

# Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

## Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Agropodnikání  
Katedra: Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů  
Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

### HODNOCENÍ KVALITY BEZLEPKOVÝCH POTRAVIN SE ZAMĚŘENÍM NA BEZLEPKOVÉ TĚSTOVINY

**Vedoucí práce:** Ing. Dana Jirotková

**Autor:** Tereza Bláhová

České Budějovice

2014

# Zadávací list

# **Zadávací list**

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat mé vedoucí diplomové práce paní Ing. Daně Jirotkové za odborné vedení, za ochotu a čas, který mi věnovala při zpracování této práce.

Mé poděkování patří všem, kteří mi pomáhali a poskytovali cenné informace a rady k vypracování diplomové práce.

Také děkuji své rodině za podporu, kterou mi věnovali v době studia.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce.

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.

V Českých Budějovicích dne

.....

Tereza Bláhová

# Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....</b>	<b>9</b>
2.1 Bezlepková dieta .....	9
2.1.1 Celiakie .....	9
2.1.2 Alergie na lepek.....	10
2.2 Lepek (Gluten).....	11
2.3 Těstoviny .....	12
2.3.1 Suroviny pro výrobu těstovin.....	13
2.3.2 Suroviny pro výrobu bezlepkových těstovin .....	14
2.3.3 Technologický postup výroby těstovin .....	18
2.4 Kvalita těstovin.....	21
2.4.1 Nutriční hodnota bezlepkových těstovin .....	22
2.4.2 Sensorické a texturní vlastnosti bezlepkových těstovin .....	23
2.5 Sensorická analýza potravin.....	24
2.5.1 Smyslové vnímání.....	24
2.5.2 Sensorická laboratoř a hodnotitelé .....	25
2.5.3 Hodnocení vzorku .....	26
2.5.4 Metody laboratorní sensorické analýzy.....	27
<b>3. MATERIÁL A METODIKA .....</b>	<b>28</b>
3.1. Cíl práce.....	28
3.2 Charakteristika vzorků .....	28
3.3 Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností těstovin .....	31
3.3.1 Stanovení vařivosti .....	31
3.3.2 Stanovení vaznosti .....	32
3.3.3 Stanovení zvětšení objemu (bobtnavost) .....	32
3.3.4 Stanovení usazeniny (sedimentu) .....	32

3.4	Senzorické hodnocení vlastností těstovin.....	33
3.5	Pořadový test .....	33
3.6	Dotazníkové šetření .....	33
3.7	Zpracování výsledků.....	34
<b>4.</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUSE .....</b>	<b>35</b>
4.1.	Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností těstovin .....	35
4.1.1	Stanovení vařivosti .....	35
4.1.2	Stanovení vaznosti .....	36
4.1.3	Stanovení zvětšení objemu (bobtnavosti) .....	36
4.1.4	Stanovení usazeniny (sedimentu) .....	37
4.2	Senzorické hodnocení vlastností těstovin.....	37
4.2.1	Senzorické hodnocení těstovin v syrovém stavu .....	37
4.2.2	Senzorické hodnocení uvařených těstovin .....	43
4.3	Pořadový test .....	51
4.3.1	Barva .....	52
4.3.2	Chuť.....	52
4.3.3	Vůně .....	53
4.4	Vyhodnocení dotazníkového šetření .....	57
<b>5.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>68</b>
<b>7.</b>	<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>70</b>
<b>8.</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>77</b>
8.1.	Seznam tabulek.....	77
8.2.	Seznam grafů.....	77
8.3.	Seznam obrázků .....	79
8.4.	Senzorické hodnocení – dotazník .....	79
8.5.	Zkouška vaření – protokol.....	82
8.6.	Pořadový preferenční test .....	82
8.7.	Dotazníkové šetření – dotazník.....	84

# 1. ÚVOD

Popularita těstovin se po celém světě zvyšuje díky pohodlí, chutnosti, dlouhé a snadné skladovatelnosti, ale i nutričním vlastnostem. Kromě běžných těstovin vyrobených z tvrdé pšenice semoliny je běžné obohatit těstoviny o některé další obiloviny (ječmen, žito), pseudo - obiloviny (pohanka, amarant, quinoa) a luštěninové mouky (hrách, cizrna), které poskytují zdroje vlákniny, minerálů, antioxidantů a polyfenolů.

V posledních několika desetiletích vzniká další skupina těstovinových výrobků, takzvané bezlepkové (glutenfree), jejich spotřeba se zvyšuje nejen rostoucím počtem celiaků, ale i těch, kteří chtějí vyloučit lepek ze své stravy ze zdravotních důvodů a z důvodu změny životního stylu.

Reakce na lepek se může objevit v každém věku. V současné době existuje široká škála bezlepkových produktů pro celiaky, které jsou vyrobené z rýže, kukuřice a dalších bezlepkových surovin. Navíc některé bezlepkové produkty jsou nutričně nižší, tedy chudší na minerály a bio- složky, než potraviny na bázi pšenice. To znamená, že větší pozornost by měla být věnována nutriční a sensorické kvalitě bezlepkových výrobků.

Stupeň obtížnosti při výrobě bezlepkových produktů je úzce spojen s technologickou rolí lepku v potravině. Například sušenky, jejichž struktura je závislá především na cukru a tuku, aby byla zajištěna ostrost a křehkost, jsou nejjednodušší na formulaci bez lepku, protože to hraje vedlejší roli v jejich tvorbě a kvalitě konečného produktu.

Nejnáročnější produkt je bezlepkový chléb a těstoviny, protože lepek je v této potravině nejdůležitější. Několik prací, publikovaných v posledním desetiletí na bezlepkové těstoviny, ukazuje obtížnost tohoto úkolu.



## **2. LITERÁRNÍ PŘEHLED**

### **2. 1 Bezlepková dieta**

Základní a kauzální léčbou celiakie je celoživotní přísná bezlepková dieta. To znamená, že nemocný celiakií musí jednou provždy úplně vyloučit ze svého jídelníčku suroviny, potraviny a nápoje obsahující lepek (gluten), přesněji řečeno jeho část gliadin, která se uvolňuje při štěpení. Lepek obsahuje pšenice, ječmen, žito. Nedoporučuje se ani konzumace výrobků z ovesa. Jako bezpečné náhradní suroviny se používají rýže, kukuřice, pohanka, sója, proso, amarant a brambory. Na trhu je v současné době poměrně široký sortiment speciálních bezlepkových směsí – na přípravu chleba, pečiva a zahušťování pokrmů, které se liší jednak kvalitou a také cenou. Všechny ovšem musí splňovat současnou platnou normu pro bezlepkové potraviny, 10 mg gliadinu na 100 g sušiny, která je dána vyhláškou č. 54/2004 Sb. EU doporučuje 1 mg gliadinu. Tolerance zbytkového množství lepku v potravinách je u nemocných celiakií různá, proto se obecně doporučuje, aby obsah lepku v potravinách a surovinách určených pro bezlepkovou dietu byl co nejnižší (Bušinová, 2006).

#### **2. 1. 1 Celiakie**

Celiakie je autoimunitní onemocnění způsobené trvalou nesnášenlivostí lepku (glutenu), tj. hlavní bílkovinné složky v povrchní části pšenice, žita a ječmene. Jde o geneticky podmíněnou ztrátu orální tolerance na jeho některé štěpné produkty (peptidy), které vyvolávají u disponovaných jedinců trvalou tvorbu protilátek k těmto peptidům a i k některým vlastním bílkovinám lidského organismu (Frič, 2008).

Epidemiologické výzkumy naznačují, že celiakie je běžná a že prevalence celiakie je přibližně 1% v obecné populaci (Niewinski, 2008). Odhaduje se, že v Evropě jsou 3 milióny pacientů s celiakií. Na základě studií se soudí, že v ČR je asi 40 000 – 50 000 pacientů s celiakií, diagnostikováno je však pouze 10 – 15 % z nich (szpi.cz).

Případy celiakie rostou, u starších lidí je stále zřejmější (Curiel et al., 2014). Jediný způsob léčby celiakie je celoživotní striktní bezlepková dieta. Dnes je odběr a spotřeba bezlepkových výrobků stále jednodušší a to díky nárůstu počtu a kvalitě bezlepkových potravin, které jsou k dispozici v některých obchodech s potravinami a ve

specializovaných obchodech. Bezlepkové potraviny bývají s vysokým obsahem tuku a kalorií, to zvyšuje chuť, texturu a vzhled (Curiel et al., 2014).

### **2.1.2 Alergie na lepek**

Alergie na lepek je stav, kdy u některých lidí dochází k nepříznivým reakcím po požití lepku, aniž by bylo přítomno typické poškození sliznice tenkého střeva. Alergie na lepek tedy neznamena, že jde o diagnózu celiakie. Klinické projevy alergie na lepek jsou nejčastěji vázány na trávicí trakt - dochází k nevolnostem, křečím, nadýmáním, průjmovým stavům, ale postihnout vás může též únava a bolesti kloubů. K odstranění potíží je třeba vyloučit lepek ze stravy. V některých případech je na rozdíl od celiakie nepatrné množství lepku tolerováno. Zda se jedná o prostou alergii na lepek či celiakii, musí vždy rozhodnout lékař ještě před nasazením diety ([bezgluten.cz](http://bezgluten.cz)).

### **Potraviny určené pro osoby s nesnášenlivostí lepku**

Legislativní požadavky na obsah a označování lepku jsou upraveny nařízením (ES) č. 41/2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku, které stanovuje jednotná evropská pravidla pro označování potravin z hlediska obsahu lepku. Nařízení umožňuje deklarovat označení „bez lepku“ i na potravinách určených k běžné spotřebě, což přispívá k větší rozmanitosti stravy při bezlepkové dietě. Nařízení (ES) č. 41/2009 proto z pohledu označování a obsahu lepku vymezuje dvě základní kategorie, které se odlišují jak požadavky na obsah lepku, tak stanoveným způsobem označení:

- Označení „BEZ LEPKU“: Je určeno primárně pro potraviny z přirozeně bezlepkových surovin a je povoleno jak u potravin určených pro zvláštní výživu, tak u běžných potravin. Obsah lepku musí činit nejvýše 20 mg/kg v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli.
- Označení „VELMI NÍZKÝ OBSAH LEPKU“: Je určeno pro označení potravin obsahujících jednu nebo více složek ze speciálně upravené pšenice, ječmene, ovsa, žita nebo jejich kříženců. Údaj „velmi nízký obsah lepku“ není možné použít v označení běžných potravin a rovněž v označení potravin, které neobsahují žádnou složku z pšenice ječmene, ovsa, žita nebo jejich kříženců. Obsah lepku

musí činit nejvýše 100 mg/kg v potravině ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli.

Výše uvedený systém značení slouží spotřebitelům s nesnášenlivostí lepku jako základní vodítko při výběru vhodných potravin, které umožňuje získat základní, rychlé informace o charakteru potraviny z hlediska obsahu lepku (szpi.cz).

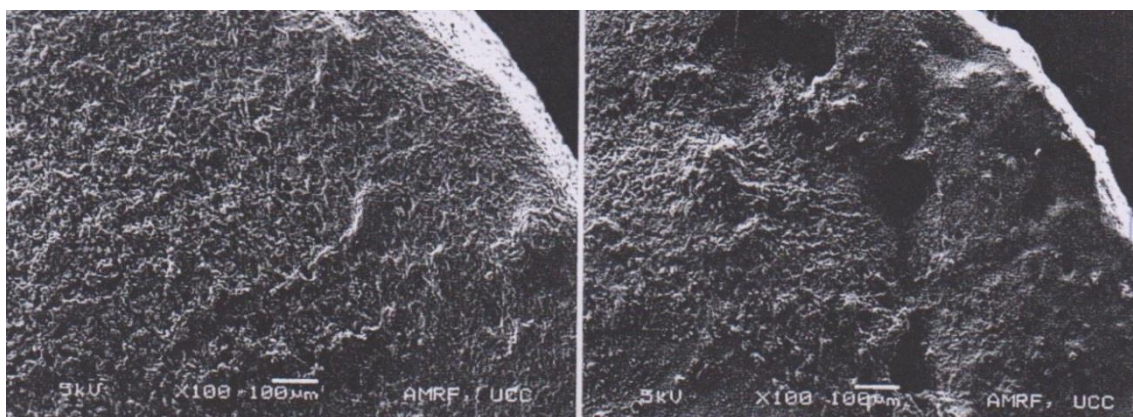
## **2. 2 Lepek (Gluten)**

Lepek, žlutavě šedá prášková směs ve vodě nerozpustná se skládá hlavně z proteinů gliadinu a gluteninu. Vlastnosti lepku se liší v závislosti na jeho složení, které se liší v závislosti na zdroji (Encyclopedia Britannica, Inc., 2012).

Strukturu gliadinu si lze představit jako jeden spojitý řetězec bílkoviny tvořený zčásti úseky helixů a zčásti náhodnými ohyby. Helixy jsou udržovány vodíkovými vazbami a ohyby řetězce jsou drženy pevnými disulfidovými (S-S) vazbami. Glutenin je představován jako složitý komplex tvořený mnoha řetězci různé velikosti. Nízkomolekulární řetězce jsou uvnitř gluteninu udržovány disulfidovými a vodíkovými vazbami, ale navenek jsou s ostatními řetězci spojeny jen vodíkovými vazbami a udržovány hydrofóbními silami. V koncových doménách nízkomolekulárních řetězců se vyskytují – SH skupiny aminokyselin (Stauffer, 1999).

Lepek - gluten je obilná bílkovina obsažená v pšenici, žitě, ječmenu a ovsu. Jsou to obiloviny, které naši předkové hojně používali jak pro přímou lidskou výživu, tak pro výkrm hospodářských zvířat. Nabízí se otázka, proč nám nyní lepek tolik vadí. V první řadě byla největší a nejzásadnější změna způsobena vynálezem maďarského mlynáře, který změnil technologii mletí mezi kameny, známou ve všech etnikách na celém světě po tisíciletí, za mačkání zrn mezi ocelovými válci. Perspektiva mnohonásobného navýšení produktivity mletí přilákala americké průmyslníky a poté se válcové mlýny rozběhly do celého světa. Změna technologie mletí přinesla i další výhody. Při válcovém mletí dojde k oddělení jednotlivých vrstev obilného zrna. Nejprve vypadne klíček a to je výborná zpráva pro obchodníky, protože bez klíčku se prodlouží skladovatelnost mouky až o roky. Klíček se opraží a vyrobí se z něho potravinový doplněk, nebo se spolu s vrchní vrstvou prodá zemědělcům v krmných směsích. Prostřední bílá část zrna obsahuje v průměru 70 % škrobu a 30 % bílkovin, převážně lepku. Tento materiál je

ideální pro pečení bílého pečiva a to se dobře prodává. Tato změna začala před sto sedmdesáti lety a do dnešní doby je vymílaná pšeničná mouka základní potravinou celé severozápadní polokoule. Většina obilné produkce se však používá ke krmení zvířat a jejich maso a mléko tvoří největší energetický objem stravy tzv. "vyspělé" západní civilizace (withoutgluten.eu). Lepek je hlavní strukturou tvořící protein a je odpovědný za elastické vlastnosti v těstě. Protein je zásadní pro výrobu převážné části potravin, včetně těstovin (Mariotti, et al., 2009).



*Obrázek 1: Mikrofotografie získaná za použití rastrovacího elektronového mikroskopu (JSM-5510, JEOL Ltd.), s pracovní vzdáleností 8 mm a urychlovacím napětím 5 kV na úrovni zvětšení X100. Vlevo jsou vařené komerční pšeničné těstoviny a vpravo jsou vařené komerční bezlepkové těstoviny (Schoenlechner et al., 2010).*

## **2.3 Těstoviny**

Těstoviny patří mezi nejvýznamnější základní potraviny, a to pro svou dobrou skladovatelnost, jednoduchou přípravu a všestranné použití. Mohou sloužit jako příloha, jako hlavní chod, zavářka do polévky i jako pikantní salát. Jedná se o výrobky z pšeničné krupice nebo mouky vymleté nejvýše na sedmdesát procent, s přídavkem vajec nebo bez nich, připravené k vaření a vyráběné tvarováním a sušením prohněteného těsta vypracovaného bez použití kvasných pochodů nebo pečení. Těsto je zpravidla osolené. Celý sortiment zahrnuje mnoho různých druhů těstovinových výrobků různého jakostního stupně a z různých hledisek je lze rozdělit zejména podle druhu pšeničné suroviny, použití vajec, tvaru (hotelrevue.cz).

### 2.3.1 Suroviny pro výrobu těstovin

**Mouka** je hlavní těstářská surovina, která rozhodujícím způsobem ovlivňuje mechanické vlastnosti těstovin a její vzhled, jakostní těstářskou mouku lze vyrobit pouze z kvalitní pšenice, která má sytě zbarvená sklovitá zrna s vysokým obsahem bílkovin (12 – 16%), tedy 36 – 50% mokrého lepku. Uvedeným požadavkům nejlépe vyhovuje pšenice tvrdá. Má vysoký obsah žlutých a oranžových karotenových barviv a je sklovitá. Sklovitost pšenice, která je způsobena vlastnostmi endospermu, má vazbu na tzv. průsvitnost těstovin, která patří k žádaným sensorickým charakteristikám sušených těstovin. Polohrubá mouka vyrobená z tvrdé pšenice se nazývá semolina. Optimální obsah mokrého lepku (35 – 45%) v mouce zajišťuje těsto pevné a vláčné. Mouka s obsahem lepku pod 30% umožňuje vyšší výkon lisu, protože těsto klade menší odpor a rychleji prochází matricí, ale výrobek bývá lepivý, našedlé barvy a snadno se rozváří. Naopak obsah lepku nad 40% již znatelně snižuje výkonnost lisu. Při zpracování takové mouky se doporučuje zvýšit teplotu a vlhkost těsta, které bývá mechanicky velmi pevné (Příhoda et al., 2004).

**Voda** se používá jako recepturní složka (24 – 30% na mouku) a pro provozní účely (chlazení, mytí – cca 100% na mouku). Pro výrobní účely musí splňovat požadavky normy na pitnou vodu, nemá reagovat kyselou (kvůli korozi) ani nemá mít vyšší tvrdost než 10 – 11 mmol na litr. Vyšší obsah soli působí drobnost těsta, ionty Fe mohou být příčinou tmavnutí těstovin, ionty Mg ztěžují proces sušení. Teplota použité vody závisí na jakosti mouky a druhu těstovin. Pohybuje se v rozmezí 22 – 50°C. čím má mouka vyšší obsah lepku, tím lze použít teplejší vodu. Pro optimální proces lisování se doporučuje udržovat teplotu těsta v rozmezí 28 – 30°C (Příhoda et al., 2004).

**Vejce** jsou nezbytnou součástí receptury těstovin vyráběných z polohrubé těstářské mouky. V zahraničí se přidávají i do vysoce kvalitních těstovin ze semoliny, u nás není tato praxe zavedena. U nás se přidávají v sušeném stavu v množství odpovídajícím 2 až 5 ks na 1 kg mouky, 1 čerstvé vejce odpovídá 10,425 g sušené směsi (Příhoda et al., 2004).

**Ostatní suroviny** se používají v menším množství jako zlepšující přípravky. Lze je rozdělit do 4 skupin (Pelikán, M., Sáková, L. 2001):

- látky zvyšující výživnou hodnotu – vejce, mléko, sója, lepek
- látky ochucující – ovocné a zeleninové šťávy, pasty, aromatické látky
- zlepšovadla – antioxidanty, zabraňující rozkladu karotenoidů mouky
- Biologicky aktivní složky – vitamínové přípravky (B1, B2)

### **2.3.2 Suroviny pro výrobu bezlepkových těstovin**

Rýže (Lai, 2002) a kukuřice (Da Silva et al., 2008; Mastromatteo, 2011) jsou z hlediska využití pro výrobu bezlepkových těstovin dobře prozkoumány a jsou v potravinářském průmyslu nejčastěji používané pro výrobu bezlepkových těstovin. Ve 22 z 33 komerčních produktů je obsažena rýže a 20 z 33 produktů obsahuje kukuřici. Jiné méně fundované bezlepkové suroviny použité pro výrobu těstovin zahrnují pseudoobiloviny, jako je merlík (Caperuto et al., 2001), pohanka (Alamprese et al., 2007) a laskavec (Schoenlechner et al., 2010). I přes vysokou nutriční kvalitu pohanky je její použití omezeno vzhledem jak k vyšší ceně v porovnání s kukuřicí a rýží, tak i k její tmavé barvě a silné chuti. Chillo et al. (2007) uvádí, že použití amarantové mouky má za následek, že těstoviny mají významné potíže při fázi vytlačování. Nicméně při začlenění merlíkové, cizrnové a bobové mouky se zlepšily amarantové těstoviny a výsledné produkty vykazují vynikající vlastnosti při vaření, tak i sensorické vlastnosti (Chillo et al., 2008).

Kromě bezlepkových obilnin, které jsou potřeba pro výrobu těstovin, musíme brát v úvahu také bezobilné zdroje. Některé komerční těstovinové výrobky obsahují cizrnovou mouku, mouku z lupiny i bramborovou mouku. Schoenlechner et al. (2010) nahradil 3% amarantu, merlíku nebo pohankové mouky vaječným bílým práškem, izolátem sójových bílkovin a kaseinu. S ohledem na texturní vlastnosti a ztráty z vaření byl vaječný bílek z prášku lepší. Doplněk ve formě sójového proteinu a kaseinu má za následek rychlejší rozpad při vaření, což ukazuje na slabší těsto. Hrachový protein byl použit ve dvou obchodních značkách (Gerblé a Schär). Vyhovující těstoviny se vyznačují jednotnou barvou a hladkým povrchem a nízkou ztrátou hmoty během vaření.

Protože tyto vlastnosti jsou na rozdíl od pšeničné krupice často neuspokojivé při použití bezlepkových obilovin, můžeme jako přísady použít emulgátory. Mastná povaha emulgátorů může vystupovat jako mazivo v procesu vytlačování, což má za následek menší opotřebení trysky a tím je výroba jednodušší. Emulgátory mohou také poskytnout pevnější konzistenci, méně lepivý povrch a lepší retenční vlastnosti škrobu během vaření (Lai, 2002). Přestože výroba těstovin obsahujících ovesnou nebo merlíkovou mouku byla neúspěšná, Chillo et al. (2009) získal přijatelné výsledky s přidavkem předbobtnalého škrobu, jako strukturální činidlo. Část mouky se zahřívá na 80°C, pak se ochladí a přidá se do směsi vody a mouky. Další produkty také mohou obsahovat modifikovaný škrob, protože škroby změněné fyzikálními prostředky nebo enzymy mohou být označeny pouze jako škrob. Toto označení musí být doplněno údajem o jeho původu v případě, pokud zdroj může obsahovat lepek (European Parliament and the Council, 2000).

