23,4	20	100
4	50	50	30,1	10	100

Graf 3: Vyhodnocení lepivosti – průměrné hodnoty



Kvalitní těstoviny nesmí po uvaření lepit (Hrušková, 2015). Lepivost je další důležitá vlastnost těstovin. Pokud těstoviny lepí, zhoršuje to jejich konzumaci. Nejlepšího hodnocení dosáhly opět první dva vzorky. Kukuřičné s emulgátory lepily nejméně. Opět se potvrdilo, že přídatné látky, zde konkrétně mono a diglyceridy mastných kyselin, pomáhají snížit lepivost. Přesto se těmito těstovinám 100% kukuřičné skoro vyrovnaly. Jako méně přijatelný intezitou lepivosti byl vzorek č. 3. Zjištěné výsledky korelují s tvrzením, že přidáním rýžové mouky dojde k větší lepivosti (Gimenéz, 2015). Nejméně bodů získal vzorek č. 4. z kukuřičného škrobu. Želatinací dochází k uvolňování částic škrobu ze síťové struktury bílkovin a vlivem

toho dochází k větší lepkavosti povrchu (Hrušková, 2015).

4. 2. 3 Senzorické hodnocení barvy

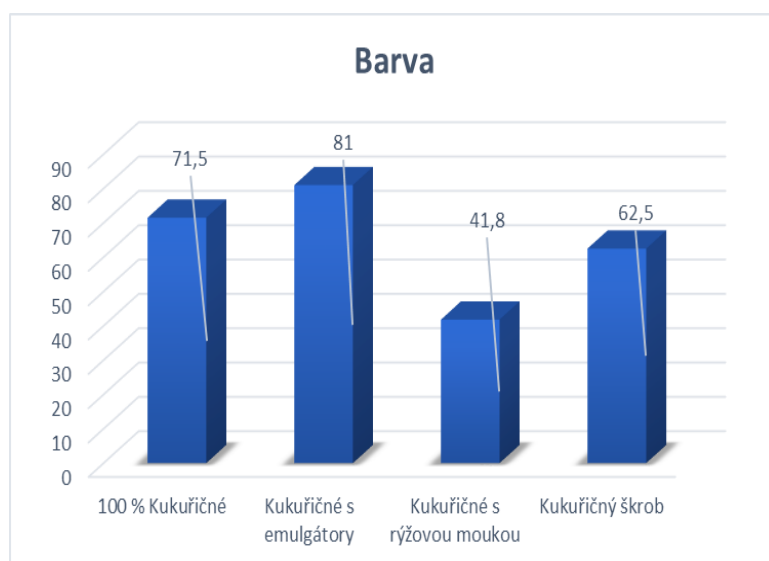
0 – neodpovídající

100 – příjemná, odpovídající

Tabulka 9: Vyhodnocení barvy

Vzorek	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
1	71,5	80	24,3	40	100
2	81	80	15,6	40	100
3	41,8	40	25,5	0	90
4	62,5	65	25,8	10	100

Graf 4: Vyhodnocení barvy – průměrné hodnoty



Hodnocení barvy mohlo být ovlivněno odlišným zbarvením oproti běžným pšeničným těstovinám, na které jsou hodnotitelé zvyklí. Vlivem karotenů mají kukuřičné těstoviny sytě žlutou barvu (El-Biale et al., 2017). Bylo zjištěno, že konzumenti dávají přednost žlutým až tmavě žlutým těstovinám (Šottníková, 2011). To se potvrdilo u vzorku č. 3, u kterého byla barva pozmeněna obsahem rýžové mouky, ze které je ze 41,5 % vyroben. Tyto těstoviny měly v porovnání s ostatními vzorky bledší barvu a dostaly výrazně méně bodů než ty zbývající. Vzorek č. 4, jehož

barva byla upravena přidáním karotenů, protože je vyroben ze škrobu, na hodnotitele také dojem příliš neudělal. Nejlepší barvou zaujmul vzorek č. 2 a o necelých deset bodů méně získal vzorek č. 1. Oba vzorky měly sytě žlutou barvu, což zřejmě zvýšilo jejich atraktivitu pro hodnotitele.

4. 2. 4 Senzorické hodnocení vůně

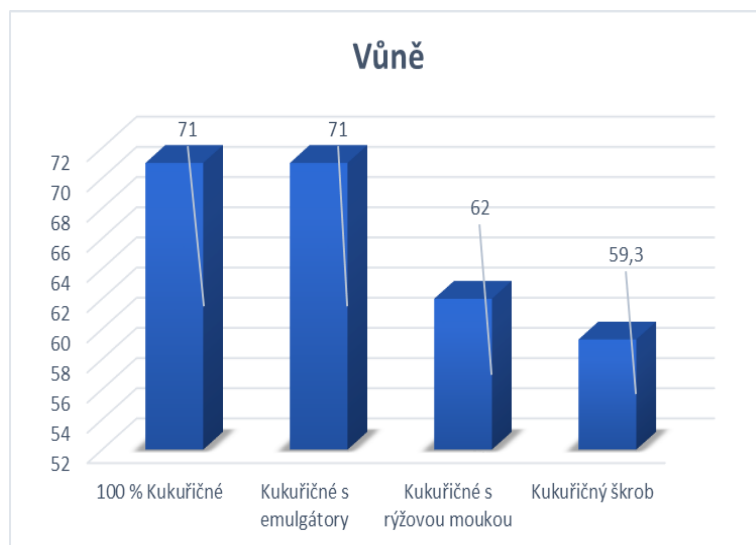
0 – nepříjemná

100 – příjemná, odpovídající

Tabulka 10: Vyhodnocení vůně

Vzorek	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
1	71	80	26,3	20	100
2	71	80	23	20	100
3	62	60	24	0	100
4	59,3	50	26,6	0	100

