



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Diplomová práce

Hodnocení kvality bezpečných potravin se zaměřením na
těstoviny

Autorka práce: Bc. Adéla Krůčková

Vedoucí práce: Ing. Dana Jirotková, PhD.

Konzultant práce: Ing. Jan Bedrníček, PhD.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá hodnocením bezlepkových těstovin s důrazem na bezlepkové těstoviny vyrobené z luštěnin. V posledních letech zájem o bezlepkovou stravu stále roste především z důvodu, že bezlepková dieta je zatím jediná možná léčba onemocnění celiakie.

První část práce se zaměřuje na témata jako bezlepkové potraviny a strava, bezlepková dieta a onemocnění, při kterých je nastavena, tedy celiakie a alergie na lepek. Dále je práce zaměřena už konkrétněji na bezlepkové těstoviny vyrobené z luštěnin z důvodu jejich optimálního nutričního složení.

Druhá část diplomové práce je zaměřena na testování těstovin ze subjektivního hlediska a následně z hlediska objektivního. První část se zabývá laboratorním testováním, ve kterém jsou zkoumány čtyři druhy bezlepkových luštěninových těstovin ve třech testech vařivosti. Druhá část je zaměřena na senzoricou analýzu, ve které jsou hodnoceny dva druhy bezlepkových luštěninových těstovin, kdy oba vzorky jsou vyrobeny z čočkové mouky. Respondenti tak hodnotí rozdíly mezi těmito vzorky.

V závěrečné části této práce jsou prezentovány výsledky laboratorního testování a senzorickeho hodnocení. V důsledku laboratorního testování je zjištěno, že není s těžší, z jakého druhu luštěnin je mouka na bezlepkové těstoviny vyrobená, ale záleží na tom, jakou má výrobce techniku zpracování. Ze senzorickeho hodnocení je vyvozeno, že dva vzorky, i přesto, že mají stejný moučný základ, jsou respondenty hodnoceny odlišně. Záleží tedy opět na tom, jakou má výrobce technologii výroby. Statisticky rozdílné parametry jsou pro respondenty intenzita barvy, příjemnost barvy a tvrdost těstovin po uvaření.

Klíčová slova: Bezlepková strava, bezlepková dieta, celiakie, alergie na lepek, luštěniny

Abstract

This thesis deals with the evaluation of gluten-free pasta, with emphasis on gluten-free pasta made from legumes. In recent years, the interest in gluten-free diets has been growing, mainly because gluten-free diets are the only available cure for celiac disease so far.

The first part of the thesis focuses on topics such as gluten-free foods and diet and diseases in which it is set – celiac disease and gluten allergy. Then the thesis focuses more specifically on gluten-free pasta made from legumes because of its optimal nutritional composition.

The second part of the thesis focuses on the testing of pasta from a subjective point of view and then from an objective point of view. The first part deals with laboratory testing in which four types of gluten-free legume pasta are investigated, in three cooking tests. The second part focuses on sensory analysis in which two types of gluten-free legume pasta are evaluated, where both samples are made from lentil flour. Thus, the respondents evaluate the differences between these samples.

In the final part of this thesis, the results of the laboratory testing and sensory evaluation are presented. As a result of the laboratory testing, it is found that it is not a matter of which type of legume the flour for gluten-free pasta is made from, but depends on the processing technique of the manufacturer. From the sensory evaluation it is concluded that two samples, despite having the same flour base are evaluated differently by the re-sponder. It depends again on the producer's production technology. The statistically different parameters for the respondents are colour intensity, colour pleasantness and hardness of the pasta after cooking.

Keywords: Gluten-free diet, gluten-free diet, celiac disease, gluten allergy, legumes

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Daně Jirotkové, PhD. za odborné vedení diplomové práce, udělení cenných rad a trpělivost.

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 8 |
| 2 | Literární přehled..... | 9 |
| 2.1 | Bezlepkové potraviny..... | 9 |
| 2.2 | Lepek a jeho detekce..... | 9 |
| 2.3 | Význam bezlepkových potravin..... | 12 |
| 2.3.1 | Bezlepková dieta..... | 13 |
| 2.4 | Bezlepkové těstoviny..... | 16 |
| 2.4.1 | Luštěniny..... | 17 |
| 2.4.2 | Zelený hrách..... | 18 |
| 2.4.3 | Žlutý hrách..... | 19 |
| 2.4.4 | Červená čočka..... | 20 |
| 2.4.5 | Cizrna..... | 21 |
| 2.5 | Technologie výroby bezlepkových těstovin..... | 22 |
| 2.6 | Senzorické hodnocení potravin..... | 23 |
| 2.7 | Smysly využívané při sensorickém hodnocení potravin..... | 23 |
| 3 | Cíl práce..... | 26 |
| 4 | Metodika..... | 27 |
| 4.1 | Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností těstovin..... | 27 |
| 4.1.1 | Stanovení vařivosti..... | 28 |
| 4.1.2 | Stanovení bobtnavosti (zvětšení objemu)..... | 29 |
| 4.1.3 | Stanovení sedimentu (usazeniny)..... | 29 |
| 4.2 | Senzorické hodnocení vlastností těstovin..... | 30 |
| 4.2.1 | Vzorky pro sensorickou analýzu..... | 30 |
| 4.2.2 | Postup metody..... | 31 |
| 5 | Výsledky a diskuze..... | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.1 | Výsledky laboratorního hodnocení bezlepkových těstovin | 33 |
| 5.2 | Výsledky sensorického hodnocení bezlepkových těstovin..... | 38 |
| 5.2.1 | Výsledky dotazníkového šetření | 47 |
| 6 | Závěr | 49 |
| | SEZNAM LITERATURY | 50 |
| | Seznam tabulek | 60 |
| | Seznam tabulek | 61 |
| | Seznam grafů..... | 62 |

1 Úvod

Těstoviny jsou velmi oblíbenou potravinou rozšířenou po celém světě už mnoho let vzhledem k jejich jednoduché přípravě a snadnému skladování. V posledních letech ovšem přibývají pacienti, kteří trpí onemocněním spojeným s lepkem, který je obsažený také v těstovinách. Může se jednat o alergii na lepek či o poněkud častější celiakii. V takovém případě je pro pacienta nezbytné, aby dodržoval bezlepkovou dietu, při níž je nutné vyhýbat se potravinám, které obsahují právě problematický lepek. Pacienti by měli bezlepkovou dietu dodržovat celý život, jelikož je to zatím jediná dostupná léčba zmíněných onemocnění. Se zvyšující se prevalencí celiakie a intolerance lepku se tedy zvyšuje poptávka po bezlepkových potravinách.

V posledních letech se stávají velmi oblíbené luštěninové bezlepkové těstoviny, které jsou vhodnou alternativou tradičním pšeničným těstovinám. Jejich velkým benefitem je nejen absence lepku, ale i nutriční složení, které je velmi bohaté na bílkoviny a vlákninu. Luštěniny hrají v jídelníčku člověka důležitou roli. Jednou týdně bychom měli sníst alespoň jednu porci luštěnin, to znamená přibližně 300 g (Chan, 2024). Podle Českého statistického úřadu byla spotřeba luštěnin na osobu za rok 2022 pouze 71 g. Rozmanitost v přípravě luštěnin tedy přináší potenciál zvýšit jejich konzumaci (Český statistický úřad, 2023).

2 Literární přehled

2.1 Bezlepkové potraviny

Bezlepkové potraviny je možné rozdělit do dvou základních skupin, které jsou definované v nařízení č. 828/2014. Toto nařízení bylo vydáno Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí a vstoupilo v platnost 20. července 2016.

První skupina se označuje jako potraviny „bez lepku“. Tyto potraviny smějí obsahovat maximálně 20 mg lepku na kilogram potraviny. Toto označení je používáno pro potraviny, které jsou bezpečné pro lidi s celiakií. Dále jsou v tomto nařízení definované potraviny označené jako „s velmi nízkým obsahem lepku“. Tyto potraviny mohou obsahovat až 100 mg lepku na kilogram potraviny.

Označení potravin musí být umístěné na viditelném místě na obalech. Kromě toho lze také využít doplňující značení v podobě přeškrtnutého klasu (viz obrázek č. 1) či slovního vyjádření „vhodné pro celiaky“. Informace o alergenních látkách se dále uvádějí ve složení, přičemž je důležité, aby alergenní látka byla odlišena od ostatních látek. Ať už stylem písma, typem písma nebo pozměněnou barvou pozadí za písmem (Bass, 2013).

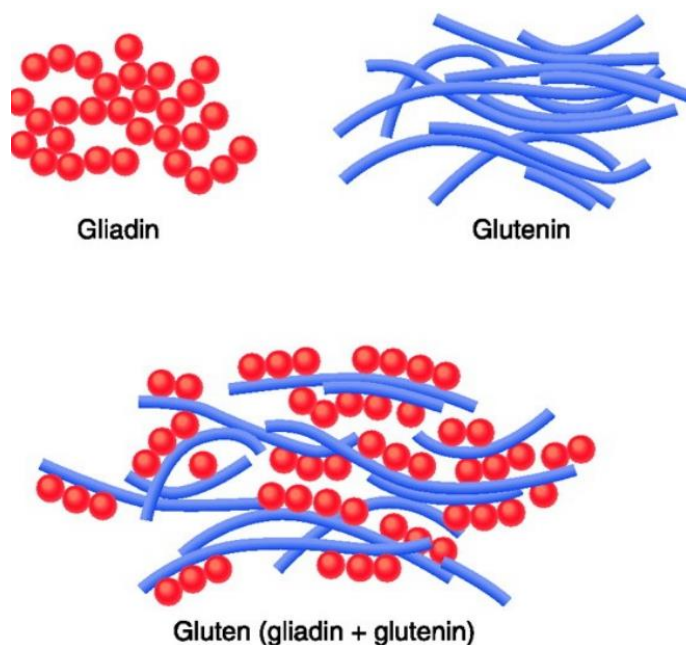


Obrázek 2.1: symbol přeškrtnutého klasu (celiak.cz, 2020)

2.2 Lepek a jeho detekce

Lepek má důležitou funkci v potravinářském průmyslu. Zajišťuje viskozitu, soudržnost, elasticitu a absorpci vody u těst (Cabanillas, 2020). Jedná se o zásobní bílkoviny, které nalezneme u pšenice seté či dalších obilovin jako je žito, ječmen nebo také oves a výrobků z těchto obilovin, tedy mouka, krupice, kroupy, vločky, strouhanka, pečivo

a chléb, těstoviny, obilné kávořiny, pekařské a cukrářské výrobky. Lepek se může vyskytovat ve skryté formě v potravinách jako jsou uzeniny, masové výrobky, konzervy, pařtiky, dresingy a podobně (Martinařková, 2019). Podle Osborna jsme schopni rozdělit bílkovinné frakce do čtyř skupin. Tyto skupiny se dělí na základě rozpustnosti. První skupinou jsou albuminy, což jsou bílkoviny rozpustné ve vodě. Další skupinou jsou globuliny, ty jsme schopni rozpustit ve zředěném solném roztoku. Třetí skupina má název prolaminy, které se rozpouštějí v 60-70 % alkoholu. Poslední skupinou jsou gluteliny. Ty jsou nerozpustné v ostatních rozpouštědlech, ale mohou být extrahovány v alkáliích. Všechny zmíněné frakce se vyskytují ve všech obilninách, ale v různých poměrech (Shewry, 2019). Vypraný lepek se tedy skládá z 90 % proteiny, 8 % lipidy, 2 % sacharidy v sušině. Bílkoviny se pak skládají z prolaminů jinak také gliadinů a glutelinů neboli gluteninů a to v poměru 2 : 3. V těstě pak prolaminy způsobují tažnost těsta a gluteliny pružnost těsta. Na obrázku č. 2.2 můžeme vidět schéma proteinových frakcí v lepku (Samková et al., 2020).



Obrázek 2.2: Schéma proteinových frakcí zastoupených v lepku (potravinybezlepku.cz)

Podíl a typy těchto proteinů se liší v závislosti na genetických vlastnostech a podmínkách prostředí pšenice nebo jiných semen obsahujících lepek (Cabanillas, 2020). Detekce lepku v potravině hraje stěžejní roli při určení její bezpečnosti pro pacienty, kteří trpí některým z onemocnění spojených s lepkem. Pro detekci lepku v potravinách se používá diagnostická metoda s názvem ELISA. V plném názvu Enzyme-Linked Immunosorbent Assay je imunologická metoda používaná k detekci a měření různých

látek, zejména protilátek antigenů v biologických vzorcích. Někdy je tato metoda označována jako EIA, což je zkratka pro Enzyme Immunoassay. Jedná se o jednu z nejčastěji používaných technik v laboratořích a klinické diagnostice kvůli své vysoké specifitě a citlivosti. Dalšími metodami může být například hmotnostní spektrometrie, chromatografie, elektroforéza či polymerázová řetězová reakce neboli metoda PCR (Smulders et al., 2018).

V populaci přibývá počet lidí trpících celiakií, intolerancí na lepek i lidí s alergií na některé obiloviny obsahující lepek (Horstmann et al., 2017).

Celiakie je jedno z nejčastějších onemocnění, které je vyvolané stravou. Toto onemocnění způsobuje zánět tenkého střeva v důsledku příjmu lepku a lepku podobných bílkovin. Tyto proteiny fungují jako spouštěč celiakie a můžeme je nalézt především v pšenici méně pak u ječmene či žita (Horstmann et al., 2017). Jedná se o celosvětově rozšířené imunitní onemocnění, kterým mohou trpět jak děti, tak dospělí jedinci (Sollid a Khosla, 2011). Jedná se sice o geneticky podmíněné onemocnění, není ale s jistotou dané, že nemoc u geneticky predisponovaného člověka celiakie vypukne (Salzman, 2021). Diagnóza této nemoci může být velmi obtížná, protože příznaky se mohou u jednotlivých pacientů lišit. Mezi klasické příznaky patří: průjem, nadýmání, zácpa, bolest břicha, nevolnost či zvracení (Caio et al., 2019). Aktuální incidence celiakie je přibližně 1:100, každým rokem se však zvyšuje (Sollid a Khosla, 2011). Celkový poměr mezi ženami a muži je 2:1 (Collin et al., 2018). Diagnostika celiakie probíhá pomocí vyšetření krve, nebo biopsií tenkého střeva. U obou vyšetření je nutné, aby pacient jedl potraviny obsahující lepek, aby výsledky nebyly zkreslené. (NHS, 2023).

V případě alergie na lepek dochází k nepřiměřené reakci lidského organismu na lepek, kdy si po konzumaci lepku tělo začne tvořit specifické protilátky konkrétně IgE. Následně dochází k vylučování histaminu a alergické reakci. Příznaky jsou velmi podobné jako u celiakie, ale bývá zde navíc problém s dýcháním či vyrážka na kůži. U alergie na lepek se příznaky projeví pár minut po konzumaci, zároveň také nedochází ke zmenšování klků tenkého střeva a s tím k následným obtížím, jako je tomu u celiakie. Problémem zde může být jako u všech jiných alergií anafylaktický šok. V takovém případě by mohl být konzument s alergií na lepek i v ohrožení života (Roubík a Šindelář, 2018).

Duhringova dermatitida jinak také Duhringův syndrom je poměrně vzácné onemocnění, které postihuje 0,4 až 3,5 na 100 000 osob ročně na území Evropy (Nguyen

et al., 2021). U pacientů s tímto druhem onemocnění dochází obvykle pouze ke kožním projevům ve formě malých svědivých puchýřků o velikosti 1 až 3 mm (Kárpáti, 2012). Puchýřky se nejčastěji vyskytují na loktech, předloktích, kolenech či hýždích (Nguyen, 2021). Nejúčinnější léčbou je bezlepková dieta, která se u pacienta doporučuje, i když příznaky spontánně vymizí (Kárpáti, 2012). Velmi častá je i kombinace celiakie s Duhringovou dermatitidou (Salmi, 2019).

