

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Čočka a cizrna v jídelníčku lidí – klady a zápory

Diplomová práce

Bc. Sandra Šlajchová

Výživa a potraviny

Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Čočka a cizrna v jídelníčku lidí – klady a zápory" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4.2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mému vedoucímu panu Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D za vedení diplomové práce, ochotu a cenné rady, které mi pomohly dané téma zpracovat. Dále bych ráda poděkovala mé konzultantce paní Ing. Kláře Podhorecké za ochotu, pomoc v laboratoři a praktické rady pro zpracování práce. V neposlední řadě bych ráda poděkovala celé své rodině za podporu během celého studia.

Čočka a cizrna v jídelníčku lidí – klady a zápory

Souhrn

Čočka a cizrna patří mezi luštěniny pěstované jako významné zemědělské plodiny, které jsou součástí výživových doporučení celosvětových organizací. Významné jsou jako potravina vzhledem k obsahu pozitivně působících nutričních látek a měly by patřit do každého zdravého jídelníčku. Jsou důležitým zdrojem rostlinných bílkovin a vlákniny, mají nízký obsah tuku a vzhledem k nízkému glykemickému indexu jsou důležitou součástí redukčních diet. Diplomová práce popisuje význam čočky a cizrny v jídelníčku lidí a zabývá se přípravou těchto luštěnin. Vedle pozitivně působících látek obsahují vybrané luštěniny α -galaktosidy, které způsobují nadýmání potíže. Tyto látky jsou hlavním důvodem nízké konzumace luštěnin.

Kulinární úpravou lze množství oligosacharidů rafinóзовé řady snížit. Cílem této práce bylo navrhnout vhodnou kulinární úpravu pro maximální snížení těchto látek způsobujících flatulenci. Čočka a cizrna byly podrobeny různým způsobům kulinární úpravy a metodou HPLC bylo stanoveno množství sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy v syrových semenech a po jednotlivých úpravách. Hodnoceny byly vzorky podrobeny klíčení, máčení + klíčení, máčení + vaření a vaření. Výsledky byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny programem Statistika 12. Všechny z vybraných úprav měly významný vliv na obsah vybraných sacharidů a byla tak potvrzena hypotéza o snižování antinutričních látek pomocí vhodné úpravy. Máčení s následným vařením vedlo úplně k eliminaci rafinózy a verbaskózy. Ostatní vybrané úpravy snížily celkové množství stanovovaných oligosacharidů o 35 % až 50 % v sušině vzorků čočky. V případě semen cizrny došlo k poklesu o 6 % až 32 % z původního množství.

Pro zvýšení konzumace luštěnin jsou neméně důležité sensorické vlastnosti pokrmů, do kterých jsou luštěniny přidávány. V rámci praktické části byly připraveny pokrmy z čočky a cizrny, které byly podrobeny sensorickému hodnocení v laboratořích České zemědělské univerzity. Pokrmy byly ohodnoceny několika deskriptory pomocí připraveného dotazníku a byla zjišťována ochota konzumace. Většina hodnotitelů by byla ochotna konzumovat luštěninové pokrmy několikrát měsíčně nebo občas. Příjemnost chuti byla hodnocena nadprůměrně u všech vzorků, nicméně pokrmy s klíčenými luštěninami dosahovaly nižšího bodového ohodnocení. Klíčené luštěniny nejsou zatím rozšířené a hodnotitelům byla bližší varianta vařená. Klíčení semen je ovšem na vzestupu díky nutričně bohatým klíčkům.

Ačkoliv je spotřeba luštěnin v České republice nízká, v posledních letech se zájem zvyšuje a čočka s cizrnou jsou jedny z nejvyhledávanějších druhů.

Klíčová slova: antinutriční látky; flatulence; nakličování; oligosacharidy; pokrm; sensorika

Lentil and chick peas in the people's diet – pros and cons

Summary

Lentils and chickpeas are legumes grown as an important agricultural crops which are part of nutritional recommendations of world health and nutrition organizations. They are important as a direct food by the reason of many positive nutrients and they should be part of every health diet. Legumes represent significant source of plant-based protein and fibre, also they are low in the fat and due to low glycaemic index are important part of reduce diet. The thesis describes the importance of lentils and chickpeas in humans' diet and culinary approaches of these legumes. In addition of positive substances, selected legumes contain α -galactosides which can cause bloating issues. These oligosaccharides are the main reason of low consumptions of legumes.

However, the raffinose oligosaccharides can be reduce by culinary treatment. The aim of this thesis was to suggest the appropriate culinary treatment for the maximum reduction of these flatulence-causing substances. Lentils and chickpeas were undergoing several cooking treatments and by using of high-performance liquid chromatography (HPLC) method, the amount of sucrose, raffinose, stachyose and verbascose were analysed in raw legumes and in the various stage of the preparation. The samples were analysed after germination, soaking + germination, soaking + cooking and after single cooking. The results were statistically processed and evaluated by the program Statistica 12. All selected treatments had a significant effect on the content of analysed carbohydrates so the hypothesis about the reduction of antinutritional substances by treatment were approved. Soaking with following cooking led to absolute elimination of raffinose and verbascose in both types of legumes. The other selected treatments decreased the amount of total determined oligosaccharides by 35 to 50 % in dry matter of lentils. In case of analysis of chickpeas, the reduction was by 6 to 32 % of the original value.

The sensory parameters of meal with addition of legumes are not less important to increase intake. Within practical part of the thesis the dishes from lentils and chickpeas were prepared and evaluated in sensory laboratory of the Czech University of Agriculture. The dishes were evaluated by several descriptors using a prepared questionnaire with a goal to find out willingness of consumption. The most of assessors would be willing to consume legume dishes several times a month or occasionally. The pleasantness of taste was rated above average for all dishes, however, dishes with sprouted legumes reached a lower score. The sprouted legumes are not widespread yet and the cooked samples were closer to the assessors than dishes with sprouted legumes.

Although the consumption of legumes is low in the Czech Republic, the interest has increased in recent years and lentils with chickpeas are among the most popular types of legumes.

Keywords: antinutritional substances, flatulence, germination, oligosaccharides, meal, sensory analysis

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Luštěniny.....	10
3.1.1 Čočka jedlá	10
3.1.2 Cizrna beranní.....	11
3.1.3 Sója luštinatá.....	11
3.1.4 Fazol setý	12
3.1.5 Hrách setý	12
3.1.6 Lupina.....	13
3.2 Jakostní požadavky.....	13
3.3 Nutriční složení čočky a cizrny	13
3.3.1 Obsah tuků	14
3.3.2 Obsah sacharidů.....	14
3.3.3 Obsah bílkovin.....	15
3.3.4 Obsah vlákniny	15
3.4 Antinutriční látky.....	16
3.4.1 Flatulentní α -galaktosidy	16
3.4.2 Lektiny.....	17
3.4.3 Saponiny	17
3.4.4 Inhibitory trávicích enzymů.....	18
3.5 Význam luštěnin v jídelníčku lidí	18
3.6 Pozitivní vliv na zdraví člověka	19
3.6.1 Kardiovaskulární onemocnění	19
3.6.2 Diabetes mellitus	20
3.6.3 Poruchy trávicího traktu	20
3.6.4 Celiakie	20
3.7 Potenciální rizika konzumace	21
3.7.1 Alergie	21
3.7.2 Mikrobiální a chemická kontaminace.....	21
3.8 Změny složení v důsledku technologických úprav.....	22
3.8.1 Máčení	22
3.8.2 Var	23
3.8.3 Klíčení.....	23
3.8.4 Fermentace.....	24
4 Metodika	25
4.1 Příprava luštěninového materiálu	25

4.1.1	Klíčení luštěnin	25
4.1.2	Máčení a klíčení luštěnin	25
4.1.3	Máčení a vaření luštěnin	25
4.1.4	Vaření luštěnin	26
4.1.5	Uchování vzorku luštěnin	26
4.2	Stanovení množství sacharidů rafinóзовé řady pomocí HPLC	26
4.2.1	Přístroje a chemikálie	26
4.2.2	HPLC systém	27
4.2.3	Příprava vzorků	27
4.2.4	Příprava standardních vzorků	28
4.2.5	Stanovení množství sušiny	28
4.2.6	Identifikace a statistické vyhodnocení	28
4.3	Příprava pokrmů z čočky a cizrny	28
4.3.1	Přístroje a pomůcky	29
4.3.2	Čočkový salát	29
4.3.3	Čočková sekaná	30
4.3.4	Cizrnový salát	30
4.3.5	Cizrnové placičky	31
4.4	Senzorické hodnocení	32
5	Výsledky	33
5.1	Množství sacharidů v čočce a cizrně	33
5.1.1	Stanovení oligosacharidů v čočce	33
5.1.2	Stanovení oligosacharidů v cizrně	37
5.2	Senzorické hodnocení pokrmů	41
5.2.1	Senzorické hodnocení pokrmů z čočky	41
5.2.2	Senzorické hodnocení pokrmů z cizrny	43
5.2.3	Statistické vyhodnocení	44
5.2.4	Četnost konzumace	47
6	Diskuze	49
6.1	Vliv technologických úprav na složení luštěniny	49
6.2	Oblíbenost pokrmů z čočky a cizrny	51
7	Závěr	52
8	Literatura	54
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	62
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Z botanického hlediska jsou luštěniny jednoleté rostliny, které jsou velice bohaté na zdraví prospěšné látky. Z nabídky rostlinné stravy jsou luštěniny nejvýznamnějším zdrojem bílkovin v jídelníčku lidí, a proto jsou oblíbenou náhražkou masa pro vegetariány a vegany. Ovšem při představě luštěnin jako pokrmu se ne každý jedinec nadchne. Ač jsou luštěniny ve stravě lidí zakomponované již desítky let, jejich oblíbenost zdaleka nedosahuje takového měřítka, jaké by tato surovina zasloužila.

Aby jejich spotřeba byla navýšena i pro běžnou populaci, je nutné navrhnout vhodnou kulinární úpravu, která zvýší stravitelnost a pomáhá odstranit nežádoucí antinutriční látky. Tyto látky vedou ke gastrointestinálním problémům představující nadýmání či flatulenci. Technologickou úpravou syrových luštěnin se tyto látky sníží a konzumace luštěninových pokrmů má pozitivní vliv na zdraví člověka.

Věnovat pozornost by se mělo i samotné přípravě pokrmů. Vhodná kombinace s kořením je kouzlo mediteranské kuchyně, kde je oblíbenost luštěnin v podobě falafelu či hummusu vysoká. V České republice popularita luštěnin pomalu roste, ale spotřeba je stále nízká. Na regálech obchodů nejčastěji naleznete pokrmy ze sóji, která patří k nejvíce používaným luštěninám. V pozadí pak zůstává hrách, čočka či cizrna, které taktéž nabízí široké využití v teplé i studené kuchyni.

Diplomová práce popisuje složení luštěnin se zaměřením na čočku a cizrnu a jejich významnost v jídelníčku lidí. Jsou navrženy vhodné postupy pro snížení antinutričních látek v čočce a cizrně a vhodná kulinární úprava. Autorské recepty ukazují, jakým způsobem se dají luštěniny využít pro různé typy stravníků. Pokrmy byly předloženy k senzoričkému hodnocení pro posouzení vybraných deskriptorů.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotézy

- 1) Čočka a cizrna obsahují pozitivně působící nutriční látky, proto jsou z hlediska dietetiky žádoucí v jídelníčku konzumentů.
- 2) Vliv přítomných antinutričních látek čočky a cizrny je zanedbatelný v porovnání s látkami pozitivně působícími.
- 3) Množství antinutričních látek lze vhodnou úpravou snížit.
- 4) Oblíbenost vybraných luštěnin je nízká především pro neznalost jejich použití a komplikovanost přípravy pokrmů z nich.

Cíl práce

- 1) Z literárních zdrojů zjistit potřebné informace o pozitivně působících látkách čočky a cizrny.
- 2) Ve vzorcích vybraných luštěnin stanovit množství antinutričních látek (oligosacharidů) metodou HPLC.
- 3) Vzorky luštěnin podrobit různým způsobům přípravy a úpravy, zjistit jejich vliv na obsah antinutričních látek (oligosacharidů).
- 4) Provést sensorická hodnocení různých vzorků pokrmů připravených z luštěnin

3 Literární rešerše

3.1 Luštěniny

Podle komoditní vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 329/1997 Sb. k zákonu o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/1997 Sb. se luštěninami rozumí vyluštěná, suchá, čištěná a tříděná zrna luskovin, které patří do čeledi *Fabaceae* (MZe 1997).

Existují dva aspekty, které odlišují luskoviny od většiny ostatních plodin. Užitek luskovin spočívá ve výrobě výživově hodnotných potravin a krmiv především díky vysokému obsahu bílkovin, vlákniny a nízkému obsahu tuku. Druhou předností je přínos pro půdu a životní prostředí. Mají totiž schopnost vázat vzdušný dusík symbiotickými rhizobiálními bakteriemi na kořenové soustavě a převedním na biologicky užitečný amoniak obohacují půdu pro další plodiny. Svě nezastupitelné místo tak mají v osevních postupech a v ekologickém hospodářství jako vynikající předplodina (Houba et al. 2009; Ministerstvo zemědělství 2018; FAO 2019).

Hospodářsky nejvýznamnějšími druhy luskovin jsou hrách, čočka, fazol, cizrna, bob a sója. V ČR je v současné době pěstováno jen několik druhů, zejména hrách setý a v menších objemech sója a lupina (Houba et al. 2009; Ministerstvo zemědělství 2019).

Jako potravinu sice luštěniny nepatří mezi objemově největší, ale využití mají pestré. Už od počátku lidské historie byly důležitým zdrojem bílkovin, škrobu, oleje, minerálů a vitamínů. Jejich semena hrají důležitou roli v tradiční stravě mnoha lidí na světě (Houba et al. 2009; Schuster 2009).

Zvýšení spotřeby luštěnin je součástí výživových doporučení WHO i Výživových doporučení vydaných Společností pro výživu v ČR. Hlavními důvody nízké spotřeby luštěnin jsou, pro většinu obyvatel, ne příliš lákavé sensorické vlastnosti pokrmů z luštěnin, trávicí problémy a časová náročnost přípravy pokrmů (Dostálová 2014).

3.1.1 Čočka jedlá

Čočka patří mezi nejstarší pěstované luskoviny. Začátky pěstování spadají do období neolitu z oblasti Blízkého Východu. Dnes je trh zásoben různými druhy a nabídka je velmi pestrá jak v barevné, tak ve velikostní škále.

V posledních třech desetiletích došlo k významnému posunu v distribuci globální produkce čočky. V tomto období Kanada a Austrálie vstoupily do rozsáhlého pěstování a dnes patří mezi největší producenty. Důležitým mezníkem pro celosvětovou produkci a šlechtitelský výzkum čočky bylo založení Mezinárodního centra pro výzkum zemědělství v suchých oblastech ICARDA, který hraje klíčovou roli ve vývoji, klasifikaci a hodnocení produkce čočky (FAO 2019).

V České republice bylo v minulých letech velkovýrobní pěstování čočky ukončeno. Osázené plochy se v ČR statisticky nesledují, jsou omezeny pouze na plochu u malopěstitelů. Roční spotřeba čočky jedlé u nás je okolo 6 tisíc tun, a to je pokrýváno dovozem zejména z Kanady. Průměrná čočka v Kanadě pěstovaná na suchém základě obsahuje okolo 28 % bílkovin, 5 % vlákniny a 63 % celkových sacharidů. V posledních letech se plochy na pěstování

zvýšily v Indii, která je zemí s největší světovou výrobou luštěnin (Houba et al. 2009; MZe 2018; Ministerstvo zemědělství 2019).

Z luštěnin patří čočka k nejžádanějším především díky její snadné přípravě. Jedná se o mimořádně hodnotnou potravinu, která svou vařivostí, výživností a stravitelností předčí i hrách. Patří mezi luštěniny, která se před vařením nemusí nutně máčet a je tak snadná pro přípravu pokrmů (Šlajchová 2018).

3.1.2 Cizrna beranní

Cizrna (*Cicer arietinum L.*), neboli římský hrách je důležitá plodina pěstovaná a konzumovaná po celém světě, zejména v afroasijských zemích. Na světě zaujímá třetí místo v rozsahu produkce na zrna (17,7 mil. ha), a největším producentem je Indie s více než 60% podílem (FAO 2019; Ministerstvo zemědělství 2019).

Semena cizrny jsou nažloutlá, kulovitá, nepravidelného tvaru, jsou zdrojem sacharidů a bílkovin, jejichž kvalita je považována za lepší než u jiných luštěnin. Existují dva hlavní druhy cizrny, běžně známé jako desi a kabuli. Mají odlišné vlastnosti a jejich výroba je soustředěna do různých částí světa. Na českém trhu je k dostání převážně zástupce kabuli cizrny, pěstována v Asii a Africe (Jukanti et al. 2012; FAO 2019).