### **Bezlepkové těstoviny**

Kukuřičné nebo rýžové produkty hrají důležitou úlohu ve výživě lidí trpících nesnášenlivostí lepku (celiakie). Kukuřičné nebo rýžové těstoviny se vyznačují skelným průřezem, pevnou konzistencí po uvaření, omezenou ztrátou vaření a zbarvením typickým po použité surovině (Lai, Hsi-Mei, 2001). Někdy se z technologických důvodů některé přídatné látky jako methylcelulóza nebo diglyceridy nebo jiné emulgátory, použijí pro správnou tvorbu struktury (Raina et al., 2005, Wójtowicz, A., 2007, Wójtowicz, A., 2005).

### **Jak nahradit funkci lepku v bezlepkových těstovinách**

Zatímco proteiny lepku hrají klíčovou roli ve vlastnostech těstovin z konvenční krupice, škrob je rozhodující složkou v bezlepkových těstovinách pouze tehdy, pokud je možné reorganizovat makromolekulární strukturu takovým způsobem, který dává strukturu podobné té, která se nachází v krupici běžných produktů. Společnosti na výrobu bezlepkových těstovin mohou přijmout různé přístupy k dosažení tohoto cíle. V každém případě škrob musí převzít strukturální roli, což se vztahuje k tendenci

zgelovatění a vede to k novým strukturám, které zpomalují další bobtnání škrobu a rozpouštění v průběhu vaření. V podstatě lze nahradit lepek v bezlepkových těstovinách výběrem vhodné formulace a recepty s tepelným ošetřením. Běžné přísady v bezlepkových těstovinách jsou mouka anebo škrob z kukuřice, rýže, brambor nebo jiné hlízy s přidávkem proteinu a emulgátorů, které mohou částečně působit jako náhrada za lepek. Rozmanitost bezlepkových surovin přispívá ke zvýšení množství a kvality výrobků pro osoby trpící celiakií. Formulace bezlepkových těstovin vyžaduje důkladnou znalost dílčích vlastností bezlepkových mouk a škrobu (Pagani, A-M. and Pagani, M., 2013).

### **Vlastnosti bezlepkové škrobové moučky**

Ideální škrob pro bezlepkové těstoviny by měl mít výrazný sklon k retrogradní vlastnosti: tato vlastnost, se obvykle vyznačuje vysokým obsahem amylozy v obilovinách a luštěninách, zajišťuje dobrou strukturu a nízkou ztrátu při vaření a to i po delším vaření (Bhattacharya et al., 1999).

- **Rýže**

Rýžová mouka nebo rýžový škrob jsou přítomny prakticky ve všech bezlepkových produktech na trhu. Rýžová mouka se často vyrábí od zlomkového zrna, které je odstraněno během mletí, protože snižuje obchodní jakost celozrnné rýže. Tradiční rýžové nudle jsou vyrobeny z dlouhozrnné rýžové mouky se středně vysokým obsahem amylozy (>22g/100g), která hraje klíčovou roli při vytváření škrobové sítě v rýžových nudlích (Pagani, A-M. and Pagani, M., 2013). Schopnost bobtnání škrobu a poměr amylozy, amylopektinu, jsou dva hlavní faktory, které ovlivňují kvalitu rýžových nudlí. Rýžové odrůdy s vysokým obsahem amylozy, nízkou želatinační teplotou a tvrdou gelovou konzistencí se nejlépe hodí pro výrobu nudlí. Tyto nálezy byly potvrzeny o několik let později, když byla nalezena dobrá korelace mezi fyzikálně - chemickými vlastnostmi a texturou nudlí (Bhattacharya et al., 1999). Malá pozornost byla věnována mouce z hnědé rýže, která má vysoké nutriční hodnoty vztahující se na vlákniny, kyseliny fytové, vitaminy E a B a kyseliny aminomáselné. Čím vyšší je obsah vlákniny v hnědé rýži, tím je slabší síť škrobu a v důsledku toho se zvyšují ztráty při vaření.



- **Kukuřice**

Amylóza v kukuřičných nudlích byla také uvedena jako odpovědný komponent pro texturní celistvost po vaření. Hager et al. (2012) uvádějí, že čím nižší je obsah amylozy v kukuřičné směsi, tím nižší je kvalita nudlí při vaření. Avšak kukuřičné škroby s vysokým obsahem amylozy (> 40 %) neposkytují dostatečný stupeň želatinace během ohřevu (Tam et al., 2004). Pagani, A-M. and Pagani, M. (2013) studovali vliv různých tepelných úprav (bubnové sušení, vytlačování, vaření) na vlastnostech kukuřičných těstovin. Nejvyšší kvalita vaření byla pozorována za použití procesu bubnového sušení. Waniska et al. (1999) zkoumali účinky různých parametrů na kvalitu kukuřičných nudlí. Předehřátá směs kukuřičné mouky a vody (43 až 45 % vlhkosti) při teplotě 90 až 95°C byla nutná, aby se úspěšně vytlačily nudle. Přidání vody k výrobě nudlí vedlo k vyšší želatinaci, která je spojena s delší dobou vaření a nižší ztrátou při vaření (Waniska et al., 1999).

- **Čirok**

Představuje zajímavé vlastnosti z hlediska výživy, neboť je zdrojem bílkovin, škrobu a antioxidantů. Z tohoto důvodu může být využití čiroku vhodné pro výrobu těstovin nebo jako náhrada za kukuřičnou nebo rýžovou mouku při přípravě bezpečných potravin. Suhendro, et al. (2000) zkoumali vliv podmínek kultivarů, velikosti částic mouky a zpracování na kvalitu vaření nudlí připravených z mouky z loupaného čiroku v laboratorním měřítku. Hladká mouka předehřátá v mikrovlnné troubě suchou dvoustupňovou metodou produkovala nejlepší nudle s mírnými suchými ztrátami hmoty. Nudle z voskového čiroku mají nižší kvalitu ve srovnání s normálním čirokem. Tyto nudle byly měkké a lepkavé, s vysokými ztrátami v průběhu vaření (Suhendro et al., 2000).

- **Pseudo – obiloviny**

Amarant, quinoa (merlík), laskavec, pohanka jsou stále populárnější, protože zlepšují nutriční kvalitu bezpečných produktů, pokud jde o vysoký obsah vlákniny, vitamínů, minerálů a dalších bioaktivních složek (polyfenoly, fytoosteroly), (Alvarez - Jubete, et al., 2010).

### 2.3.3 Technologický postup výroby těstovin

Technologický postup výroby těstovin zahrnuje tyto základní výrobní operace:

- Příprava a dávkování surovin
- Výroba těsta a lisování
- Sušení
- Skladování a balení

#### Příprava a dávkování surovin

Předpokladem dosažení výroby jakostních těstovin je zajištění homogenity základních surovin kontinuálním dávkováním. Těstářské mouky se skladují v zásobnících (tzv. moučné hospodářství) a do výroby se dopravují pneumaticky. Sušená vejce a ostatní suroviny obvykle ve formě premixu se také dávkuje z přípravných zásobníků přes dávkovací váhy. Pouze speciální druhy těstovin využívají šaržový postup přípravy surovin. Kompletní směs mouk, vajec a přídavných surovin se homogenizuje a dopravuje do zásobníků nad těstářský lis (Příhoda et al., 2004).

#### Výroba těsta a lisování

Technologický postup výroby těstovin zahrnuje: mísení, hnětení a lisování (těstářský lis), ofukování, předsoušení a sušení (sušící linka), skladování a balení. Těsto na výrobu těstovin je tuhé, spíše nesourodé konzistence. Obsahuje 28 – 32% vody. Operace mísení a hnětení se provádí v těstářském lisu pod tlakem. Doba závisí na mnoha faktorech (druh lisu, kvalita mouky, druh těstovin a stupeň plnění), u starších typů je 10-20 minut, moderní lisy mají dobu přípravy těsta kratší. Vyrobené těsto je posouváno do výtlačného šneku, kde se protlačuje matricí. Jedná se o nízkotlakovou extruzi (do 12 MPa), kde tlak a rychlost lisování určují otáčky šneku (zpravidla v rozsahu 22 - 36 minut).

Hnětení za vakua usnadňuje dávkování surovin a zlepšuje vzhled těstovin (zabraňuje tzv. pruhovitost). Také teplota těsta (43 – 45 °C) ovlivňuje jakost těstovin. Při zvýšení nad 50°C může kromě snížení výkonu lisu dojít i ke zvýšení křehkosti, šednutí barvy, zdrsnění povrchu a vyšší rozvářivosti. Těstářské lisy jsou proto intenzivně

chlazeny. Stejnoměrná konzistence těsta je podmínkou jakostní výroby a zajišťuje se také stabilním plněním hnětací vany (v každém lise je určena výška surovin v poměru k lopatkám) a rovnoměrným přísunem surovin. Důležitou částí lisu je výtlačná matrice, jejíž tvar závisí na druhu těstovin (kulaté pro krátké druhy, obdélníkové pro špagety a svítky), a otvory určující tvar výrobků. Vytvarované těstoviny jsou po průchodu matricí odřezávány rotujícími noži (krátké druhy) nebo jsou odřezávány a věšeny na závěsné tyče (dlouhé druhy). Současně jsou ofukovány vzduchem (asi 50 °C), čímž se odstraní povrchová vlhkost (1-2%) a zabrání se slepování (Kadlec et al., 2002).

### **Sušení**

Cílem je snížit vlhkost z 28 – 32 % na 13 %. Taková je stanovena pro sušené těstoviny. Provádí se ve dvou fázích:

- **rychlé předsoušení** (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 dosoušení** (teplý vzduch 32 – 45 °C, relativní vlhkost 70 – 80 %, doba 6 – 12 hodin, snížení vlhkosti na 12,5 – 13 %.

Krátké druhy těstovin se předsouší a suší zpravidla v pásových sušárnách se 4 – 9 dopravními pásy. Tvar těstovin určuje výšku sušené vrstvy a rychlost pohybu pásu. Dlouhé těstoviny se suší v tunelových sušárnách po dobu 30 – 40 hodin. Urychlení režimu sušení zajišťuje zařízení označené Rothoterm. Jedná se o topné vyhřívané desky (teplota 90 °C), kde se v omezeném prostoru těstoviny krátce (20 minut) zahřejí až na 80 °C. Přitom dojde k úbytku asi 1,1 % vody. Tímto režimem dojde ke zkrácení doby sušení o 5 – 10 hodin (Kadlec et al., 2002).

### **Skladování a balení**

Sušené těstoviny se skladují v zásobnících (špagety na tyčích v zásobním síle). Balení do plastových fólií plní funkce mechanické ochrany, hygienické a estetické při prodeji. Spotřebitelské půlkilové balení je pro expedici doplněno balením do papírových kartonů. Pro balení se používají vertikální balicí automaty s hmotnostním dávkováním.

Těstoviny lze skladovat po dobu 1 – 2 let v čistém suchém vzdušném prostředí s teplotou 8 – 15 °C a relativní vlhkostí 60 – 65 % (Kadlec et al., 2002).

### **Nesušené těstoviny**

Spotřeba nesusušených a zejména plněných těstovin je v ČR nízká, v Itálii tvoří 3% a v Německu 1 % z celkové spotřeby sušených těstovin. Výroba nesusušených těstovin se zajišťuje ve speciálních těstářenských strojích (podle druhu s různými přídatnými zařízeními) a není kontinuální. Trvanlivost nesusušených těstovin závisí na způsobu balení a skladování, pohybuje se od 3 do 40 dní (Kadlec et al., 2002).

### **Problémy ve výrobě bezlepkových těstovin**

Těstoviny jsou souhrnným názvem k popisu produktů, jako jsou vřetena, kolínka, mašličky, široké nudle, penne, mušličky, makarony, špagety, lasagne a spoustu dalších. Jejich výroba zahrnuje míchání, hnětení, vytlačování, tvarování a sušení. Konvenční pšeničné těstoviny se obvykle vyrábí z tvrdé semoliny, to je granulovaný produkt, kterého dosáhneme mletím speciálního obilí. Podstatně menší velikost částic nacházející se v mouce může způsobit tepelné namáhání při výrobě těstovin, a to způsobuje denaturaci bílkovin (Vansteelandt, 2000). Kromě toho se liší hydratace během míchání. Fáze míchání hydratuje škrob a bílkoviny před fází vytlačování. Mírně zvýšená teplota vody se používá k urychlení procesu míchání. To je velmi důležitý krok při výrobě těstovin, protože nekompletní a nerovnoměrná hydratace mouky zhoršuje kvalitu výsledného produktu, např. tendenci praskat a nerovnoměrné barvy (Antognelli, 1980). Krupice je obvykle ve směsi s vodou v přibližném poměru 30:100 (voda/krupice), (Wrigley et al., 2004). Pro výrobu bezlepkových těstovin jsou vodní hladiny obvykle vyšší. Například Schoenlechner et al. (2010) při výrobě těstovin z amarantu, merlíku, pohanky má mít těsto vlhkost 30 - 35%. Vyšší vlhkost těsta způsobuje vyšší tuhost těsta, to pak přilne ke škrobu a způsobuje lepkavost těstovin s nízkou pevností. Těsto s nízkou vlhkostí vytváří povrchové trhliny (Schoenlechner et al., 2010). Pokud přípravek obsahuje dodatečné bílkoviny nebo vlákniny, je požadovaná hladina vody ještě vyšší. Těsto pod vysokým tlakem a prostřednictvím barviva získá požadovaný tvar a velikost těstovin. Procesní podmínky při vytlačování (tj. vlhkost těsta a teplota extruze) jsou

pečlivě kontrolovány. Aby se z relativně nestabilního extrudátu stal přípravek s dlouhou trvanlivostí, je třeba sušení. Vlhkost v čerstvých těstovinách je 30%. V průběhu sušení musí být vlhkost snížena na 12,5% takovým způsobem, že struktura proteinu a škrobu zůstává beze změny a praskání a jiným fyzickým vadám se vyvarujeme (Antognelli, 1980). Výroba obilných výrobků bez pšenice představuje hlavní technologický problém.

## 2.4 Kvalita těstovin

Vansteelandt (2000) se zabývá kvalitou těstovin a způsoby, jak se hodnotí. Těstovina by měla mít následující vlastnosti: hladký povrch, světlé nažloutlá barva, pevnost, dobrý skus, odolnost v ústech, aniž by byla příliš elastická, nebo příliš měkká, citelný nárůst objemu při vaření. Posuzování kvality těstovin zahrnuje stanovení následujících parametrů (Feillet, 1984; Feillet a Dexter, 1996):

1. minimální, optimální a maximální doba vaření, doba potřebná k získání požadované textury těstovin a doba, za kterou se produkt rozpadá;
2. otok nebo absorpce vody během vaření nebo zvýšení hmotnosti vařených těstovin;
3. textura vařeného produktu: pevnost a odolnost, žvýkatelnost;
4. stav povrchu: lepivost, rozpad povrchu, ztráta vařením;
5. aroma a chuť.

Vysoce kvalitní těstoviny se vyznačují dobrou odolností při vaření, nízkou lepivostí a nízkou ztrátou při vaření (nízký sediment). Tyto kvalitativní znaky mají primární význam pro těstoviny vyráběné z pšenice, ale i těstoviny neobsahující lepek (Mariotti et al., 2011).

### **Kvalitativní faktory těstoviny lze stručně shrnout do 5 bodů (pasta.go.it):**

- typ místa původu obiloviny, ze které se vyrábí mouka,
- charakteristika mouky,
- výrobní procesy hnětení a sušení,

- možné přidané složky,
- hygiena uchování.

#### **Kvalitní sušené těstoviny musí mít následující vlastnosti (pasta.go.it):**

- musí mít stejnoměrný hladký vzhled a strukturu;
- žádné tmavé odstíny, musí být viditelné, když světlo svítí skrze ně;
- musí mít jasně a nezaměnitelně jantarově žlutou barvu;
- musí být bez zápachu;
- je možná mírně sladká chuť;
- při zlomení podává suchý zvuk a zlomenina musí být hladká a skelná bez vzduchových bublin.

#### **2.4.1 Nutriční hodnota bezlepkových těstovin**

Existují obavy, že bezlepkové výrobky na bázi bílé rýže, kukuřičné mouky a bramborového škrobu obsahují suboptimální množství živin s vyšším podílem kalorií, které jsou získané z tuků (Zannini et al., 2012). Hager et al. (2012) uvádějí ve své studii, která se zabývá přípravou těsta pro výrobu bezlepkových těstovin, že obsah využitelné energie (kJ) uvedený v obchodních bezlepkových výrobcích je podobný nebo vyšší než v pšeničných výrobcích, složení energetického obsahu je jiné. Většina zkoušených vzorků obsahovala více tuku než pšeničné těstoviny DeCecco. Dále uvádí, že vzorek pšeničných těstovin obsahuje 1,5g tuku, zatímco bezlepkové těstoviny obsahovaly 0,3 - 3,6g tuku. Převážná část bezlepkových produktů má nižší obsah proteinu než pšeničné produkty. Většina běžně používaných bezlepkových mouk má přirozeně nižší obsah bílkovin, než pšeničné mouky. Z tohoto důvodu může být použita obilovina, jako je například pohanka nebo se přidají přísady, jako jsou mléčné bílkoviny. Složka, která může být použita pro zvýšení obsahu bílkovin v bezlepkových těstovinách, je vejce. Sójová mouka je dobrým zdrojem rostlinných bílkovin (38 - 40%), a tudíž byla použita v několika studiích s cílem zlepšit nutriční hodnotu bezlepkových výrobků. Nutriční hodnota byla nižší než u pšeničných těstovin (2,9 g/100g). Aby označování potravin bylo pro spotřebitele užitečnější, tak se uvádí na obalech denní hodnoty každé živiny. Denní hodnota ve 100g bezlepkových těstovinách je 13% bílkovin. U 100g kukuřičných

těstovin je denní hodnota 6% bílkovin a až 21% bílkovin je ve 100g merlíkových špaget, zatímco 100g pšeničných těstovin má 26% denní dávky. 100g bezlepkových špaget obsahuje 4,6% bílkovin. Vzorek pšeničných těstovin má nižší denní hodnoty celkového množství sacharidů než bezlepkové vzorky (23% ve srovnání s 23 až 29%). Většina bezlepkových vzorků má vyšší hodnoty vlákniny než pšeničné vzorky (11%). Nicméně výrobky z hnědé rýže obsahují až 18 % vlákniny denní hodnoty (Hager et al., 2012).

#### **2.4.2 Senzorické a texturní vlastnosti bezlepkových těstovin**

Hlavní kvalitativní rysy těstovin jsou textura, barva a vzhled. S ohledem na barvu a vzhled je možné vytvářet bezlepkové produkty, které jsou podobné pšenici (např. bezlepkové těstoviny značky Seitz, Roma a Tesco). Tyto výrobky mají hladký, lesklý povrch a jasně žlutou barvu. Nicméně mnoho komerčních produktů, které byly uváděny, ukázaly nežádoucí zbarvení. Výrobky obsahující obilí často byly příliš oranžové a ty, které obsahují rýži, byly často příliš bílé nebo dokonce průsvitné. U bezlepkových výrobků je náročné dosáhnout stejných vlastností jako u pšeničných výrobků. Vařené bezlepkové těstoviny jsou často příliš měkké a chuť není srovnatelná s pšeničnými těstovinami. Ačkoli mnoho ze zkoumaných vzorků mělo hodnoty pevnosti rovné vzorku pšeničných těstovin nebo vyšší, jejich mez pružnosti byla často výrazně nižší. Kontrola pevnosti vzorku pšenice byla 503g, zatímco bezlepkové vzorky byly v rozmezí od 149 do 1264g. Pokud jde o pružnost, bezlepkové vzorky byly v rozmezí 11 až 71g a pouze 8 z 33 vzorků měl hodnotu vyšší nebo stejnou jako vzorky pšeničných těstovin 45g (Vansteelandt, 2000).

Častým problémem, pokud jde o bezlepkové těstoviny je lepivost vařených výrobků. Při výrobě pšeničných těstovin je vytvořena vrstva, v níž pomocí lepku dochází k zadržení škrobového zrna. Lepivé hodnoty u vzorku komerčních bezlepkových těstovin byly v rozmezí 10-55g. Hodnota z obchodního vzorku pšeničných těstovin byla 22,93g. Bezlepkové výrobky mají tendenci se rozpadat během vaření (Singh et al., 2004). Nedostatečná doba vaření má za následek špatné sensorické vlastnosti a to má vliv na špatné trávení.

## 2.5 Senzorická analýza potravin

Senzorická jakost je součástí celkové jakosti potravin. Zahrnuje hodnocení chuti, vzhledu, vůně či textury. K laboratorním metodám patří zkoušky, které probíhají ve speciálně vybavených laboratořích za standardních podmínek a s použitím souboru školených hodnotitelů nebo expertů. Senzorická analýza potravin patří mezi základní kontrolní metody kvality potravinářských surovin, přídatných a pomocných látek i hotových výrobků. Využívají ji výrobci potravin a je nepostradatelnou součástí výkonu hygienického dozoru příslušnými orgány státní správy (Kinclová et al., 2004).

### 2.5.1 Smyslové vnímání

Senzorická analýza nezahrnuje pouze hodnocení chuti, ale i vzhledu, vůně či textury. Rozeznáváme čtyři základní chutě – sladkou, slanou, hořkou a kyselou. Každá z chutí je vnímána jinou částí jazyka, sladká na špičce, slaná a kyselá na bocích, hořká kořenem jazyka. Principem chuťového vjemu je vazba chuťově aktivních látek na bílkovinné receptory a přenos vzniklého vzruchu nervy do centrální nervové soustavy, kde je vzruch dále zpracováván. Kromě základních chutí rozlišujeme ještě chuť umami, která je vyvolávána zvýrazňovači chutě, kterými jsou např. glutaman sodný či inosinát. Jako další lze jmenovat chuť palčivou, svíravou, kovovou (Ingr et al., 2001).

Podle normy ISO 5492 se organoleptická vlastnost vnímaná čichovým orgánem nazývá pach (ČSN ISO 5492). Někteří autoři se nedomnívají, že pach je slovo citově neutrální. Příjemné vjemy jsou pak rozděleny na vůni (vnímané nadechnutím do nosní dutiny) a aroma (vnímané, pokud do nosní dutiny přicházejí z dutiny ústní), kdežto nepříjemné vjemy se označují jako zápach. Čichové receptory jsou umístěny ve sliznici stropu nosní dutiny. U čichových vjemů není znám přesný mechanismus čichového vnímání. Čichový smysl se při hodnocení potravin uplatňuje zároveň s chutí v komplexním vjemu, který se nazývá flavour (Príbela et al., 2001).

Zrakovým smyslem je člověk schopen vnímat elektromagnetické záření o vlnové délce 380-780nm. Oko je schopné rozeznat intenzitu světla, u barvy odstín, světlost a sytost zbarvení. Zrakové vjemy jsou pro senzorickou analýzu velmi důležité, protože dávají informaci nejen o barvě, ale i tvaru, velikosti, povrchu potraviny apod.