2.3 Význam bezlepkových potravin

Celosvětově je diagnostikováno přibližně 1 % celkové populace s onemocněním nazývaným celiakie. Nicméně se předpokládá, že skutečný počet lidí trpících touto diagnózou je mnohem vyšší (Horstmann et al., 2017). V bezlepkové dietě je nutné se vyhnout plodinám, které obsahují lepek. Takovou plodinou je například pšenice, která se podílí na 20 % celosvětové spotřeby kalorií. Toto poměrně vysoké procento z ní dělá jednu z nejcennějších plodin na světě. Pšenice je velmi univerzální plodinou, můžeme ji proto nalézt ve velkém množství potravin jako je: chléb, těstoviny či bílé pečivo. Z nutričního hlediska se jedná o bohatý zdroj živin, mezi které patří i bílkoviny tvořící právě problematický lepek (Aljada et al., 2021).

Bezlepkové potraviny tvoří jídelníček osobám, které trpí již zmíněným onemocněním celiakie. Bezlepková dieta je v současné době jedinou účinnou léčbou, která zmírňuje příznaky tohoto onemocnění. Je však důležité, aby u pacientů byla bezlepková dieta dodržována celoživotně. Lepek je schopný onemocnění znovu aktivovat i po mnoha letech dodržování diety (Horstmann et al., 2017). Jako základní složka jídelníčku pro osoby s celiakií se jako ideální ukazují přirozeně bezlepkové suroviny. Do této skupiny potravin lze zařadit například: rýži, vejce, maso, čerstvé mléko, přírodní jogurty, podmáslí, smetanu, tofu, tempeh, vodu, kávu, cukr, med, rostlinné oleje, špek nebo sádlo (Tomášková, 2018). Dále pak mohou pacienti konzumovat dietní bezlepkové výrobky. Tyto produkty jsou vyráběny z obilovin neobsahujících lepek. Jedná se o rýži, kukuřici, čirok či proso, nebo z pseudocereálií, jako je amarant, pohanka a quinoa (Wieser et al., 2021).

Na základě rostoucí poptávky spotřebitelů po bezlepkových potravinách se v posledních letech rozšiřuje dostupný sortiment. Pozornost se zaměřuje například na využití luštěninové mouky. Luštěninová mouka má dobré funkční vlastnosti jako je roz-

pustnost a schopnost vázat vodu. Dalším významným benefitem je obohacení bezlepkových potravin o cenné živiny. Jedná se o bílkoviny, vlákninu, minerální látky a sacharidy. Tyto živiny mají pozitivní vliv na lidské zdraví. Na výrobu mouk z luštěnin se využívá především hrách, čočka červená, čočka žlutá či cizrna (Foschia et al., 2017).

2.3.1 Bezlepková dieta

Jak již bylo zmíněno, bezlepková dieta je jedinou dostupnou, a především účinnou léčbou u diagnózy celiakie či alergie na lepek. Tato dieta s sebou ovšem nese několik překážek, mezi něž patří například špatná dostupnost potravin. Speciální bezlepkové produkty totiž nemusí být vždy snadno dostupné ve všech oblastech. To může být zvláště problém v menších městech nebo na venkově.

Dalším problémem jsou vysoké náklady. Bezlepkové potraviny totiž často stojí více než potraviny běžné. Přejít na bezlepkovou dietu a následně správné dodržování této diety může být náročné a vyžaduje trpělivost. Pro pacienty však existuje možnost sestavení individualizovaného jídelníčku za pomoci dietologa a lékaře (Lu et al., 2018). Jako negativum bezlepkové diety se uvádí nárůst hmotnosti. Je proto důležité zahrnovat do jídelníčku také dostatečné množství ovoce a zeleniny (Demirkesen a Ozkava, 2022).

Oblíbené potraviny, které běžně tvoří přílohy ve většině jídelničkách, je nutné upravit tak, aby byly vhodné i pro pacienty s celiakií. Mezi tyto přílohy patří například pečivo či těstoviny. Lepek je obsažen v mouce, která je jednou ze stěžejních surovin pro výrobu těchto potravin. Jedna z běžných náhražek je například mouka kukuřičná či rýžová. Bezlepkové potraviny se vyznačují, jak již bylo zmíněno, relativně nízkou nutriční kvalitou. V důsledku toho se pro výrobce v posledních letech stala atraktivní mouka vyrobená z luštěnin. Vzhledem ke svému nutričnímu složení je luštěninová mouka obohacující složkou bezlepkových produktů (Foschia et al., 2017).

Bezlepkové pečivo

Pečivo je považováno za běžnou složku jídelníčku člověka a dělíme ho na tři základní druhy. Prvním druhem je běžné pečivo. Do této skupiny spadají například: rohlíky, housky, bagety, raženky či večky. Další skupinou je jemné pečivo, kam spadají: koláče, vánočky, záviny či croissanty. Poslední skupinou je pečivo trvanlivé. V této skupině můžeme najít například oplatky, sušenky, kreky nebo extrudované výrobky. Nejvíce

konzumované je běžné pečivo, které lze rozdělit na: pšeničné, které obsahuje minimálně 90 % pšeničné mouky, žitné, to obsahuje minimálně 90 % žitné mouky, žitno-pšeničné obsahující více než 50 % žitné mouky a 10 % pšeničné mouky, pšeničnožitné obsahující více než 50 % pšeničné mouky a 10 % žitné mouky (Akademie kvality, 2020).

Pro bezlepkové pečivo je však tento sortiment mouk zcela nevhodný a jako základní složky se používají přirozeně bezlepkové mouky jako mouka rýžová, pohanková, kukuřičná, hrachová nebo cizrnová. Vývoj bezlepkového pečiva byl pro potravinové inovátory výzvou. Výzkum v této oblasti začal v druhé polovině 20. století (Gómez, 2022). Při výrobě bezlepkového pečiva je potřeba nahradit specifické vlastnosti lepku. Bezlepkové těsto na tvorbu bezlepkového pečiva se vyznačuje vysokou hustotou a nízkou elasticitou. Obsahuje také více vody než běžné pšeničné pečivo. Pro zlepšení chuti a trvanlivosti bezlepkového pečiva se používá například fermentace při přípravě kvásku. Kvalitu těchto potravin je také možné zlepšit přidáním modifikovaných škrobů a bílkovinných izolátů nebo koncentrátů (Šmídová, 2022).

Těstoviny

Těstoviny jsou vzhledem ke své dlouhodobé trvanlivosti a snadné přípravě jedním z nejoblíbenějších výrobků z obilovin (Palavecino et al., 2019). Hlavními surovinami na výrobu těstovin jsou mouka z tvrdé pšenice a voda. Jejich název je odvozen od těstovité konzistence, která vznikne při prvním míchání právě těchto dvou surovin. Různé těstoviny mají různá jména, mnohdy podle různých tvarů, do kterých se těsto tvaruje.

Původ těstovin sahá až do daleké historie. Mnozí italští autoři tvrdí, že na hrobce ze 4. století př. n. l. je reliéf zařízení na výrobu těstovin, což by mohlo naznačovat, že se tento pokrm připravuje již dlouhá staletí. Spousta potravinářských historiků ovšem toto tvrzení vyvrací a přiklání se k názoru, že se těstoviny začaly objevovat až okolo 13. století (López, 2016).

Vyhláška č. 18/2020 Sb.: Vyhláška o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta definuje:

- Těstoviny: Výrobky vyrobené tvarováním nekynutého a chemicky nekypřeného těsta připraveného z mlýnských obilných výrobků nebo jiných surovin rostlinného původu, popřípadě s přidáním dalších složek

-
- Těstoviny sušené: Těstoviny, které jsou po ztvarování sušeny na obsah vlhkosti nejvýše 13 % hm.
 - Těstoviny nesusšené: Těstoviny, které z mikrobiologického hlediska snadno podléhají zkáze a jsou po ztvarování mírně osušeny na celkový obsah vlhkosti nejméně 24 % hm. a jejichž datum použitelnosti je nejvýše 14 dní od data výroby.
 - Těstoviny vaječné: Těstoviny, k jejichž výrobě se kromě mlýnských obilných výrobků použijí vejce nebo vaječné výrobky
 - Těstoviny semolinové: Těstoviny vyrobené pouze ze semoliny, kterou se rozumí krupice z pšenice *Triticum durum*, bez přídavku vajec a vaječných výrobků
 - Těstoviny semolinové vaječné: Těstoviny vyrobené pouze ze semoliny, kterou se rozumí krupice z pšenice *Triticum durum*, s přídavkem vajec nebo vaječných výrobků
 - Těstoviny celozrnné: Těstoviny vyrobené z celozrnné mouky z jednoho nebo více druhů obilovin, pohanky nebo rýže
 - Těstoviny instantní: Těstoviny vyrobené speciálním technologickým postupem, které se pro konzumaci připravují rehydratací ve vodě nebo jiné tekutině.

Nutriční složení těstovin

Na základě typu těstovin se liší i to, jak jsou pro člověka výživné. Obecně lze ale tvrdit, že těstoviny obsahují vysoké množství sacharidů a tím pádem mohou být při konzumaci velkého množství nezdravé.

U některých druhů těstovin dochází během zpracování k rafinaci, což znamená, že se pšeničné jádro zbavuje otrubu a klíčku, čímž se ale také odstraní mnoho prospěšných živin (Ajmera, 2023). Mezi tyto živiny řadíme například: vlákninu, vitamin B, esenciální mastné kyseliny či vitamin E (Mikstas, 2023). Dále mají rafinované těstoviny oproti celozrnným mnohem vyšší obsah kalorií, i přes to jsou právě rafinované těstoviny u konzumentů nejoblíbenější. Těstoviny mohou být po rafinaci obohacené o živiny, které během tohoto procesu ztratily například o vitaminy skupiny B či železo (Ajmera, 2023).

U celozrnných těstovin k rafinaci nedochází, což znamená, že jsou vyrobené z mouky, která byla namletá ze všech částí zrna včetně otrub, klíčku a endospermu.

Tento druh těstovin je označován za zdravější. Celozrnné těstoviny zlepšují zdraví lidského zažívání, pomáhají snižovat riziko srdečních onemocnění, mrtvice nebo obezity (Mikstas, 2023). Porovnání nutričního složení celozrnných těstovin a těstovin, u kterých během výroby proběhla rafinace s následným obohacením, je patrné v následující tabulce č. 2.1. Živiny jsou udávány v gramech (g) na 230 gramů uvařených těstovin (Ajmera, 2023). Zkratka RID (recommended dietary intake) znamená průměrný denní příjem stravy, který je dostatečný k uspokojení téměř všech (97-98 %) zdravých jedinců v určité životní fázi a pohlaví (National Academy of Sciences, 1998).

Tabulka 2.1: Porovnání nutričního složení těstovin (Ajmera, 2023)

| | Celozrnné špagety | Rafinované špagety/obohacené špagety |
|-----------------------|--------------------------|---|
| Kalorie | 174 | 220 |
| Bílkoviny (g) | 7,5 | 8,1 |
| Sacharidy (g) | 37 | 43 |
| Vláknina (g) | 6 | 2,5 |
| Tuk (g) | 0,8 | 1,3 |
| Mangan (RDI) | 97 % | 23 % |
| Selen (RDI) | 52 % | 53 % |
| Měď (RDI) | 12 % | 7 % |
| Fosfor (RDI) | 12 % | 8 % |
| Hořčík (RDI) | 11 % | 6 % |
| Thiamin (B1) (RDI) | 10 % | 26 % |
| Foláty (B9) (RDI) | 2 % | 26 % |
| Niacin (B3) (RDI) | 5 % | 12 % |
| Riboflavin (B2) (RDI) | 4 % | 11 % |
| Železo (RDI) | 8 % | 10 % |

2.4 Bezlepkové těstoviny

Lepek má v těstovinách zásadní roli, proto bývá jeho nahrazení problematické. U bezlepkových těstovin se při výrobě využívají mouky, či směsi mouk, které lepek neobsahují. Jedná se například o alternativní mouky jako je mouka z rýže, kukuřice, brambor, čočky, quinoi nebo amarantu. Kromě toho mohou být přidány i modifikované škroby, které byly chemicky upraveny tak, aby měly lepší vlastnosti při vaření a zpracování potravin. Modifikované škroby mohou zahrnovat různé typy škrobů, které jsou odolnější vůči vysokým teplotám a mechanickému stresu, kterým těstoviny procházejí během vaření. Cílem přidání modifikovaných škrobů je tedy vytvoření škrobovitě sítě v těstovinách, která pomáhá udržet tvar těstovin během vaření a dodává jim potřebnou texturu a tuhost (Martí a Pagani, 2013).

Většina bezlepkových těstovin na trhu je vyrobena z rýžové mouky. Rýžová mouka se velmi často vyrábí ze zlomených zrn, která by se při mletí měla odstraňovat z důvodu snižování obchodní kvality celé mouky (Marti a Pagani, 2013). Bezlepkové rýžové nudle byly vyvinuty v Japonsku. Jako pojivová surovina slouží u tohoto druhu těstovin bramborový škrob (Sugiyama et al., 2022). Hnědé rýžové těstoviny jsou jedním z druhů, který je vyráběn z pražené hnědé rýžové mouky. Tento druh má velmi dobré nutriční složení v důsledku vyššího obsahu vlákniny, kyseliny fytové, vitaminů E a B a aminomáselné kyseliny (Marti a Pagani, 2013). Bohužel mouka z hnědé rýže brání vaznosti těsta, proto je nutné zvyšovat množství bramborového škrobu (Sugiyama et al., 2022).

Další možností je pro výrobu bezlepkových těstovin využít luštěninové mouky, které se vyrábějí ze semen luskovin. Kromě výživových výhod jsou luštěninové mouky levnější než bílkovinné extrakty z luštěnin. Mouku z luštěnin lze použít k obohacení chleba, koláčů či masných výrobků (Jahreis et al., 2016). Luštěninová mouka se vyrábí z loupaných luštěnin, které jsou následně rozemleté na stejnorodý prášek. Luštěniny je třeba před procesem mletí nejdříve řádně usušit. Sušení probíhá 3 dny při teplotě 40 stupňů celsia (Sattar et al., 2023). Na trhu jsou k dispozici například bezlepkové těstoviny z luštěninové mouky z červené čočky, ze zeleného hrachu nebo z cizrny.

2.4.1 Luštěniny

Luštěniny jsou z čeledi bobovitých, pěstují se v zemědělství pro lidskou spotřebu, jako krmivo pro hospodářská zvířata a jako zelené hnojivo. Mezi známé luskoviny patří fazole, sója, cizrna, lupina, hrách, čočka a další. Doporučená spotřeba luštěnin je minimálně 1 porce týdně. To znamená okolo 300 g luštěnin (Chan, 2024). V České republice byla spotřeba luštěnin za rok 2022 podle Českého statistického úřadu 3,7 kg na obyvatele, což činí přibližně 71 g na týden (Český statistický úřad, 2023).

Mezi nutriční výhody luštěnin patří vysoký obsah bílkovin a to až 25 % (Hrnčířová a Floriánková, 2022). Proteiny z luštěnin mají poměrně nízký obsah aminokyselin obsahující síru, jako je methionin, cystein či tryptofan. V luštěninách je ale ve větším množství zastoupena aminokyselina lysin (Petitot et al., 2010). Dalším benefitem je vysoký obsah vlákniny. Dále obsahují některé minerální látky jako je vápník, železo, hořčík či draslík. Luštěniny neobsahují cholesterol a mají nízký obsah tuku (kromě

sóji a arašídů). V neposlední řadě se jedná o potravinu s nízkým glykemickým indexem, což znamená, že konzumace luštěnin způsobuje delší pocit sytosti. Dále po konzumaci potraviny s nízkým glykemickým indexem stoupá hladina cukru v krvi méně než po konzumaci potraviny s vysokým glykemickým indexem (Hrnčířová a Floriánková, 2022). Luštěniny mají ale i své nevýhody, obsahují antinutriční látky, které zhoršují jejich stravitelnost a způsobují nadýmání. Těchto látek je ale možné se zbavit pomocí tepelné úpravy či namáčením (Garrido-Galand et al., 2021).