Cizrna je také zdrojem vitamínů, jako je riboflavin, niacin, thiamin, kyselina listová a obsahuje β -karoten, prekurzor vitamínu A. Díky nutriční hodnotě roste po cizrně poptávka. V polosuchých tropech je cizrna důležitou složkou stravy těch jednotlivců, kteří si nemohou dovolit živočišné bílkoviny (Jukanti et al. 2012; Dostálová 2014; Nutrition Data 2020).

Celosvětově se cizrna konzumuje jako semeno několika různých forem a přípravu pokrmů určují etnické a regionální faktory. Na indickém subkontinentu je cizrna rozdělena jako „dhal“ a rozemletá mouka „besan“. V jiných částech světa, zejména v Asii a Africe, se cizrna používá k dušenému masu nebo do polévek a konzumuje se ve formě pražené, vařené, či fermentované (Jukanti et al. 2012).

V České republice byla dříve v tzv. Listině povolených odrůd (LPO) zapsaná odrůda Irenka, která byla vysévána, a dokonce i šlechtěna na jižní Moravě a Slovensku. Dnes se v našich podmínkách cizrna prakticky nepěstuje a žádná její odrůda není registrována.

Oblíbenosti v ČR se tato luštěnina dočkala až v posledních desetiletích, kdy se začala dovážet jak v suchém stavu zralé luštěniny, tak nakládaná k bezprostřednímu použití (Houba 2019).

3.1.3 Sója luštinatá

Ve světovém měřítku je nejvíce pěstovanou luskovinou sója, která se však z hospodářského hlediska zařazuje také mezi olejninu. Více než 35 % celosvětové produkce rostlinných olejů je zajištěno převážně sójou (Graham 2003).

Výroba sójových produktů je stále více založena na GMO odrůdách, které podléhají různým regulacím, primárně Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech. Evropská Unie je závislá na dovozu, který je převážně z Jižní Ameriky a USA, kde jsou pěstovány i odrůdy se změněným genetickým kódem pro produkci olejů. Díky změnám v genech je olej trvanlivější a lépe vyhovuje požadavkům racionální výživy. V Evropě se ovšem těchto vlastností nevyužívá.

Geneticky modifikovaná sója je zpracovávána především v krmivářském průmyslu, protože sója, společně s kukuřicí, je nejdůležitějším zdrojem bílkovin pro drůběž a prasata (Biotrin 2020, Ministerstvo životního prostředí 2020).

Díky svému přirozenému složení má sója významné postavení také ve výživě lidí. Stejně jako ostatní luštěniny obsahuje vysoké množství bílkovin, ale na rozdíl od ostatních druhů obsahuje fytoestrogeny a fytosteroly, které mohou mít pozitivní vliv na kardiovaskulární onemocnění. Vliv hormonální aktivity fytoestrogenů může být podobný příznivému účinku estrogeneru na rizikové faktory ischemické choroby srdeční u postmenopauzálních žen, nicméně účinky na lidské zdraví jsou předmětem intenzivního zkoumání (Moravcová & Kleinová 2002; Rochfort & Pannoza 2007).

Sójové boby se zpracovávají do mnoha výrobků, řada z nich je upravena fermentací. Obecně se doporučuje dávat přednost konzumaci pokrmů ze sóji zpracovaných tradiční asijskou fermentací, protože právě tam bývá zdůrazněn zdravotní přínos sóji (Moravcová & Kleinová 2002; Dostálová 2017).

3.1.4 Fazol setý

Hned po sóji je fazol nejrozšířenější luskovina na světě. Je jednou z nejstarších plodin Nového světa a nyní se intenzivně pěstuje ve všech hlavních kontinentálních oblastech. V podmínkách střeoevropského klimatu se převážně pěstuje fazol obecný (*Phaseolus vulgaris*), který se dělí na convarietu *vulgaris* (popínavý) a convar. *nanus* (keříčkový). V České republice byl ústup, podobně jako u čočky, způsoben nepříznivými ekonomickými relacemi, nedostatkem vhodných odrůd a dalšími okolnostmi vedoucí k nižším výnosům. Stejně jako ostatní luskoviny je i fazol náročný na správnou agrotechniku a citlivý k řadě biotických i abiotických vlivům (Graham 1997; Ministerstvo zemědělství 2019).

Fazole se konzumují jako zralá zrna nebo jako zelenina v podobně nedozrálých lusků. Existuje mnoho forem lišících se barvou, velikostí a tvarem semene.

Z hlediska procenta bílkovin mají fazole stejně jako ostatní luštěniny vysokou nutriční kvalitu. Kromě toho obsahují velké množství minerálních látek, zejména železo a zinek, a tím jsou vhodnou surovinou v oblastech, kde je vysoká prevalence nedostatku těchto mikroživin, což může vést například k anémii (Broughton et al. 2003).

3.1.5 Hrách setý

Hrachech se rozumí semena Hrachu setého (*Pisum sativum L.*), který je dominantním druhem luskovin v České republice, ale i v Evropě. Na ploše okolo 8 mil. ha je hrách na čtvrtém místě hned po sóje, fazolu a cizrně. Jeho hlavní předností je předplodinová hodnota. Hrách má prokázaný pozitivní vliv na vyváženost osevních postupů a na zvýšení výnosu následné kultur (Ministerstvo zemědělství 2018).

Na trhu se nejčastěji objevují semena hrachu žlutosemenného a zelenosemenného, která se, stejně jako semena čočky, nemusí před zpracováním máčet. Hrách je už dlouhou dobu uznáván jako levný a snadno dostupný zdroj bílkovin. Například hydrolizovaný hráškový protein je známou náhražkou syrovátkového proteinu, a tím je pro sportovce vhodnou rostlinnou alternativou.

I přes snadnou přípravu a vysoký obsah nutričních látek je využití pro lidskou výživu poměrně nízké a hrách je zpracováván jako krmivo ve formě zeleného hmoty nebo siláže (Houba 2009; Dahl et al. 2011).

3.1.6 Lupina

Navzdory měřitelnému pokroku v domestikaci a poskytování lupiny jako zdroje vysoce bílkovinných krmiv a potravinářských produktů je v celosvětovém měřítku stále považována za opomíjenou plodinu. Produkci sladkých odrůd se sníženým obsahem hořkých alkaloidů se lupina ve sféře potravinářské rozšířila, nicméně její využití v kulinářství nedostahuje vysoké úrovně (Wolko et al. 2011).

Stejně jako ostatní luštěniny obsahuje lupina sacharidy rafinózoové řady, které v malém množství mohou sloužit jako prebiotikum pro střevní mikroflóru. Jedna ze studií uvádí poměrně široké rozpětí množství RFO v různých kultivarech lupiny a to od 5,46 až do 9,20 g/100 g, což může být až 2x více než u sóji. Uvedené množství obsahu RFO bylo stanoveno pomocí metody vysokoúčinné kapalinové chromatografie v semenech lupiny pěstovaných ve Španělsku (Martínez-Villaluenga et al. 2005).

V produktech z lupiny byly prokázány proteiny vázající IgE vyvolávající alergickou reakci. Většina projevů byla pozorována u osob s alergií na podzemnici olejnou. Na základě platného nařízení EU č.1169/2011 o poskytování informací spotřebiteli je lupina od roku 2014 součástí povinného seznamů alergenů (EFSA 2006).

3.2 Jakostní požadavky

Definice luštěnin, luštěninových výrobků a požadavků na jakost luštěnin jsou stanovené prováděcí Vyhláškou č.329/1997 Sb. Luštěniny musí vykazovat určité senzorycké, fyzikální a chemické parametry, nesmí být kontaminovány či napadeny škůdci. Kromě těchto údajů jsou uvedeny požadavky na označení. Luštěniny se označují názvem skupiny daných vyhláškou, mlýnské výrobky z luštěnin musí deklarovat název skupiny i botanický druh luštěniny. Mlýnskými výrobky se rozumí mouky, vločky a vlákninové koncentráty.

Maximální vlhkost čistých syrových luštěnin se může pohybovat mezi 13-16 % v závislosti na druhu (Ministerstvo zemědělství 1997; Dostálová et al. 2014).

3.3 Nutriční složení čočky a cizrny

Luštěniny se běžně konzumují po zpracování, což nejen zlepšuje chutnost potravin, ale hlavně zvyšuje biologickou dostupnost živin. Jejich výživová hodnota je vyšší než u obilovin i přes to, že patří mezi ne zcela plnohodnotné bílkoviny kvůli nedostatku sirných aminokyselin.

Nutriční potenciál čočky a cizrny je založen na vysoké hladině bílkovin a na obsahu sacharidů. Většina je zastoupena škrobem, hlavní biopolymerní složkou luštěnin, který se při zpracování částečně přeměňuje na škrob rezistentní (RS) a funguje jako vláknina nezbytná pro správnou funkčnost trávicího traktu.

Čočka a cizrna jsou také zdrojem řady mikronutrientů, tedy vitaminů, převažují pak vitaminy skupiny B, v menší míře vitamin A a E, a minerálních látek jako železo, zinek

a draslík. Obsah minerálních látek je sice vysoký, ale jejich využitelnost je snížena vazbou na kyselinu fytoovou a kyselinu šťavelovou patřící mezi antinutriční látky (Dostálová 2014).

Obsah jednotlivých makro a mikro nutrientů se liší dle druhu luštěniny.

3.3.1 Obsah tuků

Luštěniny obecně obsahují nízké množství tuků, kromě sóji obsahující až 30 %. U některých druhů, jako je čočka, je množství téměř zanedbatelné. Cizrna se vyznačuje vyšším obsahem tuku a to okolo 5 %. I přes nízké množství ve vybraných druzích můžeme tuk luštěnin považovat za hodnotný, jelikož obsahuje okolo 60 % polynenasycených MK, zastoupených převážně kyselinou linolovou (Jukanti et al. 2012; USDA 2019).

Na rozdíl od živočišných bílkovin luštěniny neobsahují cholesterol, jehož dlouhodobý zvýšený příjem může vést ke kardiovaskulárním onemocněním (Jukanti et al. 2012; Šlajchová 2018).

3.3.2 Obsah sacharidů

Obsah sacharidů v luštěninách je přibližně 50 % a většinu tvoří polysacharové frakce škrobu. Z této skupiny sacharidů je dále minoritně zastoupená celulóza. Ta na rozdíl od škrobu nemůže být trávena z důvodu absence hydrolázy v trávicím traktu, která by štěpila β (1 \rightarrow 4) - glykosidové vazby tohoto polysacharidu. Na základě této vlastnosti se celulóza řadí mezi nerozpustnou vlákninu (Šlajchová 2018).

Obsah škrobu se liší mezi jednotlivými rody, od zanedbatelného množství v sóje až na polovinu hmotnosti suchého osiva v případě *Pisum sativum*. Kromě energetického přínosu má škrob vliv na texturu a senzorycké vlastnosti v potravinářských výrobcích. Škrob získávaný z luštěnin má dobrou stabilitu k vysoké teplotě a vysoký bod viskozity ve srovnání se škroby z obilovin či brambor. Pravděpodobným důvodem může být vyšší stupeň řetězových interakcí mezi amylozou a amylopektinem, které vytváří strukturu škrobu (Tharanathan & Mahadevamma 2003; Wani et al. 2016).

Část škrobu luštěnin je tzv. rezistentní škrob RS, který není kompletně tráven amylolytickými enzymy v tenkém střevě. Ačkoli RS není vláknina, lze jej za ni považovat díky své nutriční funkci. Rezistentní škrob zahrnuje všechny škroby a jejich degradační produkty, které u zdravých lidí odolávají trávení a stejně jako zmíněná celulóza vstupují do tlustého střeva. Fermentací na monokarboxylové kyseliny s krátkým alifatickým řetězcem (SFCAs) mají pozitivní dopad na funkci tlustého střeva (Guillon & Champ 2007; Sharma & Yadal 2008; Šárka et al. 2013).

Významné zastoupení v luštěninách mají oligosacharidy rafinózoové řady, které nejsou tráveny v horní části gastrointestinálního traktu lidí, a to z důvodu absence enzymu α -galaktosidázy. Přecházejí tak nestrávené do dalších částí trávicího traktu a jsou k dispozici pro bakteriální fermentaci v tlustém střevě. Vzhledem k vysokému množství a nepříznivým projevům účinku jsou tyto oligosacharidy řazeny mezi antinutriční látky, které jsou podrobně vysvětleny v kapitole 3.3. (Guillon & Champ 2007).

Složení sacharidů luštěnin se významně mění během technologických úprav, které budou popsány a demonstrovány v praktické části diplomové práce.

3.3.3 Obsah bílkovin

Luštěniny jsou bohatým zdrojem bílkovin, jejichž výživová hodnota je podstatně vyšší než u jiných rostlinných zdrojů a na rozdíl od živočišných bílkovin není jejich příjem spojen s příjmem tuku a cholesterolu. Bílkoviny luštěnin jsou bohaté na aminokyseliny lysin, leucin a arginin a mohou splňovat základní požadavky na aminokyseliny v lidské stravě, s výjimkou tryptofanu a aminokyselin obsahujících síru. Aby se napravil nedostatek určitých esenciálních aminokyselin v luštěninovém proteinu, musí být kombinovány obilnými výrobky. Stupeň vzájemného doplňování závisí na obsahu těchto omezujících aminokyselin, tj. threoninu v obilovinách a tryptofanu v luštěninách. Tyto esenciální aminokyselinové nedostatky byly překonány integrací luštěninových pokrmů s cereálními potravinami. S ohledem na obsah aminokyselin jsou proto luštěniny a obilné proteiny výživově komplementární (Duranti 2006; Igbal et al. 2006; Dostálová 2016). Složení aminokyselin vybraných semen je uvedeno v tabulce 1. Pro orientaci jsou v tabulce 2 uvedeny doporučené denní příjmy podle světové zdravotnické organizace.

Semena čočky a cizrny obsahují několik poměrně menších proteinů jako jsou inhibitory proteázy a amylázy, lektiny a další látky, které jsou relevantní pro nutriční kvalitu semen. Tyto antinutriční látky mohou ovlivnit stravitelnost bílkovin snížením biologické dostupnosti (Duranti 2006).

Tabulka 1 Zastoupení aminokyselin ve vybraných druzích luštěnin v porovnání s referenční bílkovinou (g/100 g) (WHO 2007; USDA 2019)

	Lysin	Leucin	Arginin	Tryptofan
Čočka	1,72	1,79	1,90	0,22
Cizrna	1,38	1,47	1,94	0,20
Sója	0,76	0,97	1,04	0,16
Fazole červené	1,67	1,95	1,51	0,29
Referenční bílkovina dle WHO	4,50	5,90	-	0,60

Tabulka 2 Doporučený denní příjem aminokyselin dle WHO (2007)

	Lys	Leu	Isoleu	Vain	Thr	Tryp	His	Met	Cys
DDD (mg/kg/den)	30,0	39,0	20,0	26,0	15,0	4,0	14	10,4	4,1

Vzhledem k vysokému zastoupení bílkovin ve vybraných luštěninách může jedna porce čočky nebo cizrny (100 g vařených semen) zajistit průměrně 8-9 g bílkovin, což je 17 % referenční hodnoty příjmu dospělého člověka (Evropská komise 2011; USDA 2019).

3.3.4 Obsah vlákniny

Vláknina v rostlinných materiálech je heterogenní směsí několika druhů polysacharidů, ligninu a dalších látek, včetně rezistentního škrobu. Luštěniny jsou významným zdrojem těchto

látek, zejména jejich slupkové frakce. Vlákna obsažená ve slupkách je zastoupena především celulózu, oproti vláknině uvnitř semena s převahou pektinů. Ty jsou na rozdíl od látek celulózy povahy rozpustné ve vodě a řadí se tak mezi rozpustnou vlákninu (Guillon & Champ 2007; Jukanti et al. 2012).

Zastoupení rozpustné a nerozpustné vlákniny potvrdily některé výsledky in vitro studií. Rozpustná vlákna v semenech, která se pomalu tráví v tlustém střevě byla vysoce degradována (fermentace 57-91 %), zatímco vlákna z obalových vrstev byla fermentována pouze v omezeném rozsahu (fermentace 22-41 %). Acetát byl vždy hlavní mastnou kyselinou s krátkým řetězcem, následován propionovou a máselnou kyselinou (Guillon & Champ 2007).

Produkty fermentace slouží jako energetický substrát pro střevní mikroflóru a jejich příznivý vliv na průchod tráveniny střevem a vyprazdňování slouží jako prevence různých onemocnění gastrointestinálního traktu. Současně jsou oba druhy vlákniny spojovány s nízkým glykemickým indexem luštěnin a navozují pocit sytosti po jejich konzumaci (Dostálová & Houška 2007; Jukanti et al. 2012).

3.4 Antinutriční látky

Vedle pozitivně působících nutričních látek obsahují luštěniny i řadu antinutričních přírodních látek, které mohou být pro konzumenta toxické. V tomto směru je hlavním zástupcem sója, která obsahuje například inhibitory proteáz, lektiny zpomalující růst, kyselinu fytovou, která má negativní vliv na vstřebávání minerálů, fytoestrogeny, rostlinné hormony aj. Většinu těchto látek lze vhodnými technologickými postupy částečně nebo úplně eliminovat. V menším množství mohou mít některé látky i pozitivní dopad (Dostálová et al. 2014).