Graf 5: Vyhodnocení vůně – průměrné hodnoty



Vůně těstovin by měla být příjemná a po použitých surovinách (Šottníková, 2011). Hodnotitelé mohli být opět ovlivněni jiným složením, protože jsou nejspíše zvyklí pouze na pšeničné těstoviny. Navíc se kukuřičné těstoviny vyznačují mírným zápachem (Gimenéz, 2015).

Nejlepší vůně dosáhly vzorky č. 1 (100% kukuřičné) a 2 (kukuřičné s emulgátory). Ohodnoceny byly 71 body, což potvrzuje, že hodnotitelé slabý zápach cítili. Méně již hodnotitelům voněly vzorky č. 3 a 4. Přídavek obsahu rýžové mouky

a mouky z quinoe nevykázal pozitivní vliv na sensorické hodnocení vůně vzorku, převažuje pouze zlepšená biologická hodnota těchto složek.

4. 2. 5 Sensorické hodnocení chuti

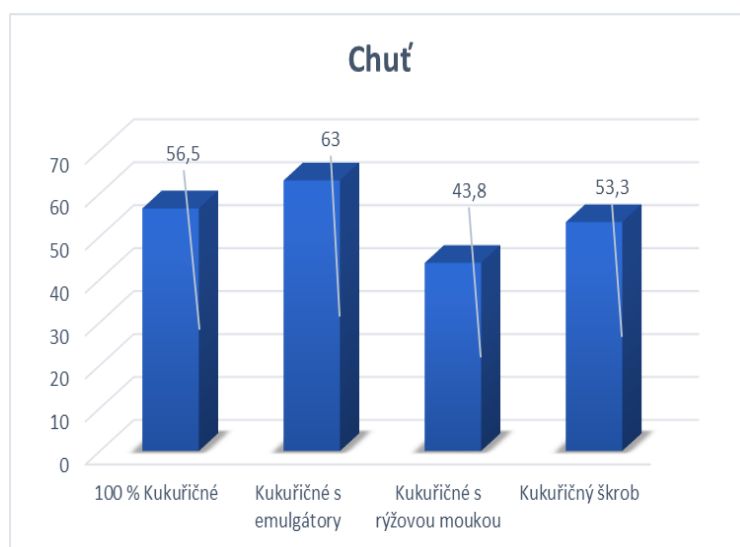
0 – nepříjemná

100 – příjemná, odpovídající

Tabulka 11: Vyhodnocení chuti

Vzorek	Průměr	Medián	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
1	56,5	60	28,2	0	100
2	63	70	25,7	10	100
3	43,8	40	26,5	0	90
4	53,3	40	28,3	10	100

Graf 6: Vyhodnocení chuti – průměrné hodnoty



Chuť by měla být také příjemná a po použitých surovinách (Hrušková, 2015). Z výsledků je patrné, že hodnotitele svou chutí vzorky příliš nezaujaly. Nízké hodnoty v označení příjemnosti chuťového vjemu, jsou nejspíše způsobeny neobvyklou chutí kukuřičných těstovin, která se výrazně liší od běžně používaných pšeničných.

Nejlépe hodnotitelům chutnaly těstoviny kukuřičné s emulgátory, které byly však ohodnoceny pouze 63 body. Jako druhé byly vyhodnoceny 100% kukuřičné.

Nad 50 bodovou hranicí se ještě udržely těstoviny z kukuřičného škrobu. I když chuť kukuřičného škrobu musela být pro hodnotitele zvláštní, ještě hůře dopadly těstoviny kukuřičné s rýžovou moukou. Chuť musela opět pozměnit rýžová mouka. Hodnotitele zřejmě negativně ovlivnila, i když rýžové těstoviny jsou specifické nevýraznou chutí (Silva et al., 2016).

4.3 Pořadový test

Pořadový test byl vyhodnocen pomocí Friedmanova testu. Tento test se počítá pomocí následujícího vzorce:

$$F = 12 / [j \cdot p \cdot (p + 1)] \cdot (R1^2 + R2^2 + R3^2 + R4^2) - 3 \cdot j \cdot (p + 1)$$

p = počet vzorků

j = počet hodnotitelů

$R1 - R4$ = příslušné součty pořadí

Výsledná hodnota se porovná s tabulkovou kritickou hodnotou, která je $\chi = 7,81$. Mezi vzorky je statistický rozdíl (na hladině pravděpodobnosti 95 %) pokud naměřená hodnota je vyšší než tabulková.

Pokud je pomocí Friedmanovy zkoušky zjištěno, že mezi součty pořadí vzorků je statistický rozdíl, použije se pro zjištění, který vzorek se statisticky liší výpočet nejmenšího významného rozdílu (LSD – Least significant difference).