Obsah luštěnin v bezlepkových těstovinách zvyšuje jejich nutriční hodnotu (Laleg et al., 2016). Nutriční hodnoty jednotlivých druhů těstovin rozdělených na základě druhu moučného základu lze vidět v souhrnné tabulce číslo 2.2 (Shreenithee a Prabhaskar, 2013). Luštěniny dále pomáhají předcházet zdravotním problémům, jako je cukrovka, kardiovaskulární onemocnění či obezita (Bresciani et al., 2021).

Tabulka 2.2: Přehled nutričních hodnot luštěninových bezlepkových těstovin

| Výživové údaje pro 100 g | Zelený hrách | Žlutý hrách | Cizrna | Červená čočka |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------|----------------------|
| Energetická hodnota (kJ/kcal) | 1390 / 332 | 1436 / 336 | 1394 / 333 | 1492/352 |
| Tuky (g) | 1,4 | 0,8 | 4,7 | 1,8 |
| z toho nasycené mastné kyseliny (g) | 0 | 0,1 | 6 | 0,4 |
| Sacharidy (g) | 56,7 | 59 | 54,3 | 58 |
| z toho cukry (g) | 3,2 | 5,8 | 3,9 | 1 |
| Vláknina | 15 | 14 | 13,8 | 6 |
| Bílkoviny (g) | 23,1 | 24 | 21,8 | 23 |
| Sůl (g) | 0,025 | 0,01 | 0,015 | 0,05 |

2.4.2 Zelený hrách

Zelený hrách obsahuje vysoce kvalitní bílkoviny, vlákninu, mikroživiny a antioxidační sloučeniny, které přispívají ke zdraví prospěšným účinkům, jako je výživa střevních bakterií. Hrách je také dobrým zdrojem vitamínu K, který je nezbytný pro správnou srážlivost krve a zdraví kostí (Seitz et al., 2023). Zelený hrách se oproti žlutému hrachu sklízí v době, kdy jsou semena nedozrálá. Na základě toho dochází u zeleného hrachu k neúplné degradaci chlorofylu, takže semena si zachovávají zelenou barvu (Smolková et al., 2020).



Obrázek 2.3: Zelený hrách (potravinyarax.cz, 2024)

Těstoviny z mouky ze zeleného hrachu

Bezlepkové těstoviny, u kterých byla k výrobě použita hrachová moučka, mají přirozenou cestou vyšší obsah bílkovin, esenciálních aminokyselin, fenolických látek a antioxidačních látek (Millar et al., 2019, González-Montemayor et al., 2021). Na současném trhu jsou nabízeny těstoviny jak ze zeleného, tak i ze žlutého hrachu. Výživové údaje bezlepkových těstovin z mouky ze zeleného hrachu, jsou uvedené v tabulce číslo 2.2.

2.4.3 Žlutý hrách

Obsah bílkovin ve žlutém hrachu se pohybuje v rozmezí od 15 do 35 %. Dále je hrách bohatý na vlákninu, vitamíny a minerální látky (Shreenithee a Prabhasankar, 2013). Žlutý hrách je bohatý na draslík, fosfor a železo, což přispívá k různým aspektům zdraví, jako je růst svalů, regulace krevního tlaku nebo snížení únavy. Dalším z benefitů žlutého hrachu je udržitelnost, jelikož se jedná o ekologicky šetrnou plodinu, která vyžaduje méně vody a přispívá ke zlepšení kvality půdy (ZENB, 2024). Žlutý hrách se sklízí v době, kdy jsou již lusky zralé, semena plně vyvinutá a zbarvená do žluta. Velikostně mohou být semena větší než u hrachu zeleného. Žlutá barva je způsobena v důsledku vyšší míry degradace chlorofylu v pozdějších fázích zrání (Smolikova et al., 2020).



Obrázek 2.4: Žlutý hrách (nestonej.cz, 2024)

Těstoviny z mouky ze žlutého hrachu

Bezlepkové těstoviny vyrobené z mouky ze žlutého hrachu jsou nejen výživnou variantou díky svému nutričnímu složení, ale i udržitelnou alternativou k tradičním těstovinám (ZENB, 2024). Výživové údaje bezlepkových těstovin z mouky ze žlutého hrachu jsou uvedené v tabulce 2.2. Výživové hodnoty je možné ovlivnit formou zpracování. Hrách, který se zpracovává při výrobě hrachové mouky horkým vzduchem, vykazuje při 150 °C větší snížení obsahu bílkovin o 2,38 %, zatímco u předeštěné páry bylo dosaženo snížení obsahu bílkovin o 0,75 % (Brar et al., 2021).

2.4.4 Červená čočka

Čočka je dalším možným zdrojem rostlinných bílkovin. Dále je skvělým zdrojem železa, které hraje v lidském těle důležitou roli při tvorbě hemoglobinu. Čočka může také přispívat ke snížení hladiny cholesterolu v lipoproteinech o vysoké hustotě a zároveň zvyšuje hladinu cholesterolu v lipoproteinech o vysoké hustotě. Čočka je výživný doplněk vyvážené stravy, zejména pro vegetariány a vegany, kteří chtějí zvýšit příjem bílkovin a železa (Ganesan a Xu, 2017, Good for good, 2022). Vzhledem k významnému množství probiotických sacharidů, které červená čočka obsahuje, ovlivňuje její konzumace pozitivně střevní mikroflóru (Johnson et al., 2013).



Obrázek 2.5: Červená čočka (bionebio.cz, 2024)

Těstoviny z červené čočkové mouky

Bezlepkové těstoviny z červené čočky jsou jedna z dalších alternativ při bezlepkové dietě. Jedná se o výživnou variantu, a to nejen pro jedince, kteří jsou citliví na lepek, ale zároveň i pro konzumenty, kteří si chtějí jen obohatit jídelníček o rostlinné bílkoviny. Červená čočka je bohatým zdrojem již zmíněných rostlinných bílkovin, vlákniny na příklad kyseliny listové a vitamínu B6, minerálů jako železo či draslík a v neposlední řadě antioxidantů (Seitz et al., 2023).

2.4.5 Cizrna

Jedná se o luštěninu, která se pěstuje především v oblastech s mírným a polostinným podnebím (Rachwa-Rosiak et al., 2015). Genomické technologie ve šlechtění cizrny mohou pomoci vyvinout vysoce výnosné odrůdy, odolné vůči klimatu, efektivně využívající vodu a odolné vůči soli, hmyzu či patogenům (Koul et al., 2022).

Přidáním cizrny do potravin lze zvýšit její výživovou hodnotu a snížit obsah akrylamidu. Akrylamid je antinutriční látka přítomná v potravinách jako hranolky, smažené bramborové lupínky či v kávě (Rachwa-Rosiak et al., 2015). Cizrna je skvělým zdrojem vlákniny a bílkovin (Kaur et al., 2021). Konzumace cizrny podporuje růst prospěšných střevních bakterií a produkci mastných kyselin s krátkým řetězcem v tlustém střevě. Její konzumace může přispívat ke snížení hladiny cukru v krvi a zlepšení zdraví střev (Seitz et al., 2023).

Cizrna může být vhodné krmivo pro hospodářská zvířata, vzhledem k jejímu vysokému obsahu energie a bílkovin, se jedná o alternativní krmivo přežvýkavců (Bampidis a Christodoulou, 2011).



Obrázek 2.6: Cizrna (vitalcountry.cz, 2022)

Těstoviny z mouky z cizrny

Cizrnová mouka se vyrábí mletím cizrny, poskytuje vynikající texturu a příznivou chuť konečného výrobku (Genack, 2022). Vzhledem k výhodnému nutričnímu složení cizrny jsou cizrnové těstoviny považovány za zdravější alternativu těstovin pšeničných. Kromě vysokého obsahu bílkovin a vlákniny, mají také vysoký obsah minerálních látek jako jsou draslík, hořčík nebo fosfor (Roukin, 2017).

2.5 Technologie výroby bezlepkových těstovin

Cílem při výrobě bezlepkových těstovin je dosáhnout technologické a nutriční kvality, jakou mají klasické těstoviny z pšeničné mouky (Scarton a Clerici, 2022). Běžnými přísadami v bezlepkových těstovinách jsou mouka nebo škrob z kukuřice, rýže, brambor či jiných hlíz nebo z luštěnin s možným přidáním bílkovin, gum a emulgátorů, které mohou fungovat jako náhražky lepku. Čím větší rozmanitost v přísadách, tím větší možnosti pro pacienty s celiakií na trhu vznikají (Padalino et al., 2016).

Jak již bylo zmíněno jako alternativní mouky pro výrobu bezlepkových výrobků se používají mouky bez obsahu lepku. Velmi často používaná mouka je mouka kukuřičná, která ale nemá nijak dobré nutriční složení, dochází tedy ke kombinaci kukuřičné mouky s moukami luštěninovými (Padalino et al., 2016). Další používanou alternativou tvoří mouka z čiroku, rýže a bramborové mouky v poměru 40:20:40, u této mouky jsou udávány velmi dobré vlastnosti jako přijatelná hustota, výtěžnost a nízké ztráty způsobené vařením (Ferreira et al., 2016).

Jedním z technologických postupů výroby bezlepkových těstovin je tepelná úprava mouky. Výroba probíhá prostřednictvím kontinuálního lisu za vysoké teploty. Tato metoda výroby se používá i u klasických pšeničných těstovin. Další možností

výroby bezpečných těstovin je pomocí procesu nazvaným extruze. Je to jedna z nejvhodnějších možností výroby, při které se nativní mouka upravuje párou a vytlačuje při teplotách vyšších než 100 °C. Vysoká teplota působí na těstoviny pouze krátkou dobu, aby se podpořila želatinace škrobu. Takto vyrobené těstoviny vykazují vysokou pevnost a stabilní strukturu (Padalino et al., 2016).

2.6 Senzorické hodnocení potravin

Senzorické hodnocení potravin je soubor technik, které jsou potřebné pro přesné měření lidských reakcí na hodnocené potraviny. Jedná se o vědecké metody, které u potravin zahrnují hodnocení vzhledu, vůně, chuti či textury.

Senzorická analýza se od svého vzniku ve 40. letech 20. století stala velmi důležitou součástí v potravinářském průmyslu. Jedná se o poměrně náročnou disciplínu. Jelikož je člověk v tomto případě "měřicím nástrojem", může při vyhodnocování docházet k velké variabilitě výsledků (Sharif et al., 2017).

Školení a zkušenosti v senzorickém hodnocení umožňují pracovníkům kontrolních orgánů lépe identifikovat nežádoucí změny v potravinách, a tak i předcházet potenciálním problémům. V důsledku schopnosti rozpoznat jemné rozdíly v chuti, vůni a konzistenci mohou rychleji reagovat na problémy, jako jsou zhoršení kvality potravin, mikrobiální kontaminace nebo jiné nedostatky. Mohou také dále nabídnout konkrétní doporučení pro prevenci a odstranění závad, což vede ke zvýšení celkové bezpečnosti a kvality potravin na trhu (Kinclová et al., 2004).

2.7 Smysly využívané při senzorickém hodnocení potravin

Senzorická analýza zahrnuje kontrolu výrobků pomocí lidských smyslů, jimiž jsou zrak, čich, chuť a hmat. Zrakem hodnotíme vzhled potravin, který má důležitou roli při jejich výběru. Vizuelní vnímání potravin má velký vliv na to, jaký dojem z ní máme ještě předtím, než ji ochutnáme.

Mezi aspekty, které vnímáme zrakem, patří: barva potravin, tvar, velikost, lesk či matnost a průhlednost. Hmatem hodnotíme texturu potravin. Správná textura potravin může zvýraznit chuť a vůni potravin, zatímco nesprávná textura může vést k negativnímu vnímání produktu. Textura zahrnuje různé vlastnosti, jako je konzistence, tloušťka, křehkost či žvýkavost. Aroma či vůně hraje důležitou roli při vnímání chutě potravin. Pomocí čichu vnímáme aromatické sloučeniny uvolňující se z potravin. Tyto

aromatické sloučeniny jsou zodpovědné za tvorbu vůně. Uvolňují se do vzduchu a člověk je následně vnímá díky pachovým receptorům v nosní dutině. Zhoršený čich může zároveň ovlivnit celkový zážitek z jídla. Vůně hraje zároveň důležitou roli při rozpoznávání potravin. Vůně čerstvosti nám například může naznačit, zda je potravinu ještě konzumovatelná, nebo zda už se začíná kazit. Zároveň díky ní můžeme odhalit přítomnost jedovatých látek v potravinách. Dalším smyslem je chuť, která je při senzorycké analýze velmi důležitá. Je vnímána chuťovými pohárky na jazyku. Jsme schopni rozeznat pět typů chuti, jsou to: sladká, slaná, kyselá, hořká a umami (Sharif et al., 2017).

Hodnotitelé posuzující kvalitu potravin

V závislosti na kvalifikaci hodnotitelů jsme schopni rozlišit tři základní skupiny. První skupina je složená z odborných hodnotitelů, kteří jsou pečlivě vyškoleni. Tito hodnotitelé mají vysokou míru citlivosti a rozlišovací schopnosti. Mají velmi dobře vyvinutou dlouhodobou paměť, tudíž jsou schopni vytvořit konzistentní hodnocení produktů. Další skupinou jsou hodnotitelé, kteří prošli smyslovým výcvikem a vyvinula se u nich tak schopnost vnímat rozdíly mezi jednotlivými produkty a popisovat vlastnosti jednotlivých potravin. Poslední skupinou jsou spotřebitelé, kteří nemají žádná speciální školení. Z toho důvodu se používají u této skupiny pouze preferenční a akceptační testy. Jejich odpovědi jsou subjektivní a ovlivněny mnoha faktory jako například: věk, pohlaví, stravovací návyky či sociální a nutriční aspekty (Sinesio, 2005).

Školení senzorycké analýzy

Cílem školení hodnotitelů je seznámit hodnotitele s postupy zkoušek, rozvíjet popisné schopnosti, zlepšit jejich citlivost a smyslovou paměť a v neposlední řadě naučit se kvalifikovat své smyslové vnímání. Hodnotitelé se při školení učí, jak vnímat chuť či vůni, dostávají podrobné instrukce o technickém postupu ochutnávání jako je například velikost sousta či počet soust, které je potřeba ochutnat (Sinesio, 2005).

Diskriminační test

Tento test je využíván při analýze potravin. Jedná se o jednoduchý smyslový test, kdy si posuzující neboli hodnotitel vybírá jednu z uvedených možností. V tomto rozdílovém testu posuzující vybírá, zda je mezi dvěma produkty senzorycky vnímatelný rozdíl či nikoliv. Mezi diskriminační testy patří například párová porovnávací zkouška či trojúhelníková zkouška. Tyto testy se nejvíce využívají ke zjišťování smyslových rozdílů jako například posuzování rozdílů sladkosti, barvy nebo měkkosti mezi dvěma produkty (Jain a Gupta, 2005). Párová porovnávací zkouška je pro svou jednoduchost jedním z nejoblíbenějších senzoryckých diskriminačních testů. Jedná se o hodnocení

pouze dvou vzorků najednou, což výrazně snižuje vliv únavy hodnotitele v porovnání s hodnocením tří a více vzorků. Podobně jako u jiných diskriminačních testů se párová zkouška používá například při ověřování změny chuti u výrobku, ve kterém proběhla změna složení či postupu zpracování. Vhodná je také u vzorků, které jsou příliš složité na to, aby byly prezentovány ve trojici či větším počtu. Dále se využívá u vzorků, které mají dlouhotrvající chuť (například chuť kořeněnou). Párovou zkouškou je vhodné porovnávat například rozdílnost intenzity chuti, barevnosti či textury vzorků (Yang a Ng, 2017).

Kvantitativní zkouška

U kvantitativní zkoušky využíváme smyslového hodnocení na základě škálování. Řazení výrobků probíhá na základě jejich kvality nebo pořadí preferencí. Tato zkouška umožňuje hodnotit rozdíly mezi vícero vzorky, což je rozdíl od předchozí zkoušky (Yang a Ng, 2017).