(Ingr et al., 2001). Sluchem člověk vnímá tři typy sluchových podnětů – tóny, šelesty a hřmoty, z nichž se v sensorické analýze uplatňují spíše šelesty a hřmoty. Významněji se sluchový vjem uplatňuje u výrobků, u nichž se hodnotí křehkost (křupky, extrudované výrobky). Často jsou zvukové efekty asociovány s čerstvostí např. zeleniny a pečiva (Ingr et al., 2001). Křehkost řadíme mezi texturní vlastnosti, které jsou hodnoceny pomocí hmatového smyslu. Hmatové smysly jsou dva a informují o odlišných vjemech. Taktilní smysl, jehož receptorové buňky sídlí v pokožce a sliznicích, informuje zejména o vlastnostech povrchu (zda je hladký či drsný), tvaru částic či předmětu a velikosti těles. Kinestetický smysl slouží k identifikaci vlastností jako je křehkost, elasticita, tvrdost apod. (Ingr et al., 2001; Příbela et al., 2001).

### **2.5.2 Sensorická laboratoř a hodnotitelé**

Pro sensorické hodnocení je nutné mít skupinu hodnotitelů. Posuzovatelé mohou být laičtí, vybraní ze široké veřejnosti, kteří se ještě nikdy neúčastnili sensorického hodnocení, a na něž se nevztahují žádná konkrétní pravidla, a dále zasvěcení posuzovatelé, kteří se již sensorického hodnocení zúčastnili. Další skupinou jsou vybraní posuzovatelé, kteří byli pro sensorickou zkoušku vybráni pro svoje schopnosti a byli vycvičeni. Třetí skupina zahrnuje experty, již mohou být opět dvojího typu, a to expert posuzovatel nebo specializovaný expert posuzovatel. Počet hodnotitelů se liší podle druhu použité metody a podle stupně jejich zaškolení. Při spotřebitelských testech se jedná o stovky až tisíce, pro zjišťování rozdílu jakosti výrobku jde o 10 – 30 hodnotitelů, při každodenní kontrole výrobku v podniku se doporučuje nejmenší počet hodnotitelů, obvykle tři (Příbela et al., 2001; Pokorný, 1993).

Vlastní analýzy by měly probíhat pouze na specializovaných pracovištích (ČSN ISO 8586, 2002). Sensorická laboratoř by měla být umístěna v klidné části budovy, aby hodnotitele nerušil hluk. Minimálními požadavky jsou, aby sensorická laboratoř byla rozdělena na zkušební prostor, ve kterém jsou umístěny jednotlivé kóje oddělené od přípravného prostoru tak, aby do zkušebního prostoru nevnikaly žádné pachy. Důležité je eliminovat negativní vlivy, které při vlastní analýze mohou a často působí na hodnotitele. Jedná se např. o fyziologické vlivy. Při podráždění receptoru chuti či čichu získaný vjem neodeznívá okamžitě. Je nutné proto zařazovat mezi hodnoceními

dostatečné pauzy, aby předchozí vjem neovlivnil hodnocení vjemu následujícího. Dále se využívají tzv. neutralizátory chuti, kterými se odstraní zbytky předešlého sousta z ústní dutiny. Nejčastěji se používá 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 např. bílé pečivo, chléb, jablko. Únava receptoru se dá odstranit zařazením přestávky. Daleko těžší je odstranit únavu psychickou. Hodnotitel během analýzy musí být plně soustředěn, musí si udržovat na pracovišti pořádek, řádně a pečlivě vyplňovat hodnotitelský protokol. Hodnotitelé jsou často nuceni pracovat pod tlakem (např. časovým). Nezanedbatelné jsou i vlivy sociální (Pokorný, 1993).

### **2.5.3 Hodnocení vzorku**

Při odběru a manipulaci se vzorkem je nutno mít na zřeteli, že se nejedná o analýzu chemickou, ale že vzorky jsou určeny ke konzumaci. Proto se musí při odběru dodržovat nejen pravidla, která obecně pro odběr vzorku platí, ale i přísná hygienická pravidla při vlastním odběru a skladování (Ingr, 2001). Vzorek se k hodnocení musí podávat v dostatečném množství. Obvykle postačí 15 až 20ml kapalného vzorku a 20 až 30g tuhého vzorku, ale k některým hodnocením se podává i třikrát více. Důležité je, aby všechny vzorky v rámci jedné analýzy byly podávány za stejných podmínek – ve stejném množství, ve stejném nádobí, za stejné teploty atd. Správná teplota vzorku je rovněž velmi důležitá. Změnou teploty se mění i intenzita vůně i chuti, proto platí zásada podávat vzorky při takové teplotě, která odpovídá teplotě, kterou má vzorek při skutečném konzumu. Pro objektivitu hodnocení je nutné zachování anonymity vzorků. Proto se vzorky podávají pod číselným kódem, který je zpravidla trojmístný a sestavený z náhodných čísel (Pokorný, 1993).

Pokud se při hodnocení vzorku nezaměřujeme pouze na jednu jeho vlastnost, ale hodnotíme vzorek celý, postupujeme podle toho, jak je vzorek hodnocen při běžné konzumaci. Jako první se hodnotí barva a vzhled, dále jsou hodnoceny čichové podněty. Následuje hodnocení textury, které se provádí prvně mezi prsty rukou a poté v ústní dutině. Při žvýkání vzorku hodnotitel sleduje nejenom chutě, které jsou ve vzorku přítomné, ale i změny intenzit a vývoj jednotlivých chutí. Je nutno podotknout, že při

žvýkání se uplatňují i vjemy čichové (aroma). Vzorek se zpravidla polyká, neboť některé vjemy se dostávají až po spolknutí sousta (Kinclová et al., 2004). Celkový pocit, který hodnotitel získá během ochutnávání vzorku, se nazývá flavour. Jedná se o komplexní kombinaci čichových a chuťových vlastností vnímaných během ochutnávání, které mohou být ovlivněné účinky hmatovými, tepelnými, bolestivými a/nebo kinestetickými (ČSN ISO 5492, 1999).

#### **2.4.4 Metody laboratorní senzoričké analýzy**

K laboratorním metodám patří ty zkoušky, které probíhají ve speciálně vybavených senzoričkých laboratořích za standardních podmínek se souborem školených hodnotitelů. Nezařazují se do této skupiny konzumentské zkoušky ani hodnocení košťérské. Většina laboratorních metod senzoričké analýzy je normalizována v mezinárodním měřítku (Pelikán, M. a Suková, M., 1998).

#### **Charakteristika použitých metod při senzoriččém hodnocení kvality těstovin**

**Hodnocení s použitím stupnic** bývá v praxi zvláště při hodnocení jakosti nejrozšířenější, poněvadž se tak dá kvantitativně vyjádřit jakostí rozdíly mezi vzorky. Pod pojmem stupnice rozumíme řadu stupňů (kvality, intenzity, příjemnosti), seřazených do určité posloupnosti. Celková jakost nebo dílčí ukazatel se posoudí podle stupnice (Pelikán, M. a Suková, M., 1998):

- a) intenzivní** – slouží k posouzení stupně intenzity určité vlastnosti,
- b) hédonické** – slouží k posouzení stupně příjemnosti.

**Pořadové zkoušky** jsou velmi běžné a dávno známé, slouží k orientačnímu roztřídění skupiny vzorků, k výběru vzorků ztelně se lišících, nebo ke sledování vlivu nějakého faktoru. Zkouška spočívá v tom, že hodnotitel obdrží řadu vzorků a jeho úkolem je seřadit vzorky podle intenzity sledovaného znaku (tvrdost, sladkost, barva, aj.) pořadová zkouška se často používá ve výzkumné a vývojové praxi, méně při kontrole jakosti. Výhodou je možnost srovnání většího počtu vzorků (Pelikán, M. a Suková, M., 1998).

### 3. MATERIÁL A METODIKA

#### 3.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo provést hodnocení kvality bezlepkových těstovin v porovnání s těstovinami obsahující lepek.

#### Metody

➤ **Objektivní**

- Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností

➤ **Subjektivní**

- Senzorické hodnocení vlastností těstovin
- Pořadový test
- Dotazníkové šetření

#### 3.2 Charakteristika vzorků

Pro hodnocení bezlepkových těstovin byly vybrány 4 vzorky těstovin, 2 druhy byly bezlepkové a 2 druhy byly lepkové. Vzorky těstovin byly vybrány se stejným tvarem (byl vybrán tvar vřetena) a stejnou barvou. Hlavním kritériem při výběru těstovin bylo rozdílné složení. U lepkových těstovin je hlavní složkou pšenice, jejich složení se liší obsahem vajec. Bezlepkové těstoviny byly vybrány s rozdílnou hlavní složkou. Jeden vzorek je s obsahem kukuřičné mouky a druhý je vyroben ze směsi kukuřičné a rýžové mouky.

*Tabulka 1 : Seznam hodnocených těstovin*

Vzorek	Název hodnocené těstoviny	Bezlepkové/Lepkové
A	těstoviny bezvaječné sušené	lepkové
B	kukuřičné těstoviny sušené	bezlepkové
C	těstoviny vaječné sušené	lepkové
D	těstoviny sušené bezvaječné	bezlepkové

### Vzorek A

Těstoviny bezvaječné sušené. Rosické těstoviny, vřetena malá – torti, 500g.

Složení: pšeničná mouka.



*Obrázek 2: Těstoviny bezvaječné sušené – Rosické*

### Vzorek B

Kukuřičné těstoviny sušené. Sam Mills, fusilli, 500g

Složení: 100% kukuřičná mouka.



*Obrázek 3: Kukuřičné těstoviny sušené*

### **Vzorek C**

Těstoviny vaječné sušené. Zátkovy vaječné těstoviny, Vaječná vřetena – torti, 500g.

Složení: pšeničná mouka, sušená vejce (1%).



***Obrázek 4: Těstoviny vaječné sušené - sušené***

### **Vzorek D**

Těstoviny sušené bezvaječné, bez lepku. Free From fusilli pasta, 500g.

Složení: rýžová mouka, bílá kukuřičná mouka, žlutá kukuřičná mouka, (emulgátor- a diglyceridy mastných kyselin).



***Obrázek 5: Těstoviny sušené bezvaječné, bez lepku***

### 3.3 Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností těstovin

Metoda laboratorního hodnocení fyzikálních vlastností těstovin je zkouška vařením, která zahrnuje stanovení vařivosti, vaznosti, bobtnavosti (zvětšení objemu) a stanovení sedimentu.

#### Pomůcky

- Váha (s přesností na desetinná místa)
- Hrnc s pokličkou
- Kvedlačka
- Cedník
- Odměrný válec
- Elektrický vařič

#### Suroviny

- Voda
- Sůl
- Zkoušená těstovina

#### 3.3.1 Stanovení vařivosti

**Princip:** Stanovení vařivosti spočívá v určení doby v minutách, potřebné k úplnému uvaření zkoušených těstovin.

**Postup:** ve smaltovém hrnci se uvede do varu 1 litr pitné vody, v níž je rozpuštěno 10g NaCl. V okamžiku, kdy započne var, vsype se do vody 100g zkoušené těstoviny a obsah hrnce se mírně 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 zjišťuje ochutnáním. Uvařená těstovina musí mít mazovatělý průřez a při ochutnání nesmí mít tvrdé jádro. Doba potřebná k vaření se vyčte na časoměřiči.

### 3.3.2 Stanovení vaznosti

**Princip:** Vaznost je množství vody v hmotnostních procentech, které zkoušená těstovina přijala při vaření.

**Postup:** Uvařená těstovina ze stanovení vařivosti se ihned po uvaření scedí přes cedník do předeřhátého skleněného odměrného válce na 1 000 ml, nechá se 2 minuty okapat, vyklopí se na předem zvažovanou misku a zvaží se. Od čisté hmotnosti těstoviny po uvaření se odečte 100g (hmotnost těstoviny před uvařením) a výsledek je číslo udávající množství vody v hmotnostních procentech přijatých těstovinou při vaření.

### 3.3.3 Stanovení zvětšení objemu (bobtnavost)

**Princip:** Zvětšení objemu (bobtnavost) je poměr objemu zkoušené těstoviny před vařením a po něm, vyjádřený násobek původního objemu.

**Postup:** 100g zkoušené těstoviny (syrové) se vpraví do skleněného odměrného válce na 1 000 ml, naplněného 500 ml vody. Válcem se mírně zatřepe, aby se vypudil vzduch mezi těstovinami, a odečte objem těstovin. Podobně se stanoví objem těstoviny po uvaření.

### 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.

**Postup:** Veškerá kapalina z uvařené těstoviny, scezená při stanovení vaznosti do odměrného válce na 1 000 ml, se v něm nechá stát v klidu na chladném místě po dobu 1 hodiny. Odečtený objem tvoří sediment.



### 3.4 Senzorické hodnocení vlastností těstovin

Senzorické hodnocení bylo provedeno podle podmínek senzorického hodnocení (ČSN ISO 8589). Hodnocení bylo provedeno v laboratoři Zemědělské fakulty na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. Senzorické hodnocení provedlo 53 hodnotitelů. Hodnotitelé byli studenti zemědělské fakulty ve věku do 26 let.

Každý hodnotitel měl k dispozici 500g zkoušených těstovin v syrovém stavu a 20 – 30g zkoušených uvařených těstovin. V tabulce 2 jsou znázorněny počty hodnotitelů.

*Tabulka 2: Počet hodnotitelů pro senzorickou analýzu*

Ženy		Muži		Celkem	
počet	%	počet	%	počet	%
31	58	22	42	53	100

### 3.5 Pořadový test

Při pořadovém testu bylo hlavním úkolem ohodnotit čtyři vybrané vzorky podle barvy, chutě a vůně, pomocí stanovené ordinální stupnice 1 – 4, číslo 1 představovalo nejlepší ohodnocení a číslo 4 nejhorší ohodnocení. Součástí pořadové zkoušky byla doplňková otázka, kde měli hodnotitelé určit, který vzorek je lepkový a který bezlepkový.

### 3.6 Dotazníkové šetření

Dotazník byl sestaven z 10 otázek za účelem získání potřebných informací, celkového postavení hodnotitele k těstovinám a získání dalších potřebných dat. Dotazníkové šetření bylo provedeno celkem u 310 dotazovaných. Dotazovaní byli jak studenti Zemědělské fakulty v Českých Budějovicích, tak i náhodným výběrem (tabulka 3). Vzor dotazníku je v příloze této diplomové práce.

**Tabulka 3: Charakteristika dotazovaných v závislosti na pohlaví a věku**

		Počet	%
Pohlaví	Žena	224	72,26
	Muž	86	27,74
Věk	do 25 let	160	51,61
	25 - 30 let	54	17,42
	30 - 35 let	26	8,39
	35 - 45 let	43	13,87
	45 let a více	27	8,71

### 3.7 Zpracování výsledků

Získaná data byla zpracována pomocí programu Microsoft Excel Starter 2010 a statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí programu STATISTICA trial verze.

Při laboratorním hodnocení fyzikálních vlastností těstovin byly hodnoty získány výpočtem aritmetického průměru.

V případě senzorického hodnocení vlastností těstovin byl ze získaných výsledků pro každý vzorek v rámci každého parametru vypočítán aritmetický průměr. Dále byla vypočítána směrodatná odchylka, která určuje, jak moc jsou hodnoty rozptýleny či odchýleny od průměru hodnot. Dále byly zaznamenány minimální a maximální hodnoty.

Pořadová zkouška byla provedena pomocí Friedmanovy zkoušky, která zjišťuje průkaznost rozdílu mezi hodnocenými vzorky. V případě, že jsou Friedmanovou zkouškou zjištěny rozdíly v součtech pořadí vzorků, pak se pro zjištění, který vzorek je statisticky významně odlišný počítá nejmenší významný rozdíl (LSD).

## 4. VÝSLEDKY A DISKUSE

### 4.1 Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností těstovin

Zkouška vařením zahrnuje stanovení vařivosti, vaznosti, bobtnavosti (zvětšení objemu) a stanovení sedimentu.

**4.1.1 Stanovení vařivosti** - spočívá v určení doby (v minutách), potřebné k úplnému uvaření zkoušené těstoviny.

*Tabulka 4: Průměrné časy potřebné k uvaření těstovin (v minutách)*

Vzorek	Čas	Čas doporučený výrobcem
A	8:09	5-7
B	9:30	10-12
C	8:10	6-8
D	13:24	8

Při stanovení vařivosti se sledoval čas potřebný k úplnému uvaření hodnocených těstovin. Indikátorem uvaření je zmazovatění celého průřezu těstoviny. Hodnotitelé označili vzorky A a C za těstoviny, které potřebují nejkratší dobu k uvaření a jak je vidět z tabulky, tak naměřené časy se téměř shodují s časy, které doporučují výrobci. Největší rozdíl je u vzorku D, kde hodnotitelé stanovili průměrný čas 13:24 minut, který se velmi liší s časem doporučeným výrobcem. Pravděpodobně je to z důvodů, že hodnotitelé běžně konzumují lepkové těstoviny, a tudíž jim při čase, který je uvedený na obale výrobku, nepřišly těstoviny ještě dostatečně uvařené. Dalším důvodem tohoto výsledku je odlišný charakter struktury těstovin vyrobených z rýžové a kukuřičné mouky.

**4.1.2 Stanovení vaznosti** – vaznost je množství vody v hmotnostních procentech, které zkoušená těstovina přijala při vaření.

**Tabulka 5: Stanovení vaznosti (g=%)**

Vzorek	vaznost
A	125,02
B	99,04
C	121,1
D	106,36

U stanovení vaznosti jsou velmi rozdílné výsledky u jednotlivých vzorků. Nejvyšší, ale i velmi podobné hodnoty mají lepkové těstoviny, pravděpodobně je to ovlivněné složením, kde u obou lepkových těstovin je hlavní složka pšenice, která má za následek vyšší příjem vody při vaření. Od lepkových těstovin se výrazně liší vaznost u bezlepkových těstovin, které mají i mezi sebou znatelný rozdíl. Zde se potvrzuje, že množství přijaté vody je ovlivněno složením výrobku, u bezlepkových těstovin má vyšší vaznost vzorek kukuřično-rýžové těstoviny a nejméně vody při vaření přijal vzorek B (kukuřičné těstoviny). Kukuřičný škrob hraje klíčovou roli ve struktuře těstovin, což se vztahuje k tendenci zgelovatění a vede to k novým strukturám, které zpomalují další bobtnání škrobu, tedy těstovina přijímá během vaření méně vody (Pagani, A-M. and Pagani, M., 2013).

**4.1.3 Stanovení zvětšení objemu (bobtnavosti)** - Zvětšení objemu (bobtnavosti) je poměr objemu zkoušené těstoviny před vařením a po něm, vyjádřený násobkem původního objemu.

**Tabulka 6: Bobtnavost, násobek původního objemu**

Vzorek	Bobtnavost
A	1,51
B	1,48
C	1,66
D	1,44

Nejvyšší bobtnavost byla skupinou hodnotitelů stanovena u vzorku C (lepkové vaječné těstoviny) a u vzorku A (lepkové bezvaječné těstoviny). Z tabulky 6 je patrné, že nižší bobtnavost je u bezlepkových těstovin, to odpovídá hodnotám z tabulky 5, že u bezlepkových těstovin je nižší vaznost, tudíž je menší bobtnavost. Anderle et al. (1996) uvádějí, že schopnost nabytí na objemu je u těstovin pro stanovení jakosti velmi důležitá. Dobrý výrobek by měl mít až o 300% větší objem. Tyto uvedené hodnoty se neshodují s hodnotami zjištěnými v našem pokusu.

**4.1.4 Stanovení usazeniny (sedimentu)** - Usazenina je objemové množství těstovinové hmoty (kalu) v ml uvolněné vařením a usazené ve skleněném odměrném válci za 1 hodinu.

**Tabulka 7: Stanovení usazeniny (sedimentu) v ml**

Vzorek	Sediment
A	164,61
B	240,28
C	140,22
D	98,89

Nejmenší naměřené objemové množství sedimentu bylo u vzorku D (bezlepkové těstoviny), v porovnání s čistě kukuřičnými těstovinami je patrné, že je to pravděpodobně způsobeno obsahem rýžové mouky u vzorku D. U těstovin s obsahem lepku navzdory tomu, že je u obou vzorků základní složkou pšenice, jsou výsledky rozdílné, s největší pravděpodobností je to způsobené přítomností vajec ve vzorku C.

## **4.2 Senzorické hodnocení vlastností těstovin**

### **4.2.1 Senzorické hodnocení těstovin v syrovém stavu**

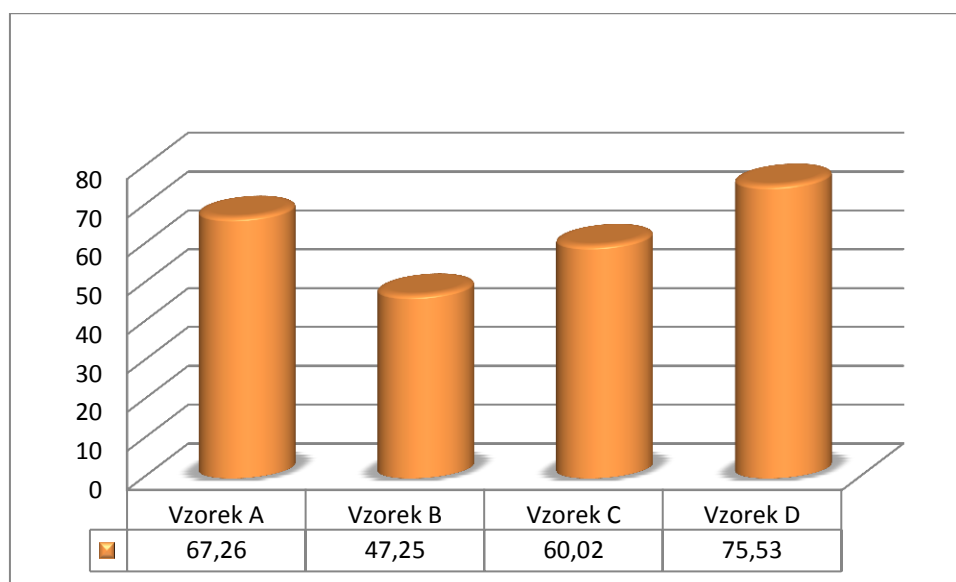
V senzorickém hodnocení těstovin v syrovém stavu probíhalo: hodnocení barvy, přítomnost jiných druhů těstovin, hodnocení povrchu, hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty a celkové hodnocení vzhledu.