LSD se vypočítá pomocí vzorce:

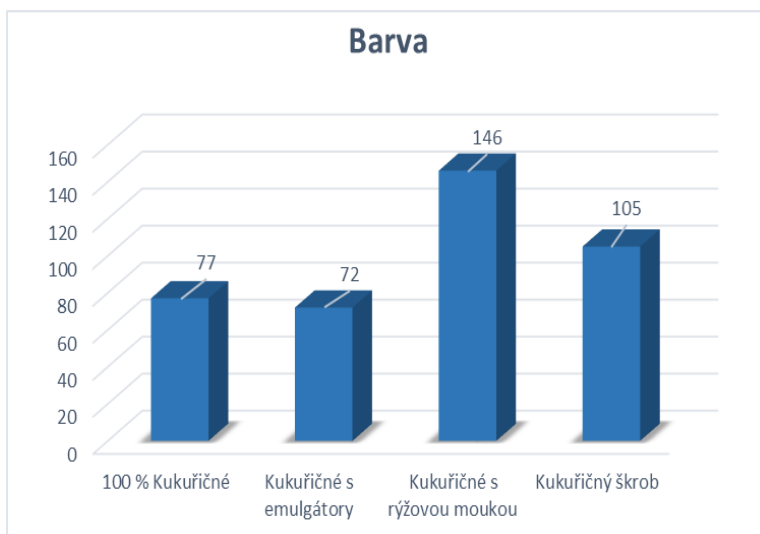
$$LSD = z \times \sqrt{j \times p (p + 1) / 6}$$

$$LSD = 2,91 \times \sqrt{40 \times 4 (4 + 1) / 6}$$

$$LSD = 33,6$$

4. 3. 1 Hodnocení barvy

Graf 7: Vyhodnocení součtu pořadí pro barvu



Nejnižší součet pořadí měly těstoviny kukuřičné s emulgátory, tudíž byly hodnotiteli vyhodnoceny jako vzorek s nejpříjemnější barvou. O něco hůře dopadly 100% kukuřičné. Vyšší součet pořadí měly těstoviny z kukuřičného škrobu, které byly třetí. Výrazně nejvyšší součet pořadí měly těstoviny kukuřičné s rýžovou moukou.

$$F = 12 / [40 \cdot 4 \cdot (4 + 1)] \cdot (77^2 \cdot 72^2 \cdot 146^2 \cdot 105^2) - 3 \cdot 40 \cdot (4 + 1) = \mathbf{51,8}$$

Porovnáním výsledné hodnoty 51,8 s kritickými hodnotami pro hladinu pravděpodobnosti 95 %, bylo zjištěno, že tato hodnota je vyšší než hraniční hodnota $\chi = 7,81$. To znamená, že mezi vzorky existují rozdíly.

LSD:

$$R1 - R3 = |77 - 146| = 69$$

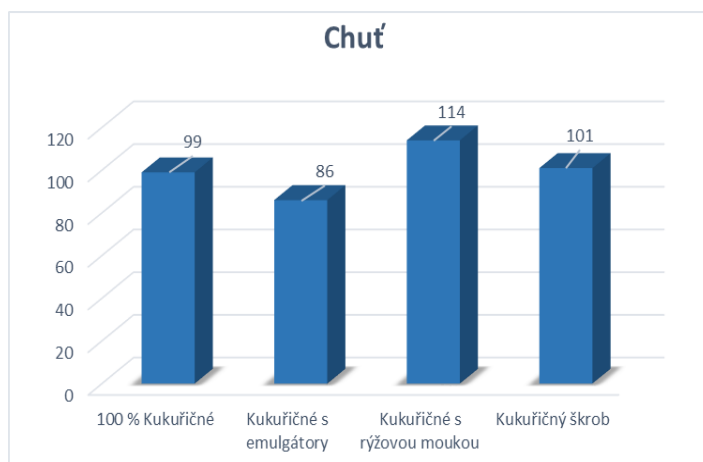
$$R2 - R3 = |72 - 146| = 74$$

$$R3 - R4 = |146 - 105| = 71$$

Na hladině významnosti 95 % existují statisticky významné rozdíly mezi vzorky 1-3, 2-3, 3-4.

4. 3. 2 Hodnocení chuti

Graf 8: Vyhodnocení součtu pořadí pro chuť



Nejlepší chuť měl vzorek č. 3 (kukuřičné s emulgátory), druhé skončily 100% kukuřičné. Trochu vyšší součet pořadí měl vzorek č. 4 (z kukuřičného škrobu). Nejhoršího pořadí opět dosáhly těstoviny kukuřičné s rýžovou moukou.