3 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení vybraných znaků bezlepkových luštěninových těstovin. Na trhu jsou dostupné další možné varianty těstovin, které neobsahují lepek, například kukuřičné, jáhlové či rýžové. K hodnocení ale byly použity těstoviny, které byly vyrobeny z luštěninových mouček z důvodu jejich dobrého nutričního složení, které z nich dělá vhodnou alternativu příloh při bezlepkové dietě.

V laboratorním hodnocení byly použity čtyři druhy bezlepkových těstovin z různých luštěninových mouk. Všechny druhy byly stejného vřetenovitého tvaru. První druh byl z mouky ze žlutého hrachu, další z mouky ze zeleného hrachu, dále z cizrnové mouky a poslední z mouky z červené čočky.

Subjektivními metodami byly těstoviny dále testovány za pomoci hodnotitelů. V této fázi se jednalo o senzorické hodnocení, ve kterém byl použit srovnávací test. Ve srovnávacím testu respondenti porovnávali dva druhy bezlepkových těstovin, které byly vyrobeny ze stejného moučného základu, tedy z mouky z červené čočky. Zároveň se jednalo o těstoviny stejného tvaru, který byl vřetenovitý.

Metody

- Objektivní
 - Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností
 - Test vařivosti – zkoumá, zda se daná těstovina uvaří za čas uvedený výrobcem
 - Test bobtnavosti – zkoumá, o kolik těstovina zvětší svůj původní objem po uvaření
 - Stanovení sedimentu – zkoumá, kolik usazeniny se z těstoviny uvolní v průběhu vaření
- Subjektivní
 - Senzorické hodnocení vybraných těstovin
 - Dotazníkové šetření

4 Metodika

4.1 Laboratorní hodnocení fyzikálních vlastností těstovin

Laboratorní metoda pro hodnocení fyzikálních vlastností těstovin zahrnovala zkoušku vařením, během které se stanovovala vařivost, vaznost, bobtnavost (zvětšení objemu) a měření sedimentu. U všech zkoušek byl postup opakovaný dvakrát, výsledky pak byly zprůměrovány.

Vzorky použité k hodnocení fyzikálních vlastností těstovin

K laboratornímu testování byly zvoleny tři druhy bezlepkových těstovin. Všechny vzorky byly vyrobeny z luštěninové mouky, ale každý z jiného druhu luštěnin. První vzorek byl z mouky ze žlutého hrachu, druhý z mouky ze zeleného hrachu a třetí vzorek z mouky z červené čočky. Všechny vzorky byly vybrány tak, aby měly stejný tvar tedy vřetenovitý neboli fusilli. Na obrázku číslo 4.1 můžeme vidět vzorky bezlepkových těstovin použité k hodnocení. Na zleva jsou bezlepkové těstoviny vyrobené z mouky ze zeleného hrachu, uprostřed těstoviny vyrobené z červené čočky a vpravo jsou bezlepkové těstoviny vyrobené z mouky ze žlutého hrachu.



Obrázek 4.1: Vzorky použitých těstovin v prvním pokusu (Zdroj: autor)

Ve druhém laboratorním testování byly zvoleny bezlepkové těstoviny, které byly vyrobeny z mouky z cizrny a z mouky ze zeleného hrachu. Oba vzorky měly opět stejný tvar a to vřetenovitý (fusilli). Na obrázku číslo 4.2 je možné vidět použité vzorky. Napravo z hrachové mouky a nalevo z mouky cizrnové.



Obrázek 4.2: Vzorčky použitých těstovin ve druhém pokusu (Zdroj: autor)

Pomůcky:

- Kuchyňská váha
- Hrnec
- Poklička
- Měchačka
- Cedník
- Vaříč
- Odměrný válec 1000 ml

Suroviny:

- Voda
- Sůl
- Testovaný vzorek těstovin

4.1.1 Stanovení vařivosti

Princip metody

Metoda spočívá v měření doby, která je potřebná k úplnému uvaření zkoušených těstovin.

Postup metody

V prvním kroku byl odměřen 1 litr pitné vody, který byl následně přelit do hrnce a přiveden k varu. Dále bylo na kuchyňské váze odváženo 10 g NaCl. Odvážená sůl byla přidána do vody. V momentě, kdy se začala voda vařit, bylo do ní vsypáno 100 g těstovin, které jsme chtěli otestovat, dále byly těstoviny promíchány, aby nedošlo k jejich přichycení ke dnu hrnce. Var vody byl udržován mírný, aby voda nevyvěřela z hrnce ven. U těstovin byla průběžně kontrolována provařenost. Bylo zjišťováno, kdy už těstoviny nemají tvrdé jádro, ale zároveň nesmělo být úplně rozvařené. Ve chvíli, kdy byla těstovina správně uvařená, byl odečten čas ze stopky. Jedná se o čas, který byl potřebný ke správnému uvaření těstoviny. Stopky byly spuštěny po vložení těstovin do vroucí vody.

4.1.2 Stanovení bobtnavosti (zvětšení objemu)

Princip metody

Bobtnavost neboli zvětšení objemu je vyjádřena jako poměr objemu zkoušené těstoviny před a po vaření vyneseny jako násobek původního objemu.

Postup metody

Nejdříve bylo odměřeno 500 ml vody v odměrném válci o objemu 1000 ml. Na kuchyňské váze bylo odváženo 100 g těstovin, ty následně byly nasypány do válce s vodou. S válcem bylo jemně zatřesen, abychom se zbavili přebytečných vzduchových bublin. V následujícím kroku bylo odečteno na odměrném válci, o kolik se zvětšil objem. Dále na kuchyňské váze bylo opět odváženo 100 g testovaných těstovin, které ale byly uvařené ve vodě dle návodu, který je uvedený výrobcem na obalu. Objem uvařených těstovin byl následně zjištěn podle stejného postupu, jako u těstovin syrových.

4.1.3 Stanovení sedimentu (usazeniny)

Princip metody

Vařením těstovin se z nich uvolňuje do vody sediment neboli kal. Stanovením sedimentu zjišťujeme, jaké objemové množství kalu se uvolnilo z těstovin během vaření do vody.

Postup metody

Těstoviny byly uvařené podle návodu na obalu, následně byly těstoviny přeceděné a voda z těstovin byla slita do odměrného válce o objemu 1000 ml. Tekutina se ve válci

nechala stát v klidu a v chladu po dobu jedné hodiny. V posledním kroku byl odečtený usazený sediment na dně odměrného válce.

4.2 Senzorické hodnocení vlastností těstovin

4.2.1 Vzorky pro senzorickou analýzu

Cílem stanovení pomocí senzorické analýzy bylo vyhledat rozdíly mezi dvěma vzorky, které mají stejný základ, a to červenou čočku, a jeden ze vzorků je certifikován v Bio kvalitě. Oba vzorky byly zakoupeny v tržní síti. Vzorek číslo 10 byl značky Max sport. Vzorek číslo 5 byl značky Dm bio. Výživové údaje zvolených vzorků lze vidět v tabulce 4.1.

Čočkové těstoviny značky Max sport

Jedná se o bezlepkové těstoviny vyrobené z moučky z mleté červené čočky ve tvaru fusilli.



Obrázek 4.3: Bezlepkové těstoviny značky Max sport (Zdroj: Drmax.cz, 2022)

Čočkové těstoviny značky Dm bio

Bezlepkové těstoviny značky Dm bio jsou vyrobené ze 100% čočkové mouky. Jedná se o druh těstovin fusilli.



Obrázek 4.4: Bezlepkové těstoviny značky Dm bio (Zdroj: Dm.cz, 2022)

Tabulka 4.1: Souhrnná tabulka výživových údajů bezlepkových těstovin značky Max sport a značky Dm bio

| | Těstoviny Max sport | Těstoviny Dm bio |
|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Výživové údaje pro 100 g | | |
| Energetická hodnota (kJ/kcal) | 1492/352 | 1412/334 |
| Tuky (g) | 1,8 | 1,7 |
| Z toho nasycené mastné kyseliny (g) | 0,4 | 0,4 |
| Sacharidy (g) | 58 | 50 |
| Z toho cukry (g) | 1,0 | 2,3 |
| Vláknina (g) | 6,0 | 6,5 |
| Bílkoviny (g) | 23 | 26 |
| Sůl (g) | 0,05 | <0,01 |
| Obsah balení (g) | 200 | 300 |
| Cena (Kč) | 80 | 75 |

4.2.2 Postup metody

Oba druhy bezlepkových těstovin byly uvařeny podle návodu na obalu, a to těsně před zahájením senzoričké analýzy. Do dvou hrnců byl odměřen litr kohoutkové vody, který byl následně uveden do varu. Do vody byly vloženy hodnocené těstoviny. Do jednoho litru vody bylo vloženo 100 g těstovin. Těstoviny se nechaly vařit 7 minut. V dalším kroku byly těstoviny scezeny a vloženy do servírovacích misek, které byly předem označeny podle čísla vzorku.

Zkouška byla provedena ihned po opláchnutí uvařené těstoviny, když byl vzorek ještě teplý. Postupně byly hodnoceny tvar, barva, konzistence, vůně, tvrdost a chuť. Hodnocení probíhalo v učebně Fakulty zemědělské a technologické Jihočeské v Českých Budějovicích. Sensorického hodnocení se zúčastnilo celkem 13 respondentů, z toho dva muži a 11 žen. Hodnotitelé zapisovali své výsledky do protokolů. Každý faktor, který byl u těstovin hodnocen měl svoji stupnici od 0 do 10 bodů. Vzhledem k této stupnici mohli hodnotitelé jednoduše zaznamenávat svoje hodnocení. 10 bodů znamenalo, že byl vzorek vyhovující, 0 bodů pak znamenalo, že byl vzorek nepřijatelný. K neutralizaci chuti byla použita pitná voda.

Výsledky respondentů byly zapsány do programu Microsoft Excel. V dalším kroku byla data vyhodnocena pomocí programu Statistica. K vyhodnocení dat byl použit Studentův dvouvýběrový t-test.

5 Výsledky a diskuze

Z důvodu optimálního nutričního složení byly bezpečkové luštěninové těstoviny porovnávány v metodické části práce. Jako první proběhly testy v laboratoři, kdy byly těstoviny testovány ve zkoušce vařivosti, bobtnavosti a tvorby sedimentu. V prvním pokusu byly zvoleny luštěninové těstoviny z mouky ze zeleného a žlutého hrachu a červené čočky. Z důvodu vysokého sedimentu u těstovin ze zeleného hrachu proběhlo druhé testování, kdy byly těstoviny zakoupeny u odlišného výrobce. Za účelem rozšíření vzorků byly v druhém testování přidány bezpečkové těstoviny z cizrnové mouky. Po druhém laboratorním testování bylo zjištěno, že hladina sedimentu se liší od typu značky. Záleží tedy na tom, jakou má firma výrobní technologii. Nezáleží na tom, jaká mouka byla k výrobě bezpečkových těstovin použita.

5.1 Výsledky laboratorního hodnocení bezpečkových těstovin

Stanovení vařivosti

Jak již bylo zmíněno ve vysvětlení principu metody, jedná se o stanovení doby, která je potřebná k uvaření testované těstoviny.

První testované bezpečkové těstoviny, které byly vyrobeny z mouky ze žlutého hrachu, byly uvařeny v limitu, který je udáván výrobcem na obalu. V uvedeném čase, který je zaznamenán v tabulce s číslem 5.1, byla těstovina uvařená, a to i v jejím středu, kde díky provaření nebylo patrné tvrdé jádro. U druhého vzorku tedy u těstovin ze zeleného hrachu k úplnému zmazování těstoviny musela být překročena doporučená doba varu a to o 20 sekund. Při průběžném testování v době, kdy se zkoumané těstoviny vařily 4 minuty, tedy dobu, která byla doporučena výrobcem, mely stále jemně tvrdé jádro, proto bylo nutné je nechat vařit o něco déle. Třetí vzorek, bezpečkové těstoviny z červené čočky, byl také vařen déle, dokonce o jednu minutu, aby došlo k celému provaření těstoviny.

Tabulka 5.1: Časy potřebné k uvaření těstovin v prvním pokusu

| Vzorek | Čas vaření (min) | Čas varu doporučený výrobcem (min) |
|---------------|------------------|------------------------------------|
| Žlutý hrách | 6:35 | 5-7 |
| Zelený hrách | 4:20 | 3-4 |
| Červená čočka | 8:00 | 5-7 |

Ve druhém pokusu byly zvoleny těstoviny z mouky ze zeleného hrachu a těstoviny z mouky z cizrny. V tabulce číslo 5.2 jsou zaznamenané časy potřebné k uvaření těstovin a časy, které byly udány výrobcem na obalu. Z tabulky je patrné, že k uvaření těstovin z cizrnové mouky bylo zapotřebí více času, než udával výrobce a to o 40 sekund. U druhých těstovin ze zeleného hrachu byl zapotřebí více než dvojnásobný čas, než udává výrobce k úplnému zmazování těstoviny.

Tabulka 5.2: Časy potřebné k uvaření těstovin ve druhém pokusu

| Vzorek | Čas vaření (min) | Doba vaření doporučená výrobcem (min) |
|--------------|------------------|---------------------------------------|
| Cizrna | 4:40 | 4 |
| Zelený hrách | 10:20 | 4-5 |

Podle Trevisan et al. (2019) těstoviny různých značek vyrobené ze stejné mouky vykazovaly rozdílné hodnoty. Jednalo se především o vzorky vyrobené z mouky ze zeleného hrachu a vzorky vyrobené z červené čočky. Na základě druhého pokusu byl tento závěr potvrzen. Vzorek ze zeleného hrachu v laboratorním testu vykazoval také rozdílné hodnoty oproti prvnímu testování. Rozdílné hodnoty jsou pravděpodobně důsledkem rozdílné technologie výroby. Mohou být způsobené rozdílnou výrobou mouky, rozdílnou extruzí těstovin, při které mohou vytvořit souvislou a méně rozpustnou hmotu, které má za důsledek i následnou rozdílnou dobu vaření. Dle Oliviera (2022) je na délce vaření přímo úměrná ztráta nutričních hodnot těstovin. Čím je doba vaření větší, tím se do vody uvolňuje více nutričně důležitých

Stanovení bobtnavosti

Bobtnavost je změna objemu po vaření. Tento údaj je udáván násobkem objemu před vařením.

K největšímu nabobtnání došlo u vzorku číslo tři, který byl z mouky z červené čočky (viz tabulka 5.3). Dle Larrosa et al. (2015) dochází k bobtnavosti během prvních 5 minut vodního ohřevu. Škrob bobtná a želatinuje a nabývá tak na objemu. Podle Trevisan et al. (2019) na základě testu bobtnavosti nejvíce zvětšily svůj objem bezlepkové těstoviny vyrobené z mouky ze zeleného hrachu, následně bezlepkové těstoviny z mouky z cizrny a nejmenší bobtnavost byla u vzorku bezlepkových těstovin vyrobených z mouky ze žlutého hrachu.

Tabulka 5.3: Násobky původních objemů – bobtnavost v prvním pokusu

| Vzorek | Bobtnavost |
|---------------|-------------------|
| Žlutý hrách | 1,85 |
| Zelený hrách | 2 |
| Červená čočka | 2,2 |

Ve druhém laboratorním testování zaznamenaném v tabulce 5.4 byla největší bobtnavost u těstovin vyrobených z mouky ze zeleného hrachu. Bobtnavost byla u jiné značky větší než v předešlém testování.

Tabulka 5.4: Násobky původních objemů – bobtnavost ve druhém pokusu

| Vzorek | Bobtnavost |
|---------------|-------------------|
| Cizrna | 2 |
| Zelený hrách | 2,3 |

Stanovení sedimentu

Nejmenší stanovené množství sedimentu bylo u posledního vzorku tedy u bezlepkových těstovin vyrobených z červené čočkové mouky, zde byl naměřený sediment 90 ml (viz tabulka číslo 5.5). U bezlepkových těstovin ze žlutého hrachu byl sediment naměřený v hodnotě 185 ml. Největší sediment byl naměřený u těstovin z mouky ze zeleného hrachu, který byl naměřený 575 ml. Porovnání sedimentů jednotlivých bezlepkových těstovin je patrné na fotografii číslo 5.1. Na fotografii je pak možné vidět na prvním místě zleva vzorek těstovin vyrobených z mouky ze žlutého hrachu, uprostřed vzorek těstovin z mouky ze zeleného hrachu. Na třetím místě vpravo je pak vzorek bezlepkových těstovin vyrobených z mouky z červené čočky.