## 1. Hodnocení barvy

**Tabulka 8: Hodnocení barvy**

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	67,26	30	100	20,16
B	53	47,25	0	100	29,98
C	53	60,02	20	100	21,85
D	53	75,53	10	100	22,46

**Graf 1: Hodnocení barvy**



0 ..... Netypická, nepříjemná, skvrnitá

100 ..... Typická nažloutlá

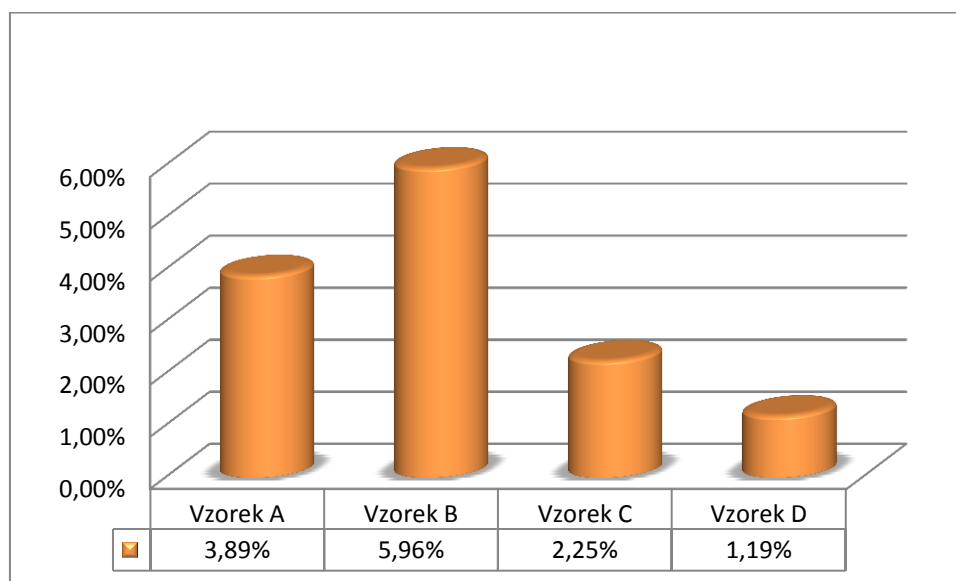
Z tabulky a grafu je patrné, že nejpříjemnější z pohledu barevnosti je pro hodnotitele vzorek D. Druhý barevně přijatelný vzorek byl stanoven vzorek A a poté v hodnocení následuje vzorek C. Netypická a nepříjemná barva byla hodnotiteli označena u vzorku B, tedy vzorek bezlepkových těstovin z kukuřičné mouky, kde již přirozená barva obiloviny je velmi výrazná. Také Hager et al. (2012) shodně uvádějí, že častým problémem bezlepkových těstovin je jejich barva, kukuřičné jsou příliš oranžové, rýžové příliš světlé a navíc průsvitné, ostatní jsou např. šedé, nebo obsahují černé tečky.

## 2. Přítomnost jiných druhů těstovin

*Tabulka 9: Přítomnost jiných druhů těstovin*

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	3,89	0	100	14,42
B	53	5,77	0	100	22,32
C	53	2,25	0	20	5,24
D	53	1,19	0	30	4,66

*Graf 2: Přítomnost jiných druhů těstovin*



0 ..... Nízký podíl jiných druhů těstovin

100 ..... Vysoký podíl jiných druhů těstovin

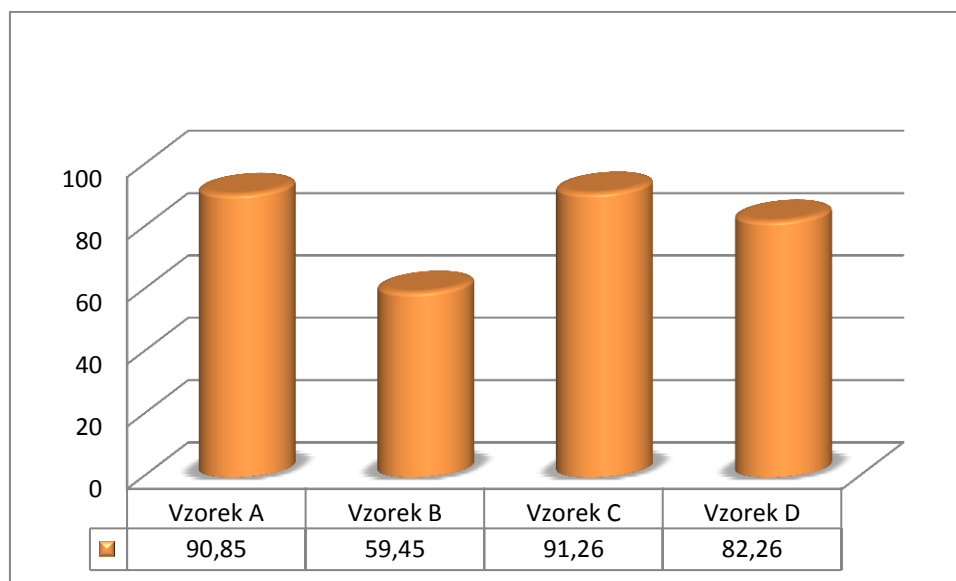
Přítomnost jiných druhů těstovin, může být v předkládaném vzorku do výše maximálně 1 % objemu těstoviny (Beránková, 2009). Výsledky v této studii jsou mylné, posuzovatelům jsme důkladně nezdůraznili, že v tomto hodnocení jde pouze o příměsi jiných druhů (tvarů) těstovin. Hodnotitelé do tohoto hodnocení zahrnuli také podíl zlomků těstovin, což je hodnota, která může být ovlivněna i transportem zboží.

### 3. Hodnocení povrchu

*Tabulka 10: Hodnocení povrchu*

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	90,85	20	100	14,90
B	53	59,45	5	100	25,81
C	53	91,26	0	100	16,08
D	53	82,26	30	100	19,01

*Graf 3: Hodnocení povrchu*



0 ..... Drsný, popraskaný

100 ..... Hladký, celistvý, bez prasklin

Příhoda et al. (2004) uvádějí, že povrch těstovin má být hladký, kompaktní a bez trhlin. Těmto vlastnostem nejvíce odpovídá vzorek C (vaječné sušené těstoviny) a vzorek A (bezvaječné sušené těstoviny), ze získaných výsledků při hodnocení povrchu je viditelné, že mezi lepkovými vzorky není velký rozdíl, nepatrný rozdíl je přikládán obsahu vajec u vzorku C. Přítomnost rýžové mouky ve vzorku D má s největší pravděpodobností vliv na jemnost povrchu ve vzorku D (bezlepkové těstoviny) Vzorek B, který obsahuje pouze kukuřičnou mouku je hodnotiteli vnímán jako těstovina s drsným povrchem.

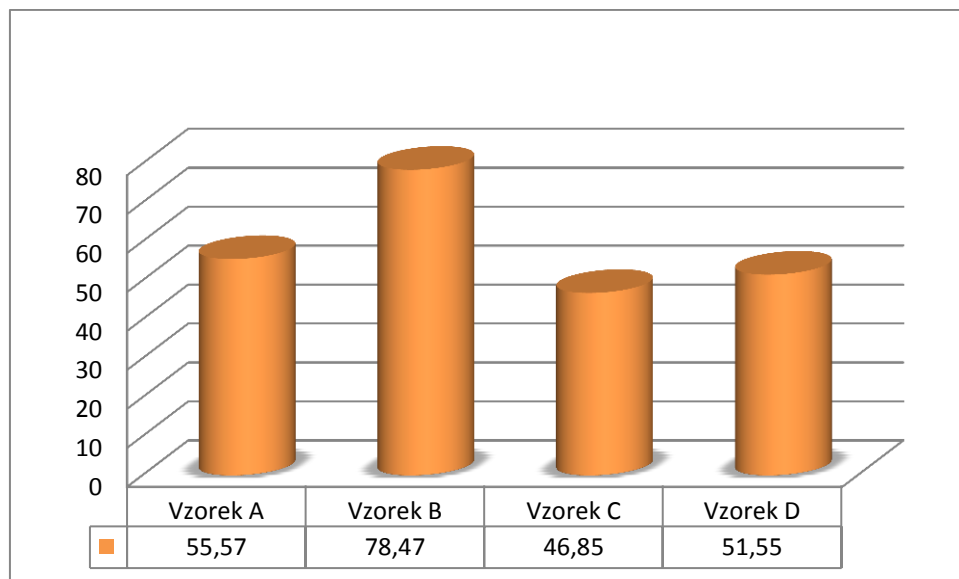


#### 4. Hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty

*Tabulka 11: Hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty*

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	55,57	0	100	33,59
B	53	78,47	0	100	29,61
C	53	46,85	0	100	36,08
D	53	51,55	0	100	35,81

*Graf 4: Hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty*



0 ..... Žádný odpor

100 ..... Vysoký odpor

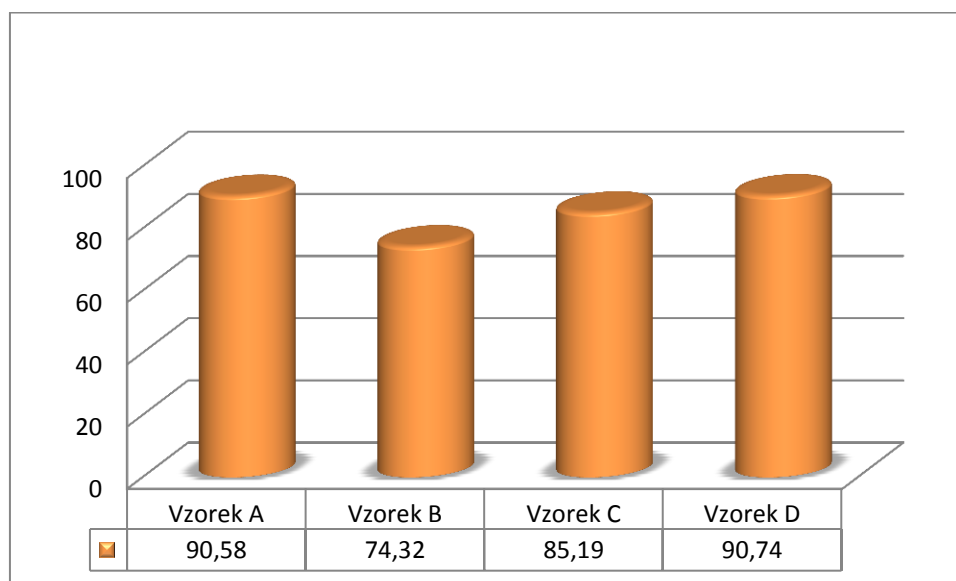
Nejvyšší odpor při ohýbání mezi prsty má vzorek B. Zbývající tři vzorky mají oproti vzorku B horší hodnocení a zároveň nemají mezi sebou velké rozdíly. Druhý nejlepší vzorek, který klade velký odpor při ohýbání mezi prsty je vzorek A. Vzorek, který je třetím nejlépe hodnoceným vzorkem je vzorek D, z předložených vzorků klade nejmenší odpor vzorek C. Vysoký stupeň pevnosti a pružnosti nazvaný “al dente“, kterého je obtížné dosáhnout pomocí bezlepkových surovin, je znamením kvalitní těstoviny (Vansteelandt, 2000).

## 5. Celkové hodnocení vzhledu

*Tabulka 12: Celkové hodnocení vzhledu*

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	90,58	40	100	12,24
B	53	74,32	5	100	19,96
C	53	85,19	0	100	19,15
D	53	90,74	60	100	10,09

*Graf 5: Celkové hodnocení vzhledu*



0 ..... Nepravidelný tvar, popraskaný povrch

100 ..... Tvar pravidelný, odpovídající danému druhu, hladký povrch

Pro celkové hodnocení vzhledu vykazuje nejlepší hodnoty bezlepkový vzorek D. Na druhém místě je hodnotiteli označen vzorek A. Vzorek C označili hodnotitelé jako třetí nejlepší vzorek odpovídající danému druhu, povrchu a tvaru těstovin. Nejméně přijatelný vzorek s ohledem na celkové hodnocení vzhledu byl vzorek B. Celkové výsledky posouzení tohoto parametru, byly poměrně vyrovnané. Propad hodnocení vzorku B, ve srovnání s předchozím posuzováním barvy, pravděpodobně zapříčinil vzhled a barva kukuřičné mouky.

#### 4.2.2 Senzorické hodnocení uvařených těstovin

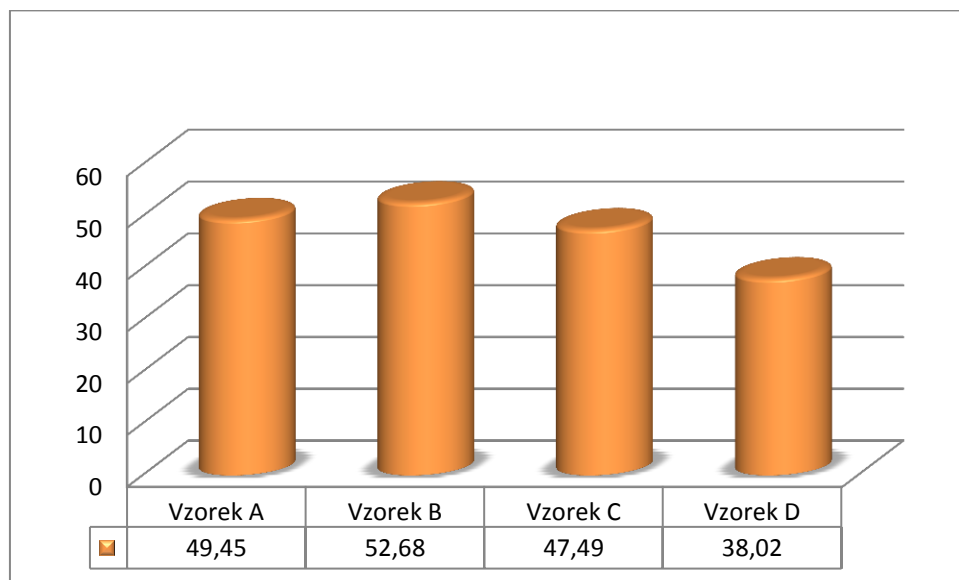
V senzorickém hodnocení uvařených těstovin probíhalo: hodnocení barvy, hodnocení vzhledu (tvaru), hodnocení lepivosti po uvaření, hodnocení vůně po uvaření, hodnocení chuti a celkové srovnání vzhledu hodnocených těstovin.

#### 6. Hodnocení barvy (hédonické)

*Tabulka 13: Hodnocení barvy (hédonické)*

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	49,45	0	100	27,67
B	53	52,68	0	100	29,56
C	53	47,49	0	90	24,99
D	53	38,02	0	100	33,70

*Graf 6: Hodnocení barvy (hédonické)*



0 ..... Příjemná, odpovídající druhu těstoviny

100 ..... Nepříjemná

Z grafu je patrné, že mezi vzorkem C a vzorkem A není téměř žádný rozdíl při hodnocení barvy. Vzorek C se jeví příjemněji než vzorek A, který získal velmi

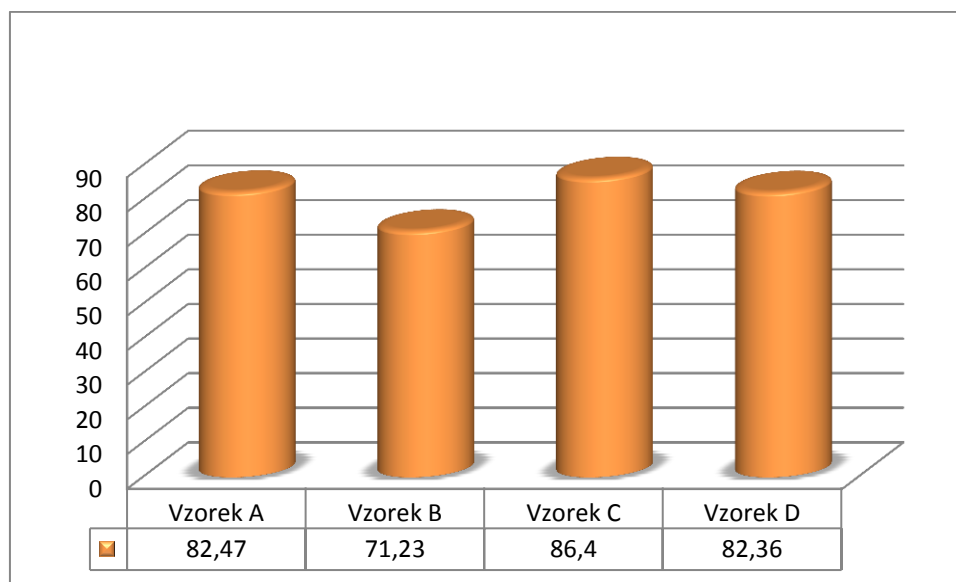
podobný výsledek. Jelikož oba vzorky obsahují pšenici, může tento nepatrný rozdíl opět způsobit obsah vajec u vzorku C. Velký rozdíl je mezi bezlepkovými vzorky, kdy ztelně lepším vzorkem je vzorek D, který odpovídá ideálním hodnotám příjemnosti z hlediska barvy. Přítomnost rýže u vzorku D, dodává těstovinám jasně žlutou barvu, která působí na posuzovatele příjemně. Vzorek B působí na hodnotitele nejméně příjemně, jelikož obsahuje pouze kukuřičnou mouku, která má pro hodnotitele nepříjemnou barvu.

## 7. Hodnocení vzhledu (tvaru)

**Tabulka 14: Hodnocení vzhledu (tvaru)**

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	82,47	10	100	24,46
B	53	71,23	10	100	26,33
C	53	86,4	30	100	16,71
D	53	82,36	0	100	22,18

**Graf 7: Hodnocení vzhledu (tvaru)**



0 ..... Hodně porušený původní tvar

100..... Původní tvar nezměněn

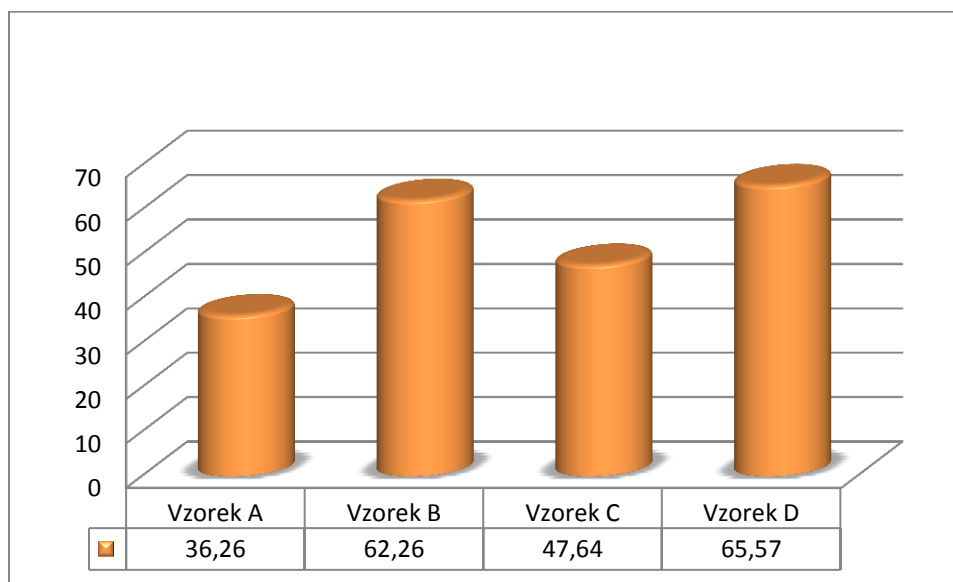
Z výsledků můžeme vidět, že za nejpříjemnější vzorek s pohledu hodnocení vzhledu je vzorek C, který se jeví hodnotitelům za těstoviny, které mají stejný tvar jako před uvařením, tak po uvaření. Poměrně malé rozdíly jsou mezi vzorky A a D, kdy vzorek A se jen nepatrně jeví, jako příjemnější než vzorkem D. Kukuřičné těstoviny jsou opět označeny za nejméně přijatelné. Důvodem může být obsah pouze kukuřičné mouky, která má pravděpodobně za následek změnu tvaru těstovin po uvaření.

## 8. Hodnocení lepivosti po uvaření

*Tabulka 15: Hodnocení lepivosti po uvaření*

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	36,26	0	100	28,34
B	53	62,26	10	100	23,72
C	53	47,64	0	90	28,2
D	53	65,57	0	100	26,1

*Graf 8: Hodnocení lepivosti po uvaření*



0 ..... Značně se lepí

100 ..... Vůbec se nelepí

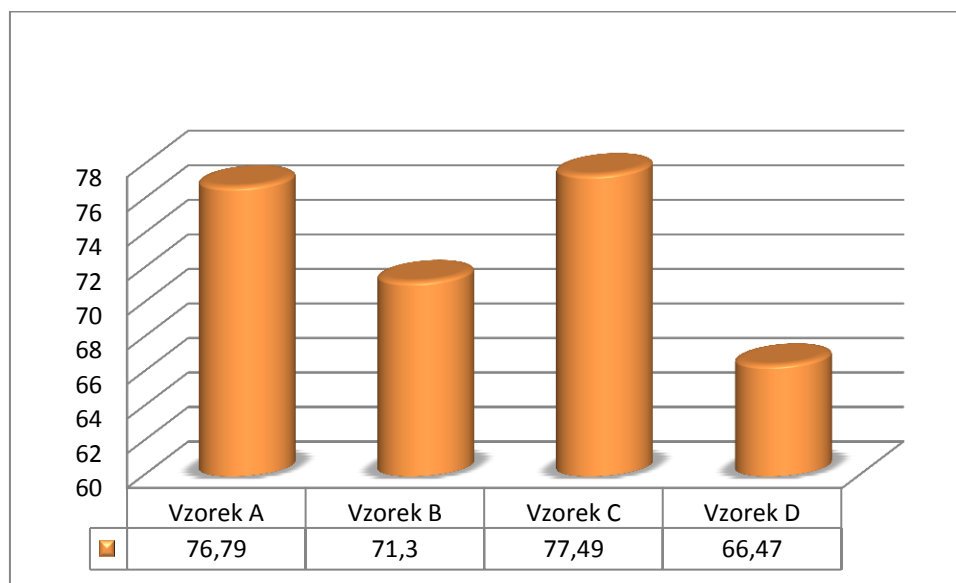
Při hodnocení lepivosti po uvaření jsou mezi jednotlivými vzorky vidět velké rozdíly. Podle výsledků testování je zřejmé, že lepkové těstoviny tedy vzorek A a vzorek C jsou hodnoceny hůře než bezlepkové těstoviny. To zcela vylučuje teorie, kterou popisuje Hager et al. (2012), že bezlepkové těstoviny jsou po uvaření měkčí a lepivější než lepkové a tudíž je složitější dosáhnout u bezlepkových těstovin stejných vlastností jako u lepkových.