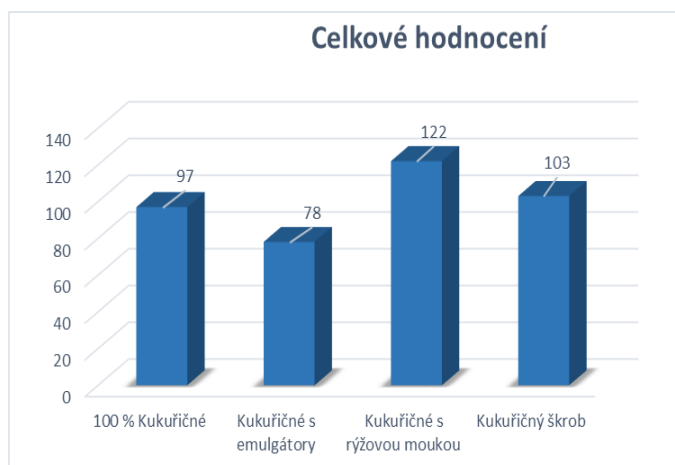
$$F = 12 / [40 \cdot 4 \cdot (4 + 1)] \cdot (99^2 \cdot 86^2 \cdot 114^2 \cdot 101^2) - 3 \cdot 40 \cdot (4 + 1) = \mathbf{5,91}$$

Hodnota 5,91 je nižší než hraniční hodnota $\chi = 7,81$, což znamená, že mezi vzorky nejsou na hladině významnosti 95 % průkazné rozdíly.

LSD: na hladině významnosti 95 % neexistují mezi vzorky statisticky významné rozdíly.

4. 3. 3 Celkové hodnocení

Graf 9: Vyhodnocení součtu pořadí pro celkové hodnocení



Celkové prvenství získaly těstoviny kukuřičné s emulgátory. Z výsledku je patrné, že přídatné látky zlepšují sensorickou jakost bezlepkových těstovin. Zde se konkrétně jednalo o mono a diglyceridy mastných kyselin, které se vyrábí buď z živočišného tuku, nebo z rostlinných olejů. Jejich užívání je pro člověka naprosto bezpečné (Klescht et al., 2007). Jako druhé nejlepší byly hodnotiteli vyhodnoceny 100% kukuřičné těstoviny. Přestože obsahují pouze kukuřičnou mouku, byly vždy hodnoceny vyššími body. Těstoviny z kukuřičného škrobu skončily na třetím místě. Nejspíše vlivem jejich neobvyklého složení, hodnotitele příliš nezaujaly. Nejméně však hodnotitele oslovily těstoviny kukuřičné s rýžovou moukou. Oproti ostatním byly v nevýhodě, protože obsahovaly rýžovou a quinnovou. Tato kombinace mouk byla pro hodnotitele nejméně sensoricky přijatelná.

$$F = 12 / [40 \cdot 4 \cdot (4 + 1)] \cdot (97^2 \cdot 78^2 \cdot 122^2 \cdot 103^2) - 3 \cdot 40 \cdot (4 + 1) = \mathbf{14,79}$$

Výsledná hodnota 14,79 je vyšší než hraniční hodnota $\chi = 7,81$, což znamená, že mezi vzorky jsou průkazné rozdíly.

LSD:

$$R2 - R3 = |78 - 122| = 44$$

Na hladině významnosti 95 % existují statisticky významné rozdíly mezi vzorky 2-3.

5 Závěr

Bezlepková dieta dosahuje v posledních letech obrovského rozmachu. Jedním z důvodů je nárůst pacientů s celiakií. Osoby s tímto onemocněním trpí intolerancí na lepek. Počet pacientů s celiakií se v České republice odhaduje na 50 až 100 tisíc. Dalším důvodem rozšiřování bezlepkové diety je obliba mezi jedinci, kteří ji považují za součást zdravého životního stylu. Neexistují však žádné důkazy o tom, že by byl lepek pro jedince, kteří netrpí nesnášenlivostí lepku nebo alergií toxický.

Sortiment bezlepkových výrobků je omezený. Každý si pod pojmem bezlepková dieta představí, že dotyčný se musí vyhýbat hlavně pečivu. Pro člověka, který nejí lepek je však nákup potravin velmi problematický. Pozor si musí dávat například i na jogurty, zmrzliny, pudinky, bonbony nebo kečupy. Pro každého je ze začátku obtížné poznat, které výrobky může konzumovat. Výskyt lepku však musí být vždy uveden na obale a po čase se většinou člověk začne ve výrobcích dobře orientovat.

Jedním z nejvíce rozšířených bezlepkových výrobků jsou bezlepkové těstoviny. Vzhledem k absenci lepku je výroba takových těstovin značně obtížná. Přesto na trhu existuje nepřehledné množství různých druhů bezlepkových těstovin. Navíc stále probíhají nové výzkumy, které by objevily sensoricky, nutričně a technologicky nejlepší bezlepkové těstoviny.

Výsledky diplomové práce přinesly informace o vlastnostech různých typů kukuřičných těstovin, deklarovaných jako bezlepkové. Pokud jde o technologické vlastnosti, vykazují kukuřičné těstoviny horší skóre než těstoviny pšeničné. Mají vyšší optimální čas vaření, nižší vaznost, bobtnavost a více ztrát při vaření. Porovnáním vzorků byly zjištěny rozdíly hlavně u množství usazeniny při vaření. Přidáním emulgátoru vznikají menší ztráty, naopak přidáním rýžové mouky jsou ztráty vyšší.