Tabulka 5.5: Naměřené hladiny usazenin v prvním pokusu

| Vzorek | Sediment (ml) |
|---------------|----------------------|
| Žlutý hrách | 185 |
| Zelený hrách | 575 |
| Červená čočka | 90 |



Obrázek 5.1: Sedimenty u jednotlivých vzorků (Zdroj: autor)

Sediment byl ve druhém laboratorním testování naměřený u bezlepkových těstovin z cizrnové mouky 450 ml a u vzorku bezlepkových těstovin z mouky ze zeleného hrachu byl naměřen 180 ml. V prvním laboratorním pokusu, kdy těstoviny z mouky ze zeleného hrachu byly zakoupeny u jiné značky byl sediment 575 ml. Z druhého pokusu vyplynulo, že vysoký sediment nebyl způsobený druhem mouky, který tvořil základ bezlepkovým těstovinám, ale s pravděpodobností technologií, jakou byly těstoviny vyráběny. Na obrázku s číslem 5.2 je viditelná hladina usazeného sedimentu. Vlevo je umístěný válec, ve kterém je sediment z bezlepkových těstovin vyrobených z cizrnové mouky. Vpravo je umístěný válec, ve kterém je sediment usazený z vody, ve kterých se vařily bezlepkové těstoviny vyrobené ze zeleného hrachu.

Tabulka 5.6: Naměřené hladiny usazenin ve druhém pokusu

| Vzorek | Sediment (ml) |
|---------------|----------------------|
| Cizrna | 450 |
| Zelený hrách | 180 |



Obrázek 5.2: Sedimenty u jednotlivých vzorků (Zdroj: autor)

Do vody, ve které těstoviny vaříme, se uvolňují živiny a těstoviny tak ztrácejí na nutriční hodnotě. Dále se v největší míře do vody uvolňuje škrob. Čím více sedimentu se do vody uvolňuje, tím více těstoviny ztrácejí na nutriční hodnotě. Z důvodu vysokého sedimentu u bezlepkových těstovin ze zeleného hrachu byl proveden druhý laboratorní pokus, kde byly použity těstoviny vyrobené z mouky ze zeleného hrachu od jiné značky.

Laleg et al. (2016) udává, že bezlepkové luštěninové těstoviny, které jsou vzhledem ke svému nutričnímu složení bohaté na bílkoviny, škrob a vlákninu, mají hustou a zároveň slabou síť bílkovin. Ta se utváří během vaření a má za následek změny ve struktuře, kdy se zvyšuje pružnost těstovin, ale zároveň se zvyšují ztráty živin při vaření. To má za následek vyšší sediment během vaření luštěninových těstovin. Naopak Nosworthy et al. (2017) udává, že u těstovin z luštěninových mouk se snížila roztažnost a tvrdost a že bezlepkové luštěninové těstoviny měly nízké ztráty sedimentu během vaření. Podle Petitot et al. (2010) lze zabránit vysokým ztrátám živin v průběhu vaření aplikací velmi vysokých teplot v průběhu sušení těstovin. Během sušení s vysokými teplotami totiž dochází k posílení proteinové sítě. Dle Bouasla et al. (2017) došlo při pokusu vařením největší ztráty u luštěninových těstovin z cizrnové mouky, obdobné ztráty byly u luštěninových těstovin ze žlutého hrachu, nejnižší ztráty byly u

vzorku z rýžové mouky. V této práci je posuzována ztráta sedimentu při vaření u luštěninových těstovin od více výrobců, což má za následek u jednotlivých luštěninových mouk v tomto parametru odlišnosti, stejně jako tomu bylo v této práci u těstovin z mouky ze zeleného hrachu.

5.2 Výsledky sensorického hodnocení bezlepkových těstovin

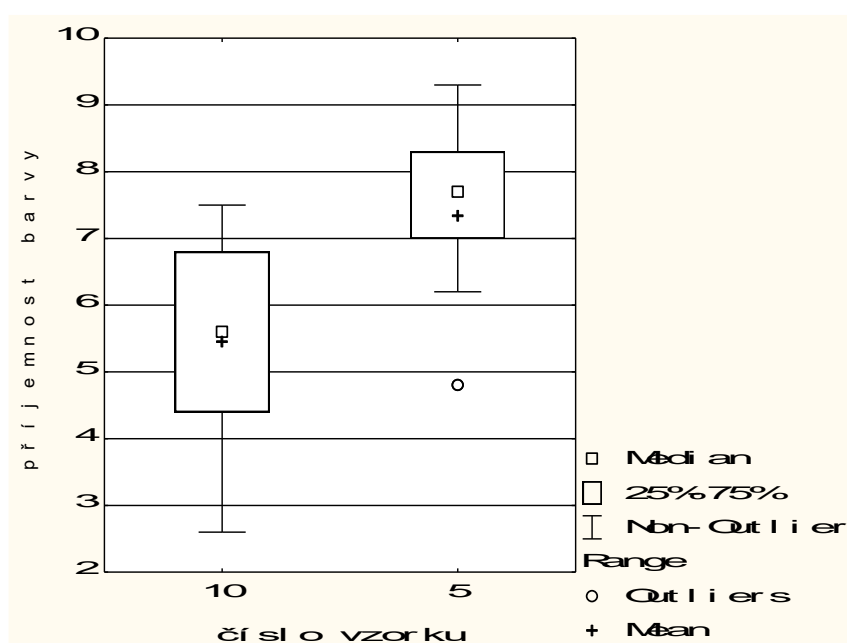
Jak již bylo zmíněno v metodické části, k vyhodnocení, zda respondenti hodnotili vzorky shodně, či mezi nimi byl statistický rozdíl, byl užit Studentův dvouvýběrový (nepárový) t-test. Hodnota p byla hodnocena při hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pro grafické znázornění pak byla zvolena forma krabicových grafů. V neposlední řadě je ve vyhodnocování pracováno s aritmetickými průměry, mediány, směrodatnými odchylkami a rozptylem. Souhrnný přehled dat ze statistiky k jednotlivým parametrům lze vidět v tabulce č. 5.7. Sensorického hodnocení se zúčastnilo 13 respondentů, kteří hodnotili všechny zmíněné deskriptory u dvou výrobků bezlepkových těstovin z červené čočky, kdy oba výrobky měly stejný tvar, ale byly zakoupeny u odlišného výrobce.

Tabulka 5.4: Statistické vyhodnocení sensorického profilu bezlepkových těstovin

| | Dm bio | | Max sport | | p |
|------------------------|---------------|-----------|------------------|-----------|----------|
| | x | Sx | x | Sx | |
| Příjemnost barvy | 7,3 | 1,4 | 5,5 | 1,4 | 0,0026 |
| Intenzita barvy | 6,6 | 1,0 | 3,3 | 1,2 | p <0,001 |
| Příjemnost vůně | 6,3 | 1,9 | 5,7 | 2,2 | 0,4944 |
| Intenzita vůně | 5,4 | 2,2 | 5,4 | 1,7 | 0,9475 |
| Příjemnost konzistence | 5,9 | 2,2 | 4,9 | 2,1 | 0,2570 |
| Tvrдость | 4,1 | 4,1 | 5,8 | 1,3 | 0,0073 |
| Příjemnost chuti | 4,4 | 4,8 | 4,7 | 2,2 | 0,7715 |
| Intenzita chuti | 5,6 | 5,8 | 5,8 | 1,9 | 0,8002 |
| (n=13) | | | | | |

Graf číslo 5.1 znázorňuje hodnocení příjemnosti barvy vzorků bezlepkových těstovin. Z grafu je patrné, že u vzorku značky Max sport byla hodnocena příjemnost barvy průměrnou hodnotou $5,5 \pm 1,4$ s mediánem 5,6. U vzorku značky Dm bio byla hodnocena příjemnost barvy hodnotou $7,3 \pm 1,4$ s mediánem 7,7. Z grafu je zřejmé, že bezlepkové těstoviny značky Dm bio byly v parametru příjemnost barvy hodnoceny lépe, než bezlepkové těstoviny Značky Max sport. To že pro hodnotitele byl hodnocený faktor příjemnost barvy příznivější u bezlepkových těstovin značky Dm bio bylo prokázáno na statisticky významné rovině.

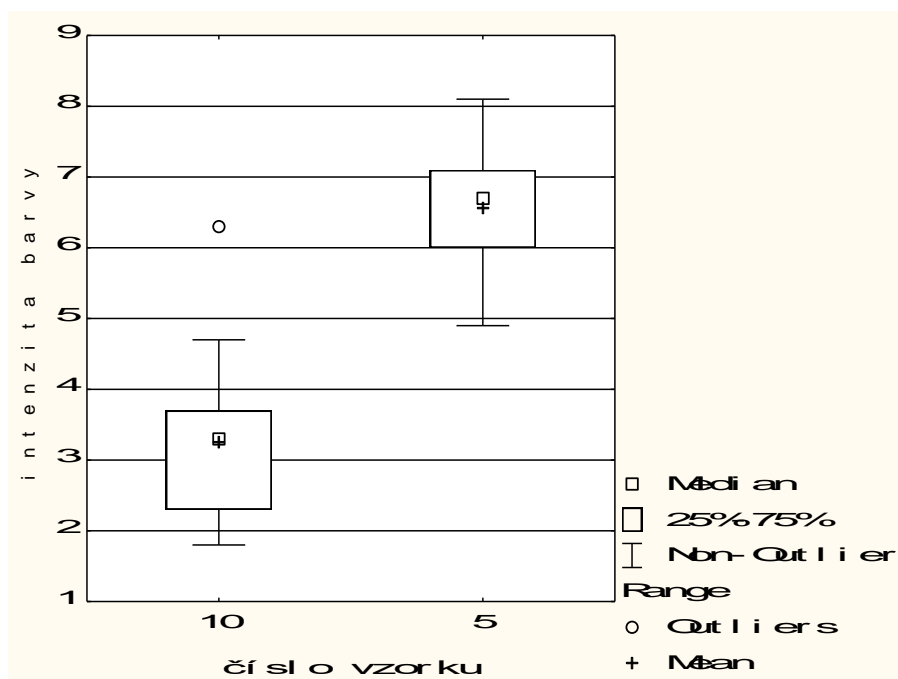
Graf 5.1: Grafické znázornění příjemnosti barvy vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



Graf číslo 5.2 zobrazuje intenzitu barvy vzorků bezlepkových těstovin. U vzorku bezlepkových těstovin značky Max sport byla intenzita barvy hodnocena průměrnou hodnotou $3,3 \pm 1,2$ s mediánem 3,3. U druhé značky Dm bio byla intenzita barvy hodnocena $6,6 \pm 1,0$ s mediánem 6,7. Z grafu je patrné, že intenzita barvy byla výraznější u vzorku bezlepkových těstovin značky Dm bio. Hodnota p je $<0,001$. Průměry jsou statisticky rozdílné, což znamená, že vzorek značky Dm bio má statisticky významně intenzivnější barvu než vzorek značky Max sport. Podle Gallaghera et al. (2009) mnozí spotřebitelé uvádějí, že bezlepkové těstoviny jsou při vaření křehčí nebo mají neatraktivní texturu, chuť a barvu. To jsou faktory související s několika technologickými vadami způsobenými především nedostatkem lepkové sítě. Podle Petitot et al. (2010) je barva těstovin zásadní pro posouzení kvality těstovin. Obvykle spotřebitelé preferují

těstoviny s jasně žlutou barvou. Výroba těstovin z luštěnin ale jas výrazně snižuje, jedná se pravděpodobně o důsledek obsahu popela v luštěninových moukách. Snižování jasu těstovin může pravděpodobně souviset s rozvojem Millardovy reakce, která nastává během procesu sušení s velmi vysokými teplotami. Zároveň během procesu vaření dojde k lehkému vybělení původní barvy bezlepkových těstovin, a to bez ohledu na profil sušení. Dle Dostálové (2014) mlýnské výrobky z luštěnin musí odpovídat barvou charakteru základní suroviny. Tento faktor se odrážel na hodnocení respondenty. Barva bezlepkových těstovin byla intenzivnější u vzorku zakoupeného u značky Dm bio, tím se tento vzorek těstovin prokázal u respondentů jako přijatelnější. Podle Caprilese et al. (2023) barva těstovin hraje pro spotřebitele velmi významnou roli při výběru a přijímání výrobku. Vizuální vzhled těstovin včetně barvy ovlivňuje celý sensorický zážitek a může ovlivnit preference spotřebitelů. Ze sensorického hodnocení vyplynulo, že čím barva byla intenzivnější, tím byla těstovina pro spotřebitele příjemnější.

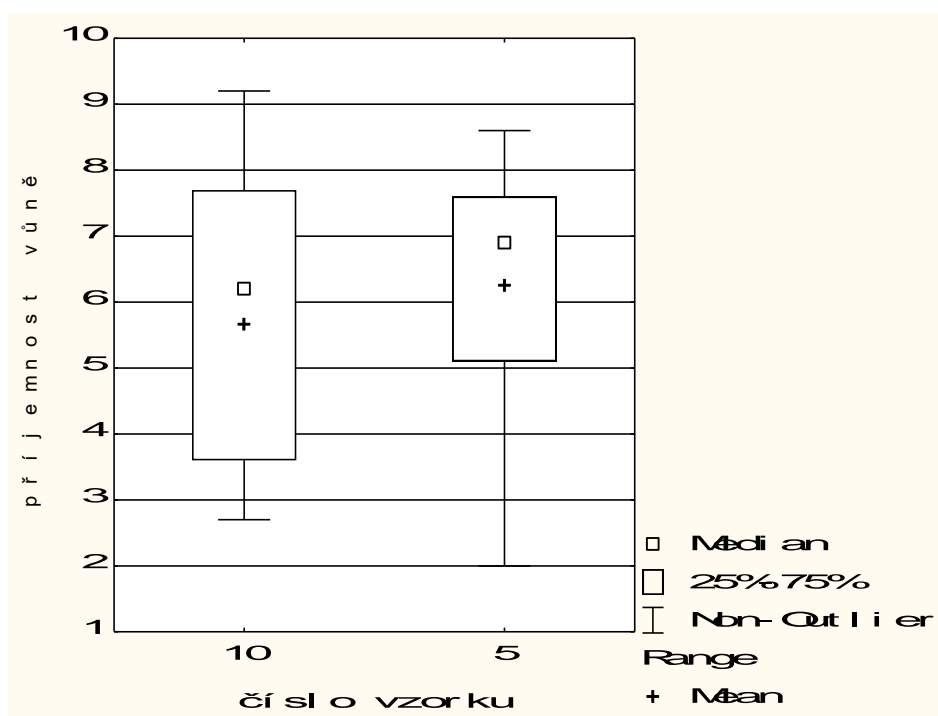
Graf 5.2: Grafické znázornění intenzity barvy vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



Graf číslo 5.3 ukazuje hodnocení příjemnosti vůně vzorků bezlepkových těstovin. Hodnocení příjemnosti vůně u vzorku bezlepkových těstovin značky Max sport bylo průměrně $5,7 \pm 2,2$ s mediánem 6,2. U druhé značky Dm bio bylo hodnocení příjemnosti vůně $6,3 \pm 1,9$ s mediánem 6,7. Jak ukazuje graf, hodnocení respondentů bylo