Čočka a cizrna nejsou významnými zástupci antinutričních látek, kromě oligosacharidů přítomných ve všech druzích luštěnin. V této kapitole budou demonstrovány antinutriční látky podstatné pro vybrané druhy luštěnin.

3.4.1 Flatulentní α -galaktosidy

Trávicí potíže spojené s konzumací luštěnin jsou nejčastěji vyvolány oligosacharidy rafinózy řady (RFO), neboli α -galaktosidy. Jedná se o sacharidy odvozené od sacharózy, konkrétně rafinózu, stachyózu, verbaskózu a ajugózu. Kromě oligosacharidů RFO jsou v luštěninách přítomny cukerné alkoholy cyklitoly a galaktocyklitoly. Nejběžnějším galaktosylcyklitolem je ciceritol, který je tvořen třemi cukernými jednotkami. Ten byl nejprve izolován z cizrny a později i z čočky. Ačkoliv je obsah ciceritolu v cizrně vysoký, není prokázán jako jednoznačný flatulentní faktor na rozdíl od α -galaktosidů odvozených od sacharózy (Sánchez-Mata 1998; Han & Baik 2016).

Tyto doprovodné alkoholické cukry složí jako výchozí surovina pro biosyntézu galaktoligosacharidů. Reakcí myo-inositolu s galaktózou vzniká pseudooligosacharid galaktinol. Následná reakce galaktinolu se sacharózou, katalyzovaná rafinosyntázou, poskytuje rafinózu. Pomocí dalších enzymů se syntetizují ostatní RFO navázáním galaktosylu z galaktinolu na sloučeninu rafinózy (Velíšek & Cejpek 2008).

Vzniklé α -galaktosidy, charakterizované přítomností α (1 \rightarrow 6) vazeb mezi galaktózovými skupinami, nejsou hydrolyzovány ani absorbovány v horní části

gastrointestinální traktu člověka, akumulují se v tlustém střevě a způsobují tak nadýmání vedoucí k meteorismu (Jukanti et al. 2012; Han & Baik 2016).

Nestravitelné oligosacharidy jsou tepelně stabilní, tudíž nestačí běžná tepelná úprava v podobě vaření. Jejich obsah může být účinně snížen klíčením, kdy jsou využívány jako energie pro semeno luštěniny. Máčení několik hodin je druhou možností technologických úprav vedoucí ke snížení množství oligosacharidů z důvodu jejich rozpustnosti ve vodě (Šlajchová 2018).

Oligosacharidy čočky a cizrny jsou složeny hlavně z rafinózy, ciceritolu a stachyózy, zatímco verbaskosa je minoritním galaktosidem (Han & Baik 2016).

Množství oligosacharidů a vlivy technologických úprav jsou demonstrovány v praktické části na vybraných druzích luštěnin.

3.4.2 Lektiny

Lektiny luštěnin jsou velkou kategorií homologních proteinů vázajících sacharidy, které se nacházejí v semenech většiny luštěnin, obilovinách, zelenině a v dalších běžných potravinách. Přes jejich silnou podobnost na úrovni aminokyselinových sekvencí a terciárních struktur se jejich sacharidové specifity různě liší.

Navázání lektinů na buňky střevních klků způsobuje zrychlení obnovy těchto buněk a dráždění sliznice střeva může vést k jeho hypertrofii. Tento negativní účinek se může projevit u osob trpících alergiemi nebo s trávicími potížemi (Dostálová et al. 2016).

Hladina lektinů je obecně u většiny luštěnin nízká a při dostatečné úpravě nezpůsobují zdravým jedincům potíže. Dle Bull & Brouns (2014) současné údaje o zdravotních účincích lektinů konzumovaných ve vařených, pečených nebo extrudovaných potravinách neukazují na negativní účinky na zdraví lidí. Lektiny jsou termostabilnější než jiné antinutriční látky, jako inhibitory proteas, ale použitím vyšších teplot denaturují. U cizrny a čočky postačují obvyklé způsoby zpracování (Šlajchová 2018).

3.4.3 Saponiny

Saponiny jsou heterogenní skupina glykosidů, které se skládají z hydrofobního aglykonu odvozeného od triterpenů nebo steroidů a jedné či více hydrofilní sacharidové složky. Ta je nejčastěji tvořena D-glukózou, D-galaktózou, D-rhamosou, L-arabinosou aj.

Tyto antinutriční látky zastávají roli v mnoha rostlinných produktech a jsou nebezpečné pro svou toxicitu a hemolytickou aktivitu hlavně pro studenokrevné živočichy. Některé saponiny jsou schopny tvořit komplexy se steroly v membránách a zvyšují tak jejich propustnost pro nežádoucí složky tráveniny. V rámci strukturální diverzity saponinů jsou tyto toxické účinky přisuzovány jen některým z nich (Velíšek & Cejpek 2008, Šlajchová 2018).

Saponiny vykazují i příznivé účinky. Mohou se uplatňovat jako antioxidanty v prevenci nádorů a KVO nebo bránit vstřebávání cholesterolu ze stravy vznikem nerozpustných komplexů. V luštěninách jsou odpovědné za nežádoucí trpkou a hořkou chuť, jejich množství lze snížit máčením ve vodě, fermentací či oloupaním povrchových vrstev. Díky své amfifilní povaze tvoří saponiny ve vodě stabilní mýdlovou pěnu a používají se tak jako pěnotvorné látky a emulgátory při výrobě kosmetických výrobků (Dostálová et al. 2016; Šlajchová 2018).

3.4.4 Inhibitory trávicích enzymů

Hlavní roli v trávení luštěnin hrají inhibitory hydroláz, které se snadno šíří pomocí difúze v mnoha luštěninách, včetně cizrny a čočky. Jedná se o látky proteinové povahy, jejichž antinutriční účinek spočívá v inhibici trávicích enzymů jako je trypsin, chymotrypsin a amyláza. Navázáním a vytvořením komplexů s inhibitory je blokován přístup substrátu do katalytického místa enzymu, čímž ztrácejí svoji aktivitu. Důsledkem je snížení absorpce a stravitelnosti bílkovin. Účinek se však obvykle projeví pouze v případě konzumace tepelně neupravených luštěnin nebo luštěninové mouky. Při tepelném zpracování dochází k denaturaci a tyto proteinové inhibitory jsou inaktivovány (Duranti 2006).

V luštěninách se vyskytují dva typy. Inhibitory Bowmanova-Birkova typu vykazují afinitu vůči trypsinu i chymotrypsinu, neboť obsahují dvě nezávislá vazebná místa. Druhým typem jsou Kunitzovi inhibitory, které inhibují enzymatickou aktivitu pouze u trypsinu (Velíšek 2002; Jukanti et al. 2012).

Odlišnost aktivity je v závislosti na druhu luštěniny. Al-Wesali et al. (1995) při pokusech *in vitro* zjistil rozdílnost efektivitu inhibitorů trypsinu. Rozdílné chování inhibitorů v použitém systému není způsobeno rozdílnou citlivostí, ale může částečně odrážet rozdílnou modifikaci inhibitorů pankreatickými enzymy. Rozdíly v obsahu a aktivitě TIA (trypsin inhibitor activity) byly dokázány i dalšími studiemi. U čočky a cizrny jsou obecně zjištěné hodnoty TIA nižší v porovnání s ostatními luštěninami (Guillamón et al. 2008).

Rostlinné proteasové inhibitory lze považovat za obranné molekuly rostlinných pletiv cílené proti proteázám patogenů. Uplatňují se také v roli endogenních inhibitorů, které kontrolují rostlinné proteasy např. během klíčení semen (Oliva et al. 2011).

3.5 Význam luštěnin v jídelníčku lidí

Luštěniny jsou pro lidskou stravu nepostradatelné, pokud jde o jejich cenné a výživné bioaktivní molekuly. Mezi rostlinnými produkty jsou ceněny hlavně pro obsah bílkovin, který je svou hodnotou hned za bílkovinami živočišného původu. Kromě nich obsahují luštěniny sacharidy zastoupené hlavně škrobem, v případě čočky a cizrny nízké procento tuku, minerální látky (draslík, fosfor a vápník, železo, zinek aj.) a v malém množství také vitaminy, převážně skupiny B. Všechny tyto látky přispívají k významu zastoupení luštěnin v našich jídelníčkách (Dostálová 2016; Šlajchová 2018).

Konzumace luštěnin je v současné době už známým benefitem ve stravě lidí. Zkoumání zdravotních účinků luštěnin se rozšiřuje, což je základem pro různá zdravotní tvrzení.

V rámci zvyšování povědomí o benefitech luštěnin vyhlásilo FAO v roce 2016 na 68. zasedání OSN tento rok jako Mezinárodní rok luštěnin, který zdůraznil přínosy různých druhů semen pro životní prostředí a zdraví člověka. Cílem bylo podpořit využití luštěnin v celém potravinovém systému, zvýšit povědomí o významu luštěnin a zlepšit úroveň této kritické části spotřebního koše. V neposlední řadě jde i o posílení investic do výzkumu a vývoje (Dostálová et al. 2016; FAO 2019).

3.6 Pozitivní vliv na zdraví člověka

Jak již bylo zmíněno, luštěniny jsou bohaté na bílkoviny více než jiné kultivované rostliny díky rhizobiálním bakteriím vázajícím dusík na kořenech. Bílkoviny čočky a cizrny jsou zdrojem bioaktivních peptidů s antimikrobiálním působením. Enzymaticky odvozené bioaktivní peptidy z luštěninových proteinů vykazují spektrum biologických aktivit od nautraceutických po terapeutické. Přítomnost těchto peptidů zvyšuje kvalitu luštěninových pokrmů (Kamran & Reddy 2018; Cakir et al. 2019).

Největší pozornost ve smyslu prevence různých onemocnění je věnována vláknině, která má nezastupitelnou funkci. Za příznivou vlastnost rozpustné vlákniny je považován vliv na snižování hladiny cholesterolu, u nerozpustné vlákniny laxativní účinek. Ukázalo se, že vláknina hraje důležitou roli v prevenci rizik vzniku chronických onemocnění, jako jsou nádorová onemocnění, KVO a diabetes mellitus.

Neméně důležitým je glykemický index (GI). Jedná se o parametr klasifikace potravin na základě změn hladiny glukózy v krvi. Obecně je lepší vybírat potraviny s nižším GI (<55), které způsobují pomalý nárůst glykémie. Luštěniny spadají do kategorie s GI 10-40. Konkrétně u čočky je $GI 32 \pm 5$ a pro cizrnu 28 ± 9 . Konzumace potravin s nízkým glykemickým indexem je doporučována z více důvodů, zejména proto, že významně prodlužují pocit sytosti po konzumaci potravin nebo pokrmu. Jsou tak důležitou součástí redukčních diet (Atkinson et al. 2008; Dostálová 2014; Šlajchová 2018).

Význam GI a vlákniny v prevenci onemocnění je vysvětlen v následujících kapitolách.

3.6.1 Kardiovaskulární onemocnění

Cizrna s čočkou mohou díky svému složení hrát významnou roli v prevenci nebo léčbě kardiovaskulárních onemocnění jako je srdeční onemocnění, vysoký krevní tlak nebo mozkové cévní příhody. Bohaté zastoupení vlákniny má potenciální zdravotní prospěšnost v působení proti ateroskleróze. Vláknina má schopnost vázat se na žlučové kyseliny a zabránit jejich reabsorpci v játrech, a tím inhibovat syntézu cholesterolu. Také fermentace rozpustné vlákniny má významný vliv na hladinu cholesterolu v oběhu. Fermentací vzniklý propionát inhibuje aktivitu enzymu hydroxy-3-methylglutaryl-CaA reduktázy katalyzující syntézu cholesterolu, dochází tak k vychytávání LDL cholesterolu játry a tím k poklesu jeho hladiny v krvi. Vysoká hladina LDL cholesterolu je považována za hlavní příčinu kornatění tepen neboli aterosklerózy (Duranti 2006; Trinidad 2009).

Polak et al. (2015) poukazuje na několik studií, které potvrdili pozitivní vliv luštěnin na krevní tlak. Tento fakt souvisí i s redukcí hmotnosti. U subjektů, které konzumovali 1 šálek luštěnin každý den po dobu 10 týdnů, byl zaznamenán pokles krevního tlaku. V jiné studii bylo 113 subjektů podrobena konzumaci malé porce luštěnin na den místo rafinovaných sacharidových potravin po dobu 18 měsíců. Výsledky ukazují snížení krevního tlaku, pokles triglycerolů v krvi a úbytek hmotnosti (Venn et al. 2010).

Obecně lze říct, že zvýšená spotřeba luštěnin doprovázená dietou s nízkým obsahem nasycených tuků může pomoci zlepšit homeostázu lipidů a v důsledku toho snížit riziko KVO (Duranti 2006; Cakir et al. 2019).

3.6.2 Diabetes mellitus

Trinidad et al. (2009) ve svých studiích poukazuje na souvislost mezi množstvím přítomné vlákniny a glykemickým indexem. Se zvyšujícím se množstvím vlákniny, její viskozitou, velikostí částic a dobou vaření pokrmu, se zpomaluje uvolňování živin do krve a tím nedochází k náhlým změnám krevního cukru. Potraviny s nízkým GI a vysokým obsahem vlákniny tedy snižují postprandiální hladinu glukózy v krvi a inzulínové odpovědi a zlepšují tak celkovou hladinu glukózy v krvi u normálních subjektů i pacientů s diabetes mellitus (Mallillin et al. 2008).

Strava bohatá na luštěniny tak může snižovat riziko vzniku diabetu typu 2. Ochranný účinek je výsledkem vysokého obsahu vlákniny, nízkého glykemického indexu a řady potenciálně bioaktivních živin včetně isoflavonoidů a lignanu (Kalogeropoulos et al. 2010; Polak et al. 2015).

Dle jiných studií je role luštěnin v prevenci diabetu méně jasná z důvodu stále relativně nízkému příjmu luštěnin ve studovaných populacích. Obecně však luštěniny sdílejí několik kvalit hrajících roli v pomalém uvolňování sacharidů (Venn & Mann 2004).

3.6.3 Poruchy trávicího traktu

Sacharidy luštěnin, které zahrnují rozpustnou a nerozpustnou vlákninu, rezistentní škrob (RS) a oligosacharidy rafinóзовé řady, přispívající k nízkému glykemickému indexu (GI) luštěnin, hrají významnou roli jako modulátory střevní mikrobioty, motility střev a homeostázy glukózy. Další příznivé účinky těchto komplexních sacharidů na zdravý střev jsou spojeny s jejich vlivem na metabolismus a aktivitu bakterií mléčného kvašení, bifidobakterií a dalších mikrobiálních kmenů (Scott et al. 2014; Clemente & Olias 2017).

V souvislosti s prevencí onemocnění gastrointestinálního traktu má vláknina luštěnin nezastupitelnou funkci. Fermentací nerozpustné vlákniny vznikají mastné kyseliny s krátkým řetězcem (SCFA). V prevenci onemocnění dolní části trávicího traktu je významný vznikající butyrát, který složí jako energetický substrát pro buňky tlustého střeva, ovlivňuje jejich růst a funkci, což je považováno za protektivní faktor karcinomu tlustého střeva (Mallillin et al. 2008).

Nerozpustná vláknina čočky a cizrny společně s rozpustnou tvořící viskózní gel mají vliv na vyprazdňování, čímž napomáhají správné funkci trávicího traktu a slouží k prevenci vzniku kolorektálního karcinomu. Aune et al. (2009) uvedli, že úroveň příjmu luštěnin k ochraně před různými typy nádorů, včetně CRC, je pro populaci snadno dosažitelná zahrnutím dvou malých porcí luštěniny týdně. To odpovídá 100 g čočky nebo cizrny.

3.6.4 Celiakie

V důsledku obsahu jednotlivých živin hrají luštěniny důležitou roli v několika typech specifických diet. Asi důležitější je jejich význam v bezpečném stravování. Lepek je bílkovinný komplex, který lze rozdělit na frakci rozpustnou (prolaminy) a nerozpustnou (gluteniny). Peptidy těchto frakcí spouštějí imunitní reakce u geneticky disponovaných jedinců. Vzhledem k nejrozšířenějšímu alergenu vydala EK prováděcí nařízení č.828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepků

v potravinách. Čočka a cizrna jsou stejně jako ostatní luštěniny přirozeně bezlepkové suroviny a jsou tedy vhodné pro lidi s celiakií nebo alergií na lepek. Procesem dehydratace a extruze za vysokého tlaku se z cizrny a čočky vyrábí bezlepkové mouky pro pekařské účely a jsou tak vhodnou alternativou k pšeničným výrobkům. Tyto procesy navíc vedou k významnému snížení oligosacharidů způsobujících nadýmání (Evropská komise 2014; Šlajchová 2018).