Sensoricky hodnotitele vzorky příliš nezaujaly. Kukuřičné těstoviny jsou typické sytě žlutou barvou a pachem po použité surovině. Nejhůře byla hodnocena chuť, která byla pro hodnotitele zřejmě netypická. Pořadovou zkouškou byl nakonec vybrán jako celkově nejlepší vzorek složený z kukuřičné mouky a emulgátoru. Na výsledcích je patrné, že pokud je použita jiná surovina než pšeničná mouka, která obsahem lepku zlepšuje jakost těstovin, je nutné přidat vhodné aditivum.

6 Literatura:

ANDERLE, P., SCHWARZ, H., BORŮVKOVÁ, V., ŠTĚPÁNKOVÁ, V., 1996. *Zbožíznalství*. SNTL Praha, 35 s, ISBN 80-902110-3-8.

ARNOLD, S., MOLNÁR, P., NEUMANN, R., 1990. *Senzorické skúmanie potravín*. Bratislava: Alfa, 352 s, ISBN: 80-05-00612-8.

BASTOS, G. M., JÚNIOR, M. S. S., CALIARI, M., DE ARAUJO PEREIRA, A. L., DE MORAIS, C. C., CAMPOS, M. R. H., 2016. „*Physical and sensory quality of gluten-free spaghetti processed from amaranth flour and potato pulp.*“ *LWT-Food Science and Technology*, roč. 65, s. 128-136.

BENEŠOVÁ, L., FINK, L., KVASNIČKOVÁ, A., KOPÁČOVÁ, O., LEPEŠKOVÁ, I., PERLÍN, C., POHLOVÁ, M. VLKOVÁ, A., 2000. *Potravinářství VI*. Praha: ÚZPI, 150 s, ISBN: 80-7271-003-6.

BERANOVÁ, M., 2015. *Jídlo a pití v pravěku a ve středověku*. Vyd. 3., Praha: Academia, 553 s, ISBN 978-80-200-2498-5.

BIESIEKIERSKI, J. R., IVEN, J., 2015. „*Non-coeliac gluten sensitivity: piecing the puzzle together.*“ *United European Gastroenterology Journal*, roč. 3, č. 2, s. 160-165.

CARUSO, R., PALLONE, F., STASI, E., ROMEO, S., MONTELEONE, G., 2013. „*Appropriate nutrient supplementation in celiac disease.*“ *Annals of Medicine*, roč. 45, č. 8. s. 522-531.

CATASSI, C., RÄTSCH, I. M., GANDOLFI, L., PRATESI, R., FABIANI, E., EL ASMAR, R., FRIJIA, M., BEARZI, I.; VIZZONI, L., 1999. „*Why is coeliac disease endemic in the people of the Sahara?*“ *Lancet*, roč. 354, č. 9179, s. 647–648.

ČEPIČKA, J., BAREŠ, M., BUBNÍK, Z., BŘEZINA, P., ČOPÍKOVÁ, J., ČURDA, D., FILIP, V., KADLEC, P., KUŠTA, J., KVASNIČKA, F., KYZLINK, V., MASÁK, J., PIPEK, P., PRÁŠIL, T., PŘÍHODA, J., RYCHTERA, M., 1995. *Obecná potravinářská technologie*. Praha: VŠCHT, 246 s, ISBN 80-7080-239-1.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Spotřeba vybraných druhů potravin na 1 obyvatele. *Český statistický úřad* [online]. 26. 10 .2016 [cit. 2016-10-31]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu>

ČSN ISO 5492 Senzorická analýza – Slovník. 1999.

ČSN ISO 8586-1 Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů – Část 1: Vybraní posuzovatelé. 2002.

ČSN ISO 8589 Senzorická analýza. Obecná směrnice pro uspořádání senzorického pracoviště. 1993.

DICKEY, W., KEARNEY, N., 2006. „*Overweight in Celiac Disease: Prevalence, Clinical Characteristics, and Effect of a Gluten-Free Diet.*“ *The American Journal of Gastroenterology*, č. 101, s. 2356-2359.

DOSTÁLOVÁ, J., BUBNÍK, Z., CUHRA, P., ČOPNÍKOVÁ, J., ČURDA, L., DOBIŠ, J., DOSTÁLEK, P., FIALA, J., GABROVSKÁ, D., HRUŠKOVÁ, M., KADLEC, P., KOBERNA, M., KOCOUREK, V., MÁLKOVÁ, H., MÁLKOVÁ, I., MELZUCH, K., MÍKOVÁ, K., OPATOVÁ, H., PETŘÍKOVÁ, D., PIPEK, P., PIVOŇKA, J., PŘÍHODA, J., PUDIL, F., RAJCHL, A., RÉBLOVÁ, Z., RYCHTERA, M., SEDLÁČEK, J., SLUKOVÁ, M., ŠÁRKA, E., ŠEVČÍK, R., ŠTĚTINA, J., TLÁSKAL, P., VOLDŘICH, M., WINKLEROVÁ, D., 2014. *Technologie potravin: Potravinářské zbožíznalství*. Vyd. 1., Ostrava: Key Publishing s.r.o, 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2.

EL-BIALEE, N., SAAD, A. M., DIDAMONY, M. I., ZAHRAN, G., 2017. „*Influence of Extrusion-Cooking Conditions on Corn Pasta Quality.*“ European Journal of Engineering Research and Science, roč. 2, č. 3, s. 24-29.