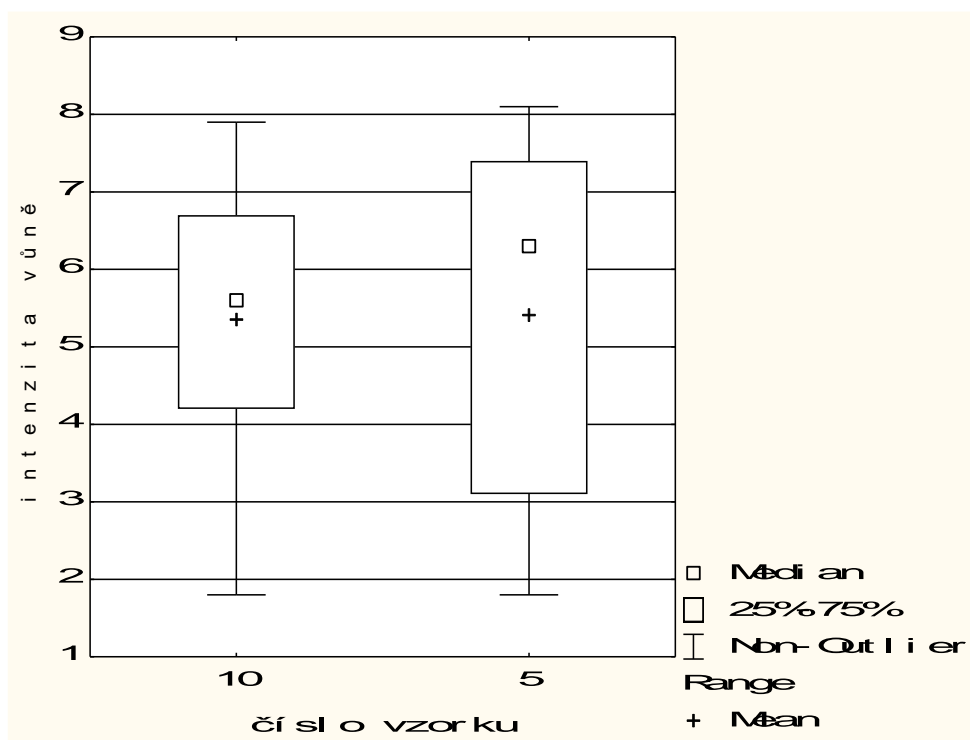
velmi podobné, s mírnou převahou kladnějšího hodnocení pro bezpečkové těstoviny značky Dm bio. Průměrné hodnoty se neprokázaly jako statisticky významné. Dle Starowicze (2018) má aroma tedy vůně zvláštní význam pro preferenci spotřebitele a jeho sensorické hodnocení, které je často doplněno analytickými postupy, jejichž cílem je izolovat a stanovit koncentraci těkavých látek v potravině a pochopit vliv složek potraviny na celkovou intenzitu aroma.

Graf 5.3: Grafické znázornění příjemnosti vůně vzorků, bezpečkové těstoviny Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



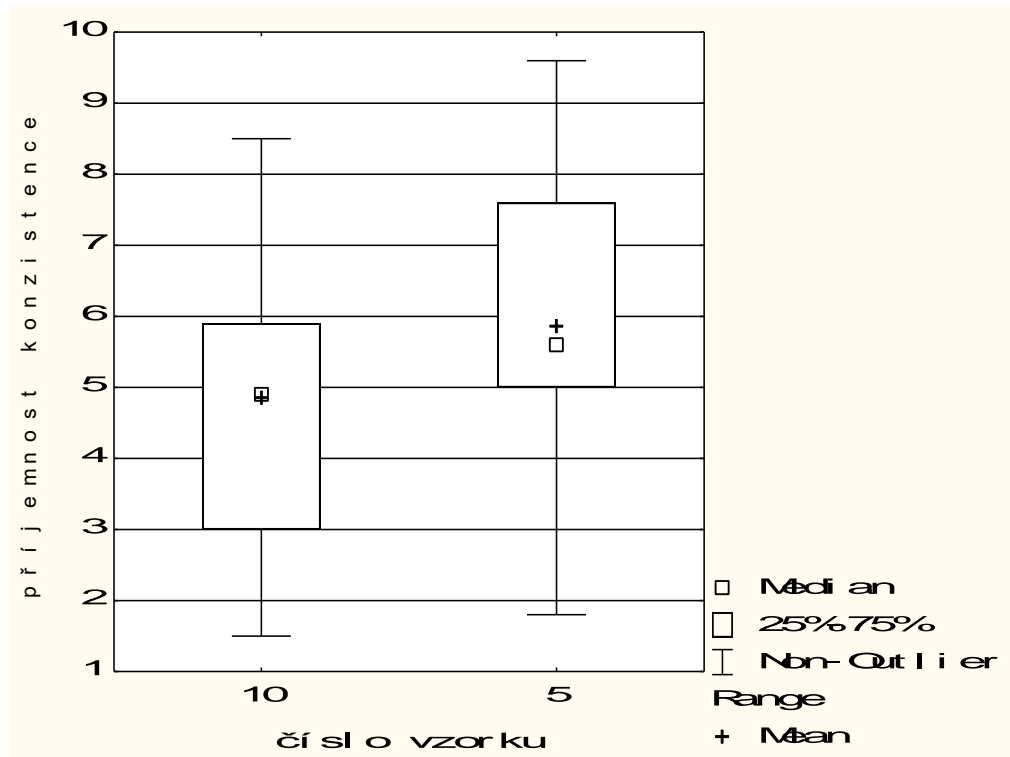
Graf číslo 5.4 ukazuje hodnocení intenzity vůně vzorků bezpečkových těstovin. Hodnocení intenzity vůně u vzorku bezpečkových těstovin značky Max sport bylo průměrně $5,4 \pm 1,7$ s mediánem 5,6. U druhé značky Dm bio bylo hodnocení intenzity vůně $5,4 \pm 2,2$ s mediánem 6,3. Podle průměrů, které se u obou vzorků shodují, můžeme soudit, že respondenti hodnotili oba vzorky u faktoru intenzity vůně shodně. V tomto případě tedy nelze prokázat, který ze vzorků měl statisticky významnou příjemnost vůně. Dle Dostálové (2014) mlýnské výrobky z luštěnin nesmí vykazovat cizí pachy a jinou cizí příchut'. Zároveň musí mlýnské výrobky z luštěnin odpovídat barvou, chutí a vůní charakteru základní suroviny.

Graf 5.4: Grafické znázornění intenzity vůně vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



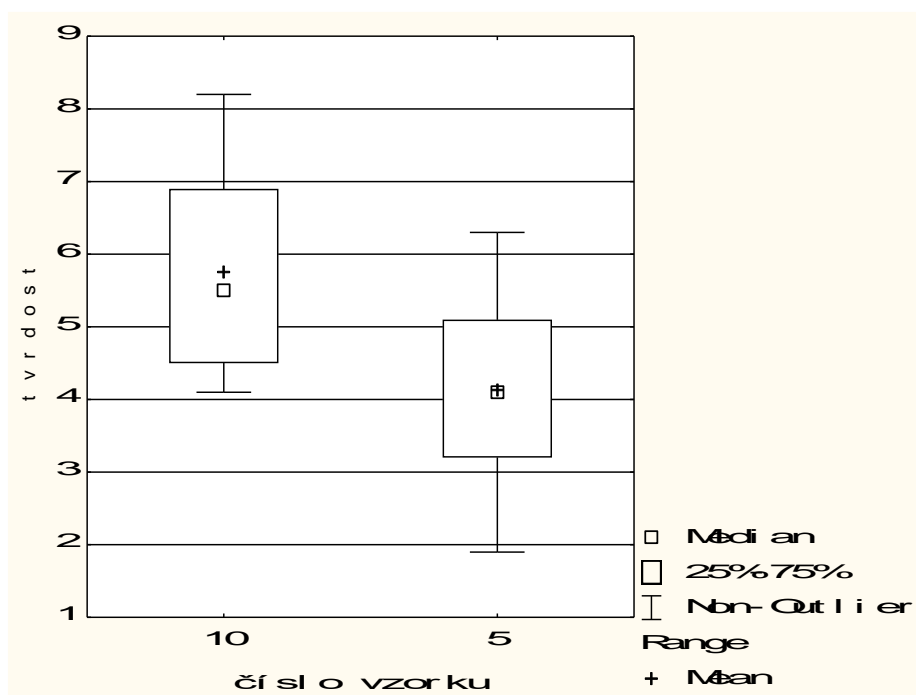
Jak můžeme vidět na grafu číslo 5.5, příjemnost konzistence respondenti hodnotili lépe u vzorku bezlepkových těstovin značky Dm bio o něco hůře byl pak hodnocen vzorek bezlepkových těstovin značky Max sport. Faktor příjemnost konzistence byl hodnocen u vzorku, který byl zakoupen u značky Dm bio průměrnou hodnotou $5,9 \pm 2,2$ s mediánem 5,6. Druhý vzorek zakoupený u značky Max sport byl respondenty hodnocen průměrnou hodnotou $4,9 \pm 2,1$ s mediánem 4,9. Hodnota p u tohoto parametru činila 0,2570. Tudíž rozdíl mezi dvěma vzorky nebyl statisticky prokázán.

Graf 5.5: Grafické znázornění příjemnosti konzistence vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



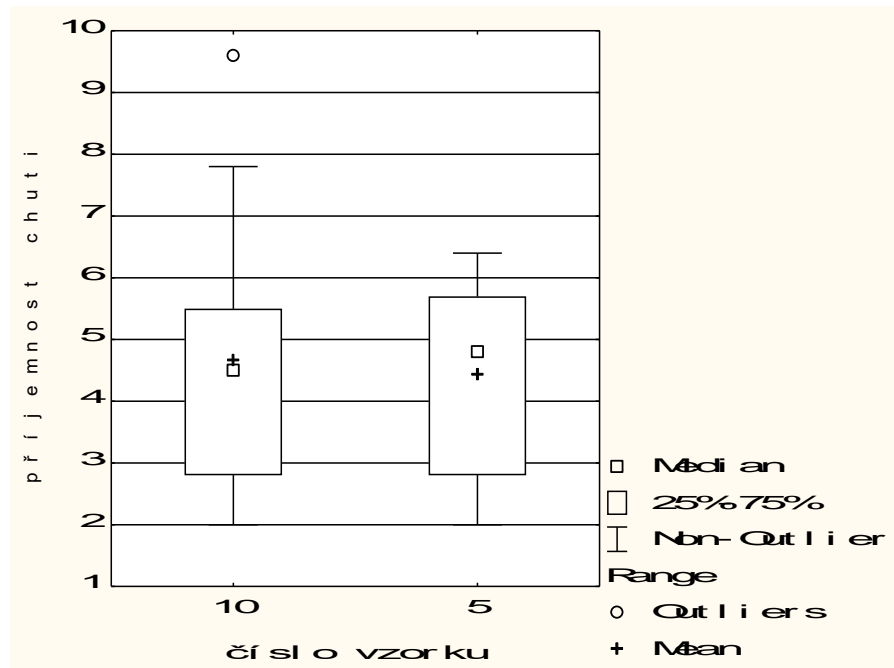
Vzorek bezlepkových těstovin značky Dm bio byl hodnocen, jak vyplývá z grafu 5.6, po uvaření jako tvrdší. Průměrně je respondenti hodnotili hodnotou $5,8 \pm 1,3$ s mediánem 5,5. Jako méně tvrdou těstovinu po uvaření respondenti hodnotili vzorek bezlepkových těstovin zakoupených u značky Dm bio. Průměrná hodnota činila $4,1 \pm 1$, s mediánem 4,1. Hodnota p je 0,0073. Rozdíl mezi průměry u vzorků je statisticky významný. Dle Lucasina et al. (2012) je konzistence jedním z nejdůležitějších kritérií pro hodnocení celkové kvality vařených těstovin. Jedná se o nejkritičtější vlastnost, která rozhoduje přijetí spotřebitelem. K největším změnám textury u bezlepkových těstovin dochází právě během vaření. Dle výzkumu od Giméneze (2015) byly rýžové bezlepkové těstoviny hodnoceny, jako lepkavější s moučnou texturou. Konzumenti, kteří netrpěli celiakií hodnotili texturu u bezlepkových těstovin jako nedostatečnou. Strukturu označovali jako zrnitou a gumovou. Je to pravděpodobně z důvodu, že konzumenti běžných pšeničných těstovin jsou u těstovin zvyklí na rozdílnou strukturu.

Graf 5.6: Grafické znázornění tvrdosti vzorků, bezpečkových těstovin Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



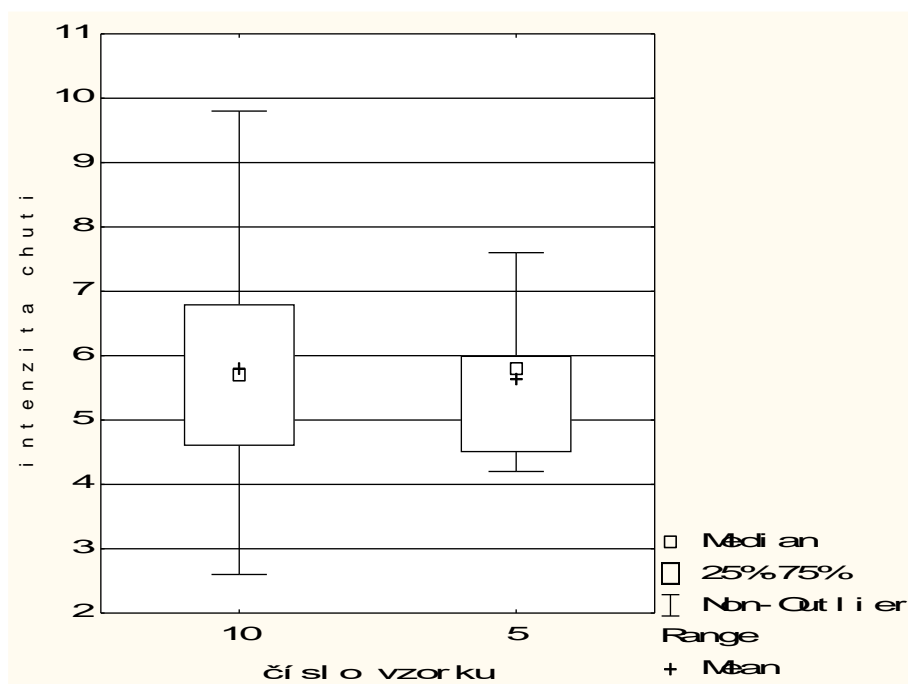
Graf číslo 5.7 ukazuje hodnocení příjemnosti chuti vzorků bezpečkových těstovin. Vzorek značky Max sport byl respondenty hodnocen průměrnou hodnotou $4,7 \pm 2,2$ s mediánem 4,5. Druhý vzorek značky Dm bio byl respondenty hodnocen průměrnou hodnotou $4,4 \pm 1,5$ s mediánem 5,8. Podle průměru respondenti hodnotili lépe vzorek zakoupený u značky Dm bio. U parametru příjemnosti chuti nebyla prokázána statistická významnost. Hodnota p činí 0,7715.