3.7 Potenciální rizika konzumace

3.7.1 Alergie

Některé luštěniny mohou vyvolat nebezpečné alergické reakce. V tomto ohledu jsou arašidy a sójové boby jedny z nejvýznamnějších prekurzorů potravinových alergií v USA i v Evropě, kde jsou součástí alergenního listu vydaného WHO (Cabanillas et al. 2018).

Největší zastoupení má sója ve výrobě rostlinných alternativ mléčných výrobků, jelikož poskytuje podobný obsah bílkovin jako kravské mléko. Spotřeba sójových výrobků je však limitovaná kvůli své alergenicitě. Min et al. (2018) uvádí, že okolo 14 % jedinců s alergií na mléčnou bílkovinu trpí i alergií na sóju. Alternativy v podobě rýže, mandlí aj. mají ve srovnání s kravským mlékem jen malý obsah bílkovin. Řešením může být cizrna, která obsahuje srovnatelné množství bílkovin a v jejímž případě nejsou doposud oficiálně registrovány žádné alergeny. Ačkoliv podle některých studií byly proteiny vicilin a 11S globuliny typické pro luštěniny uznány jako hlavní alergeny z důvodu rozpoznání IgE v séru několika pacientů s alergickou reakcí po požití cizrnových výrobků (Verma 2013; Cabanillas et al. 2018).

Alergie spojené s konzumací čočky a cizrny mohou být významné v zemích středomoří a Indii, kde je příjem těchto zástupců vysoký. Přecitlivělé reakce po konzumaci obou luštěnin, především u dětských pacientů, byly hlášeny zejména ve Španělsku (Pascual et al. 1999; Cabanillas et al. 2018).

Některé druhy luštěnin vykazují zkříženou alergenicitu s arašidy, což zvyšuje závažnost alergenní reakce na konkrétní luštěninu. Probíhající výzkum oficiální charakterizace dalších luštěninových alergenů a účinků tepelného zpracování zásadním způsobem přispěje k diagnostické přesnosti alergií na luštěniny (Verma 2013; Cabanillas et al. 2018).

3.7.2 Mikrobiální a chemická kontaminace

Luštěniny mohou být napadeny různými druhy kvasinek a plísní, které produkují mykotoxiny. Tyto sekundární metabolity produkované mikroskopickými houbami mají potenciál způsobovat vážné zdravotní komplikace. Problém plísňové infekce a následné syntézy mykotoxinu začíná už během růstu plodiny a pokračuje během skladování. V případě technologické úpravy nakličování bez jakéhokoliv ošetření může infekce dále rapidně narůstat (Vondrášková 2011; Achaglinkame 2017).

Aflatoxiny produkované rody *Aspergillus flavus* a *parasiticus* jsou nejčastěji se vyskytující mykotoxiny. V rámci rozpoznání aflatoxinů jako silných karcinogenů a toxinů potlačujících imunitu byly navrženy maximální limity v kritických potravinách, včetně luštěnin, a implementovány do Nařízení Komise č.1881/2006 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách. Toto nařízení zahrnuje veškeré zdraví

ohrožující mykotoxiny a rizikové těžké kovy. V případě luštěnin je uveden limit kadmia (Evropská komise 2006; Vondrášková 2011).

Dle systému RASFF v roce 2014 Slovensko zaznameno vyšší limit kadmia v čočce z ČR v dobách jejího pěstování na našem území. Za posledních 10 let byl nahlášen pouze jednou vyšší obsah aflatoxinu B1 v čočce z Pakistánu. Záznamy různých druhů čočky poukazují spíše na výskyt glyfosfátu, který je rozšířeným herbicidem s nízkou toxicitou. Používání za účelem dozrávání plodin je v ČR je od 1.1.2019 zrušeno (Ministerstvo zemědělství 2018; RASFF 2020).

U cizrny jsou za posledních 5 let hlášeny pouze problémy s kontaminací hmyzem, a to převážně u bio odrůd (RASFF 2020).

Vytváření povědomí u zemědělců a následně obchodníků a spotřebitelů může sloužit jako prevence výskytu těchto kontaminantů. Už samotné pěstování s postupy řízení výsadby, stresu rostlin způsobené suchem a regulace plevelů a škůdců může mít vliv na produkci mykotoxinů. Nejkritičtějšími faktory jsou teplota a vlhkost, které hrají největší roli při skladování semen (Wagacha & Muthomi 2008).

3.8 Změny složení v důsledku technologických úprav

3.8.1 Máčení

Základní technologickou úpravou v přípravě luštěninových pokrmů je máčení. V běžné praxi je tento krok nezbytný ke změkčení struktury a urychlení následného procesu vaření. Dochází k útlumu některých fyziologických procesů a antinutriční látky jsou částečně či úplně vyluhovány do roztoku. Proto je vhodné namáčet všechny luštěniny, a to i v případě výrobků jako čočka, které deklarují možnost vynechání tohoto kroku. Odstranění nežádoucích látek je nezbytné ke zlepšení nutriční kvality luštěnin a následně může být plně využito jejich potenciál ve stravě lidí (Frias et al. 2000; Dostálová 2017).

Pro proces máčení je využívána čistá voda, nejčastěji s přídavkem roztoku chloridu sodného nebo kyseliny citrónové. Máčením dochází k výraznému poklesu sacharidů, díky jejich rozpustnosti ve vodě. Studie uvádí snížení obsahu škrobu po několika hodinovém máčení o, v průměru, 20 %. Účinky namáčení se liší podle druhu luštěniny. Faktory jako struktura škrobu, velikost semen a propustnost membrány mohou přispívat k odlišnosti solubilizace škrobu během namáčení (Frias et al. 2000). Podstatný je pokles množství nestravitelných oligosacharidů. Redukce je způsobena částečně solubilizací a louhováním do máčecího roztoku. Z toho důvodu je nutné použítou vodu odstranit. Část oligosacharidů může být během máčení metabolizována, což také vede k jejich dalšímu snížení. Získaný pokles závisí nejen na typu luštěnin a máčecím roztoku, ale také na době a teplotě procesu (Frias et al. 2000, Han & Baik 2016).

Vliv máčení na redukci galaktosidů je předmětem zkoumání této diplomové práce a popsán v praktické části.

Použitím této metody dále dosáhneme snížení dalších antinutričních látek, jako je kyselina fytová, fenolové látky a tanniny. Maximální snížení těchto látek u čočky a cizrny bylo pozorováno u méně používaného roztoku hydrogenuhličitanu sodného (Huma et al. 2008).

Hydrogenuhlíčan sodný není zcela vhodným roztokem z důvodu negativního ovlivňování vitamínů skupiny B (Dostálová 2018).

3.8.2 Var

Vaření je nedílnou součástí přípravy luštěnin pro dosažení stavu ke konzumaci. Tento krok může být vynechán pouze v případě konzumce raw luštěnin podrobených klíčení, aby nedošlo k znehodnocení klíčků z výživového hlediska.

Samostatně není vaření nejúčinnější metodou odstraňování antinutričních látek, naopak může dojít k nárůstu obsahu oligosacharidů. Zvýšený obsah může být způsoben srovnatelně vyšším vyluhováním rozpustných složek a uvolňováním vázaných oligosacharidů. Některé oligosacharidy jsou vázány buď na proteiny, nebo jsou přítomny jako složky vysokomolekulárních polysacharidů (Han & Baik 2016; Šlajchová 2018). V kombinaci s namáčením hraje vaření luštěnin roli v eliminaci termolabilních látek, jako jsou inhibitory trypsinu (Frias et al. 2000).

Vaření vede ke změnám ve složení semen, například může stoupat obsah mono – a disacharidů z důvodu hydrolyzy polysacharidů. Vlivem tepla dochází k denaturaci bílkovin, a tím k jejich lepšímu vstřebávání (Sanchéz-Mata 1998).

Mezi používané metody patří mikrovlnné vaření, vaření v tlakovém hrnci nebo klasické domácí vaření. Použitím tlaku snížíme čas přípravy, což může být důležitý faktor v oblíbenosti přípravy a v konzumaci luštěnin, ale může docházet ke ztrátě některých cenných látek. Redinal et al. (2004) uvádí výrazný účinek na redukci vlákniny, oproti vaření klasickým způsobem či mikrovlnnému vaření. Další studie Prodanov et al. (2004) uvádí snížení obsahu vitamínů při vaření čočky a cizrny v tlakovém hrnci.

3.8.3 Klíčení

Nakličování semen luštěnin je jednou z účinných metod zpracování, která vede ke zvýšení výživové hodnoty potravin přirozeným způsobem. Jedná se o nejúčinnější technologický postup pro snížení obsahu α -galaktosidů díky narůstající enzymové aktivitě.

Degradace α -galaktosidů na monosacharidy umožní jejich využití coby zdroje energie pro klíčení semen luštěnin, což má za následek jejich odbourání. Dostálová et al. (2009) uvádí podobné změny obsahu oligosacharidů u všech druhů luštěnin s rozdílností zastoupení RFO. V této studii byla čočka nejvýznamější v poklesu rafinózy a stachyózy. U cizrny byl naopak pokles nejnižší.

Během klíčení roste riziko mikrobiální kontaminace. Pro ošetření semen před klíčením se v laboratořích využívají běžná činidla jako chlornan sodný, ethanol a dodecylsulfát sodný SDS. Ten je podle USFDA považován za obecně uznávanou bezpečnou složku pro použití ve vztahu k potravinám (LSU Health 2013; FDA 2020).

Účinnou metodou snižování mikroorganismů navazující na klíčení je vysokotlaké ošetření, paskalizace. Vysokotlaké zpracování 500 MPa a více deaktivuje množství enzymů a mikroorganismů obsažené v potravinách a zajistí stabilitu při skladování, zatímco smyslové a nutriční vlastnosti zůstávají prakticky nezměněny. Navíc rozloží další oligosacharidy a obsah může být snížen až na hodnoty blízké 0 (Gabrovská et al. 2007; Dostálová et al. 2009). Tento

krok není možný v domácích podmínkách, proto je důležité dodržovat podmínky klíčení jako je pravidelná výměna vody, slabá vrstva ložených luštěnin a přístup vzduchu (Polak et al. 2015).

Spotřebitelská poptávka po potravinách z ekologického zemědělství vedla ke snížení pesticidů a jiných sloučenin k ošetření, což zvyšuje pravděpodobnost infekce samotných semen bakteriemi *E. coli*, *Salmonella* spp. a někdy *Listeria monocytogenes*. Klíčení pak může rozvoj mikrobiálních kultur podpořit. Z toho důvodu je nutné zajistit bezpečnost těchto výrobků metodami, které může spotřebitel použít doma. Mezi běžné metody dezinfekce v domácnosti před klíčením patří horká voda a kyselina octová (Santos et al. 2020).

Narůstající trend nakličování semen souvisí s konzumací luštěninových klíčků, které jsou bohaté na látky s antioxidačním účinkem, nukleové kyseliny, enzymy a vitaminy. Jmenované látky nejsou termostabilní, proto je vhodné klíčky konzumovat bez tepelného či jiného zpracování, což by jinak bylo účelné k odstranění či snížení patogenních mikroorganismů na přijatelnou úroveň (Evropská komise 2013; Šlajchová 2018).

Rostoucí úroveň spotřeby klíčků a nakličovaných semen z konvenční či bio výroby vyžaduje efektivní implementaci bezpečnostních opatření proti mikrobiální kontaminaci. Mikrobiologická kritéria pro klíčky jsou dána Nařízením Komise EU č. 209/2013 (Evropská komise 2013; Santos et al. 2020).

Cizrna a čočka patří mezi oblíbené zástupce luštěnin, které v domácích podmínkách naklíčí během 2-3 dnů po předchozím namáčení.

3.8.4 Fermentace

Procesem fermentace dochází k získání unikátních organoleptických vlastností a textury pomocí mikrobiální a enzymatické přeměny. Stejně jako ostatní technologické úpravy má fermentace vliv na obsažené sacharidy. Během fermentace dochází ke snížení obsahu škrobu působením hydrolytických enzymů uvolněnými plísněmi během fermentace. V kombinaci s máčením a vařením dochází k dalšímu poklesu obsahu α -galaktosidů (Han & Baik 2016).

Mezi luštěninami jsou typické výrobky z fermentované sóji. Naše legislativa definuje zakysané sójové výrobky podobné jogurtům z mléčných kultur, tepelně upravenou sóju fermentovanou kulturou *Rhizopus* na výrobek zvaný tempeh nebo slanou sójovou omáčku vyrobenou rody *Aspergillus* (Dostálová et al. 2016).

Fermentace další luštěnin jako je cizrna nebo čočka není častá. Vzhledem k vysokému obsahu bílkovin obou luštěnin by však mohli být další vhodnou rostlinnou alternativou. Wang et al. (2018) ve své studii uvádějí fermentaci cizrnového nápoje za použití směsi rodů *Streptococcus thermophilus* a rody *Lactobacillus* spp. Stejně jako ostatní studie zkvasitelnosti čočky a cizrny poukazují na zvýšení volných aminokyselin a stravitelnosti bílkovin (Tabera et al. 1995).

Popularita kvašených potravin na bázi luštěnin se zvyšuje v západním světě díky žádoucím změnám luštěnin při fermentaci jako je vyšší stravitelnost, eliminace antinutričních látek a odstranění nežádoucích pachutí (Tabera et al. 1995; Dostálová et al. 2016).

4 Metodika

V experimentální části diplomové práce bylo metodou HPLC stanoveno zastoupení vybraných oligosacharidů a sacharózy v čočce a cizrně podrobených různým způsobům kulinární úpravy. Bylo porovnáno množství flatuletních oligosacharidů a na základě jejich stanovení byla vyhodnocena nejvhodnější úprava těchto druhů luštěnin v domácích podmínkách.

Dále byly navrženy receptury s přidavkem čočky a cizrny v různých variantách a připravené pokrmy byly podrobeny sensorickému hodnocení v sensorických laboratořích ČZU.

4.1 Příprava luštěninového materiálu

Příprava rostlinného materiálu probíhala v domácích podmínkách, z důvodu demonstrace přípravy luštěnin pro běžného spotřebitele. Pro přípravu vzorků byla použita zelená čočka a cizrna z konvenční výroby značky Lagris a Country Life zakoupené v síti řetězce Albert.

4.1.1 Klíčení luštěnin

Vzorky 1 byly připraveny klíčením 130 g čočky a 130 g cizrny. Semena byla propláchnuta filtrovanou vodou z filtrační konvice Brita Aluna s filtrační patronou FL-402 H pro odstranění vodního kamene, těžkých kovů a chlóru. Propláchnuté luštěniny byly přemístěny do automatického klíčidla Freshlife 3000 značky Tribest. Zařízení je vybaveno automatickým zavlažováním v intervalu 15 minut. Filtrovaná voda v nádrži klíčidla byla regulována na teplotu 23 ± 1 °C a vyměněna každých 12 hodin. Semena klíčila po dobu 3 dnů.

Z naklíčených vzorků bylo odebráno 20 g od každého druhu pro HPLC stanovení. Zbylé množství bylo využito pro přípravu luštěninových pokrmů k sensorickému hodnocení.

4.1.2 Máčení a klíčení luštěnin

Pro přípravu vzorků 2 byla využita metoda máčení a klíčení semen. Semena čočky a cizrny o hmotnosti 130 g byly odděleně máčeny 10 hodin v 500 ml filtrované vody z filtrační konvice Brita Aluna, filtr FL-402 H. Oba druhy luštěnin byly následně nakličovány po dobu 2 dnů v automatickém klíčidle Freshlife 3000. Zavlažování semen probíhalo každých 15 minut filtrovanou vodou o teplotě 23 ± 1 °C.

Z naklíčených vzorků bylo odebráno 20 g z obou druhů luštěnin pro HPLC stanovení. Zbylé množství bylo využito pro přípravu luštěninových pokrmů k sensorickému hodnocení.

4.1.3 Máčení a vaření luštěnin

Semena čočky a cizrny byla odvážena na hmotnost 150 g a zalita 1 litrem filtrované vody. Větší množství luštěnin bylo použito z důvodu menšího nárůstu objemu a hmotnosti oproti předchozím úpravám. Oba druhy byly ponechány ve vodě po dobu 10 hodin. Opláchnutá namočená semena byla vařena v neosolené kohoutkové vodě (100 °C) v poměru 1:10 (w/v). Obalové vrstvy čočky jsou slabé a vaření po dobu 10 minut bylo dostačující. Tvrdost semen cizrny vyžadovala vaření v neosolené vodě po dobu 45 minut. V případě cizrny bylo testováno

vaření v tlakovém hrnci, které nebylo začleněno do následné analýzy a sensorického hodnocení. Čas byl ovšem snížen na 20 minut varu.

Ze vzorků 3 bylo odebráno 20 g pro HPLC stanovení. Zbylé množství bylo využito pro přípravu luštěninových pokrmů k sensorickému hodnocení.

4.1.4 Vaření luštěnin

Vzorky 4 byly získány běžným vařením 150 g čočky a 150 g cizrny. Semena čočky a cizrny byla propláchnuta filtrovanou vodou. Následně byla vařena v neosolené kohoutkové vodě (100 °C) v poměru 1:10 (w/v), čočka po dobu 20 minut a semena cizrny 90 minut. Z důvodu možnosti využití tlakového vaření byla tato varianta vyzkoušena a doba vaření cizrny byla zkrácena o 60 minut.