## 9. Hodnocení vůně po uvaření

**Tabulka 16: Hodnocení vůně po uvaření**

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	76,79	10	100	23,04
B	53	71,3	10	100	21,73
C	53	77,49	20	100	20,02
D	53	66,47	5	100	27,38

**Graf 9: Hodnocení vůně po uvaření**



0 ..... Cizí pach, zatuchlý, kyselý, jiný

100 ..... Těstovina po přidání surovině

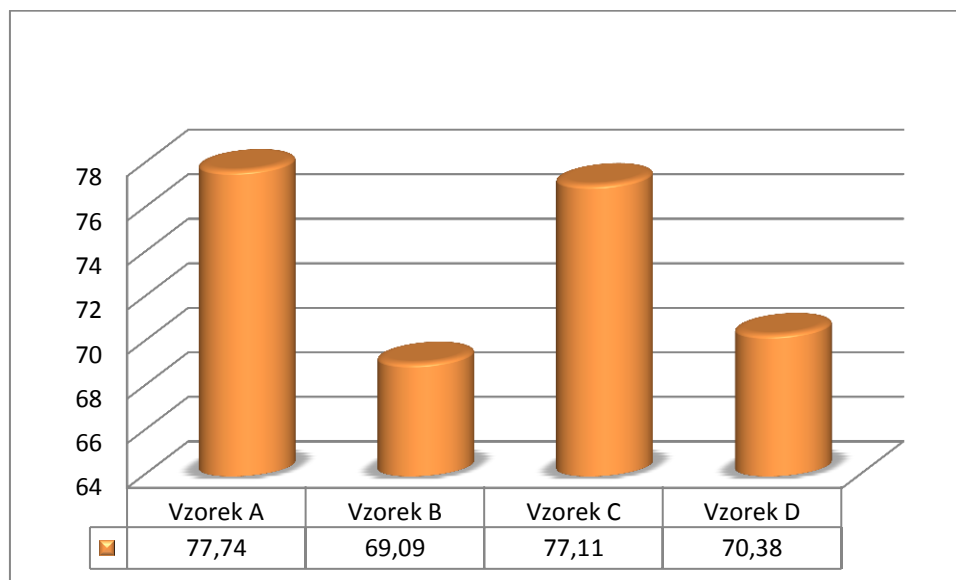
Při sensorickém hodnocení vůně po uvaření jsou výsledky rozdílné mezi lepkovými a bezlepkovými těstovinami. Nejvyššího hodnocení dosáhly lepkové vzorky, vzorek C a vzorek A. Z grafu je patrné, že mezi lepkovými vzorky není velký rozdíl, nepatrný rozdíl mohl být způsoben obsahem vajec ve vzorku C. Naopak mezi bezlepkovými těstovinami jsou rozdíly větší. To je s největší pravděpodobností opět způsobeno složením výrobku. Vůně nebo i zápach může být způsobena také skladováním mouky. Dobře uskladněná mouka má neurčitý zápach, kdežto mouka skladovaná v nevyhovujících podmínkách může mít pach zažluklý, nakyslý, zatuchlý až plesnivý.

## 10. Hodnocení vůně po uvaření (hédonické)

**Tabulka 17: Hodnocení vůně po uvaření (hédonické)**

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	77,74	5	100	23,11
B	53	69,09	0	100	25,08
C	53	77,11	0	100	23,57
D	53	70,38	10	100	24,94

**Graf 10: Hodnocení vůně po uvaření (hédonické)**



0 ..... Nepříjemná

100 ..... Příjemná

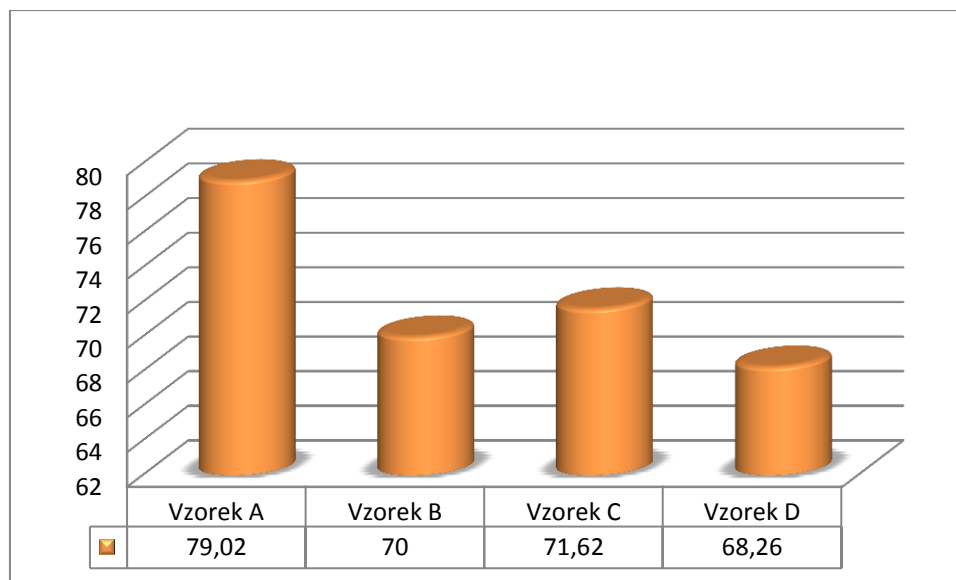
U hédonického hodnocení vůně se hodnotí příjemnost jednotlivých vzorků. Posuzovatelé označili vzorek A jako nejpříjemnější. Obsah vajec ve vzorku C mohli ovlivnit hodnotitelé, kteří jej označili za druhý nejpříjemnější vzorek. Na třetím a čtvrtém místě jsou opět bezlepkové těstoviny.

## 11. Hodnocení chuti

**Tabulka 18: Hodnocení chuti**

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	79,02	20	100	17,69
B	53	70	20	100	23,08
C	53	71,62	10	100	25,21
D	53	68,26	20	100	25,88

**Graf 11: Hodnocení chuti**



0 ..... Nahořklá, kyselá, zatuchlá, jiná

100 ..... Těstovina s chutí po přidané surovině

Z grafu můžeme vidět, že hodnotitelé posoudili jako nejchutnější vzorek, vzorek A, který je znatelně odlišný od zbývajících tří vzorků. Další v pořadí je vzorek C, který



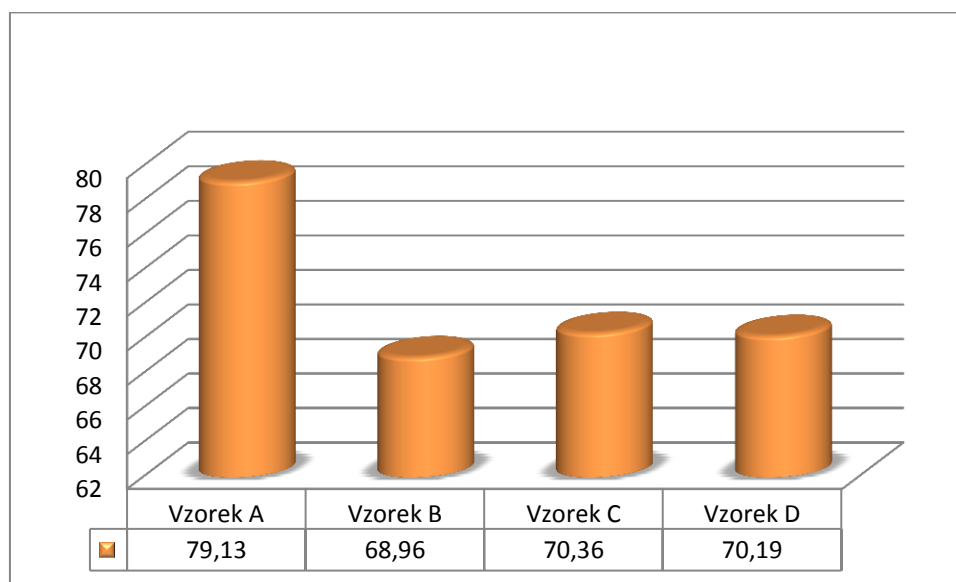
kromě hlavní suroviny pšenice obsahuje i vejce. Vejce se tradičně používají především k dosažení chuti a mohou být přidána čerstvá, zmražená nebo ve formě sušeného prášku. Hlavním důvodem přidávání vajec je především zlepšení sensorických a nutričních vlastností těstovin (Antognelli, 1980). Velmi malé rozdíly jsou i v dalších dvou hodnocených vzorcích, vzorek B je lépe hodnocen než nejméně chutný vzorek D.

## 12. Hodnocení chuti (hédonické)

**Tabulka 19: Hodnocení chuti (hédonické)**

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	79,13	20	100	17,32
B	53	68,96	0	100	25,19
C	53	70,36	10	100	24,66
D	53	70,19	20	100	23,51

**Graf 12: Hodnocení chuti (hédonické)**



0 ..... Nepříjemná

100 ..... Příjemná

Ze získaných výsledků je patrné, že nejlépe hodnocený vzorek je vzorek A, který má pro hodnotitele nejpříjemnější chuť. Poměrně malé rozdíly jsou mezi vzorky C a D.

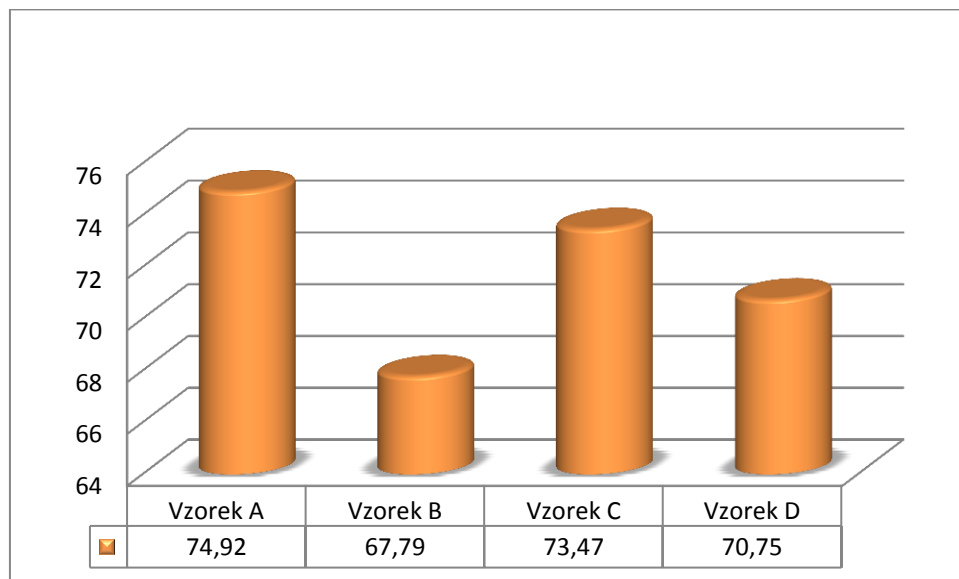
Kukuřice a rýže mají výraznou specifickou příchuť (Hager et al., 2012), tyto dvě suroviny jsou hlavní složkou u vzorku D a B, proto je hodnotitelé s největší pravděpodobností ohodnotili za méně příjemné než pšeničné těstoviny. Také návyk běžného spotřebitele je spojen s určitou chutí těstovin, a proto je chuť po alternativních, bezlepkových surovinách pro spotřebitele méně přijatelná.

### 13. Celkové hodnocení vzhledu

**Tabulka 20: Celkové hodnocení vzhledu**

Vzorek	Počet	Průměr	Minimum	Maximum	Směr. odchylka
A	53	74,92	20	100	17,09
B	53	67,79	30	90	18,27
C	53	73,47	30	100	19,94
D	53	70,75	30	100	19,62

**Graf 13: Celkové hodnocení vzhledu**



0 ..... Špatné, nevyhovující

100 ..... Vynikající

Ze získaných výsledků můžeme vidět, že při celkovém hodnocení má nejlepší výsledek vzorek A. S velmi malým rozdílem jsou za druhé nejlepší těstoviny označeny těstoviny

pod vzorkem C a další v pořadí je vzorek D, který se od lepkových těstovin ve výsledcích příliš neliší. Posledním, nejméně vyhovujícím vzorkem byl vzorek B. Těstoviny uvařené podle návodu se nerozvaňují, zachovávají si svůj tvar a nejsou lepkové. Barva by měla být stejnoměrná, světlá, v různých odstínech žluté, popřípadě odpovídající dalším použitým surovinám (Beránková, 2009).

### 4.3 Pořadový test

Zjištěná průkaznost rozdílů mezi hodnocenými vzorky byla zjištěna pomocí Friedmanova testu. Hodnota F se vypočte podle vzorce:

$$F = [ 12 / J \times P \times (P + 1) ] \times ( R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2 ) - 3 \times J \times (P + 1)$$

**P** = počet vzorků

**J** = počet hodnotitelů

**R1 – R4** = součet celkového pořadí

**Tabulka 21: Kritické hodnoty (F) pro Friedmanovu zkoušku (ČSN ISO 8587)**

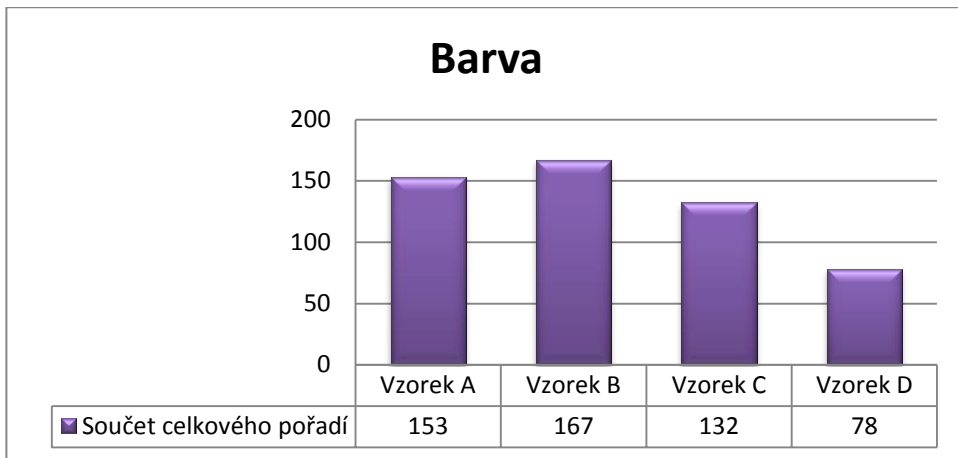
Počet posuzovatelů <i>J</i>	Počet vzorků (nebo výrobků) <i>p</i>									
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
	Hladina významnosti $\alpha = 0,05$					Hladina významnosti $\alpha = 0,01$				
7	7,143	7,8	9,11	10,62	12,07	8,857	10,371	11,97	13,69	15,35
8	6,250	7,65	9,19	10,68	12,14	9,000	10,35	12,14	13,87	15,53
9	6,222	7,66	9,22	10,73	12,19	9,667	10,44	12,27	14,01	15,68
10	6,200	7,67	9,25	10,76	12,23	9,600	10,53	12,36	14,12	15,79
11	6,545	7,68	9,27	10,79	12,27	9,455	10,60	12,46	14,21	15,89
12	6,167	7,70	9,29	10,81	12,29	9,500	10,68	12,53	14,28	15,96
13	6,000	7,70	9,30	10,83	12,37	9,385	10,72	12,56	14,34	16,03
14	6,143	7,71	9,32	10,85	12,34	9,000	10,76	12,64	14,40	16,09
15	6,400	7,72	9,33	10,87	12,35	8,933	10,80	12,68	14,44	16,14
16	5,99	7,73	9,34	10,88	12,37	8,79	10,84	12,72	14,48	16,18
17	5,99	7,73	9,34	10,89	12,38	8,81	10,87	12,74	14,52	16,22
18	5,99	7,73	9,36	10,90	12,39	8,84	10,90	12,78	14,56	16,25
19	5,99	7,74	9,36	10,91	12,40	8,86	10,92	12,81	14,58	16,27
20	5,99	7,74	9,37	10,92	12,41	8,87	10,94	12,83	14,60	16,30
∞	5,99	7,81	9,49	11,07	12,59	9,21	11,34	13,28	15,09	16,81

POZNÁMKA 1 Veličiny *F* mohou mít jenom nespojitě hodnoty, nespojitost je zřetelná pro malé *j* a *p*. Následně nelze získat kritické hodnoty, které by odpovídaly přesně riziku 0,05 and 0,01.

POZNÁMKA 2 Proložené hodnoty byly získány použitím aproximace k  $\chi^2$  rozdělení.

### 4.3.1 Barva

*Graf 14: Vyhodnocení výsledků vzorků z hlediska barvy*



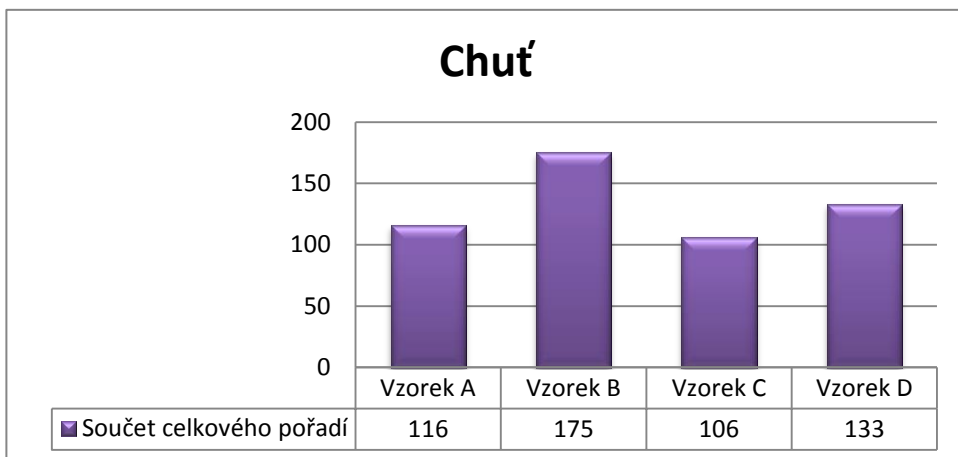
$$F = [12/53 \times 4 \times (4+1)] \times (153^2 + 167^2 + 132^2 + 78^2) - 3 \times 53 \times (4+1)$$

**F=51,9**

Porovná-li se výsledná hodnota s tabulkou 21, je zjištěná hodnota 51,9 vyšší než hladina významnosti 0,05 tj.  $x^2 = 7,81$ , což znamená, že v souboru existují průkazné rozdíly mezi vzorky.

### 4.3.2 Chuť

*Graf 15: Vyhodnocení výsledků vzorků z hlediska chuti*



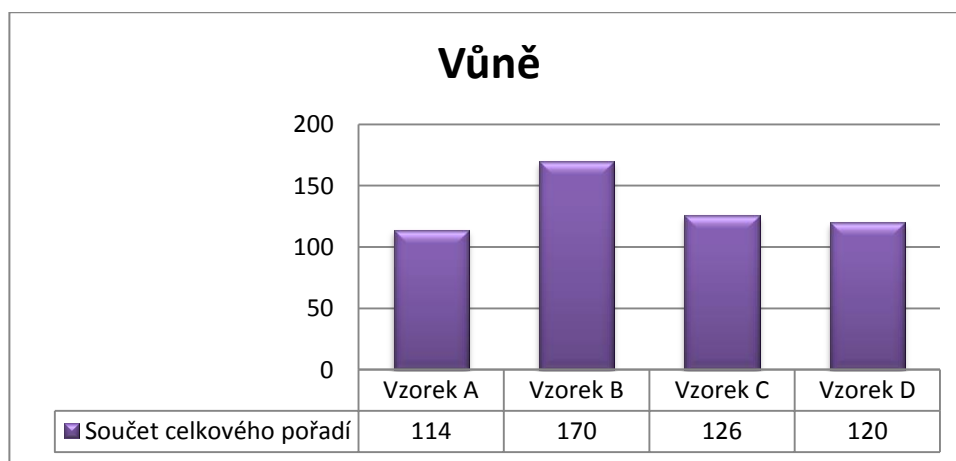
$$F = [12/53 \times 4 \times (4+1)] \times (116^2 + 175^2 + 106^2 + 133^2) - 3 \times 53 \times (4+1)$$

$$\underline{F=31,5}$$

Porovná-li se výsledná hodnota s tabulkou 21, je zjištěná hodnota 31,5 vyšší než hladina významnosti 0,05 tj.  $x^2 = 7,81$ , což znamená, že v souboru existují průkazné rozdíly mezi vzorky.

### 4.3.3 Vůně

**Graf 16: Vyhodnocení výsledků vzorků z hlediska vůně**



$$F = [12/53 \times 4 \times (4+1)] \times (114^2 + 170^2 + 126^2 + 120^2) - 3 \times 53 \times (4+1)$$

$$\underline{F=22}$$

Porovná-li se výsledná hodnota s tabulkou 21, je zjištěná hodnota 22 vyšší než hladina významnosti 0,05 tj.  $x^2 = 7,81$ , což znamená, že v souboru existují průkazné rozdíly mezi vzorky.

### Nejmenší významný rozdíl (LSD – Least significant difference)

Jestliže bylo Friedmanovou zkouškou zjištěno, že jsou odpovídající rozdíly v součtech pořadí vzorků, pak se pro zjištění, který vzorek je statisticky významně

odlišný počítá nejmenší významný rozdíl (LSD) pro vybrané riziko  $\alpha = 0,05$  nebo  $\alpha = 0,01$ .

Pokud se hladina  $\alpha$  použije na celý experiment, potom riziko spojené s každou dvojicí je  $\alpha'$ , kde  $\alpha' = 2\alpha / p \times (p - 1)$ .

V tomto případě platí, když  $p = 4$ , pro riziko  $\alpha = 0,05$ , potom  $\alpha' = 0,0083$  a potom  $z$  (odpovídající oboustranné normální pravděpodobnosti  $\alpha'$ ) je 2,91 (ČSN ISO 8587).

Nejmenší významný rozdíl (LSD) vypočteme pomocí vzorce:

$$\text{LSD} = z \times \sqrt{j \times p (p + 1) / 6} \quad \text{LSD} = 2,91 \times \sqrt{53 \times 4 (4 + 1) / 6}$$

$$\underline{\underline{\text{LSD} = 38,67}}$$

Jestliže jsou posuzované rozdíly mezi součty pořadí stejné nebo větší než nejmenší významný rozdíl (LSD), potom můžeme říci, že dvěma výrobkům byla dána významně odlišná pořadí. Jestliže je pozorovaný rozdíl mezi dvěma součty pořadí menší než nejmenší významný rozdíl (LSD), pak je pravděpodobné, že oběma výrobkům nebylo dáno podstatně rozdílné pořadí (ČSN ISO 8587). V případě že je absolutní rozdíl mezi dvěma vzorky vyšší nebo roven LSD (38,67), je mezi vzorky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

### **Barva**

$$A - B: 153 - 167 = 14$$

$$A - C: 153 - 132 = 21$$

$$A - D: 153 - 78 = \mathbf{75}$$

$$B - C: 167 - 132 = 35$$

$$B - D: 167 - 78 = \mathbf{89}$$

$$C - D: 132 - 78 = \mathbf{54}$$

Na hladině významnosti 0,05 jsou statisticky významné rozdíly mezi vzorky AD, BD, CD.

Ze získaných výsledků v pořadovém testu můžeme říci, že v hodnocení nejpříjemnější barvy byl vzorek D (bezlepkové těstoviny) označen za nejlepší, následuje vzorek C (lepkové těstoviny vaječné). Třetí nejlepší barvu měl vzorek A (lepkové těstoviny bezvaječné). Nejméně příjemná barva byla hodnotiteli označena u vzorku B (kukuřičné bezlepkové těstoviny).