Graf 5.7: Grafické znázornění příjemnosti chuti, bezlepkových těstovin Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



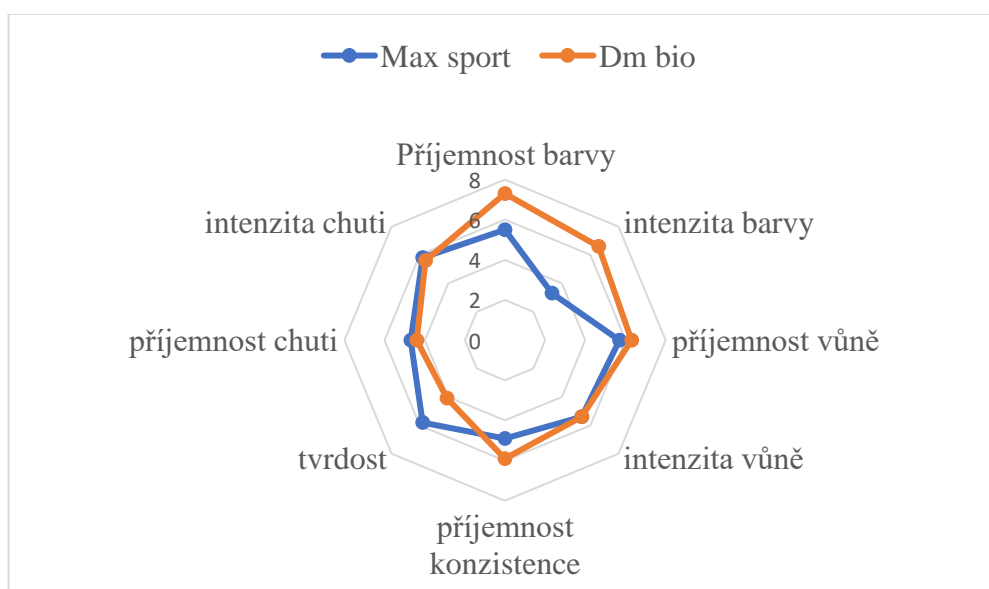
Graf číslo 5.8 ukazuje hodnocení intenzity chuti vzorků bezlepkových těstovin. U tohoto parametru hodnotili respondenti lépe vzorek zakoupený u značky Max sport. Hodnota p u tohoto parametru činí 0,8002, z čehož vyplývá, že rozdíl mezi jednotlivými průměry není statisticky významný. Vzorek značky Max sport byl hodnocen průměrnou hodnotou $5,8 \pm 1,9$ s mediánem 5,7. Těstoviny značky Dm bio byly hodnoceny průměrnou hodnotou $5,6 \pm 1,1$ s mediánem 5,8. Dle Lucisana (2012) byly mezi konzumenty zjištěny signifikantní rozdíly. Konzumenti trpící na onemocnění celiakie měli pozitivnější reakce na bezlepkové těstoviny oproti populaci, která tímto onemocněním netrpí. Celiaci označovali v převážné většině bezlepkové těstoviny slovním ohodnocením za chutné, jemné, lahodné. Bylo u nich také vyšší skóre přijatelnosti. Naopak neceliaci používali ke slovnímu hodnocení u bezlepkových těstovin negativní atributy pro chuť a texturu. To vysvětluje nižší přijatelnost skóre.

Graf 5.8: Grafické znázornění intenzity chuti, bezlepkových těstovin Max sport – vzorek 10, Dm bio – vzorek 5



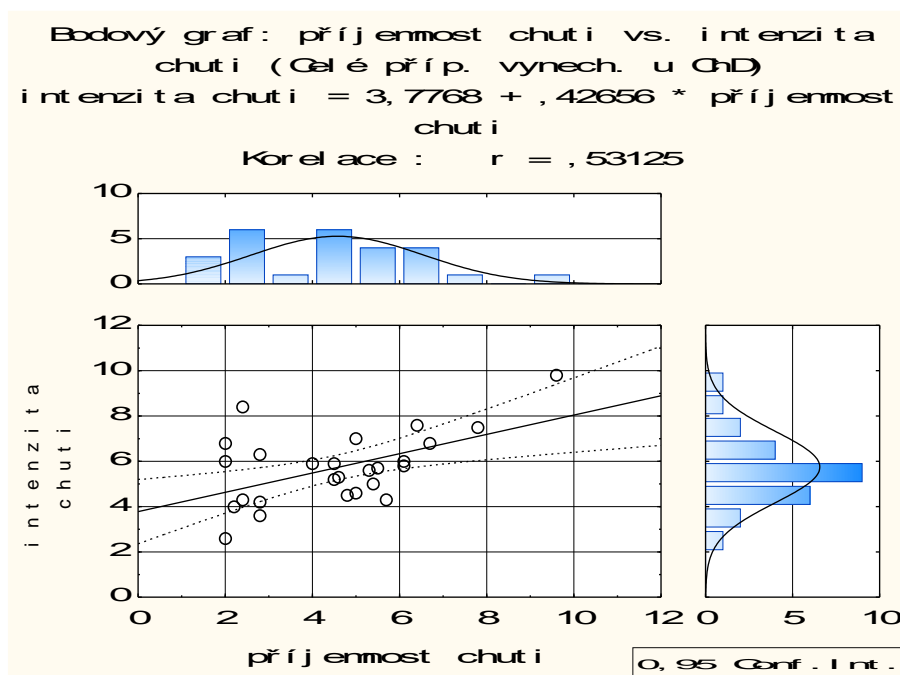
Grafu 5.9 zachycuje sensorický profil obou vzorků předkládaných těstovin. Z grafu vyplývá, bezlepkové těstoviny zakoupené u značky Dm bio byly respondenty upřednostněny před druhým předkládaným vzorkem.

Graf 5.9: Průměrné hodnoty parametrů sensorického hodnocení bezlepkových těstovin



Na grafu s číslem 5.10 můžeme vidět pozitivní korelaci mezi parametry intenzita chuti a příjemnost chuti. Tyto dva faktory se ovlivňují, jak již bylo řečeno, pozitivně, to znamená, že s rostoucí intenzitou chuti vzrůstá zároveň i příjemnost chuti.

Graf 5.10: Grafické znázornění korelace mezi intenzitou chuti a příjemností chuti



5.2.1 Výsledky dotazníkového šetření

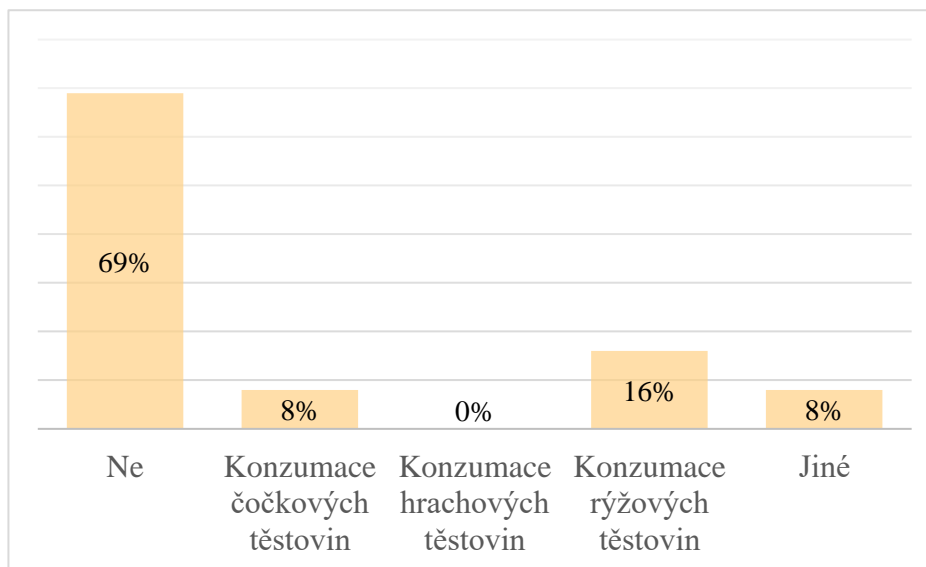
Respondenti, kteří se účastnili sensorického testování, byli navíc podrobena dotazníkovému šetření. Zde se zkoumalo zastoupení těch, kteří běžně konzumují bezlepkové těstoviny. Žádný z respondentů netrpěl onemocněním celiakie. Pouze 31 % (4) respondentů konzumovalo bezlepkové těstoviny, nejčastěji pak rýžové viz tabulka 5.8. Většina ze 13 respondentů bezlepkové těstoviny běžně nekonzumovala, grafické znázornění je možné vidět v grafu č. 5.12. Grafický přehled, jaké těstoviny byly respondenty nejvíce konzumované je v grafu č. 5.11. Je potřeba zmínit, že vzorek 13 dotazovaných není reprezentativní, a proto z něj nelze vyvozovat žádné obecně platné závěry. Slouží pouze jako doplnění charakteristiky respondentů ze sensorického testování. Z 13 respondentů byli 2 muži a 11 žen.

Tabulka 5.5: Vyhodnocení dotazníkové části sensorické studie

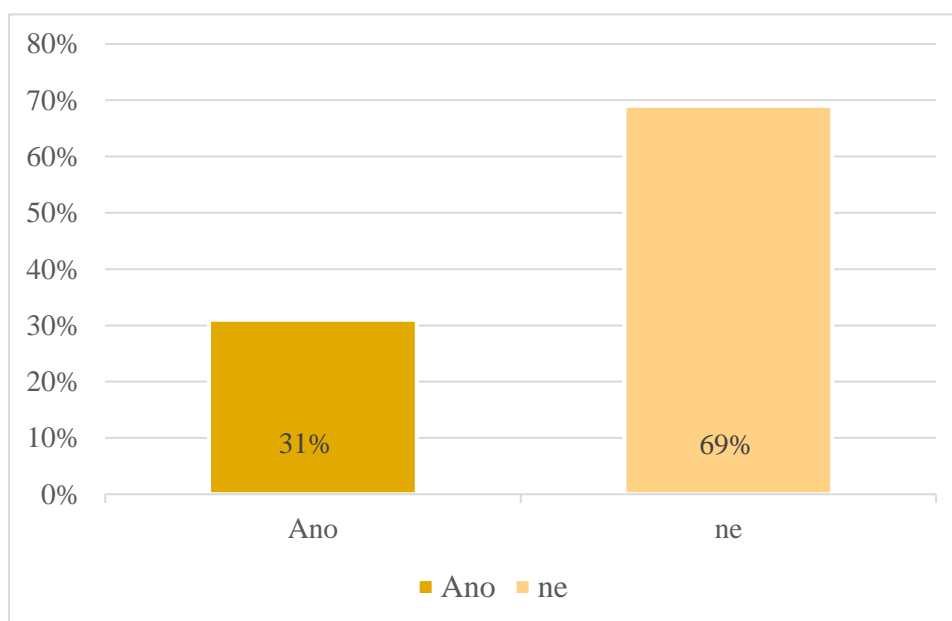
| Onemocnění celiakie | n | % |
|---------------------|---|-----|
| Ano | 0 | 0 % |

| | | |
|---------------------------------------|----|-------|
| Ne | 13 | 100 % |
| Konzumují bezlepkové těstoviny | | |
| Ano | 4 | 31 % |
| Ne | 9 | 69 % |
| Konzumace čočkových těstovin | | |
| | 1 | 7 % |
| Konzumace hrachových těstovin | | |
| | 0 | 0 % |
| Konzumace rýžových těstovin | | |
| | 2 | 14 % |

Graf 5.11: Konzumace bezlepkových těstovin



Graf 5.12: Procentuální zastoupení respondentů konzumujících či nekonzumujících bezlepkové těstoviny



6 Závěr

Počet pacientů, kteří trpí některým z onemocnění souvisejících s lepem, se neustále zvyšuje. Zvyšuje se také počet lidí, kteří chtějí změnit jídelníček a výrobky vyrobené z lepku z něj chtějí vynechat.

Běžně používané suroviny na výrobu bezlepkových produktů, jako je například bramborový škrob, rýže či kukuřičná mouka sice neobsahují lepek, ale jedná se o suroviny, které mají více sacharidů a kalorií než pšenice a vyšší glykemický index. Je proto nutné hledat alternativy, které poskytují nejen vhodné senzorycké, fyzické a technologické aspekty, ale i vhodnou nutriční hodnotu.

Výrobci se proto v posledních letech zaměřili na výrobu bezlepkových potravin, tedy i bezlepkových těstovin, z luštěnin. K výrobě luštěninových mouk se začala používat například: cizrna, zelený hrách, žlutý hrách či červená čočka. Tyto suroviny mají velmi dobré nutriční složení svým vysokým obsahem bílkovin, vlákniny a nízkým glykemickým indexem.

Z výsledků v laboratorním testování fyzikálních vlastností bezlepkových luštěninových těstovin vyplynulo, že hladina sedimentu není odvozená od druhu luštěnin, které byly při výrobě použity, ale závisí také na technologii výroby. Bezlepkové těstoviny z hrachové mouky náhodně zvoleného výrobce měly sediment téměř trojnásobně vyšší než těstoviny ze stejné mouky, ale jiného výrobce. Tento vzorek vykazuje vysoké ztráty při tepelné úpravě. V testu vařivosti byl zjištěn stejný čas vaření, jaký udává výrobce pouze u bezlepkových těstovin ze žlutého hrachu, zbylé druhy luštěnin potřebovaly k úplnému uvaření čas delší. Například těstoviny ze zeleného hrachu potřebovaly k úplnému provaření dvakrát delší čas než ten, který byl udán výrobcem. V laboratorním testování odpovídal čas vařivosti, času vařivosti uvedeným výrobcem pouze u jednoho ze tří vzorků bezlepkových těstovin.

Ze senzoryckého hodnocení vyplynulo, že ačkoli byly těstoviny ze stejného moučného základu, tedy z červené čočky, respondenti vzorky hodnotili odlišně. Statisticky bylo prokázáno, že čím byla chuť těstovin intenzivnější, tím byla pro hodnotitele chuť příjemnější. Respondenti hodnotili odlišně deskriptory: tvrdost, příjemnost barvy a intenzitu barvy. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že 69 % hodnotitelů nekonzumuje bezlepkové těstoviny. Z respondentů, kteří bezlepkové těstoviny konzumují, uvedlo 16 %, že zařazují převážně rýžové bezlepkové těstoviny. Luštěninové těstoviny jsou poměrně novým výrobkem a spotřebitelé na ně nejsou dosud zvyklí.

SEZNAM LITERATURY

1. Akademie kvality (2020). Jaké máme druhy pečiva a v čem se liší? Dostupné z: <https://www.akademiekvality.cz/clanek/jake-mame-druhy-peciva-a-v-cem-se-lisi>
2. Aljada B., Zohni A., El -Matary W. (2021). The Gluten-Free Diet for Celiac Disease and Beyond. *Nutrients*. **13**(11) ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13113993
3. Ajmera R. (2023). Is Pasta Healthy or Unhealthy? Dostupné z: https://www.healthline.com/nutrition/is-pasta-healthy#TOC_TITLE_HDR_4
4. Bampidis V.A., Christodoulou V. (2011). Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 168(1-2), 1-20, ISSN 03778401. Dostupné z: doi:10.1016/j.anifeeds.2011.04.098
5. Bass S. (2013). Celiakie: úspěšná léčba nesnášenlivosti lepku. Praha: Jan Vašut. ISBN 978-80-7236-839-6
6. Bouasla A., Wójtowicz A., Zidoune M. N. (2017). Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure. **75**, 569-577. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2016.10.005
7. Bresciani A., Giuberti G., Cervini M., Marti A. (2021). Pasta from yellow lentils: How process affects starch features and pasta quality. *Food Chemistry* [online]. **364**. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2021.130387
8. Brar N. K., Ramachandran R. P., Cenkowski S., Paliwa J. (2021). Effect of Superheated Steam- and Hot Air-Assisted Processing on Functional and Nutritional Properties of Yellow Peas. *Food and Bioprocess Technology*. 14(9), 1684-1699. ISSN 1935-5130. Dostupné z: doi:10.1007/s11947-021-02668-1

-
9. Cabanillas B. (2020). Gluten-related disorders: Celiac disease, wheat allergy, and nonceliac gluten sensitivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2020-08-21, 60(15), 2606-2621. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2019.1651689
 10. Caio G., Volta U., Sapone A., Leffler D. A., Giorgio R., Catassi C., Fasano A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC Medicine*. **17**(1). ISSN 1741-7015. Dostupné z: doi:10.1186/s12916-019-1380-z
 11. Collin P., Vilppula A., Luostarinen L., Holmes G. K. T., Kaukinen K. (2018). *Review article: coeliac disease in later life must not be missed*. **47**(5), 563-572. ISSN 02692813. Dostupné z: doi:10.1111/apt.14490
 12. De Oliveira, De Lacerda L., Camargo De Orlandin L., Andrade De Aguiar L., Queiroz V. A. V., Zandonadi R. P., Botelho R. B. A., Figueiredo L. F. (2022). Gluten-Free Sorghum Pasta: Composition and Sensory Evaluation with Different Sorghum Hybrids. *Foods* [online]. 11(19). ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods11193124
 13. Demirkesen I., Ozkaya B. (2022). Recent strategies for tackling the problems in gluten-free diet and products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022-01-25, **62**(3), 571-597. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2020.1823814
 14. Dias C., Aguiar E. V., Santos F. G., et al. (2023). Sensory Analysis Tools in Developing Gluten-Free Bakery and Pasta Products and Their Quality Control. *Designing Gluten Free Bakery and Pasta Products*. Cham: Springer International Publishing, 307-359. ISBN 978-3-031-28343-7. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-031-28344-4_9
 15. Dostálová J., Kadlec P. (2014). *Potravinářské zbožíznalství*. KEY Publishing s.r.o. Ostrava.