Z uvařené čočky a cizrny bylo odebráno 20 g pro HPLC stanovení. Zbylé množství bylo využito pro přípravu luštěninových pokrmů k sensorickému hodnocení.

4.1.5 Uchování vzorku luštěnin

Náhodným výběrem byla odebrány semena čočky a cizrny po všech kulinárních úpravách. Získány tak byly vzorky čočky 1-4 a vzorky cizrny 1-4, které byly uloženy do předem popsaných LDPE sáčků, zmrazeny na teplotu -18 °C a uchovány pro HPLC analýzu.

4.2 Stanovení množství sacharidů rafinózové řady pomocí HPLC

4.2.1 Přístroje a chemikálie

Seznam přístrojů

- běžné laboratorní sklo
- analytické váhy (Kern&Sohn GmbH, Německo)
- mlýnek IKA A 11 basic Analytical mill (Janke & Kunkel Co., Staufen, Německo)
- centrifuga 5810R, (Eppendorf, Hamburg, Německo)
- rotační vakuová odparka BÜCHI Rotavapor, (BÜCHI Laboraltechnik AG, Švýcarsko)
- lázeň vodní třepací (model VLSB12, VWR)
- membránový filtr PVDF (0,45 µm) (SISw, ČR)
- injekční jednorázové stříkačky Luer-Slip (3 ml), (Fischer Scientific, Německo)
- HPLC vialky (2 ml), (VT0098M-1232, Německo)
- pipety (Socorex Acura, Švýcarsko)
- přístroj na přípravu deionizované vody (Millipore, Francie)

Seznam chemikálií

- Ethanol p.a. 96% (Lachner, Česká republika)
- Acetonitril HPLC grade > 99,9% (Lachner, Česká republika)
- Deionizovaná voda (Millipore, Francie)
- D-sacharóza ≥ 98% (Merck KGaA, Německo)
- Stachyóza hydrát > 97% (Acros organics, Maďarsko)
- Rafinóza pentahydrát ≥ 98% (Acros organics, Maďarsko)

- Verbaskóza $\geq 98\%$ (Fluka Analytical, Německo)

4.2.2 HPLC systém

HPLC systém

- stavebnicový systém kapalinového chromatografu Waters 2695
- refraktometrický detektor (Waters 2414, USA)
- automatický dávkovač (Autosampler Ultimate 3000 RS)

Podmínky analýzy

- mobilní fáze acetonitril: demineralizovaná voda (65:35)
- rychlost průtoku mobilní fáze 0,7 ml/min
- eluce isokratická
- teplota chromatografické kolony 35 °C
- teplota detektoru 40 °C
- detekce refraktometrický detektor RI, 410 nm
- nástřík vzorku 10 μ l
- doba analýzy 10 minut

Chromatografická kolona

- Phenomenex Luna® Omega 3 μ m SUGAR 100 Å
- délka kolony 150 mm
- vnitřní průměr kolony 4,6 mm

4.2.3 Příprava vzorků

Z odebraných 20 g vzorků jednotlivých kulinárních úprav (vzorky 1-4) a vzorku syrových (vzorek 0) bylo odebráno 5 g na HPLC stanovení a homogenizováno laboratorním mlýnkem. Následně bylo odebráno 1,5 g ve 3 opakováních do plastových zkumavek (45 ml) a přilito 5 ml 70% ethanolu. Směs byla promíchána a potřepávána na třepačce ve vodní lázni o teplotě 50 °C po dobu 60 minut a frekvenci kyvů 150 kyv/min. Poté byly vzorky přesunuty do odstředivky a zcentrifugovány při 2 °C po dobu 10 minut a 10 000 RPM. Supernatant č. 1 byl odebrán do varných baněk s kulatým dnem. Ke zbylému sedimentu bylo přidáno 5 ml 70% ethanolu pro vymytí a supernatant č. 2 byl opět slit do baňky k supernatantu č. 1. Tento postup byl zopakován celkem třikrát.

Vzorky byly následně odpařovány na rotační vakuové odparce ve vodní lázni o teplotě 45 °C po dobu 10-15 minut. Výsledný odparek byl rozpuštěn v 1 ml roztoku vody se 100 % acetonitrem v hmotnostním poměru 75:25. Takto připravené vzorky byly přefiltrovány pomocí injekční stříkačky a filtru (0,45 μ m; PVDF) do vialky a analyzováno na HPLC koloně s refraktometrickým detektorem v mobilní fázi acetonitril: demineralizovaná voda v objemovém poměru 65:35 o průtoku 0,7ml/min. Byla využita metoda externích standardů ke kvantifikaci jednotlivých sacharidů. Všechny vzorky byly připraveny a analyzovány ve třech opakování.

4.2.4 Příprava standardních vzorků

Kalibrační řady jednotlivých sacharidů byly připraveny ze zásobního kalibračního roztoku v rozsahu 5,4 mg.ml⁻¹ až 0,3 mg.ml⁻¹ pro rafinózu, stachyózu a verbaskózu. Pro sacharózu byl rozsah 1 až 20 mg.ml⁻¹ (Příloha V). Do baňky bylo naváženo 5 mg standardu a rozpuštěno v 1 ml 50% acetonitrilu. Sacharóza byla rozpuštěna v demineralizované vodě. Přes mikrofiltr (PVDF, 0,45) byla směs převedena do vialky. Z takto připraveného roztoku byla postupným ředěním vytvořena kalibrační řada ve zmíněném rozsahu.

4.2.5 Stanovení množství sušiny

Zbylé množství odebraných vzorků luštěnin podrobených různé kulinární úpravě bylo využito na stanovení množství sušiny. Z jednotlivých vzorků bylo odebráno 5-15 g do předem zvážené váženky. Váženky se vzorkem byly sušeny při teplotě 103 °C po dobu 24 hodin. Následným vážením a výpočtem bylo zjištěno množství sušiny vzorků pro následnou interpretaci výsledků HPLC analýzy.

4.2.6 Identifikace a statistické vyhodnocení

Identifikace byla provedena pomocí kalibrační křivky a retenčních časů standardů, které byly porovnány s retenčními časy vzorků. Výsledná data byla přepočítána na mg na 100 g sušiny. Z výsledků byl spočítán aritmetický průměr a směrodatná odchylka pro grafické zpracování. Všechna data byla vyhodnocena pomocí statistického programu Statistika 12 CZ pomocí jednofaktorové ANOVY pro zjištění vlivu faktoru kulinární úpravy na množství sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy. Podrobnější vyhodnocení pro odlišnost dvojic na hladině významnosti 0,05 bylo provedeno Scheffeho metodou.

4.3 Příprava pokrmů z čočky a cizrny

Ve spolupráci s Výzkumným ústavem potravinářským Praha bylo navrženo 10 pokrmů z klíčené čočky a cizrny, které byly předloženy k pokusné sensorické analýze v laboratořích VÚPP. Receptury pokrmů z klíčených luštěnin jsou uvedené v e-publikaci Klíčím, klíčiš, klíčíme, aneb vaříme z naklíčených luštěnin (Šlajchová et al. 2019) vydané Výzkumným ústavem.

K sensorickému hodnocení v rámci diplomové práce byly vybrány a připraveny 2 pokrmy z čočky a 2 pokrmy z cizrny. Receptury jsou uvedeny v následujících kapitolách. Každý pokrm byl připraven ve 4 variantách. Odlišnost byla v přidavku různě technologicky zpracované čočky a cizrny viz kapitola 4.1. Začlenění upravených semen do receptur je uvedeno v tabulce 3 a 4. Energetická hodnota připravených pokrmů byla spočítána pomocí on-line kalorických tabulek.

Tabulka 3 Pokrmy z cizrny k sensorickému hodnocení

číslo vzorku	pokrm č. 1	pokrm č. 2
1	Salát s klíčenou čočkou	Sekaná s klíčenou čočkou
2	Salát s máčenou a klíčenou čočkou	Sekaná s máčenou a klíčenou čočkou
3	Salát s máčenou a vařenou čočkou	Sekaná s máčenou a vařenou čočkou
4	Salát s vařenou čočkou	Sekaná s vařenou čočkou

Tabulka 4 Pokrmy z cizrny k sensorickému hodnocení

číslo vzorku	pokrm č.1	pokrm č. 2
1	Salát s klíčenou cizrnou	Placička s klíčenou cizrnou
2	Salát s máčenou a klíčenou cizrnou	Placička s máčenou a klíčenou cizrnou
3	Salát s máčenou a vařenou cizrnou	Placička s máčenou a vařenou cizrnou
4	Salát s vařenou cizrnou	Placička s vařenou cizrnou

4.3.1 Přístroje a pomůcky

K úpravě luštěnin a přípravě pokrmů byly použity přístroje a pomůcky:

- automatické klíčidlo Tribes 3000
- sklokeramická varná deska Amica DS 6401 B
- horkovzdušná trouba Beko BIM22300X
- kuchyňská váha ETA Bambi 9778, odchylka 1 g
- digitální teploměr Hama Xavax, odchylka 1 °C
- odměrný válec 500 ml

4.3.2 Čočkový salát

Uvedené suroviny jsou v syrovém stavu (pokud není uvedeno jinak) a množství pro přípravu 40 vzorků k sensorickému hodnocení nebo pro přípravu 2 běžných porcí.

- 250 g vařené/klíčené čočky
- 350 g salátové okurky
- 200 g červené papriky
- 1 střední červená cibule
- 1 limetka (šťáva)
- 2 lžice balsamica
- 2 lžice olivového oleje
- sůl, pepř

Příprava: Papriku a okurku nakrájíme na kostky a cibuli najemno. Přidáme upravenou čočku a smícháme v jedné míse, ochutíme balsamicem, solí, pepřem, šťávou z limetky, nakonec zakápneme olivovým olejem. Můžeme podávat samotně nebo jako přílohu.

Tabulka 16 Nutriční hodnoty na 1 porci ± 440 g (Kalorické tabulky 2021)

Energetická hodnota	Tuky	Sacharidy	Vláknina	Bílkoviny
296 kcal/1239 kJ	6 g	42 g	10 g	14 g

4.3.3 Čočková sekaná

Uvedené suroviny jsou v syrovém stavu (pokud není uvedeno jinak) a množství pro přípravu 40 vzorků k sensorickému hodnocení nebo pro přípravu 4 běžných porcí.

- 200 vařených/klíčených čočky
- 70 g vlašských ořechů
- 2 stroužky česneku
- 1 bílá cibule
- 1 vejce
- 150 g řapíkatého celeru
- 150 g mrkve
- 100 g jablka
- 50 g strouhanky
- 50 g jemných ovesných vloček
- 2 lžice drcených lněných semínek
- 1 lžička čerstvého tymiánu
- drcený kmín, sůl, pepř

Postup: Ořechy nasekáme nožem na menší kousky nebo rozmixujeme a opražíme na sucho na pánvi. Lněná semínka rozdrtíme v hmoždíři, přidáme 2 lžice vody, promícháme a dáme na 10 minut do lednice. Na pánev s kapkou oleje dáme prolisovaný česnek a najemno nakrájenou cibuli a restujeme pár minut. Poté přidáme najemno nakrájený celer, nastrouhanou mrkev s jablkem a restujeme dalších 5-10 minut. Vše přendáme do velké mísy, přidáme ovesné vločky, strouhanku, koření, lněné semínko, vejce, tymián a vše dobře promícháme, případně přidáme trochu vody. Z těsta vytvarujeme sekanou nebo natlačíme do vymazané formy. Pečeme v troubě vyhřáté na 180 °C 30-40 minut. Před podáváním necháme chvíli vychladnout, skladujeme v lednici.

Tabulka 17 Nutriční hodnoty na 1 porci ± 230 g (Kalorické tabulky 2021)

Energetická hodnota	Tuky	Sacharidy	Vláknina	Bílkoviny
462 kcal/1931 kJ	15 g	65 g	7,5 g	19 g

4.3.4 Cizrnový salát

Uvedené suroviny jsou v syrovém stavu (pokud není uvedeno jinak) a množství pro přípravu 40 vzorků k sensorickému hodnocení nebo pro přípravu 2 běžných porcí.

- 250 g vařené/klíčené cizrny
- 150 g předvařené červené řepy
- 150 g salátové okurky
- 80 g quinoi
- 2 velká rajčata
- hrst hladkolisté petrželky
- zálivka: 2 lžíce olivového oleje, šťáva z ½ citronu, 1 lžička hořčice, sůl, pepř

Postup: Quinou uvaříme podle návodu na obalu. Zeleninu si nakrájíme na malé kostičky. Připravenou cizrnu posypeme červenou paprikou a na minutu restujeme na pánvi. Smícháme se zeleninou a quinoou a připravíme si zálivku, kterou následně ochutíme salát. Na závěr promícháme s nasekanou petrželkou.

Tabulka 18 Nutriční hodnoty na 1 porci ± 450 g (Kalorické tabulky 2021)

Energetická hodnota	Tuky	Sacharidy	Vláknina	Bílkoviny
408 kcal/1707 kJ	10 g	63 g	10 g	18 g

4.3.5 Cizrnové placičky

Uvedené suroviny jsou v syrovém stavu (pokud není uvedeno jinak) a množství pro přípravu 40 vzorků k sensorickému hodnocení nebo pro přípravu 2 běžných porcí.

- 300 g vařené/klíčené cizrny
- 50 g hladké mouky
- 2 vejce
- 2 lžíce mléka
- 1 střední cuketa
- 1 střední cibule
- 1 lžíce olivového oleje
- šťáva z ½ citronu
- hrst nasekané pažitky

Postup: Cizrnu si připravíme dle preferencí a poté rozmačkáme vidličkou nebo nasekáme na hrubo. Přendáme do mísy k nastrouhané cuketě a přidáme nejmenší nasekanou cibuli, pažitku, citronovou šťávu, mouku, vejce a mléko. Vše dochutíme solí, pepřem a promícháme. Na pánvi si rozehřejeme olej a postupně opékáme dozlatova placičky, 1–2 minuty z každé strany.

Tabulka 19 Nutriční hodnoty na 1 porci ± 310 g (Kalorické tabulky 2021)

Energetická hodnota	Tuky	Sacharidy	Vláknina	Bílkoviny
432 kcal/1806 kJ	11 g	60 g	10 g	23 g

4.4 Senzorické hodnocení

Senzorická analýza potravin patří mezi základní kontrolní metody kvality nejen potravinářských surovin, přídatných a pomocných látek, ale i hotových výrobků a pokrmů. Analýza zahrnuje hodnocení chuti, vzhledu, vůně či textury, čímž je stanoven sensorický profil výrobku. Sensorický profil je analýza a popis vlastností vzorku pomocí všech smyslů prováděna panelem hodnotitelů. Stejně jako jednotlivé úkony sensorické analýzy se vytvoření sensorického profilu řídí pokyny stanovené normou ČSN EN ISO 13299 z roku 2018. Vybrané identifikovatelné sensorické vlastnosti neboli deskriptory, každý se svojí hodnotou intenzity, jsou zpracovány na základě nejdůležitějších organoleptických vlastností příslušného vzorku, které jsou pro výrobek typické a charakteristické (Kinclová et al. 2004; Ježek 2014).

Vypracování seznamu deskriptorů k vytvoření sensorického profilu luštěninových pokrmů byla využita spolupráce s VÚPP. Dotazníky (Příloha I-IV) byly vypracovány podle vzoru pokusného sensorického hodnocení pokrmů ve VÚPP v roce 2018. Hodnoceny byly deskriptory: příjemnost vzhledu, barvy, vůně, chuti, textury, intenzita slané chuti, luštěninové chuti a intenzita pachuti.

K znázornění byly použity nestrukturované grafické stupnice s označenými krajními body 0 = velmi nepříjemná a 100 = velmi příjemná). Výsledek hodnocení byl zaznamenán hodnotitelem na stupnicích příčnou čarou. Pro změření zanesených výsledků byla pomocí pravítka měřena vzdálenost od nulového konce stupnice definovaného negativně po vyznačený bod hodnocení. Zjištěná vzdálenost na 100 mm grafické stupnici udává přímo číselné bodování daného deskriptoru.

Senzorické hodnocení probíhalo v sensorických laboratořích ČZU. Panel hodnotitelů tvořilo 8 hodnotitelů z řad doktorandů a pedagogů katedry kvality a bezpečnosti potravin, mikrobiologie a chemie. Vzorky byly posuzovány při teplotě 21 ± 2 °C. K posuzování byly hodnotitelům předloženy dva pokrmy z čočky a dva pokrmy z cizrny. Každý z předložených pokrmů byl ve čtyřech variantách. Odlišnost jednotlivých variant byla v přidavku úpravených luštěnin viz kapitola 4.1.

Použitá metodika subjektivní analýzy měla za účel informovat o vztahu skupiny běžných konzumentů k luštěninovým pokrmům a vyhodnotit nejchutnější přípravu luštěnin z pohledu běžného spotřebitele.