### **Chuť**

$$A - B: 116 - 175 = \mathbf{59}$$

$$A - C: 116 - 106 = 10$$

$$A - D: 116 - 133 = 17$$

$$B - C: 175 - 106 = \mathbf{69}$$

$$B - D: 175 - 133 = \mathbf{42}$$

$$C - D: 106 - 133 = 27$$

Na hladině významnosti 0,05 jsou statisticky významné rozdíly mezi vzorky AB, BC, BD.

Z výsledků je vidět, že vzorek C (lepkové vaječné těstoviny) je označen hodnotiteli za nejchutnější, s největší pravděpodobností to způsobilo obsah vajec, který u jiných vzorků není. Druhý nejpříjemnější vzorek v hodnocení chuti je vzorek A (lepkové těstoviny bezvaječné). Méně chutné jsou bezlepkové kukuřično-rýžové těstoviny, tedy vzorek D. Čtvrtý hodnocený vzorek, vzorek B (kukuřičné bezlepkové těstoviny) je označen za nejméně chutný, hodnocením se značně liší od ostatních hodnocených těstovin.

### **Vůně**

$$A - B: 144 - 170 = 26$$

$$A - C: 144 - 126 = 18$$

$$A - D: 144 - 120 = 24$$

$$B - C: 170 - 126 = \mathbf{44}$$

$$B - D: 170 - 120 = \mathbf{50}$$

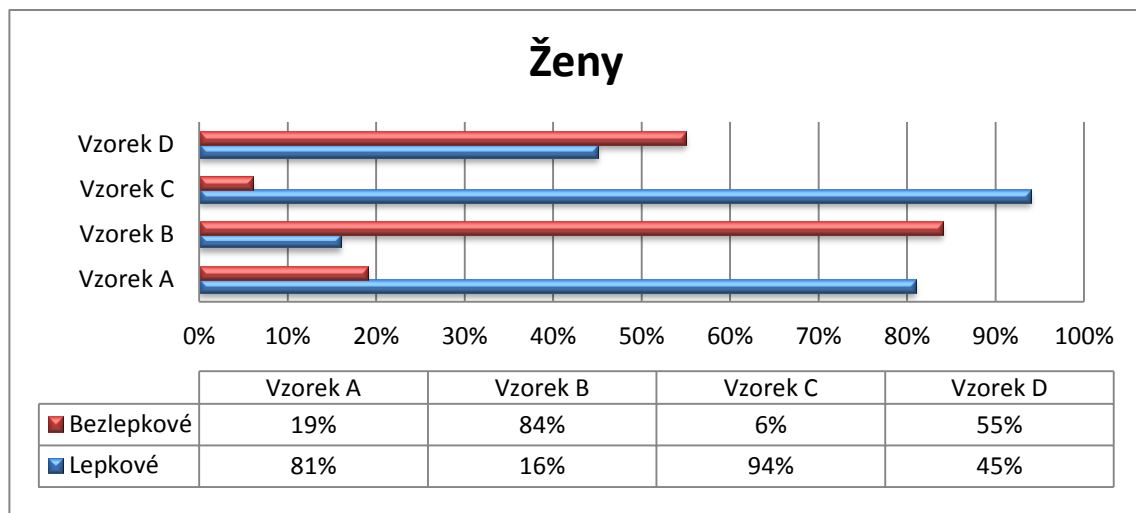
$$C - D: 126 - 120 = 6$$

Na hladině významnosti 0,05 jsou statisticky významné rozdíly mezi vzorky BC, BD.

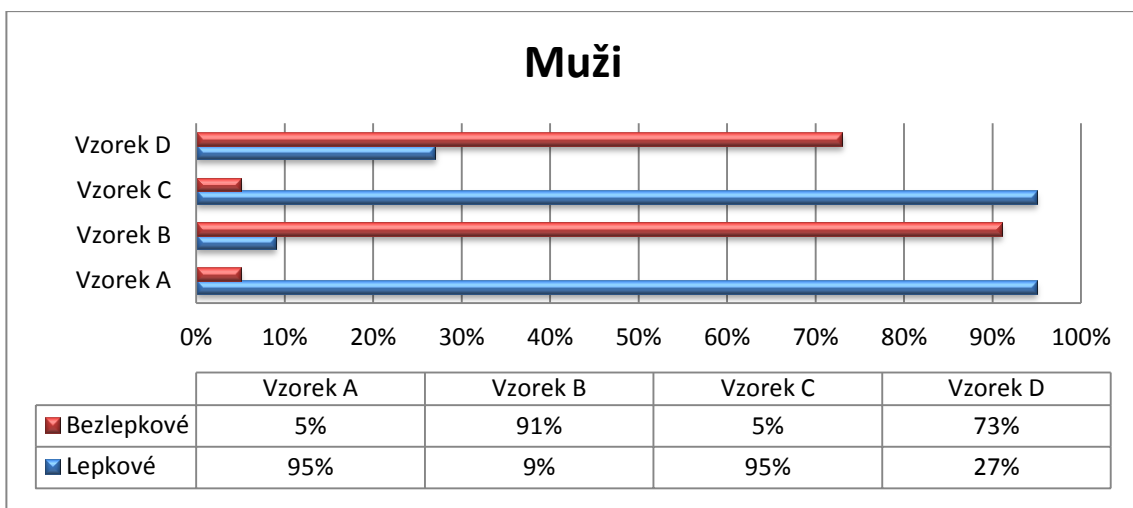
Při hodnocení vůně byly za nejlepší vzorky označeny vzorek D (bezlepkové těstoviny) a vzorek C (lepkové těstoviny vaječné) mezi kterými jsou nepatrné rozdíly. Následně byl hodnotiteli zvolen vzorek A (lepkové bezvaječné těstoviny). Nejméně příjemný byl zvolen vzorek B (kukuřičné bezlepkové těstoviny). Kukuřičná mouka má velký vliv na chuť těstovin, proto je vzorek B hodnotiteli označen za nejméně příjemný.

Z hlediska barvy označili hodnotitelé za nejlepší vzorek, vzorek D. V tomto vzorku je obsažena nejen kukuřičná mouka, která je typicky tmavě žlutá, ale je tam příměs rýžové mouky, která dá těstovinám světlejší a výrazně žlutou barvu, to z hlediska pohledu příznivě ovlivňuje posuzovatele, proto jej označily za nejlepší. Vzorek C, tedy lepkové těstoviny, získaly nejpříznivější hodnocení z hlediska chuti. Pšeničné těstoviny jsou hodnotiteli nejčastěji konzumovány, proto těstoviny, které lepek neobsahují, jsou pro ně méně chutné. S největší pravděpodobností to bude z důvodu, že na těstoviny obsahující kukuřici a rýži, které mají výraznou specifickou příchut' (Hager et al., 2012) nejsou zvyklí a jejich chuť jim přijde nepřírozená. Ze stejného důvodu nejspíše hodnotili vzorky z hlediska vůně, kde vzorek A je nejlépe hodnocený vzorek.

**Graf 17 a 18: Doplnková otázka**



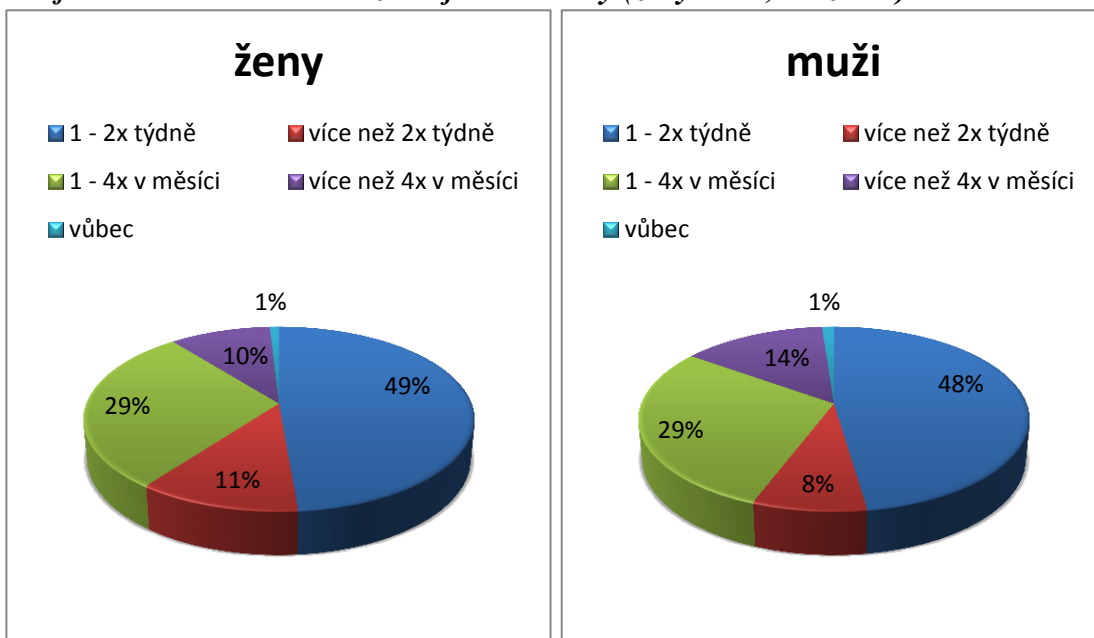




Doplňková otázka byla součástí pořadového testu. Hodnotitelé měli za úkol napsat, zda dokáží vyhodnotit jaké těstoviny jim byly předkládány při sensorickém hodnocení. Vzorky A a C jsou lepkové, vzorky B a D jsou bezlepkové. Z grafů je patrné, že jen u žen u vzorku D jsou výsledky velmi vyrovnané, u ostatních vzorků jsou výsledky už rozdílné. U mužů jsou u vzorků A, B a C výsledky velmi jasné, více jak 90% mužů správně označilo, o jaké těstoviny se jedná.

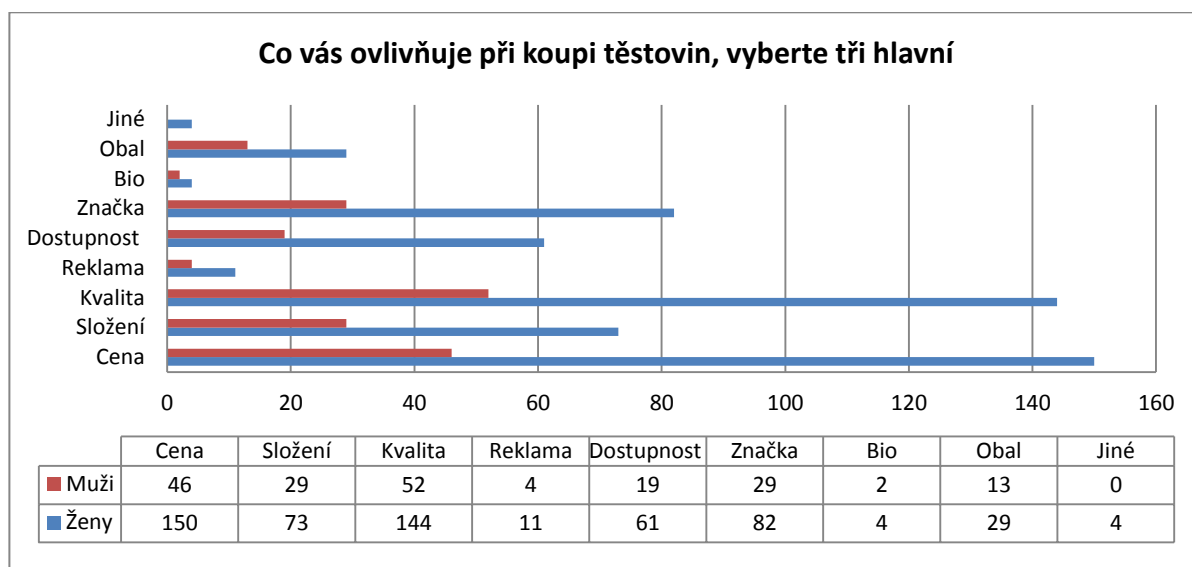
#### 4.4 Vyhodnocení dotazníkového šetření

**Graf 19 a 20: Jak často konzumujete těstoviny (ženy= 224, muži=86)**



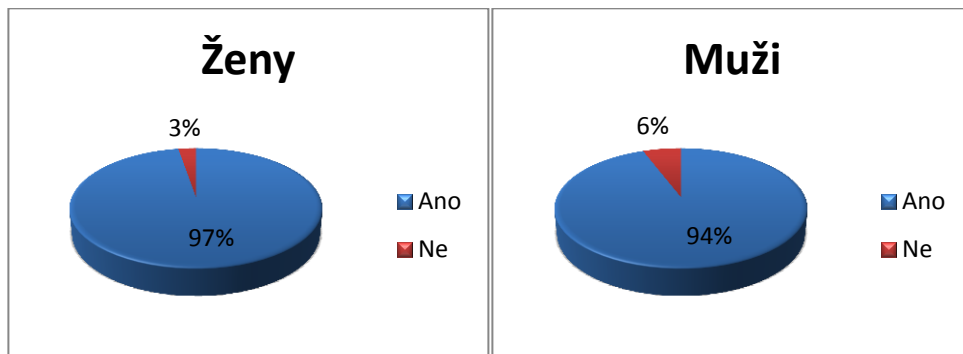
Z obou grafů je patrné, že dotazovaní nejčastěji odpovídali, že konzumují těstoviny 1 – 2x týdně. Pořadí četnosti odpovědí je u obou pohlaví stejné. Spotřeba těstovin vzrostla o 0,5 kg na 7,1 kg, když dlouhodobý průměr byl 5,5 kg. (czso.cz)

**Graf 21 a 22: Co Vás ovlivňuje při koupi těstovin, vyberte tři hlavní (ženy= 224, muži=86)**



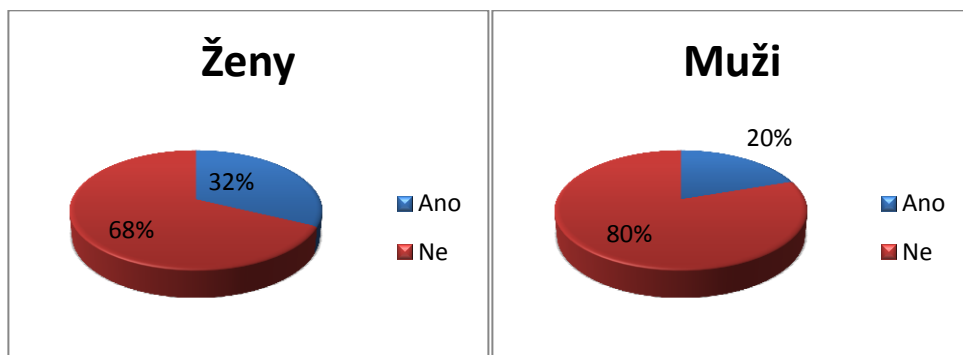
Z grafu můžeme vidět, že ženy nejvíce ovlivňuje při nákupu těstovin hlavně cena a kvalita, tyto dva požadavky získaly nad ostatními převážnou většinu. Značka je pro ženy třetí nejdůležitější faktor. Z grafu můžeme vyčíst, že muži mají při nákupu těstovin velmi podobné nároky. První dva faktory mají stejné jako ženy, jen upřednostnili kvalitu před cenou a to i přes zvyšování cen těstovin, které se v meziměsíčním růstu cen (k březnu 2014) zvýšily o 3,2% (czso.cz). Značka a složení mají u mužů vyrovnané výsledky na třetím místě. Z grafu také můžeme vidět, že obě pohlaví jsou velmi málo ovlivněna reklamou a téměř vůbec není zájem o BIO produkty.

**Graf 23 a 24: Víte, že existují bezlepkové těstoviny (ženy= 224, muži=86)**



97% z dotazovaných žen ví, že existují bezlepkové těstoviny. Téměř stejný výsledek je i u mužů, při čemž z dotazovaných mužů pouhých 6% neví, že existují bezlepkové těstoviny.

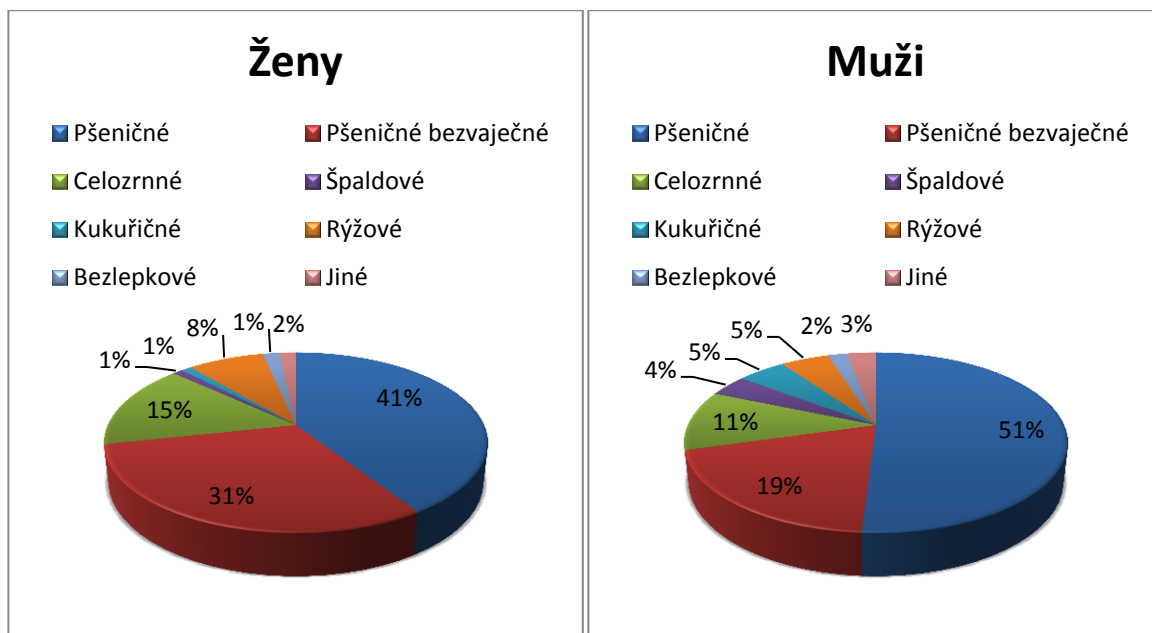
**Graf 25 a 26: Jedli jste někdy bezlepkové těstoviny (např. bezlepkové, kukuřičné, rýžové, pohankové, amarantové těstoviny, aj.), (ženy= 224, muži=86)**



Převážná část žen (68%) někdy jedla bezlepkové těstoviny. Nejčastěji konzumují rýžové, bezlepkové a kukuřičné těstoviny. Pohankové a amarantové jsou v současné době zatím velmi málo známé, tudíž málo konzumované. U mužů je procento konzumace bezlepkových těstovin větší (80%). Výsledky jsou velmi vyrovnané, nejčastěji konzumují bezlepkové, kukuřičné a rýžové. Pohankové odpověděli 2 respondenti a amarantové neodpověděl žádný. Možným důvodem proč není velký zájem o těstoviny neobsahující lepek, může být to, že jejich cena je mnohem vyšší než cena lepkových.

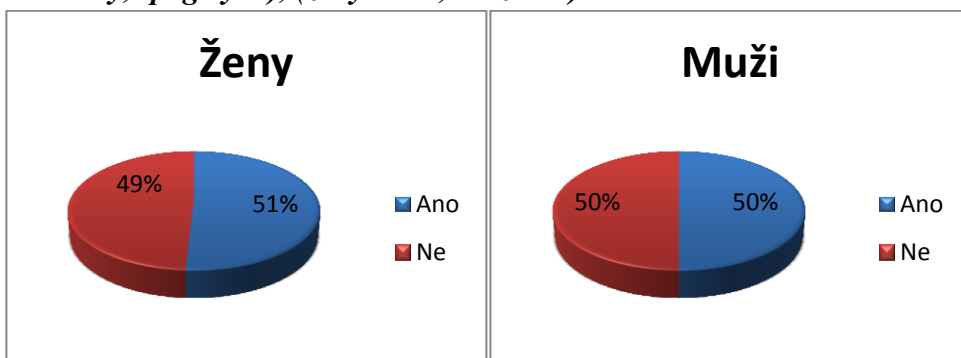
**Graf 27 a 28 a tabulka 22: Jakému druhu těstovin dáváte přednost (ženy= 224, muži=86)**

	Pšeničné	Pšeničné bezvaječné	Celozrné	Špaldové	Kukuřičné	Rýžové	Bezlepkové	Jiné
Muži	52	20	11	4	5	5	2	3
Ženy	121	91	45	3	3	23	5	5



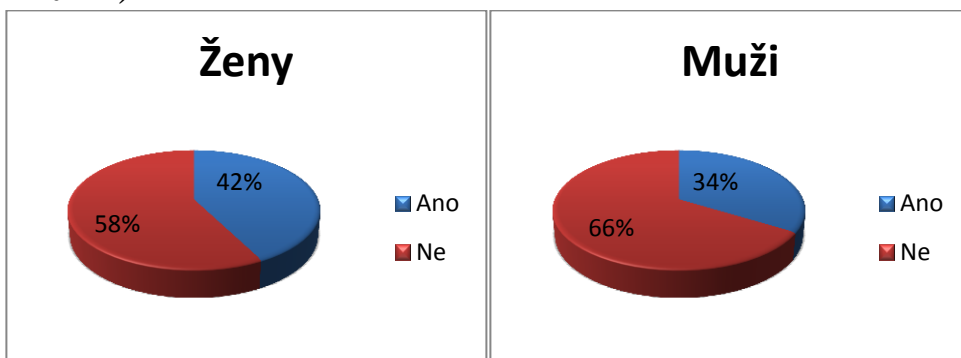
Nejběžnější, ale i zároveň nepříjemnější cenu mají pšeničné těstoviny. To odpovídá výše uvedeným výsledkům, které jsou u žen i u mužů velmi vyrovnané. 41% žen dává přednost pšeničným těstovinám a 31% žen upřednostňuje pšeničné bezvaječné těstoviny. Dále nejčastěji upřednostňují celozrné a rýžové. 2% žen napsali jinou odpověď, než byla na výběr. Napsaly, že upřednostňují semolinové, vaječné a těstoviny vyráběné z ječné mouky. 51% mužů dává přednost pšeničným těstovinám a 19% mužů upřednostňuje pšeničné bezvaječné těstoviny. Dále nejčastěji vyhledávají celozrné, kukuřičné a rýžové těstoviny.

**Graf 29 a 30: Dáváte přednost určitým druhům těstovinám (např. kolínka, vřetena, mušličky, špagety...), (ženy= 224, muži=86)**



Z vykonaného dotazníkového šetření byly zjištěny velmi vyrovnané výsledky mezi muži a ženami. 51% žen dává přednost určitým druhům těstovin. Nejvíce upřednostňují špagety, vřetena, kolínka a penne. 50% mužů má nejoblíbenější těstoviny také špagety, potom kolínka a vřetena. Polovina dotazovaných neupřednostňuje konkrétní druh těstovin.