FILA, L., RUŠAVÝ, Z., KOHOUT, P., TEPLAN, V., ŠERCLOVÁ, Z., KRCH, F. D., JANŮ, M., 2010. *Vybrané kapitoly z klinické výživy I.* Praha: Forsapi, 184 s. ISBN 987-80-87250-08-2.

FRIC, P., GABROVSKA, D., NEVORAL, J., 2011. „*Celiac disease, gluten-free diet, and oats.*“ Nutrition Reviews, roč. 69, č. 2, s. 107-115.

GIBERT, A., KRUIZINGA, A. G., NEUHOLD, S., HOUBEN, G. F., CANELA, M. A., FASANO, A., CATASSI, C., 2013. „*Might gluten traces in wheat substitutes pose a risk in patients with celiac disease? A population-based probabilistic approach to risk estimation.*“ The American journal of clinical nutrition, roč. 97, č. 1, s. 109-116.

GIMENÉZ, M. A., BÁMBARO, A., MIRABALLES, M., ROASCIO, A., AMARILLO, M., SAMMÁN, N., LOBO, M., 2015. „*Sensory evaluation and acceptability of gluten-free Andean corn spaghetti.*“ Journal of the Science of Food and Agriculture, roč. 95, č. 1, s. 186-192.

GROCKI, J., 2016. *Is a Gluten-Free Diet Healthy?* [online]. [cit. 2016-10-06]. Dostupné z: <http://livewell.jillianmichaels.com/glutenfree-diet-healthy-5295.html>

GROFOVÁ, Z., 2007. *Nutriční podpora: praktický rádce pro sestry.* Praha: Grada, ISBN 978-80-247-1868-2.

HALLERT, C., GRANT, C., GREHN, S., GRÄNNÖ, C., HULTÉN, S., MIDHAGEN, G., STRÖM, M., SVENSSON, H., VALDIMARSSON, T., 2002. „*Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years.*“ Alimentary Pharmacology and Therapeutics, roč. 16, č. 7, s. 1365-2036.

HOFFMANOVÁ, I., SÁNCHEZ, D., 2015. „*Neceliakální glutenová senzitivita.*“ Vnitřní lékařství, roč. 61, č. 3, s. 219-227.

HRDINA, P., 2016. „*Trendy ve výrobě těstovin v ČR.*“ Potravinářská revue, č. 5, ISSN 1801-9102.

HRUŠKOVÁ, M., HRDINA, P., FILIP, P., 2015. *Těstoviny*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 19 s. ISBN: 978-80-87719-25-1.

CHILLO, S., LAVERSE, J., FALCONE, P. M., DEL NOBILE, M. A., 2008. „*Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea.*“ Journal of Food Engineering, roč. 84, č. 1, s. 101-107.

INGR, I., POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., 1997. *Senzorická analýza potravin*. MZLU Brno, 101 s, ISBN: 80-7157-283-7.

JAROŠOVÁ, A., 2001. *Senzorické hodnocení potravin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 84 s. ISBN: 978-80-7157-539-9.

JEŽEK, F., 2014. *Senzorická analýza potravin. Návody na cvičení*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 81 s. ISBN: 978-80-7305-725-1.

KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M., BRÁNYIK, T., BUBNÍK, Z., ČEŘOVSKÝ, M., ČOPÍKOVÁ, J., ČURDA, L., DEMNEROVÁ, K., DOBIÁŠ, J., DOSTÁLEK, P., DOSTÁLOVÁ, J., FIALA, J., FILIP, V., HAJŠLOVÁ, J., HRUŠKOVÁ, M., KOERNA, M., MAREK, M., MÍKOVÁ, K., OPATOVÁ, H., PALZAROVÁ, J., PIPEK, P., PIVOŇKA, J., PLOCKOVÁ, M., PŘÍHODA, J., RYCHTERA, M., ŠMIDRKAL, J., ŠÁRKA, E., ŠTĚTINA J., VALENTOVÁ, O., 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.

KINCLOVÁ, V., JAROŠOVÁ, A., TREMLOVÁ, B., 2004. „*Senzorická analýza potravin*“. Veterinářství, roč. 54, s. 362-364.

KLESCHT, V., HRNČIŘÍKOVÁ, I., MANDELOVÁ, L., 2006. *Éčka v potravinách*. CPRESS, 108 s. 978-80-251-1483-4.

KOHOUT, P., 2016a. *Ohlédnutí lékaře. Zlepšení dostupnosti bezlepkové diety, nové diagnózy, novinky*. [online]. [cit. 2016-10-30]. Dostupné z: [http://bezlepek.cz/2016/06/ohljednuti-lekare-zlepseni-dostupnosti-bezlepkove—diety-nove-diagnozy-novinky](http://bezlepek.cz/2016/06/ohljednuti-lekare-zlepseni-dostupnosti-bezlepkove-diety-nove-diagnozy-novinky).

KOHOUT, P., 2016b. *Jaký je rozdíl mezi celiakií a alergií na lepek?* [online]. [cit. 2016-10-30]. Dostupné z: <http://bezlepek.cz/2016/10/jaky-je-rozdil-mezi-celiakii-a-alergii-na-lepek>

KOHOUT, P., PAVLÍČKOVÁ, J., 2010. *Celiakie: víte si rady s bezlepkovou dietou?* Praha: Forsapi, ISBN 978-80-87250-09-9.