Naměřená data byla zpracována pomocí statistického programu Statistica CZ 12 metodou jednofaktorové ANOVY pro jednotlivé receptury. Pro celkové zhodnocení byla použita dvoufaktorová ANOVA s interakcemi pro každý deskriptor. Pro detailnější vyhodnocení byl použit LDS test.

5 Výsledky

5.1 Množství sacharidů v čočce a cizrně

Zastoupení jednotlivých sacharidů bylo analyzováno v syrových vzorcích a ve vzorcích podrobených různým kulinárním úpravám uvedených v legendě (tabulka 5). Každý vzorek byl analyzován ve třech paralelních opakování. Zprůměrované výsledky analýzy množství sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy v čočce a cizrně jsou uvedeny v grafech 1 a 6. Výsledky jsou vyjádřeny v mg ve 100 g sušiny.

Tabulka 5 Definice vzorků

číslo vzorku	číslo kulinární úpravy	příprava vzorku
vzorek 0	-	syrový
vzorek 1	kulinární úprava 1	klíčení 3 dny
vzorek 2	kulinární úprava 2	máčení 10 hodin + klíčení 2 dny
vzorek 3	kulinární úprava 3	máčení 10 hodin + vaření
vzorek 4	kulinární úprava 4	vaření

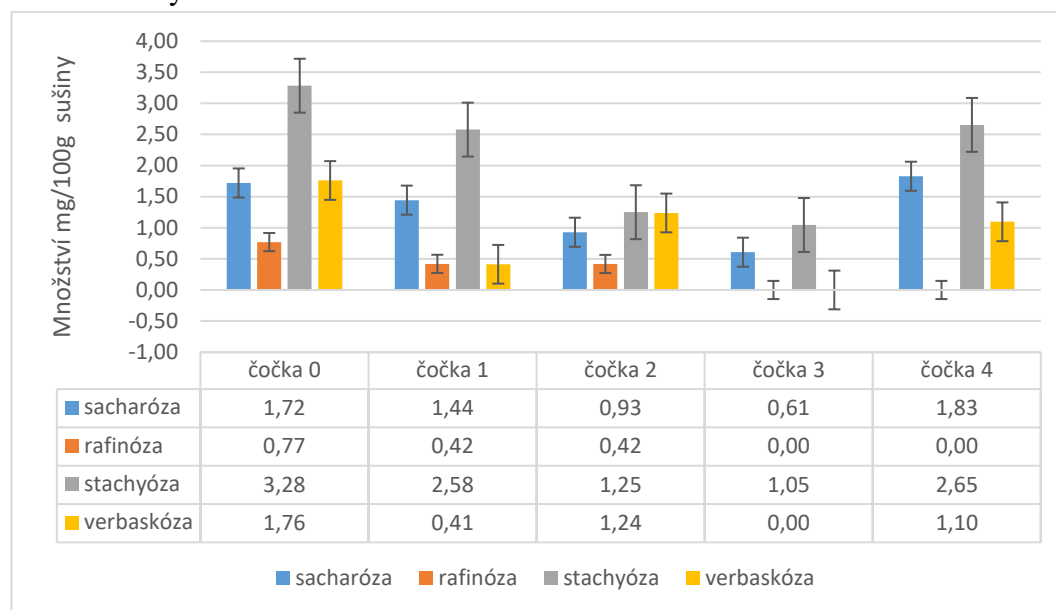
5.1.1 Stanovení oligosacharidů v čočce

V grafu 1 můžeme porovnat průměrné obsahy jednotlivých oligosacharidů a sacharózy v různě technologicky zpracované čočce s průměrným obsahem naměřeným v syrových semenech. K nejvýznamnějšímu snížení došlo u máčené + vařené čočky (vzorek 3), kde množství rafinózy a verbaskózy bylo pod mezí detekce, v grafu vyznačené jako 0. Došlo také k významnému snížení stachyózy na 32,01 % z původního množství. U klíčených vzorků (1 a 2) bylo nejvýznamnější odbourávání rafinózy.

Množství verbaskózy v syrové čočce bylo v průměru 1,76 mg/g sušiny se směrodatnou odchylkou 0,44 mg/100 g. U vzorku 2, který byl naklíčován 2 dny došlo ke snížení o 29,55 %. Vzorek 1, který byl klíčený 3 dny vykazoval snížení verbaskózy až o 76,70 % v porovnání se syrovým vzorkem. Lze tvrdit, že delší doba klíčený by mohla vést až k úplné eliminaci tohoto oligosacharidu.

Průměrné množství sacharózy v syrové čočce bylo 1,72 mg/100 g sušiny se směrodatnou odchylkou 0,34 mg/100 g. K maximálnímu snížení došlo kulinární úpravou 3 a to na 34,86 % původních hodnot vzorku. U vzorku 4 došlo k mírnému nárůstu, který byl pravděpodobně způsoben tepelným rozkladem oligosacharidů.

Graf 1 Průměrný obsah sacharidů v čerstvé hmotě vzorku a technologicky zpracovaných vzorků čočky



Statistickou analýzou byl hodnocen vliv jednotlivých kulinárních úprav na množství analyzovaných sacharidů v čočce. Dle tabulky 6 je zřejmé, že kulinární úprava čočky měla statisticky významný vliv na všechny závisle proměnné (množství sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy) na hladině významnosti 0,05. Významnost rozdílu je definována nižší hodnotou p-hodnoty ve srovnání s hodnotou hladiny významnosti $\alpha=0,05$.

Podrobnější statistického vyhodnocení Scheffeho metodou zobrazuje statistickou významnost rozdílů průměrů pro všechny páry kulinárních úprav, tj. rozdílný vliv kulinární úpravy na množství vybraného sacharidu.

Tabulka 6 Statisticky významný vliv kulinární úpravy na obsah sacharidů v čočce (Jednofaktorová ANOVA; $\alpha= 0,05$) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

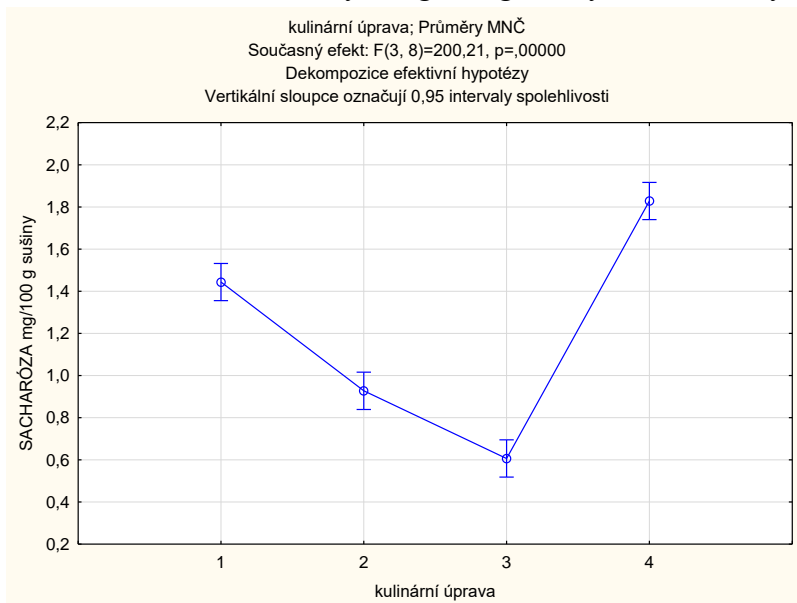
	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
kulinární úprava	0,000000	0,000007	0,000204	0,000038

Množství sacharózy v syrovém vzorku čočky bylo v průměru 1,72 mg/100 g sušiny. Jednotlivé kulinární úpravy měly statisky významný vliv na množství sacharózy. Podle grafu 8 byl největší rozdíl mezi kulinárními úpravami zaznamenán mezi vzorky 3 a 4, tj. mezi čočkou máčenou a vařenou a čočkou pouze vařenou. Staticky významný rozdíl byl však zaznamenán mezi všemi úpravami (tabulka 7).

Tabulka 7 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav čočky, sacharóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,000102	0,000003	0,000815
2	0,000102		0,002682	0,000002
3	0,000003	0,002682		0,000000
4	0,000815	0,000002	0,000000	

Graf 2 Množství sacharózy v mg/100 g sušiny vzorků čočky (zdroj *Statistica 12*)

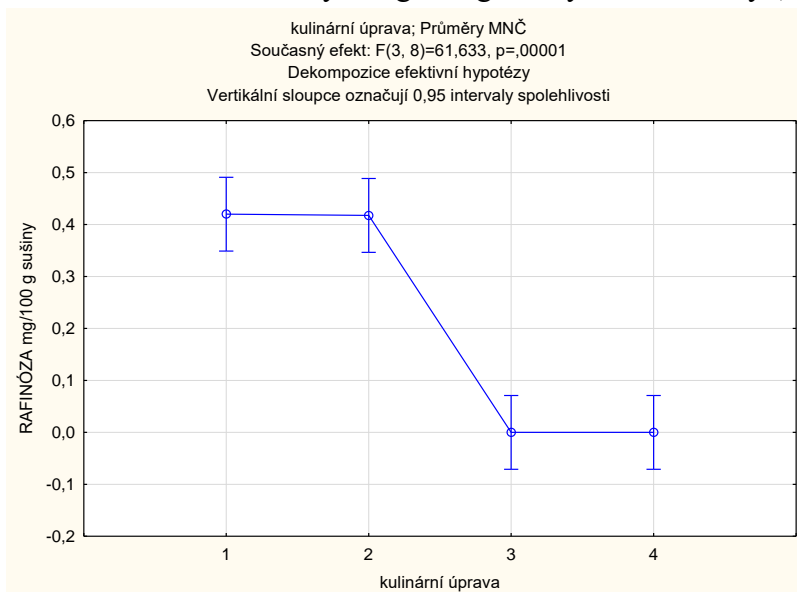


Statisticky významný rozdíl v rámci kulinárních úprav a vlivu na množství rafinózy byl mezi dvojicemi klíčených a vařených vzorků. Obecně byl u vařených vzorků (3 a 4) větší pokles obsahu rafinózy než u vzorků klíčených (1 a 2). Dle tabulky 8 byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami. Průkazný rozdíl je patrný i z grafu 3.

Tabulka 8 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav čočky, rafinóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,999951	0,000094	0,000094
2	0,999951		0,000098	0,000098
3	0,000094	0,000098		1,000000
4	0,000094	0,000098	1,000000	

Graf 3 Množství rafinózy v mg/100 g sušiny vzorků čočky (zdroj *Statistica 12*)

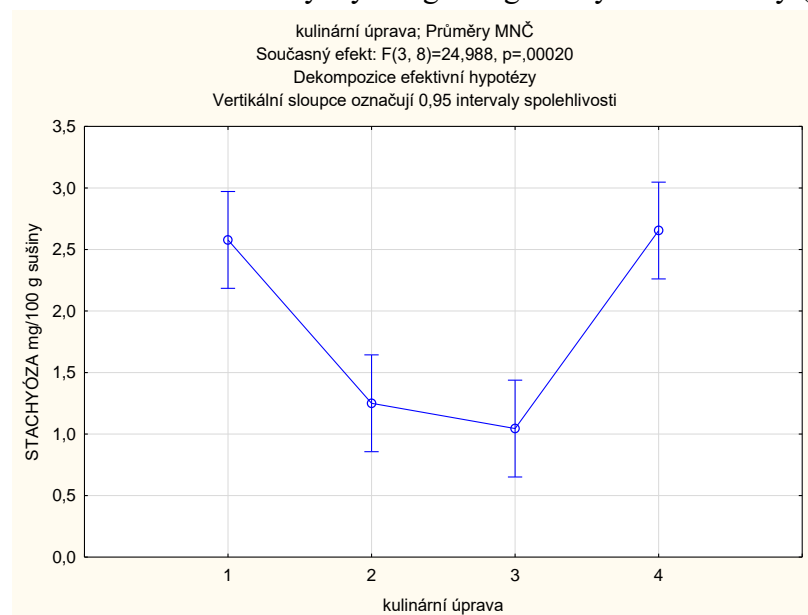


Z grafu 4 vyplývá, že máčená + 2 dny klíčená čočka a čočka máčená + vařená byly nejefektivnější úpravou pro snížení obsahu stachyózy v čočce a mezi těmito úpravami nebyl nalezen významný rozdíl. Statisticky průkazné rozdíly ve vlivu na množství tohoto oligosacharidu byly mezi kulinárními úpravami 1 a 2, 1 a 3, 2 a 4.

Tabulka 9 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav čočky, stachyóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,004275	0,001711	0,991202
2	0,004275		0,864838	0,003015
3	0,001711	0,864838		0,001241
4	0,991202	0,003015	0,001241	

Graf 4 Množství stachyózy v mg/100 g sušiny vzorků čočky (zdroj *Statistica 12*)

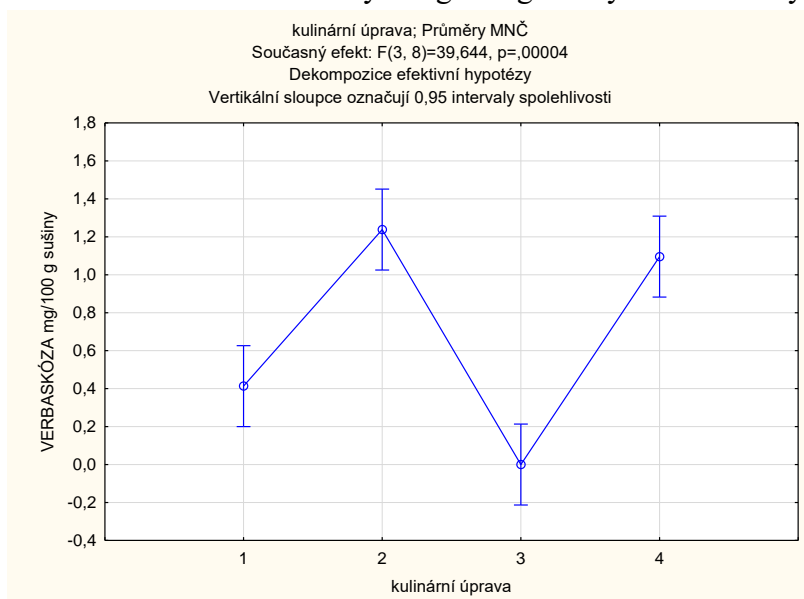


Množství verbaskózy ve 100 g sušiny syrového vzorku bylo v průměru 1,76 mg. Kulinární úpravy 1-4 měly statisticky významný vliv na množství verbaskózy ve vzorcích. Průkazný rozdíl byl podle tabulky 10 zaznamenán mezi úpravou 1 a 2, 1 a 4 a mezi úpravou 2 a 3. Graf 5 ukazuje ne příliš významné snížení verbaskózy u 2 dny klíčené čočky (vzorek 2) a čočky vařené (vzorek 4).

Tabulka 10 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav čočky, verbaskóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,001804	0,077214	0,005936
2	0,001804		0,000107	0,759803
3	0,077214	0,000107		0,000259
4	0,005936	0,759803	0,000259	

Graf 5 Množství verbaskózy v mg/100 g sušiny vzorků čočky (zdroj *Statistica 12*)



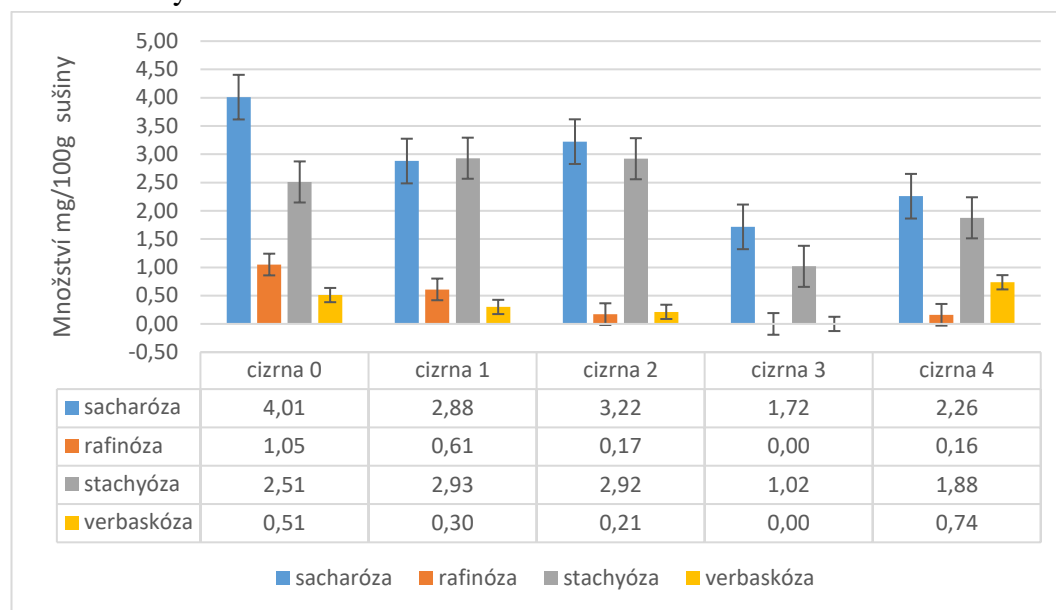
Průměrný obsah všech stanovovaných sacharidů v čočce po jednotlivých kulinárních úpravách shrnuje graf 18 (Příloha VII). Grafický výstup jednofaktorové ANOVY ukazuje největší pokles stanovovaných sacharidů u vzorku 3 v porovnání se surovými vzorky čočky.