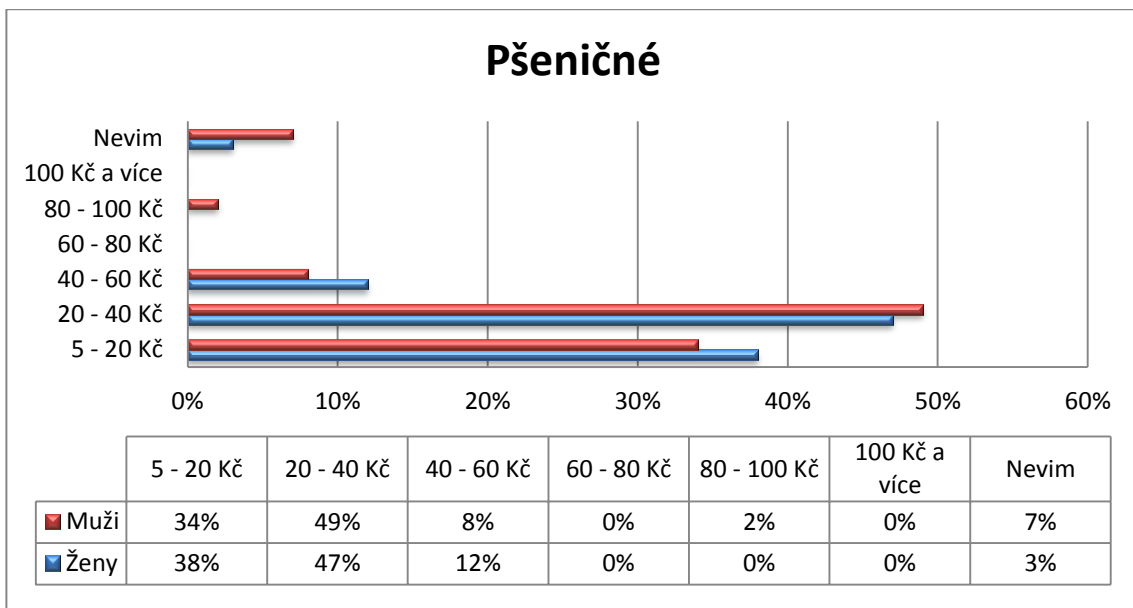
**Graf 31 a 32: Máte přehled, kde se dají koupit bezlepkové těstoviny? (ženy= 224, muži=86)**



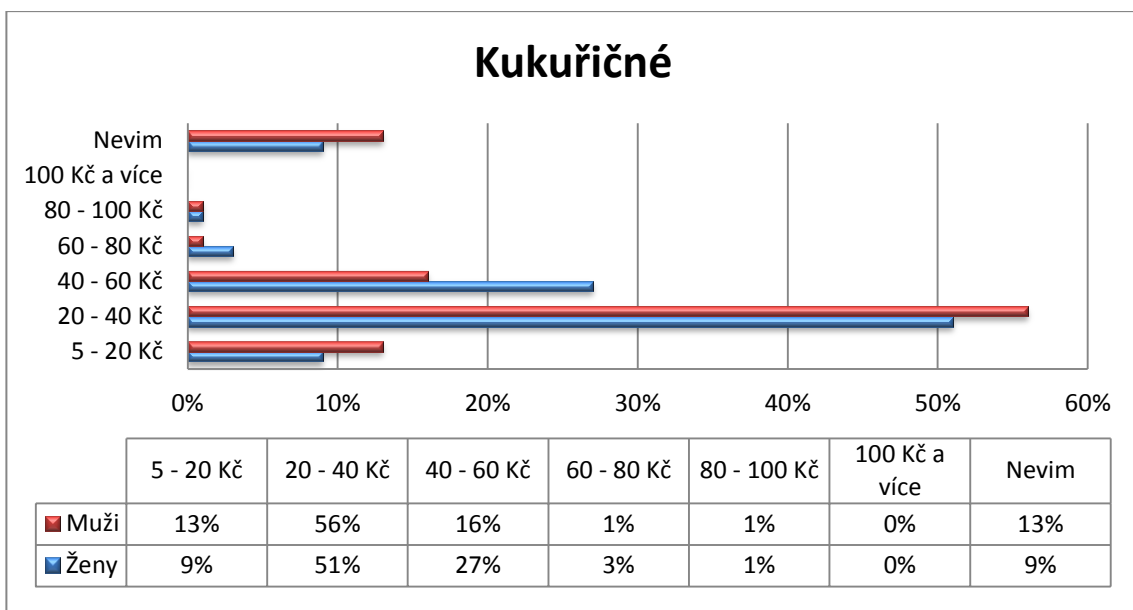
Z grafů můžeme vidět, že většinou ženy oproti mužům mají přehled, kde se dají koupit bezlepkové těstoviny. Také je patrné, že více jak polovina dotazovaných neví, kde se kupují bezlepkové těstoviny. 42% žen a 34% mužů odpovědělo, že bezlepkové těstoviny by kupovali ve velkých supermarketech (Tesco, Albert, Globus, Billa, Kaufland), dále se nejčastěji objevovala odpověď, že bezlepkové těstoviny jsou k dostání ve specializovaných prodejnách, v prodejnách se zdravou výživou, DM drogerii a v některých lékárnách. U lidí, kteří nepotřebují nebo se nezajímají o zdraví

životní styl, je pochopitelné, že nemají přehled, kde se potraviny neobsahující lepek dají koupit.

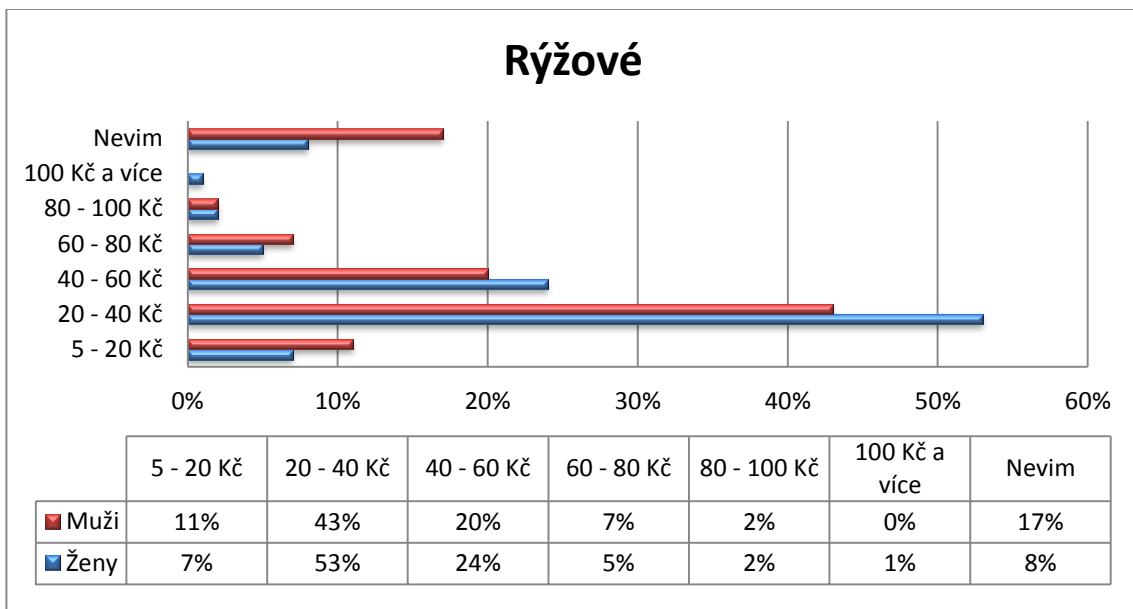
**Graf 33 - 38: Orientujete se v cenách těstovin? Napište k jednotlivým druhům, kolik si myslíte, že stojí dané těstoviny (500g). Napište jednu částku.**



47% žen a 49% mužů nejčastěji psalo částku, která se pohybuje v rozmezí 20 – 40,- Kč. Druhá nejčastější částka se pohybuje do 20,- Kč. Z toho je patrné, že dotazovaní mají přehled, kolik stojí pšeničné těstoviny. Na českém trhu se pohybuje spousta pšeničných těstovin od různých výrobců. Orientační částky jsou v rozmezí 10 – 40(50),- Kč, záleží na výrobcu a kvalitě.

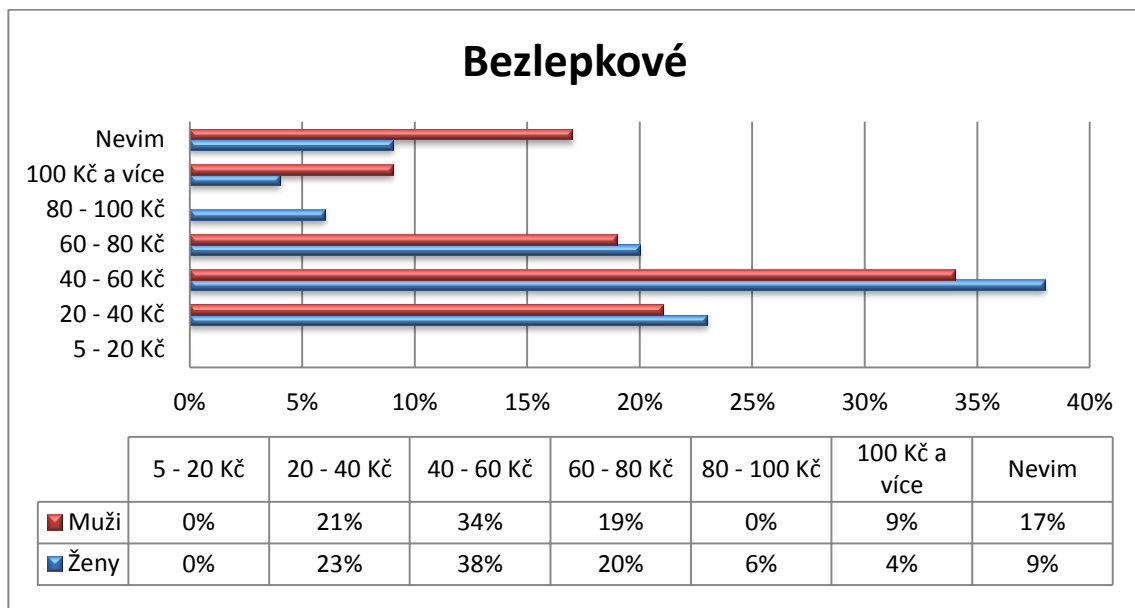


Běžná cena kukuřičných těstovin se pohybuje v rozmezí 20 – 60,- Kč. Z grafu můžeme vyčíst, že muži i ženy mají přehled o cenách kukuřičných těstovin. 13% mužů a 9% žen z dotazovaných nemá přehled, kolik stojí.

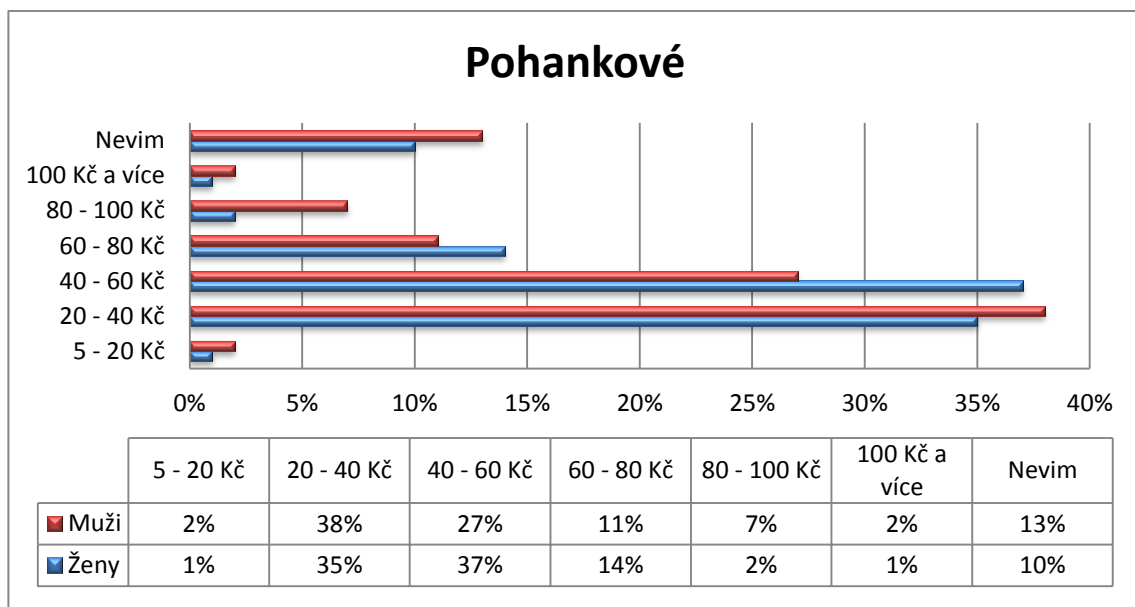


Z grafu je vidět, že 53% žen a 43% mužů nejčastěji odpovídala, že cena rýžových těstovin se pohybuje v rozmezí 20 – 40,- Kč. Druhá nejčastější odpověď byla u žen i u mužů 40 – 60,- Kč. Ceny rýžových těstovin se pohybují v rozmezí 50 –

80(100),- Kč. Z výsledků můžeme vyčíst, že převážná část dotazovaných nemá přehled o cenách rýžových těstovin. 17% mužů a 8% žen neví, kolik stojí rýžové těstoviny.



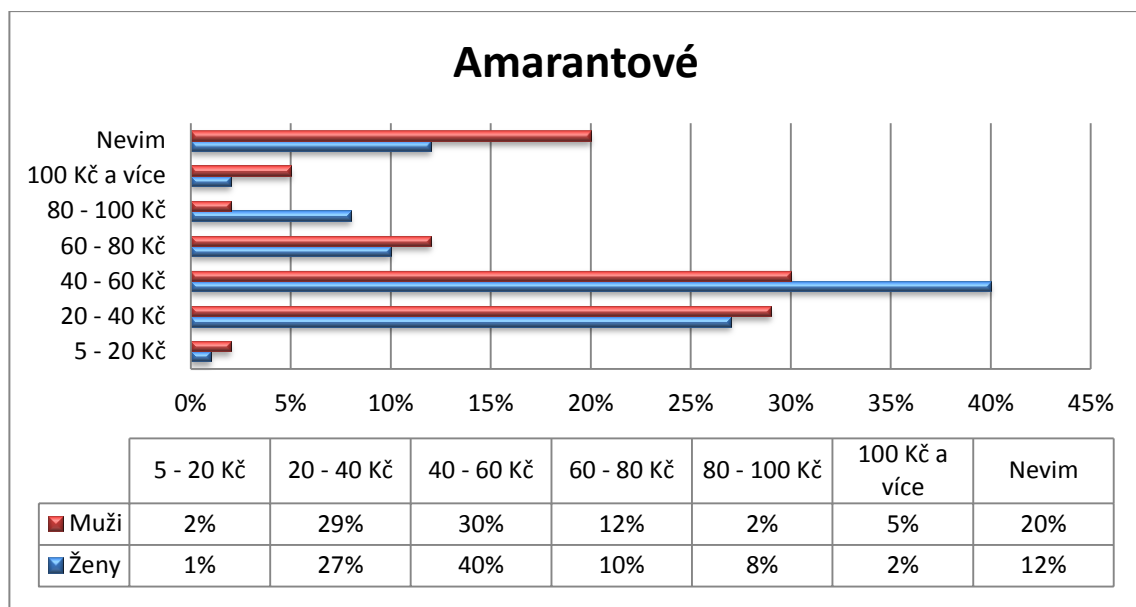
Ceny bezlepkových těstovin se pohybují v širším rozmezí 40 – 100,- Kč. Většina dotazovaných odhadla cenu bezlepkových těstovin správně.



Ceny pohankových těstovin se pohybují v rozmezí 60 – 90,- Kč. Dotazovaní nejčastěji odpovídali, že pohankové těstoviny stojí 20 – 60,- Kč. Z grafu je tedy vidět, že



u pohankových těstovin více jak polovina nemá přehled o jejich cenách. 13% mužů a 10% žen neví, kolik stojí pohankové těstoviny.



U amarantových těstovin jsou nejčastější odhady cen správné. 67% žen a 59% mužů správně odhadlo cenu těstovin. Běžná cena na českém trhu amarantových těstovin se pohybuje v rozmezí 20 – 60,- Kč.

Žijeme v oblasti, kde jsou obiloviny obsahující lepek základní složkou většiny jídel. Nahrazení lepkových potravin obilovinami, které lepek neobsahují, je náročné a zpravidla to vyžaduje zvláštní úpravu potravin. To je prvotní důvod, proč jsou bezlepkové varianty potravin mnohonásobně dražší než ty běžné. Dalším důvodem je jejich malá spotřeba. Vzhledem k tomu, že je u nás diagnostikováno cca 10 tis. celiaků je spotřeba speciálních bezlepkových potravin nízká, což zvyšuje jejich cenu (celia-zbl.cz).

## 5. Závěr

Cílem diplomové práce bylo hodnocení kvality bezlepkových těstovin a následné porovnání s těstovinami obsahující lepek.

Během zpracování této práce bylo pro mě zajímavým zjištěním, že vlastnosti surovin obsažené ve výrobku hrají zásadní roli ve fyzikálních i senzorických vlastnostech těstovin.

Laboratorním hodnocením fyzikálních vlastností vykazovaly nejdlejší vařivost kukuřično-rýžové těstoviny, což mohlo být způsobeno surovinami, na které nejsou hodnotitelé zvyklí, proto je vařili déle, než uvádí výrobce. Další důležitou vlastností pro kvalitu těstovin je bobtnavost neboli zvětšení objemu. Kvalitní výrobek by měl zvětšit svůj objem až o 300%, což výsledky v této práci nesplňují. Stanovení sedimentu ukazuje na ztráty během vaření. Nevětší ztráty byly zjištěny u kukuřičných těstovin.

Po celkovém hodnocení je z výsledků patrné, že v první části, kde se hodnotily vzorky v syrovém stavu z hlediska barvy, přítomnosti jiných druhů těstovin a z hlediska vzhledu odpovídá ideálním hodnotám vzorek D (bezlepkové těstoviny). Při hodnocení povrchu má nejvhodnější výsledky vzorek C (lepkové těstoviny). Vzorek B (bezlepkové těstoviny) je dle hodnotitelů nejpříznivějším vzorkem při hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty. V části senzorického hodnocení, kde se těstoviny hodnotily po uvaření, má vzorek A (lepkové těstoviny) příjemnější vůni, než zbývající tři vzorky. Z hlediska chuti a celkového hodnocení má výrazně lepší výsledky vzorek A před ostatními vzorky. U vzorku D (bezlepkové těstoviny) můžeme říci, že má výborné výsledky z hlediska barvy a lepivosti po uvaření. Při hodnocení vzhledu (tvaru) a vůně po uvaření má nejlepší hodnocení vzorek C (lepkové těstoviny).

Při pořadovém testu se hodnotila barva, chuť a vůně u jednotlivých vzorků. Friedmanovou zkouškou bylo zjištěno, že jsou v součtech pořadí vzorků rozdílly, proto se vypočítal nejmenší významný rozdíl (LSD). Na hladině významnosti 0,05 existuje statisticky významný rozdíl mezi dvěma vzorky. Z hlediska hodnocení barvy jsou významné rozdílly mezi vzorky AD, BD, CD. Z hlediska chuti jsou významné rozdílly mezi vzorky AB, BC, BD. A z hlediska vůně jsou významné rozdílly mezi vzorky BC, BD.

Z výsledků dotazníkového šetření bylo zjištěno, že těstoviny se konzumují průměrně 1 – 2x týdně. Při koupi těstovin jsou respondenti nejvíce ovlivněni cenou a kvalitou. Téměř všichni dotazovaní vědí, že existují bezlepkové těstoviny, ale jen malá část je někdy ochutnala. Dotazovaní nejčastěji dávají přednost pšeničným, pšeničným bezvaječným a celozrnným těstovinám. Nejčastějšími druhy těstovin jsou špagety, vřetena a kolínka. Více jak polovina dotazovaných nemá přehled, kde se dají koupit těstoviny neobsahující lepek. Bezlepkové těstoviny jsou na českém trhu už velmi dobře k dostání, a co se týče cen, tak s vzrůstajícím sortimentem bezlepkových těstovin na trhu, klesá jejich cena. Záleží na složení, kvalitě a výrobci, od toho se odvozují ceny zboží. Na našem trhu se dají sehnat bezlepkové těstoviny již od 40,- Kč. Pohankové těstoviny jsou zatím velmi málo známé, tudíž dotazovaní nemají přehled, kolik stojí. U zbylých těstovin se dotazovaní v cenách víceméně orientují.

Z vlastních zkušeností mohu říci, že se sortiment bezlepkových potravin zvyšuje a tím se celiakům zlepšuje i jejich možnost volby mezi chuťově přijatelnějšími výrobky. Pro osoby, které musí dodržovat bezlepkovou dietu, jsou vlivem zvyklostí bezlepkové produkty většinou chutné. V této práci hodnotili těstoviny studenti, kteří nemusí dodržovat bezlepkovou dietu. Tím jsou pro ně bezlepkové těstoviny nezvyklé a v celkovém hodnocení méně přijatelné než lepkové. V některých případech jsou však těstoviny neobsahující lepek označeny za lepší než ty, které lepek obsahují. To potvrzuje tvrzení, že se kvalita bezlepkových těstovin se stále zvyšuje.

## 6. SUMMARY

Pasta belongs to basic foodstuffs, it is characterised as food manufactured by shaping dough which is not leavened. The dough is prepared mainly from mill cereal products or their mixture.

The aim of the Diploma Thesis is quality evaluation of gluten-free pasta and its comparison with pasta which contains gluten.

Furthermore, the evaluation includes a cooking test, which showed the following results. Sample A (gluten pasta) needs the shortest time for cooking (8:09 minutes). Additionally, water-absorbing test showed that sample A absorbed the biggest amount of water (125g=%), next sample C (121,1g=%), sample D (106,4g=%) and finally the smallest amount of water was absorbed by sample B (99g=%). The biggest swelling capacity has sample C (gluten pasta) – 1,6. Subsequently, sample A has swelling capacity – 1,5; sample B has swelling capacity – 1,5. Finally, the smallest swelling capacity has sample D – 1,4. With regard to a sediment test, sample D (gluten-free pasta) has the smallest volume of sediment - 98,9 ml. Then sample C (gluten pasta) has 140,2 ml of sediment, sample A (gluten pasta) has 164,6 ml of sediment and sample B (gluten-free pasta) has the biggest volume of sediment - 240,3 ml.

The results of sensorial evaluation, where 53 evaluators participated, show that in the first part, which deals with the evaluation of raw samples, sample D (gluten-free pasta) has the best features with respect to colour, occurrence of other pasta types and the overall visual aspect. Sample C (gluten pasta) has the best features in evaluation of pasta surface. Sample B (gluten-free pasta) performed the best strength and elasticity while being bent between fingers. The second part deals with sensorial evaluation of cooked pasta, sample A (gluten pasta) showed the best results. This sample is characterised by the best smell after cooking (hedonistic), taste, taste (hedonistic) and the best overall evaluation. Sample D (gluten-free pasta) has the best results in colour evaluation and evaluation of stickiness after cooking. In evaluation of visual aspect (shape) and evaluation of smell after cooking, sample C (gluten pasta) has the best average of the overall evaluation.