LALEG, K., CASSAN, D., BARRON, C., PRABHASANKAR, P., MICARD, V., 2016. „*Structural, Culinary, Nutritional and Anti-Nutritional Properties of High Protein, Gluten Free, 100% Legume Pasta*.“ PloS one, roč.11, č. 9.

LAROSSA, V., LORENZO, G., ZARITZKY, N., CALIFANO, A., 2016. „*Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta*.“ LWT-Food Science and Technology, roč. 70, s. 96-103.

MARIOTTI, M., LAMETTI, S., CAPPA, C., RASMUSSEN, P., LUCISANO, M., 2012. „*Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods. Evaluation of the uncooked products*.“ Journal of cereal Science, roč. 56. č. 3, s. 667-675.

MARTI, A., PAGANI, M. A., 2013. „*What can play the role of gluten in gluten free pasta?*“ Trends in food science & technology, roč. 31, č. 1, s. 63-71.

MISSBACH, B., SCHWINGSHACKL, L., BILLMANN, A., MYSTEK, A., HICKELBERGER, M., BAUER, G., KÖNIG, J., 2015. „*Gluten-free food database: the nutritional quality and cost of packaged gluten-free foods.*“ PeerJ, doi: 10.7717.

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. [online]. [cit. 2016-11-18]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32005R2073>

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 41/2009 ze dne 20. ledna 2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku. [online]. [cit. 2016-11-18]. Dostupné z: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:016:0003:0005:CS:PDF>

ONISZCZUK, A., 2016. „*LC-ESI-MS/MS Analysis and Extraction Method of Phenolic Acids from Gluten-Free Precooked Buckwheat Pasta*“ Food Analytical Methods, roč. 11, č. 9.

OTTO, E., 2016. *Vitamins That Are Recommended for a Gluten Free Diet.* [online]. [cit. 2016-10-06]. Dostupné z: <http://livewell.jillianmichaels.com/vitamins-recommended-gluten-diet-5577.html>

PELIKÁN, M., SÁKOVÁ, L., 2001. *Jakost a zpracování rostlinných produktů.* Č. Budějovice: ZF JU, ISBN: 80-7040-502-3.

POKORNÝ, J., 1993. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti.* Praha: ÚZPI, ISBN: 80-85120-34-8.

POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PUDIL., 1997. *Senzorická analýza – laboratorní cvičení*. Praha: VŠCHT, 60 s, ISBN: 80-7080-278-2.

POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PANOVSÁ, Z., 1998. *Senzorická analýza potravin*. Praha: VŠCHT, 95 s, ISBN: 80-7080-329-0.

PRASAD, R., MOOCHHALA, N., 2010. *Vaříme zdravě bez lepku, cukru a mléka: jak pomocí vhodné stravy zmírnit příznaky Crohnovy choroby, celiakie, cystické fibrózy a dalších onemocnění*. Brno: Computer Press, 224 s, ISBN 978-80-251-2404-8.

PŘIBYLOVÁ, P., 2012. "Bezlepková dieta pro praxi." *Medicína pro praxi*, roč. 9, č. 2, s. 78-81.

PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M., 2004. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, ISBN: 80-7080-530-7.

REILLY, N. R., 2016. „*The Gluten-Free Diet: Recognizing, Fact, Fiction, and Fad.*“ *The Journal of Pediatrics*, č. 175, s. 206-211.

SATURNI, L., FERRETTI, G., BACCHETTI, T., 2010. „*The Gluten-Free Diet: Safety and Nutritional Quality.*“ *Nutrients*, roč. 2, č. 1, s. 16-34.

SEREEWAT, P., SUTHIPINITTHAM, CH., SUMATHALUK, S., PUTTANLEK, CH., UTTAPAP, D., RUNGSARDTHONG, V., 2015. „*Cooking properties and sensory acceptability of spaghetti made from rice flour and defatted soy flour.*“ *LWT-Food Science and Technology*, roč. 60, č. 2, s. 1061-1067.

SILVA, E. M. M., ASCHERI, J. L. R., ASCHERI, D. P. R., 2016. *Quality assessment of gluten-free pasta prepared with a brown rice and corn meal blend via thermoplastic extrusion.* “ *LWT-Food Science and Technology*, roč. 68, s. 698-706.

SILVESTER, J. A., WRITEN, D., GRAFF, L.A., WALKER, J. R., DUERKSEN, D. R., 2016. „*Living gluten-free: adherence, knowledge, lifestyle adaptations and feelings towards a gluten-free diet.*“ Journal of human nutrition and dietetics, roč. 29, č. 3, s. 374-382.

ŠOTTNÍKOVÁ, M., 2011. „*Formula for pasta gluten-free diet.*“ Potravinářstvo, roč. 5, s. 314-318.

VICI, G., BELLI, L., BIONDI, M., POLZONETTI, V., 2016. „*Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review.*“ Clinical nutrition, doi: 10.1016.

VYHLÁŠKA č. 333/1997 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. [online]. [cit. 2016-11-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-333>.