5.1.2 Stanovení oligosacharidů v cizrně

Průměrný obsah stanovovaných sacharidů v cizrně před a po úpravě je zobrazen v grafu 6. Ve všech vzorcích byla nejvíce zastoupená sacharóza, která byla po zpracování snížena jen o pár procent. Majoritním oligosacharidem cizrny byla stachyóza, která byla nejméně snížena kulinární úpravou 3, máčením a vařením. Ve vzorcích klíčených byl pokles nižší. To mohlo být způsobeno degradací vyšších oligosacharidů během klíčení vlivem enzymové aktivity, což vedlo k opětovnému nárůstu sacharózy.

Rafinóza byla účinně snížena všemi úpravami. Kulinární úprava 1 snížila množství o v průměru 41,90 %, kulinární úprava 2 o 83,81 % oproti syrovému vzorku s průměrným množstvím 1,05 mg/100 g sušiny a směrodatnou odchylkou 0,35 mg/100 g. U máčené a vařené cizrny (vzorek 3) byla hodnota pod mezí detekce. Stejně tak verbaskóza byla zcela eliminována vařením po předchozím máčení. U klíčených vzorků byla verbaskóza eliminována v průměru o 41,18 % až 58,82 %.

Graf 6 Průměrný obsah sacharidů v čerstvé hmotě vzorku a technologicky zpracovaných vzorků cizrny



Dle tabulky 11 je zřejmé, že statisticky významný vliv kulinární úpravy byl potvrzen pro všechny stanovované sacharidy v cizrně, jelikož p-hodnota je menší než $\alpha=0,05$. Pro podrobnější vyhodnocení byla použita Scheffeho metoda pro zjištění významných rozdílů mezi kulinárními úpravami a jejich vlivu na množství sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy.

Tabulka 11 Statisticky významný vliv kulinární úpravy na obsah sacharidů v cizrně (Jednofaktorová ANOVA; $\alpha=0,05$) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

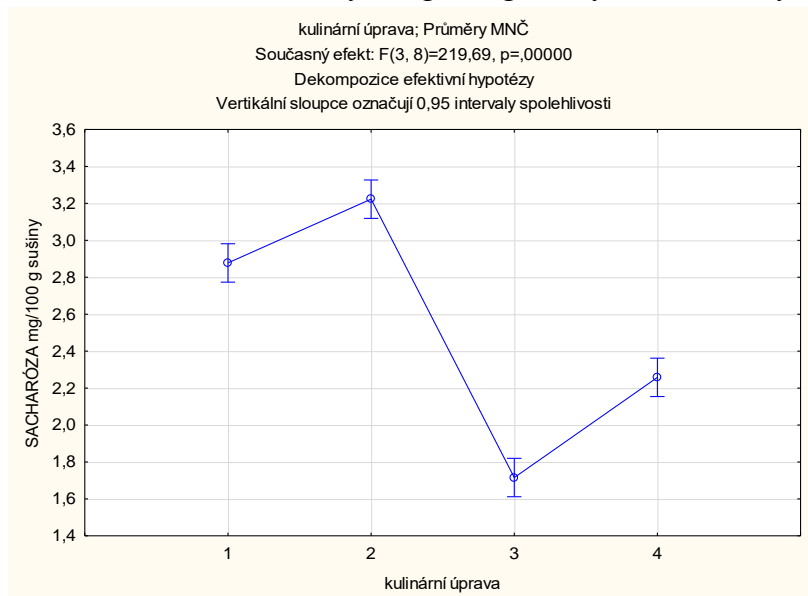
	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
kulinární úprava	0,000000	0,000000	0,000215	0,010563

Podrobnějším vyhodnocením pro sacharózu byly potvrzeny statisticky významné rozdíly mezi všemi úpravami (tabulka 12). Největší rozdíl byl mezi kulinární úpravou 2 a 3, tzn. mezi máčenou + klíčenou čočkou a čočkou máčenou + vařenou. Obecně u vařených vzorků byl zaznamenán větší pokles sacharózy než u vzorků klíčených.

Tabulka 12 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav cizrny, sacharóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,004703	0,000001	0,000088
2	0,004703		0,000000	0,000003
3	0,000001	0,000000		0,000231
4	0,000088	0,000003	0,000231	

Graf 7 Množství sacharózy v mg/100 g sušiny vzorků cizrny (zdroj *Statistica 12*)

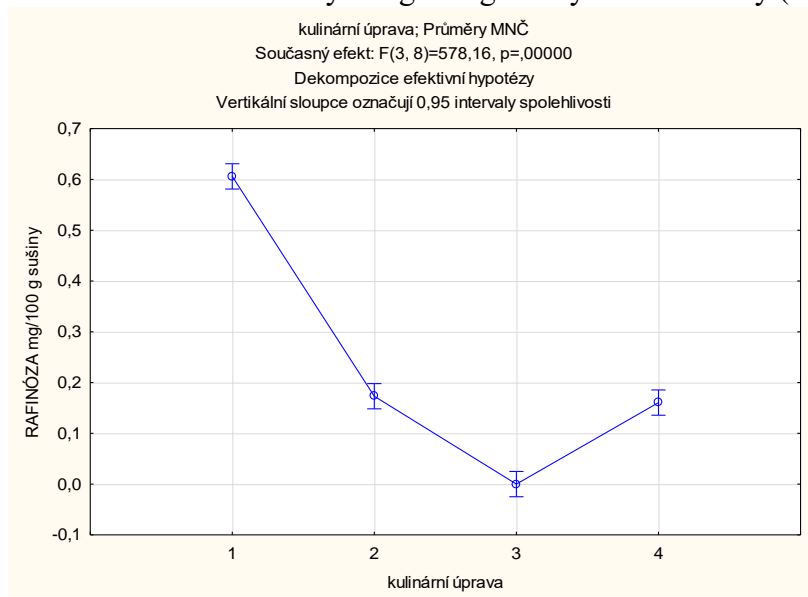


Z grafu 8 je zřejmé, že nejefektivnější kulinární úpravou pro eliminaci rafinózy je máčení + vaření cizrny. Průkazné rozdíly nebyly zaznamenány mezi kulinární úpravou 2 a 4. Mezi ostatními byl prokázán významný rozdíl ve vlivu na množství rafinózy v semenech cizrny.

Tabulka 13 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav cizrny, rafinóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,000000	0,000000	0,000000
2	0,000000		0,000028	0,875144
3	0,000000	0,000028		0,000050
4	0,000000	0,875144	0,000050	

Graf 8 Množství rafinózy v mg/100 g sušiny vzorků cizrny (zdroj *Statistica 12*)



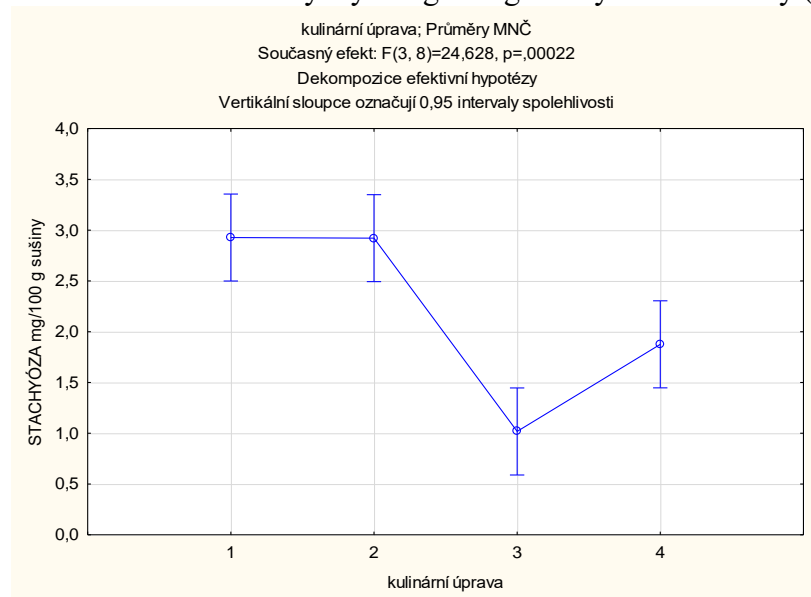
Použité kulinární úpravy měly vliv na snížení stachyózy v cizrně. Dle tabulky 14 a grafu 9 je patrné, že statisticky významné rozdíly byly mezi dvojicemi klíčených a vařených vzorků.

Mezi kulinární úpravou 1 a 2 nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl a lze tvrdit, že doba klíčení a předchozí máčení neměly průkazně rozdílný vliv na snížení stachyózy v cizrně.

Tabulka 14 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav cizrny, stachyóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,999996	0,000698	0,025932
2	0,999996		0,000713	0,026717
3	0,000698	0,000713		0,067343
4	0,025932	0,026717	0,067343	

Graf 9 Množství stachyózy v mg/100 g sušiny vzorků cizrny (zdroj *Statistica 12*)

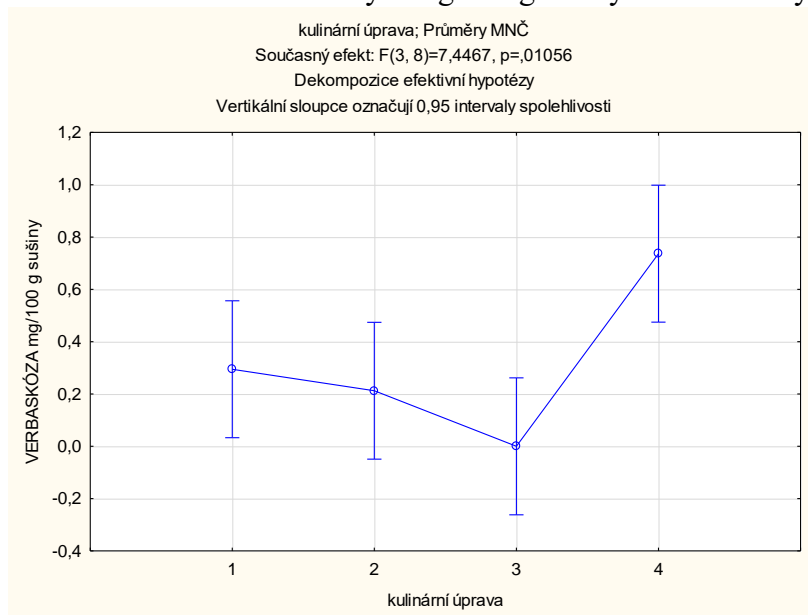


Množství verbaskózy, které bylo v syrové cizrně v průměru 0,51 mg/100 g sušiny, bylo účinně sníženo kulinární úpravou 1 a 2 a zcela eliminováno kulinární úpravou 3. Po úpravě 4 byl úbytek nepatrný a z toho důvodu byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi kulinární úpravou 3 a 4. Tabulka 15 interpretuje výsledky srovnávání dvojic kulinárních úprav a kromě úpravy 3 a 4 nebyly zaznamenány významné rozdíly ve snižování obsahu verbaskózy v cizrně.

Tabulka 15 Statisticky průkazné rozdíly kulinárních úprav cizrny, verbaskóza (Scheffeho test) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

vzorek	1	2	3	4
1		0,965127	0,130970	0,395717
2	0,965127		0,067330	0,641798
3	0,130970	0,067330		0,012480
4	0,395717	0,641798	0,012480	

Graf 9 Množství verbaskózy v mg/100 g sušiny vzorků cizrny (zdroj *Statistica 12*)



Vliv jednotlivých kulinárních úprav na množství stanovovaných sacharidů v porovnání s množství v surových semenech cizrny je shrnut v grafu 19 (Příloha VII). Grafický výstup jednofaktorové ANOVY ukazuje největší pokles stanovovaných sacharidů u vzorku 3.

5.2 Senzorické hodnocení pokrmů

Porovnání hodnot příjemnosti vzhledu, barvy, vůně, textury, chuti a intenzit pachuti, luštěninové a slané chuti vzorků zobrazují grafy 1-4, ze kterých vyplývají nejlépe hodnocené kulinární úpravy. Metodu jednofaktorové ANOVY byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vzorky cizrnového salátu. Dvoufaktorovou ANOVOU byly hodnoceny vlivy faktoru druh luštěniny a faktoru kulinární úpravy

5.2.1 Senzorické hodnocení pokrmů z čočky

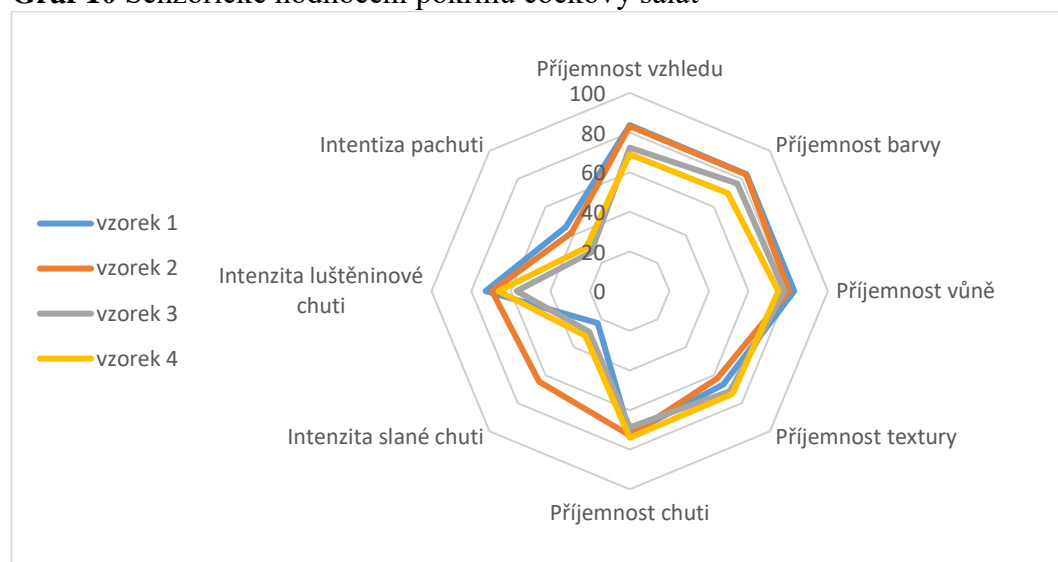
Výsledné hodnoty sensorického hodnocení čočkového salátu byly příznivé. Hodnocení deskriptorů příjemnosti vzhledu, barvy, vůně a textury bylo více jak 50 bodů u všech vzorků, tedy u všech technologických úprav čočky. Z grafu 10 je patrné, že mezi vzorky nebyly pozorovány výrazné rozdíly v chuti, textuře, ani ve vůni. Intenzita luštěninové chuti byla zaznamenána u všech vzorků, nejnižší však u vzorku 3, který byl připraven z máčené a následně vařené čočky. Po konzultaci s hodnotiteli byl čočkový salát vyhodnocen jako chutné a lákavé jídlo, které není náročné na přípravu. Hodnotitelé byli příjemně překvapeni možností využití klíčených semen. Tento fakt je viditelný i v grafu, kde naklíčené vzorky 1 a 2 dosahují hodnot 80 bodů.

Na obrázku 1 je zobrazena forma podávání pokrmů z čočky k sensorickému hodnocení.