-
16. Ferreira S., Rodrigues M., Mello A. P., Rosa Dos Anjos M. C., Krüger C. C. H., Azoubel P. M., De Oliveira Alves M. A. (2016). Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. *Food Chemistry*. **191**, 147-151. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2015.04.085
 17. Foschia M, Horstmann S. W., Arendt E. K., Zannini E. (2017). Legumes as Functional Ingredients in Gluten-Free Bakery and Pasta Products. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2017-02-28, **8**(1), 75-96. ISSN 1941-1413. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-food-030216-030045
 18. Gallagher E. (2009). Gluten-Free Food Science and Technology. Dostupné z: doi:10.1002/9781444316209
 19. Garrido-Galand S., Asensio-Grau A., Calvo-Lerma J., Heredia A., Andrés A. (2021). The potential of fermentation on nutritional and technological improvement of cereal and legume flours: A review. *Food Research International*. **145**. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2021.110398
 20. Ganesan K., Xu B. (2017). Polyphenol-Rich Lentils and Their Health Promoting Effects. *International Journal of Molecular Sciences*. 18(11). ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms18112390
 21. Genack S. (2022). Gluten-Free Chickpea Pasta. Dostupné z: <https://oukosher.org/blog/kosher-trends/gluten-free-chickpea-pasta/>
 22. González-Montemayor, Mariela A., Solanilla-Duque J. F., Flores-Gallegos A. C., López-Badillo C. M., Ascacio-Valdés J. A., Rodríguez-Herrera R. (2021). Green Bean, Pea and Mesquite Whole Pod Flours Nutritional and Functional Properties and Their Effect on Sourdough Bread. *Foods*. 10(9). ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods10092227
 23. Gómez M. (2022). Gluten-free bakery products: Ingredients and processes. Dostupné z: doi:doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.11.005

-
24. Giménez M., Gámbaro A., Miraballes M., Roascio A., Amarillo M., Sammán N., Lobo M. (2015). Sensory evaluation and acceptability of gluten-free Andean corn spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **95**(1), 186-192. ISSN 00225142. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.6704
25. Hrnčířová, D., Floriánková M. (2022). *Výživa ve výchově ke zdraví*. 2. aktualizované vydání. ISBN 9788074345395.
26. Horstmann S., Lynch K., Arendt E. (2017). Starch Characteristics Linked to Gluten-Free Products. *Foods* [online]. **6**(4). ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods6040029
27. Chan T. H., (2024). Legumes and Pulses. Dostupné z: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/legumes-pulses/>
28. Jahreis G., Brese M., Leiterer M. (2016). *Legume flours: Nutritionally important sources of protein and dietary fiber*. Dostupné z: doi:10.4455/eu.2016.007
29. Jain V., Gupta K. (2005). food and nutritional analysis | Overview. *Encyclopedia of Analytical Science*. Elsevier, 202-211. ISBN 9780123693976. Dostupné z: doi:10.1016/B0-12-369397-7/00175-8
30. Johnson C., Thavarajah D., Combs G. F., Thavarajah P. (2013). Lentil (*Lens culinaris* L.): A prebiotic-rich whole food legume. *Food Research International*. **51**(1), 107-113. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2012.11.025. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2012.11.025
31. Kaur, R. Prasad, K. Prasad (2021). Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*) - A review. *Food Research International*. **109**, 448-463. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2021.01.044
32. Kárpáti S. (2012). Dermatitis herpetiformis. *Clinics in Dermatology*. **30**(1), 56-59 . ISSN 0738081X. Dostupné z: doi:10.1016/j.clindermatol.2011.03.010

-
33. Kinclová V., Jarošová A., Tremlová, B. (2004). Senzorická analýza potravin. *Veterinářství*. 54:362-364
34. Koul B., Komal S., Sehgal V., Yadav D., Mishra M., Bharadwaj Ch. (2022). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Biology and Biotechnology: From Domestication to Biofortification and Biopharming. *Plants* 11(21). ISSN 2223-7747. Dostupné z: doi:10.3390/plants11212926
35. Laleg L., Cassan D., Barron C., Prabhasankar P., Micard V., Breviaro D. (2016). Structural, Culinary, Nutritional and Anti-Nutritional Properties of High Protein, Gluten Free, 100% Legume Pasta. *PLOS ONE*. 2016-9-7, **11**(9). ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0160721
36. Larrosa V., Lorenzo G., Zaritzky N., Califano A. (2015). Dynamic rheological analysis of gluten-free pasta as affected by composition and cooking time. *Journal of Food Engineering*. **160**, 11-18. ISSN 02608774. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.03.019
37. López A. (2016). *The Twisted History of Pasta*. Dostupné z: <https://www.nationalgeographic.com/history/history-magazine/article/daily-life-pasta-italy-neapolitan-diet>
38. 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(3), 667-675. ISSN 07335210. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcs.2012.08.014
39. Lu Z., Zhang H., Luoto S., Ren X. (2018). Gluten-free living in China: The characteristics, food choices and difficulties in following a gluten-free diet – An online survey. *Appetite*. **127**, 242-248. ISSN 01956663. Dostupné z: doi:10.1016/j.appet.2018.05.007

-
40. Marti, A., Ambrogina Pagani M. (2013). *What can play the role of gluten in gluten free pasta?* **31**(1), 63-71. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2013.03.001
41. Martiňáková M. (2019). Nutriční edukace u vybraných onemocnění střev. Dostupné z: <https://www.vovcr.cz/odz/zdrav/179/page08.html>
42. Mikstas Ch. (2023). Health Benefits of Whole-Grain Pasta. Dostupné z: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-of-whole-grain-pasta>
43. Millar K.A., Gallagher E., Burke R., Mccarthy S., Barry-Ryan C. (2019). Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. *Journal of Food Composition and Analysis*. **82**. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2019.103233
44. Nguyen, Christopher N., Soo-Jung K. (2021). Dermatitis Herpetiformis: An Update on Diagnosis, Disease Monitoring, and Management. *Medicina* [online]. **57**(8). ISSN 1648-9144. Dostupné z: doi:10.3390/medicina57080843
45. NHS (2023). *Diagnosis -Coeliac disease* . Dostupné z: <https://www.nhs.uk/conditions/coeliac-disease/diagnosis/>
46. Nosworthy, Matthew G., Franczyk A. J., Medina G., Neufeld J., Appah P., Utioh A., Frohlich P., House J. D. (2017). Effect of Processing on the in Vitro and in Vivo Protein Quality of Yellow and Green Split Peas (*Pisum sativum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017-09-06, **65**(35), 7790-7796. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/acs.jafc.7b03597
47. Padalino, Conte A., Del Nobile M. (2016). Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread. *Foods*. **5**(4). ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods5040087

-
48. Palavecino P., Ribotta D., León A. E., Bustos M. C (2019). Gluten-free sorghum pasta: starch digestibility and antioxidant capacity compared with commercial products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **99**(3), 1351-1357. ISSN 00225142. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.9310
49. Petitot M., Boyer L., Minier Ch., Micard V. (2010). Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International*. **43**(2), 634-641. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2009.07.020
50. Rachwa-Rosiak D., Nebesny E., Budryn G. (2015). Chickpeas—Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015-01-28, **55**(8), 1137-1145. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2012.687418
51. Roubík L., Šindelář M. (2018). *Mýty a fakta o lepku*. Dostupné z: <https://www.institutmodernivyzyvy.cz/myty-a-fakta-o-lepku/>
52. Roukin L. (2017). *Fresh Chickpea Pasta*. Dostupné z: <https://www.myrelationshipwithfood.com/about/>
53. Sattar D., Ali T. M., Soomro U. A., Hasnain A. (2023). Functional, antioxidant, and sensory properties of a ready-to-eat wheat flour snack incorporated with germinated legume flour. *Legume Science*. **5**(3). ISSN 2639-6181. Dostupné z: doi:10.1002/leg3.174
54. Salmi T. T. (2019). Dermatitis herpetiformis. *Clinical and Experimental Dermatology*. **44**(7), 728-731. ISSN 0307-6938. Dostupné z: doi:10.1111/ced.13992
55. Salzman P. (2021). Celiakie – příznaky, diagnostika a léčba. Dostupné z: <https://euc.cz/clanky-a-novinky/clanky/celiakie-priznaky-diagnostika-a-lecba/>

-
56. Samková E., Kadlec J., Bárta J., Jirotková D., Smetana P., Dadáková E., Hasoňová L. (2020). *Kvalita vybraných zemědělských produktů*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta.
57. Scarton M., Clerici M. (2022). Gluten-free pastas: ingredients and processing for technological and nutritional quality improvement. *Food Science and Technology*. **42**. ISSN 1678-457X. Dostupné z: doi:10.1590/fst.65622
58. Seitz A., Streit L., Robertson R. (2023). *9 Healthy Beans and Legumes You Should Try*. Dostupné z: <https://www.healthline.com/nutrition/healthiest-beans-legumes#lentils>
59. Sharif M., Butt K., Sharif H. R., Nasir M. (2017). *Sensory Evaluation and Consumer Acceptability*.
60. Shreenithee C. R., Prabhasankar P. (2013). Effect of different shapes on the quality, microstructure, sensory and nutritional characteristics of yellow pea flour incorporated pasta. *Journal of Food Measurement and Characterization*. **7**(4), 166-176. ISSN 2193-4126. Dostupné z: doi:10.1007/s11694-013-9152-5
61. Shewry P. (2019). What Is Gluten—Why Is It Special? *Frontiers in Nutrition*. 2019-7-5, **6**. ISSN 2296-861X. Dostupné z: doi:10.3389/fnut.2019.00101
62. Sinesio F. (2005). Sensory evaluation. *Encyclopedia of Analytical Science*. Elsevier, 283-290. ISBN 9780123693976. Dostupné z: doi:10.1016/B0-12-369397-7/00561-6
63. Smolikova G., Shiroglazova O., Vinogradova G., et al. (2020). Comparative analysis of the plastid conversion, photochemical activity and chlorophyll degradation in developing embryos of green-seeded and yellow-seeded pea (*Pisum sativum*) cultivars. *Functional Plant Biology*. **47**(5). ISSN 1445-4408. Dostupné z: doi:10.1071/FP19270

-
64. Smulders M., Van De Wiel C.M., Van Den Broeck H. C., et al. (2018). Oats in healthy gluten-free and regular diets: A perspective. *Food Research International*. **110**, 3-10. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2017.11.031
65. Sollid L. M., Khosla C. (2011). Novel therapies for coeliac disease. *Journal of Internal Medicine*. **269**(6), 604-613. ISSN 09546820. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2796.2011.02376.x
66. Starowicz M., Koutsidis G., Zielinski H. (2018). Sensory analysis and aroma compounds of buckwheat containing products—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018-07-24, 58(11), 1767-1779. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2017.1284742
67. Sugiyama K., Matsumoto D., Sakay Y., Inui T., Tarukawa Ch., Yamada M. (2022). Development of Gluten-Free Rice Flour Noodles That Suit the Tastes of Japanese People. *Foods*. **11**(9). ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods11091321
68. Šmídová Z. (2022). *Gluten-Free Bread and Bakery Products Technology*. Dostupné z: doi:doi.org/10.3390/foods11030480
69. Tomášková K. (2018). *CELIAKIE A BEZLEPKOVÁ DIETA*. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/celiakie-a-bezlepkova-dieta/>
70. Trevisan S., Pasini G., Simonato B. (2019). An overview of expected glycaemic response of one ingredient commercial gluten free pasta. *LWT*. **109**, 13-16. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2019.04.013
71. Wieser H., Segura V., Ruiz-Carnicer Á., Sousa C., Comino I. (2021). Food Safety and Cross-Contamination of Gluten-Free Products: A Narrative Review. *Nutrients*. **13**(7). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13072244

-
72. Yang Q., Ng M. L. (2017). Paired Comparison/Directional Difference Test/2-Alternative Forced Choice (2-AFC) Test, Simple Difference Test/Same-Different Test. *Discrimination Testing in Sensory Science*. Elsevier, 109-134. ISBN 9780081010099. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-101009-9.00005-8
73. Zenb (2024). ZENB Yellow Pea Pasta. Dostupné z: <https://zenb.co.uk/pages/zenb-gluten-free-yellow-pea-pasta>

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Obrázek 2.1: symbol přeškrtnutého klasu (celiak.cz, 2020) | 9 |
| Obrázek 2.2: Schéma proteinových frakcích zastoupených v lepku (potravinylbezlepkuz.cz)..... | 10 |
| Obrázek 2.3: Zelený hrách (potravinylarax.cz, 2024)..... | 19 |
| Obrázek 2.4: Žlutý hrách (nestonej.cz, 2024) | 20 |
| Obrázek 2.5: Červená čočka (bionebio.cz, 2024) | 21 |
| Obrázek 2.6: Cizrna (vitalcountry.cz, 2022)..... | 22 |
| Obrázek 4.1: Vzorky použitých těstovin v prvním pokusu (Zdroj: autor)..... | 27 |
| Obrázek 4.2: Vzorky použitých těstovin ve druhém pokusu (Zdroj: autor) | 28 |
| Obrázek 4.3: Bezlepkové těstoviny značky Max sport (Zdroj: Drmax.cz, 2022)..... | 30 |
| Obrázek 4.4: Bezlepkové těstoviny značky Dm bio (Zdroj: Dm.cz, 2022)..... | 31 |
| Obrázek 5.1: Sedimenty u jednotlivých vzorků (Zdroj: autor) | 36 |
| Obrázek 5.2: Sedimenty u jednotlivých vzorků (Zdroj: autor) | 37 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 2.1: Porovnání nutričního složení těstovin (Ajmera, 2023)..... | 16 |
| Tabulka 2.2: Přehled nutričních hodnot luštěninových bezlepkových těstovin..... | 18 |
| Tabulka 4.1: Souhrnná tabulka výživových údajů bezlepkových těstovin značky Max sport a značky Dm bio..... | 31 |
| Tabulka 5.1: Časy potřebné k uvaření těstovin v prvním pokusu..... | 33 |
| Tabulka 5.2: Časy potřebné k uvaření těstovin ve druhém pokusu | 34 |
| Tabulka 5.3: Násobky původních objemů – bobtnavost v prvním pokusu..... | 35 |
| Tabulka 5.4: Statistické vyhodnocení senzoričského profilu bezlepkových těstovin . | 38 |
| Tabulka 5.5: Vyhodnocení dotazníkové části senzoričské studie | 47 |

Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 5.1: Grafické znázornění příjemnosti barvy vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5 | 39 |
| Graf 5.2: Grafické znázornění intenzity barvy vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5 | 40 |
| Graf 5.3: Grafické znázornění příjemnosti vůně vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5 | 41 |
| Graf 5.4: Grafické znázornění intenzity vůně vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5..... | 42 |
| Graf 5.5: Grafické znázornění příjemnosti konzistence vzorků, bezlepkové těstoviny Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5..... | 43 |
| Graf 5.6: Grafické znázornění tvrdosti vzorků, bezlepkových těstovin Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5..... | 44 |
| Graf 5.7: Grafické znázornění příjemnosti chuti, bezlepkových těstovin Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5..... | 45 |
| Graf 5.8: Grafické znázornění intenzity chuti, bezlepkových těstovin Max sport- vzorek 10, Dm bio- vzorek 5..... | 46 |
| Graf 5.9: Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů sensorického hodnocení bezlepkových těstovin..... | 46 |
| Graf 5.10: Grafické znázornění korelace mezi intenzitou chuti a příjemnosti chuti . | 47 |