WU, J. H., NEAL, B., TREVENA, H., CRINO, M., STUART-SMITH, W., FAULKNER-HOGG, K., YU LOUIE, J. C., DUNFORD, E., 2015. „*Are gluten-free foods healthier than non-gluten-free foods? An evaluation of supermarket products in Australia.*“ The British journal of nutrition, roč. 114, č. 3, s. 448-454.

7 Přílohy

7.1 Seznam tabulek

Tabulka 1: Průměrné složení komerčního vitálního pšeničného lepku.....	19
Tabulka 2: Nutriční hodnota bezlepkových těstovin ve 100 g.....	21
Tabulka 3: Průměrné časy potřebné k uvaření těstovin v minutách.....	39
Tabulka 4: Vaznost těstovin.....	40
Tabulka 5: Bobtnavost těstovin.....	40
Tabulka 6: Usazenina.....	41
Tabulka 7: Vyhodnocení tvaru.....	43
Tabulka 8: Vyhodnocení lepivosti.....	44
Tabulka 9: Vyhodnocení barvy.....	45
Tabulka 10: Vyhodnocení vůně.....	46
Tabulka 11: Vyhodnocení chuti.....	47

7.2 Seznam grafů

Graf 1: Počet hodnotitelů.....	42
Graf 2: Vyhodnocení tvaru – průměrné hodnoty.....	43
Graf 3: Vyhodnocení lepivosti – průměrné hodnoty.....	44
Graf 4: Vyhodnocení barvy – průměrné hodnoty.....	45
Graf 5: Vyhodnocení vůně – průměrné hodnoty.....	46
Graf 6: Vyhodnocení chuti – průměrné hodnoty.....	47
Graf 7: Vyhodnocení součtu pořadí pro barvu.....	49
Graf 8: Vyhodnocení součtu pořadí pro chuť.....	50
Graf 9: Vyhodnocení součtu pořadí pro celkové hodnocení.....	50

7.3 Seznam obrázků

Obrázek 1: Použité těstoviny – balení.....	34
Obrázek 2: Použité těstoviny.....	35

7.4 Formulář k sensorickému hodnocení

Senzorické hodnocení bezlepkových těstovin

Jméno:

Datum:.....

Úkol č. 1: Ochutnejte postupně předložené vzorky a vyznačte na stupnici od 0 do 100 podle jakosti. Na stupnici vyznačte všechny vzorky a napište vždy jejich číslo.

Tvar:

0 – velmi porušený

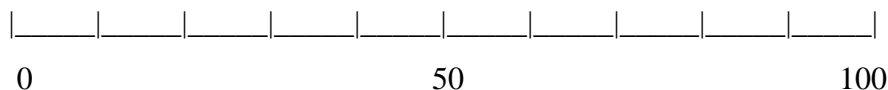
100 – neporušený



Lepivost:

0 – značná

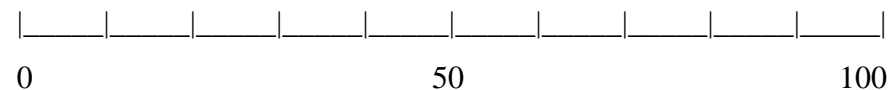
100 – žádná



Barva: měla by být rovnoměrná v různých odstínech žluté

0 – neodpovídající

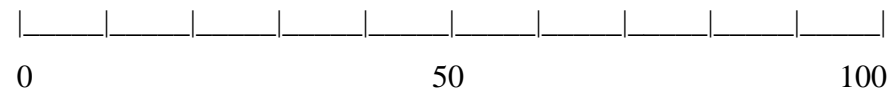
100 – příjemná, odpovídající



Vůně: měla by být příjemná těstovinová

0 – nepříjemná

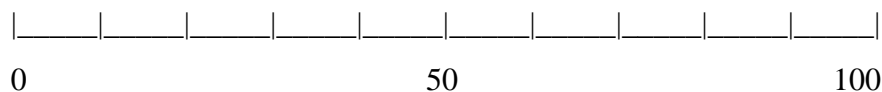
100 – příjemná, odpovídající



Chuť: měla by být příjemná těstovinová

0 – nepříjemná

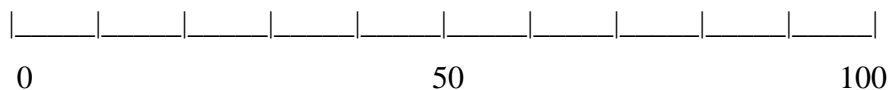
100 – příjemná, odpovídající



Celkové hodnocení:

0 – špatné

100 – vynikající



Pořadový preferenční test

Úkol č. 2: Hodnocení těstovin pořadovou zkouškou

Ochutnejte opět postupně předložené vzorky a seřaďte je podle klesající jakosti, ochutnejte znovu a upravte, pokud je zapotřebí. Výsledky zapište tak, že na 1. pořadí umístíte nejlepší vzorek a na poslední pořadí nejhorší vzorek.

Barva

Pořadí	Číslo vzorku
1	
2	
3	
4	

Chuť

Pořadí	Číslo vzorku
1	
2	
3	
4	

Celkové hodnocení

Pořadí	Číslo vzorku
1	
2	
3	
4	