After the sensorial evaluation, the evaluators were given an order test, which was used to show whether there exists a statistically significant difference among the individual samples. There are results according to the Friedman test: colour ( $F = 45,9$ ), taste ( $F = 31,5$ ), smell ( $F = 22$ ). The critical value  $\chi^2 = 7,81$ . It means that there exists a statistically significant difference among the individual samples in these three areas. Sample D got the best results in evaluation of the most pleasant colour. There are significant differences between the samples AD, BD, CD. Sample C was chosen by evaluators as the most delicious of all. Again there are significant differences between the samples AB, BC, BD. The most pleasant scent, according to the evaluators, has the gluten free sample D and major differences are between the samples BC, BD.

According to the questionnaire, pasta is most often eaten once or twice a week and the consumers are influenced by its price, quality and ingredients. Moreover, the questionnaire showed that gluten-free pasta are widely known, but only a few respondents ate gluten-free pasta. The most popular pasta is wheat pasta and wheat eggless pasta. Nowadays, there is a wide range of gluten-free pasta and other gluten-free food. Gluten-free products are mainly available at specialized shops offering healthy food and in a majority of supermarkets. The respondents are the most familiar with the prices of wheat pasta. On the other hand, the respondents are the least familiar with prices of buckwheat and amaranthine pasta.

**Key words:** pasta, gluten, gluten-free, quality, evaluation

## 7. SEZNAM LITERATURY

Alamprese, C., Casiraghi, E., and Pagani, M. A. 2007. Development of gluten-free fresh egg pasta analogues containing buckwheat. *Eur. Food Res. Technol.* 225:205.

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. 2010. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. In: Pagani, A-M., Pagani, M. 2013. What can play the role of gluten in gluten-free pasta. *Trends in Food Science & Technology* 31: 63-71.

Anderle, P., Schwarz, H., Borůvková, V., Štěpánková, V. 1996. Zbožíznalství: poživatiny - potraviny, pochutiny. In: Hellingerová, P. 2012. Vliv použitých surovin na kvalitu a senzorickou jakost těstovin. [Diplomová práce]. Brno, 48 s. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta.

Antognelli, C. 1980. The manufacture and applications of pasta as a food and as a food ingredient – A review. *J. Food Technol.* 15:125.

Beránková, J. 2009. Těstoviny – rozdělení, jakostní požadavky. [cit. 2009-08-11]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/testoviny-rozdeleni-jakostni-pozadavky.aspx>

Bhattacharya, M., Zee, S. Y., & Corke, H. 1999. Physicochemical properties related to quality of rice noodles. In: Pagani, A-M., Pagani, M. 2013. What can play the role of gluten in gluten-free pasta. *Trends in Food Science & Technology* 3: 63-71.

Bušinová, I. 2006. Bezlepkové potraviny léčí nemoc zvanou celiakie. *Potravinářská revue* č. 1: 45 – 47.

Caperuto, L. C., Amaya-Farfan, J., and Carmango, C. R. O. 2001. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *J. Sci. Food Agric.* 81:95.

Curiel, J. A., Coda, R., Limitone, A., Katina, K., Raulio, M., Giuliani, G., Rizzello, C. G., Gobbetti, M. 2014. Manufacture and characterization of pasta made with wheat

flour rendered gluten-free using fungal proteases and selected sourdough lactic acid bacteria. In: Orecchio, S., Amorello, D., Raso, M., Barreca, S., Lino, C., Di Gaudio, F. 2014. Determination of trace elements in gluten-free food for celiac people. *Microchemical Journal* 116: 163 – 172.

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 8587 (560033) Senzorická analýza - Methodologie - Pořadová zkouška. Praha: Český normalizační institut, 2006.

Da Silva, E. M. M., Ascheri, J. L. R., Ascheri, D. P. R., and De Carvalho, L. M. J. 2008. Effect of extrusion parameters in the characteristics of pasta viscosity and water absorption index of precooked pasta prepared by mixed flour of brown rice and maize obtained by extrusion cooking. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Encyclopedia Britannica, Inc., 2012. Gluten.

European Parliament and the Council. Directive 2000/13/EC on the approximation of the laws of the member states relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs. European Parliament and the Council, Stasbourg, France, 2000. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Feillet, P. 1984. The biochemical basis of pasta cooking quality. Its consequences for durum wheat breeders. In: Vansteelandt, J. 2000. The role of durum wheat starch and its interactions in pasta quality. ZK 3025 *Dissertationes de agricultura: Doktoraatproefschrift*. Leuven: Katholieke Universiteit. s 90.

Feillet, P.; Dexter, J. E. 1996. Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. In: Pasta and Noodle Technology, Kruger, J.; Matsuo, R.; Dick, J. (Eds.), American Association of Cereal Chemists: St. Paul, Minnesota, 1996, p. 95-132.

Frič, P. 2008. Celiakie - celosvětová choroba mnoha tváří = Coeliac disease - a worldwide disease of many faces. Česká a slovenská gastroenterologie a hepatologie. Roč. 62, č. 4: 187-189

Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Chillo, S., Civica, V., Iannetti, M., Suriano, N., Mastromatteo, M., and Del Nobile, M. A. 2009. Properties of quinoa and oat spaghetti loaded with carboxymethylcellulose sodium salt and pregelatinized starch as structuring agents. *Carbohydr. Polym.* 78:932.

Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M., and Del Nobile, M. A. 2008. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M., and Del Nobile, M. A. 2007. Effect of carboxymethyl-cellulose and pregelatinized corn starch on the quality of amaranthus spaghetti. *J. Food Eng.* 83:492.

Ingr I., Pokorný J., Valentová H. 2001. Senzorická analýza potravin. MZLU Brno. In: Kinclová, V., Jarošová, A., Tremlová, B. 2004. Senzorická analýza potravin. *Veterinářství*. 54:362-364.

Kadlec, P., Boháčenko, I., Bubník, Z., Čeřovský, M., Čopíková, J., Demnerová, K., Dobiáš, J., Dostálová, J., Hajšlová, J., Hrušková, M., Janda, V., Marek, M., Miková, K., Opatová, H., Pazlarová, J., Pipek, P., Příhoda, J., Strnadová, N., Voldřich, M., Valentová, O. 2002. *Technologie potravin I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. 300 s. ISBN 80-7080-509-9



Kinclová, V., Jarošová, A., Tremlová, B. 2004. Senzorická analýza potravin. *Veterinářství*. 54:362-364.

Lai, H. M. 2002. Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Lai, Hsi-Mei. 2001. Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta. In: Wójtowicz, A., Mościcki, L. 2009. Evaluation of selected quality characteristics and texture of gluten-free precooked pasta. 126 – 134.

Mariotti, M., Iametti, S., Cappa, C., Rasmussen, P., Lucisano, M. 2011. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products. In: Lucisano, M., Cappa, C., Fongaro, L., Mariotti, M. 2012. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the cooking behaviour. *Journal of Cereal Science* 56:667-675.

Mariotti, M., Lucisano, M., Pagani, M. A., Ng, P. K. W., 2009. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. In: Mariotti, M., Iametti, S., Cappa, C., Rasmussen, P., Lucisano, M. 2011. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products. *Journal of cereal Science* 53:319-327.

Mastromatteo, M., Chillo, S., Iannetti, M., Civica, V., and Del Nobile, M. A. 2011. Formulation optimisation of gluten-free functional spaghetti based on quinoa, maize and soy flours. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Niewinski, M. M. 2008. Advances in celiac disease and gluten-free diet. In: Orecchio, S., Amorello, D., Raso, M., Barreca, S., Lino, C., Di Gaudio, F. 2014. Determination of trace elements in gluten-free food for celiac people. *Microchemical Journal* 116: 163 – 172.

- Pagani, A-M., Pagani, M. 2013. What can play the role of gluten in gluten-free pasta. *Trends in Food Science & Technology* 31:63-71.
- Pelikán, M., Sáková, L. 2001. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. České Budějovice. JU Zemědělská fakulta. 235 s. ISBN 80-7040-502-3.
- Pelikán, M., Suková, M. 1998. *Hodnocení a využití rostlinných produktů*. České Budějovice: JU ZF České Budějovice. 181 s. ISBN 80-7040-279-2.
- Pokorný J. 1993. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 196.
- Príbelá A., Mala P., Sabolová G., Turek P., Máté D., Baranová M., Nagy J. 2001. *Senzorické hodnotenie potravinárskych surovín, aditívnych látok a výrobkov*. Inštitút vzdelávania veterinárnych lekárov; Košice, 190.
- Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. 2004. *Cereální chemie a technologie I.: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Praha. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. 200 s. ISBN 80-7080-530-7.
- Raina, C., Singh, S., Bawa, A., and Saxena, D. 2005. Effect of vital gluten and gum arabic on the textural properties of pasta made from pre-gelatinised broken rice flour. *Food Sci. Technol. Int.* 11(6):433-442.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., and Berghofer, E. 2010. Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.
- Singh, S., Raina, C. S., Bawa, A. S., and Saxena, D. C. 2004. Sweet potato-based pasta product: Optimization of ingredient levels using response surface methodology. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Stauffer, C.E. 1999: Emulsifiers, AACC, St. Paul, USA. In: Pečivová, P. 2006. Vliv definovaných přídatných látek na pekárenské vlastnosti pšeničného těsta. [Diplomová práce]. Zlín, 120 s. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Technologická fakulta.

Suhendro, E. L., KUNETZ, C. F., McDonough, C. M., Rooney, L. W., & Waniska, R. D. 2000. Cooking characteristics and quality of noodles from food sorghum. In: Pagani, A-M., Pagani, M. 2013. What can play the role of gluten in gluten-free pasta. Trends in Food Science & Technology 31: 63-71.

Tam, L. M., Corke, H., Tan, W. T., Li, J., & Collado, L. S. 2004. Production of Bihon-type noodles from maize starch differing in amylose content. In: Pagani, A-M., Pagani, M. 2013. What can play the role of gluten in gluten-free pasta. Trends in Food Science & Technology 31: 63-71.

Vansteelandt, J. 2000. The role of durum wheat starch and its interactions in pasta quality. ZK 3025 Dissertationes de agricultura: Doktoraatproefschrift. Leuven: Katholieke Universiteit. s 90.

Waniska, R. D., Yi, T., Lu, J., Xue-Ping, L., Xu, W., & Lin, H. 1999. Effects of preheating temperature, moisture, and sodium metabisulfite content on quality of noodles prepared from maize flour or meal. In: Pagani, A-M., Pagani, M. 2013. What can play the role of gluten in gluten-free pasta. Trends in Food Science & Technology 31: 63-71.

Wójtowicz, A. 2005. Influence of some functional components addition on microstructure of precooked pasta. In: Wójtowicz, A., Mościcki, L. 2009. Evaluation of selected quality characteristics and texture of gluten-free precooked pasta. 126 – 134.

Wójtowicz, A. 2007. Influence of monoglyceride and lecithin addition on cooking quality of precooked pasta. In: Wójtowicz, A., Mościcki, L. 2009. Evaluation of selected quality characteristics and texture of gluten-free precooked pasta. 126 – 134.

Wrigley, C., Corke, H., and Walker, C. E. 2004. Encyclopedia of Grain Science. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

Zannini, E., Pontonio, E., Waters, D., and Arendt, E. K. Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. In: Hager, A.-S., Zannini, E., Arendt, E. K. 2012. School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland. *Cereal Foods World* 57(5):225-229.

### **Internetové zdroje**

Bezglutenu.cz [online] 2011 [2014-11-18]. Dostupné z <http://www.bezgluten.cz/slovník/alergie-na-lepek.html>

Celia-zbl.cz [online] 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z <http://www.celia-zbl.cz/proc-by-se-mela-lecba-celiakie-hradit-ze-zdravotního-pojisteni-c>

Český statistický úřad [online] 2012 [2012-04-10]. Dostupné z <http://www.czso.cz/csu>

Hotelrevue [online] 2014 [2014-10-16]. Dostupné z <http://suroviny.gastronews.cz/zboziznalstvi-nudle-a-testoviny>.

Pasta.go.it [online] 2013 [cit. 2013-10-25]. Dostupné z: <http://www.pasta.go.it/quality.htm>

Státní zemědělská a potravinářská inspekce [online] 2014. [cit. 2014-07-15]. Dostupné z [www.szpi.cz](http://www.szpi.cz)

Withoutgluten [online] 2013 [2013-10-22]. Dostupné z <http://www.withoutgluten.eu/lepek>

## 8. PŘÍLOHY

### 8.1 Seznam tabulek

Tabulka 1 : Seznam hodnocených těstovin .....	28
Tabulka 2: Počet hodnotitelů pro senzoryckou analýzu .....	33
Tabulka 3: Charakteristika dotazovaných v závislosti na pohlaví a věku .....	34
Tabulka 4: Průměrné časy potřebné k uvaření těstovin (v minutách) .....	35
Tabulka 5: Stanovení vaznosti ( $g\%$ ) .....	36
Tabulka 6: Bobtnavost, násobek původního objemu .....	36
Tabulka 7: Stanovení usazeniny (sedimentu) .....	37
Tabulka 8: Hodnocení barvy .....	38
Tabulka 9: Přítomnost jiných druhů těstovin .....	39
Tabulka 10: Hodnocení povrchu .....	40
Tabulka 11: Hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty .....	41
Tabulka 12: Celkové hodnocení vzhledu .....	42
Tabulka 13: Hodnocení barvy (hédonické) .....	43
Tabulka 14: Hodnocení vzhledu (tvaru) .....	44
Tabulka 15: Hodnocení lepivosti po uvaření .....	45
Tabulka 16: Hodnocení vůně po uvaření .....	46
Tabulka 17: Hodnocení vůně po uvaření (hédonické) .....	47
Tabulka 18: Hodnocení chuti .....	48
Tabulka 19: Hodnocení chuti (hédonické) .....	49
Tabulka 20: Celkové hodnocení vzhledu .....	50
Tabulka 21: Kritické hodnoty (F) pro Friedmanovu zkoušku (ČSN ISO 8587) .....	51
Tabulka 22: Jakému druhu těstovin dáváte přednost (ženy= 224, muži=86) .....	60

### 8.2 Seznam grafů

Graf 1: Hodnocení barvy .....	38
Graf 2: Přítomnost jiných druhů těstovin .....	39

Graf 3: Hodnocení povrchu .....	40
Graf 4: hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty .....	41
Graf 5: Celkové hodnocení vzhledu .....	42
Graf 6: Hodnocení barvy (hédonické) .....	43
Graf 7: hodnocení vzhledu (tvaru) .....	44
Graf 8: Hodnocení lepivosti po uvaření .....	45
Graf 9: Hodnocení vůně po uvaření .....	46
Graf 10: Hodnocení vůně po uvaření (hédonické) .....	47
Graf 11: Hodnocení chuti .....	48
Graf 12: Hodnocení chuti (hédonické) .....	49
Graf 13: Celkové hodnocení vzhledu .....	50
Graf 14: Vyhodnocení výsledků vzorků z hlediska barvy .....	52
Graf 15: Vyhodnocení výsledků vzorků z hlediska chuti .....	52
Graf 16: Vyhodnocení výsledků vzorků z hlediska vůně .....	53
Graf 17 a 18: Doplnková otázka .....	56, 57
Graf 19 a 20: Jak často konzumujete těstoviny (ženy= 224, muži=86) .....	57
Graf 21 a 22: Co Vás ovlivňuje při koupi těstovin, vyberte tři hlavní (ženy= 224, muži=86) .....	58
Graf 23 a 24: Víte, že existují bezlepkové těstoviny (ženy= 224, muži=86) .....	59
Graf 25 a 26: Jedli jste někdy bezlepkové těstoviny (např. bezlepkové, kukuřičné, rýžové, pohankové, amarantové těstoviny, aj.), (ženy= 224, muži=86) .....	59
Graf 27 a 28: Jakému druhu těstovin dáváte přednost (ženy= 224, muži=86) .....	60
Graf 29 a 30: Dáváte přednost určitým druhům těstovinám (např. kolínka, vřetena, mušličky, špagety...), (ženy= 224, muži=86) .....	61
Graf 31 a 32: Máte přehled, kde se dají koupit bezlepkové těstoviny? (ženy= 224, muži=86) .....	61
Graf 33 - 38: Orientujete se v cenách těstovin? Napište k jednotlivým druhům, kolik si myslíte, že stojí dané těstoviny (500g). Napište jednu částku .....	62 - 65

### 8.3 Seznam obrázků

Obrázek 1: Mikrofotografie získaná za použití rastrovacího elektronového mikroskopu (JSM-5510, JEOL Ltd.), s pracovní vzdáleností 8 mm a urychlovacím napětím 5 kV na úrovni zvětšení X100. Vlevo jsou vařené komerční pšeničné těstoviny a vpravo jsou vařené komerční bezlepkové těstoviny (Schoenlechner et al., 2010) ..... 12

Obrázek 2: Těstoviny bezvaječné sušené – Rosické (Autor: Tereza Bláhová) ..... 29

Obrázek 3: Kukuřičné těstoviny sušené (Autor: Tereza Bláhová) ..... 29

Obrázek 4: Těstoviny vaječné sušené – sušené (Autor: Tereza Bláhová) ..... 30

Obrázek 5: Těstoviny sušené bezvaječné, bez lepku – Free From (Autor: Tereza Bláhová) ..... 30

### 8.4 Senzorické hodnocení – dotazník

#### Senzorický dotazník – hodnocení těstovin

Vzorek : .....

Příjmení ..... Datum .....

Jméno ..... Hodina .....

Pohlaví ..... Věk .....

#### Senzorické hodnocení těstovin v syrovém stavu

##### 1. Hodnocení barvy:

0 ..... netypická, nepříjemná, skvrnitá

100..... typická nažloutlá

0 \_\_\_\_\_ 100

##### 2. Přítomnost jiných druhů těstovin:

0 ..... vysoký podíl jiných druhů těstovin

100 ..... nízký podíl jiných druhů těstovin

0 \_\_\_\_\_ 100

**3. Hodnocení povrchu:**

0 ..... drsný, popraskaný  
100 ..... hladký, celistvý, bez prasklin

0 \_\_\_\_\_ 100

**4. Hodnocení pevnosti a pružnosti při ohýbání mezi prsty:**

0 ..... žádný odpor  
100 ..... vysoký odpor

0 \_\_\_\_\_ 100

**5. Celkové hodnocení vzhledu:**

0 ..... nepravidelný tvar, popraskaný povrch  
100 ..... tvar pravidelný, odpovídající danému druhu, hladký povrch

0 \_\_\_\_\_ 100

**Senzorický dotazník – hodnocení těstovin**

Vzorek .: .....

Příjmení ..... Datum .....

Jméno ..... Hodina .....

Pohlaví ..... Věk .....

**Senzorické hodnocení uvařených těstovin**

**6. Hodnocení barvy (hédonické):**

0 ..... příjemná, odpovídající druhu těstoviny  
100..... nepříjemná

0 \_\_\_\_\_ 100

**7. Hodnocení vzhledu (tvaru):**

0 ..... hodně porušený původní tvar  
100 ..... původní tvar nezměněn

0 \_\_\_\_\_ 100



**8. Hodnocení lepivosti po uvaření:**

0 ..... značně se lepí

100 ..... vůbec se nelepí

0 \_\_\_\_\_ 100

**9. Hodnocení vůně po uvaření:**

0 ..... cizí pach, zatuchlý, kyselý, jiný

100 ..... těstovinová po přidané surovině

0 \_\_\_\_\_ 100

**10. Hodnocení vůně po uvaření (hédonické):**

0 ..... nepříjemná

100 ..... příjemná

0 \_\_\_\_\_ 100

**11. Hodnocení chuti:**

0 ..... nahořklá, kyselá, zatuchlá, jiná

100..... těstovinová s chutí po přidané surovině

0 \_\_\_\_\_ 100

**12. Hodnocení chuti (hédonické):**

0 ..... nepříjemná

100 ..... příjemná

0 \_\_\_\_\_ 100

**13. Celkové hodnocení:**

0 ..... špatné, nevyhovující

100 ..... vynikající

0 \_\_\_\_\_ 100



1... nejlepší barva, 4... nejhorší barva

Pořadí	číslo vzorku
1.	
2.	
3.	
4.	

1... nejlepší chuť, 4... nejhorší chuť

Pořadí	číslo vzorku
1.	
2.	
3.	
4.	

1... nejlepší vůně, 4... nejhorší vůně

Pořadí	číslo vzorku
1.	
2.	
3.	
4.	

### Doplňková otázka

Doplňte do tabulky, o který druh těstovin se jedná (lepkové/bezlepkové)

Vzorek	lepkové/bezlepkové
1	
2	
3	
4	

## 8.7 Dotazníkové šetření – dotazník

### 1. Vaše pohlaví

Žena - Muž

### 2. Váš věk

- a) do 25 let
- b) 25 – 30 let
- c) 30 – 35 let
- d) 35 – 45 let
- e) 45 let a více

### 3. Jak často konzumujete těstoviny

- a) 1 – 2 x týdně
- b) více než 2 x týdně
- c) 1 - 4 x v měsíci
- d) více než 4 x v měsíci
- e) vůbec

### 4. Co Vás ovlivňuje při koupi těstovin, vyberte tři hlavní

- a) Cena
  - b) Složení
  - c) Kvalita
  - d) Reklama
  - e) Dostupnost
  - f) Značka
  - g) Bio
  - h) Obal
  - i) Jiné (napište, které)
- 

### 5. Víte, že existují bezlepkové těstoviny

Ano - Ne

### 6. Jedli jste někdy bezlepkové těstoviny (např. bezlepkové, kukuřičné, rýžové, pohankové, amarantové těstoviny, aj.)

- a) Ano, které
- 

b) Ne

**7. Jakému druhu těstovin dáváte přednost**

- a) Pšeničné
  - b) Pšeničné bezvaječné
  - c) Celozrnné
  - d) Špaldové
  - e) Kukuřičné
  - f) Rýžové
  - g) Bezlepkové
  - h) Jiné a které
- 

**8. Dáváte přednost určitým druhům těstovinám (např. kolínka, vřetena, mušličky, špagety...)**

- a) Ano a které
- 

b) Ne

**9. Máte přehled, kde se dají koupit bezlepkové těstoviny?**

- a) Ano, mám (napište kde)
- 

b) Ne, nemám

**10. Orientujete se v cenách těstovin? Napište k jednotlivým druhům, kolik si myslíte, že stojí dané těstoviny (500g). Napište jednu částku.**

- a) Pšeničné \_\_\_\_\_, - Kč
- b) Kukuřičné \_\_\_\_\_, - Kč
- c) Rýžové \_\_\_\_\_, - Kč
- d) Bezlepkové (např. značka Schär) \_\_\_\_\_, - Kč
- e) Pohankové \_\_\_\_\_, - Kč
- f) Amarantové \_\_\_\_\_, - Kč