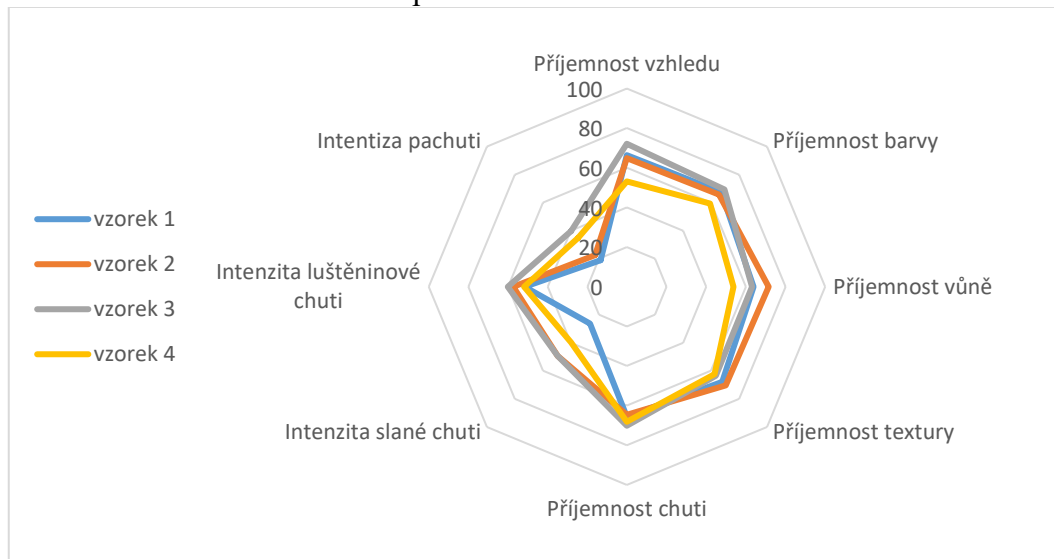
Obrázek 1 Pokrmy z čočky k sensorickému hodnocení (vlastní fotografie)

Graf 10 Sensorické hodnocení pokrmu čočkový salát



Hodnocení čočkové sekané dosahovalo nižších hodnot než sensorické hodnocení čočkového salátu. Podle grafu 11 nejlepší hodnocení opět vykazoval vzorek 3, který byl nejlépe hodnocený v příjemnosti vzhledu, barvy a chuti. Vzorek 3 vykazoval intenzivní luštěninovou chuť, která hodnotitelům v případě čočkové sekané nevadila. Výsledky sensorického hodnocení vzorku 1 a 2 byly velmi podobné. Podle grafu 11 zpracování klíčené čočky (vzorek 1) nebo máčené a klíčené čočky (vzorek 2) do pokrmu sekaná nevykazovalo pro hodnotitele významné rozdíly.

Graf 11 Sensorické hodnocení pokrmu čočková sekaná



5.2.2 Sensorické hodnocení pokrmů z cizrny

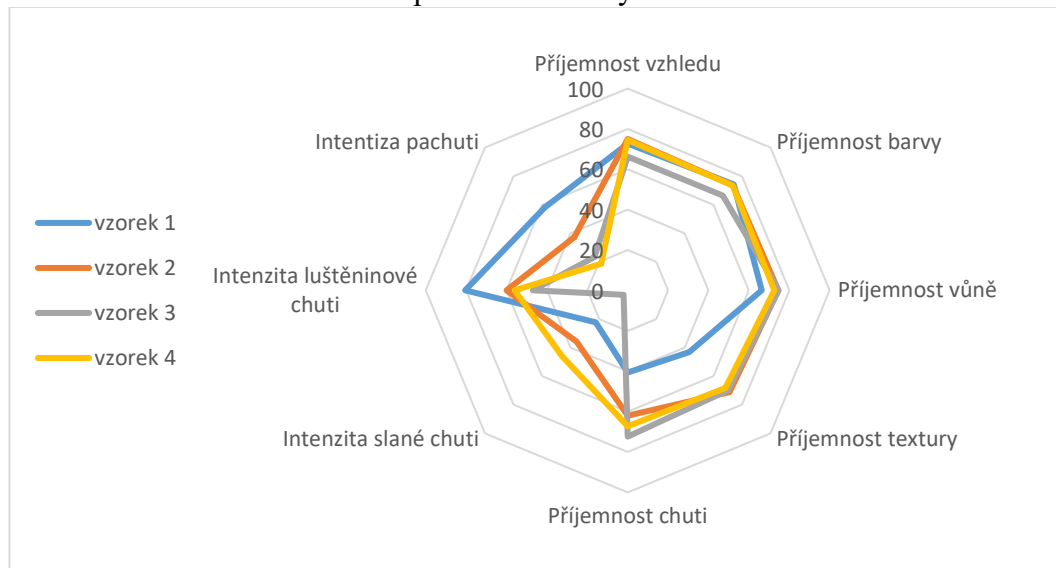
Z grafu 12 je patrné, že vzorek 1 s klíčenou čočkou bez předchozího máčení vykazoval silnou luštěninovou chuť až pachů a příjemnost chuti byla nejnižší ze všech vzorků. Nejlepší hodnoty v celkové přijemnosti vzhledu, barvy, vůně a chuti byly zaznamenány u vzorků 3 a 4 s vařenou cizrnou. Nevařená naklíčená cizrna byla hodnotiteli okomentována jako tvrdší se silnou luštěninovou chutí. Obecně panel hodnotitelů neměl s klíčenou cizrnou žádné předchozí zkušenosti.

Na obrázku 2 je zobrazena forma podávání pokrmů z cizrny k sensorickému hodnocení.



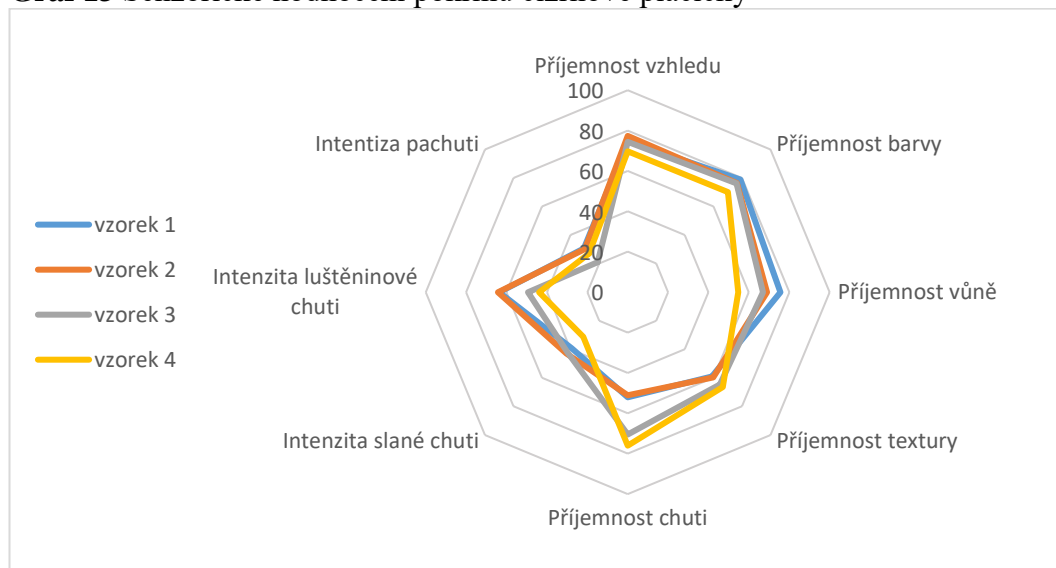
Obrázek 2 Pokrmů z cizrny k sensorickému hodnocení (vlastní fotografie)

Graf 12 Sensorické hodnocení pokrmu cizrnový salát



V grafu 4 je znatelné, že vzorky 1 a 2 s přidavkem klíčených luštěnin nevykazovaly tak silnou pachut' v případě tepelného zpracování do placiček jako v případě čerstvého salátu (graf 13). Vzorky 3 a 4 byly opět vyhodnoceny jako chuťově nejpříjemnější.

Graf 13 Sensorické hodnocení pokrmu cizrnové placičky

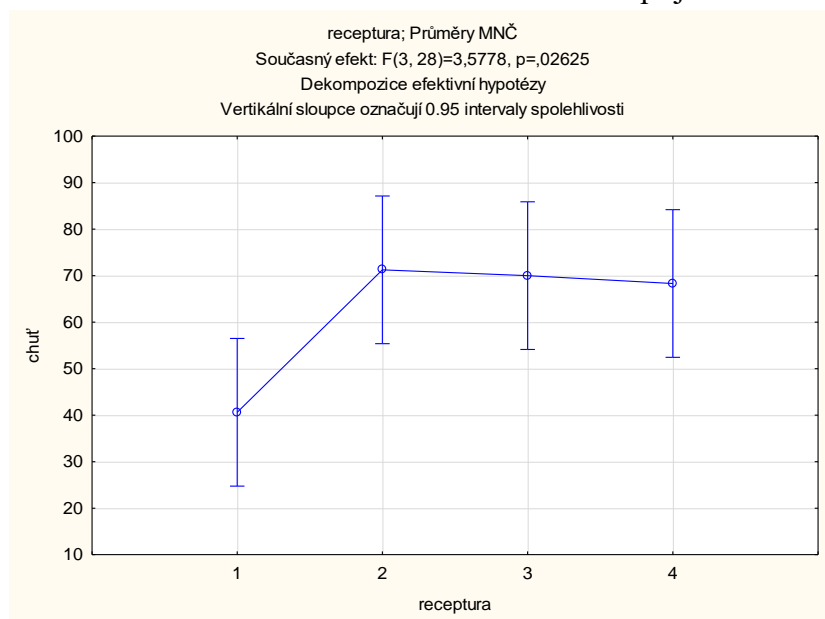


5.2.3 Statistické vyhodnocení

Statistickým šetřením pro jednotlivé receptury nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi vzorky lišících se kulinární úpravou luštěnin u receptury čočkového salátu a čočkové sekané (Příloha V).

Jednofaktorovou ANOVOU byl statisticky významný rozdíl z hlediska příjemnosti chuti potvrzen u cizrnového salátu s hodnotou $p=0,02625$. Významnost rozdílu je definována nižší hodnotou p -hodnoty ve srovnání s hodnotou hladiny významnosti $\alpha=0,05$. Grafické znázornění rozdílu je uvedeno v následujícím grafu.

Graf 14 Hodnocení cizrnového salátu z hlediska příjemnosti chuti (zdroj *Statistica 12*)



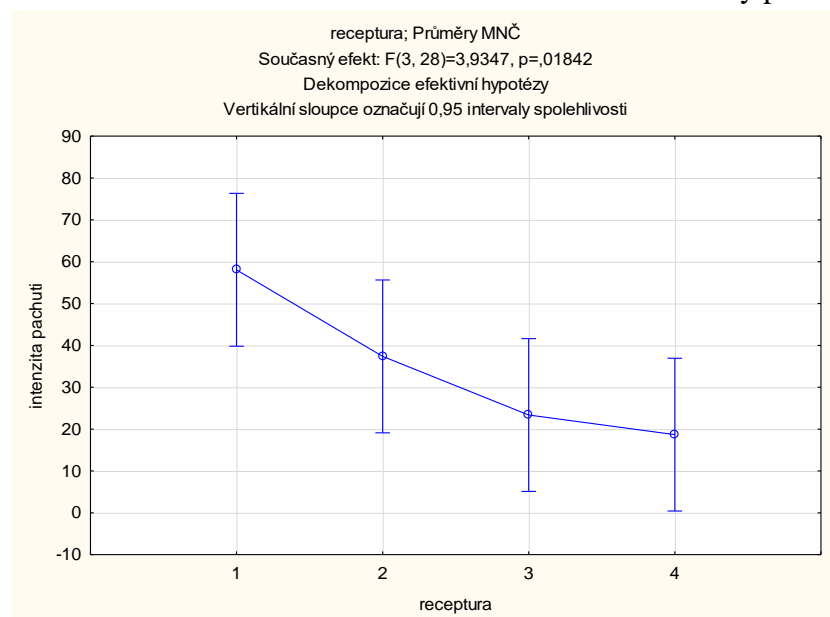
Dalším statistickým šetřením (tabulka 20) byl prokázán významný rozdíl konkrétně mezi vzorky 1 a 2, 1 a 3, 1 a 4. Mezi ostatními vzorky nebyl metodou potvrzen statisticky významný rozdíl. Chuťově tedy byla receptura 1 s naklíčenou cizrnou výrazně odlišná od ostatních kulinárních úprav.

Tabulka 20 Statisticky průkazné rozdíly v chuti mezi vzorky cizrnového salátu (zdroj software *Statistica 12*; vlastní zpracování)

receptura	1	2	3	4
1		0,009304	0,012214	0,017499
2	0,009304		0,910042	0,790718
3	0,012214	0,910042		0,878780
4	0,017499	0,790718	0,878780	

Při statistickém vyhodnocování vzorků cizrnového salátu byl zaznamenán statisticky významný rozdíl i v intenzitě pachuti, viz graf 15. Průkazný rozdíl byl vyhodnocen mezi vzorky 1 a 3 ($p=0,010256$) a vzorky 1 a 4 ($p=0,004117$). Zařazení technologických úprav máčení a vaření u vzorků 3 a 4 se tedy ukázalo jako vhodné i v případě hodnocení intenzity pachuti pokrmu cizrnový salát.

Graf 15 Hodnocení cizrnového salátu z hlediska intenzity pachuti (zdroj *Statistica 12*)



Tabulka 21 Statisticky průkazné rozdíly v intenzitě pachuti mezi vzorky cizrnového salátu (zdroj software *Statistica 12*; vlastní zpracování)

receptura	1	2	3	4
1		0,111836	0,010256	0,004117
2	0,111836		0,276015	0,149245
3	0,010256	0,276015		0,712701
4	0,004117	0,149245	0,712701	

Dvoufaktorovou ANOVOU s interakcemi pro každý sensorický parametr byl hodnocen celkový vliv dvou faktorů, luštění a kulinární úpravy. Porovnány a hodnoceny tak byly všechny receptury dohromady, tzn. 16 vzorků.

Podle tabulky 22 měl druh luštění vliv na hodnocení vzhledu, barvy a vůně. U ostatních deskriptorů se přijímá nulová hypotéza H_0 , tj. na ostatní hodnocené deskriptory neměl druh luštění vliv.

U kulinární úpravy luštění nebyl v této analýze potvrzen statisticky významný rozdíl. Významný vliv interakce luštění a úpravy byl u všech deskriptorů zamítnut.

Tabulka 22 Statisticky významný vliv druhu luštění a kulinární úpravy na hodnocené deskriptory (Vícefaktorová ANOVA; $\alpha = 0,05$) (zdroj *Statistica 12*; vlastní tabulka)

	vzhled	barva	vůně	chuť	textura	slaná chuť	luštěninová chuť	pachůť
luštění	0,0447	0,0488	0,0060	0,6410	0,2344	0,0773	0,2514	0,3593
úprava	0,2367	0,3836	0,1794	0,3058	0,0736	0,2227	0,0992	0,2482
interakce	0,7347	0,9765	0,7895	0,3931	0,5810	0,6180	0,6255	0,0574

Detailnějším post-hoc testováním pomocí LSD testu byly zjištěny rozdíly mezi vzorky v deskriptorech, na které měl druh luštění vliv (Příloha VI).

V rámci hodnocení luštěniny čočky ve dvou variantách pokrmu byl stanoven statisticky významný rozdíl ve vůni mezi čočkovým salátem z naklíčené čočky a čočkové sekané z naklíčené čočky. U ostatního porovnávání čočkových pokrmů nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl. Ve variantách s cizrnou byl statisticky významný rozdíl ve vůni mezi naklíčenými vzorky (receptura 1 a 2) v cizrnovém salátu a vařenou variantou v cizrnové placičce.

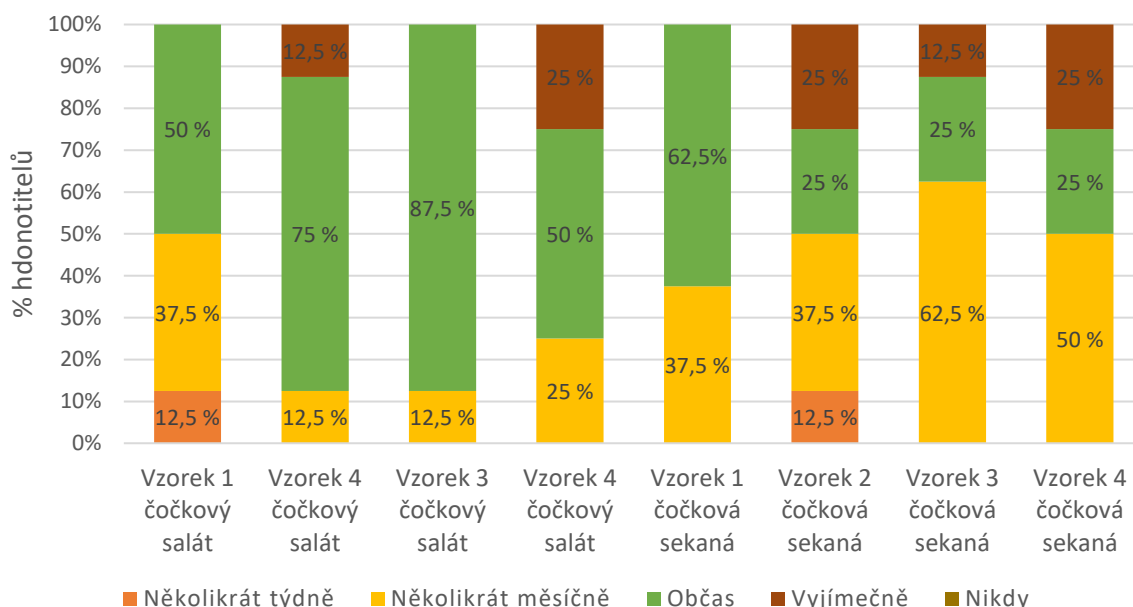
5.2.4 Četnost konzumace

Součástí formuláře sensorického hodnocení pokrmů bylo uvedení ochoty konzumace na základě celkového dojmu pokrmu. Z grafu 16 je patrné, že receptura čočkového salátu byla nejlépe hodnocena ve variantě s klíčenou čočkou ve smyslu ochoty konzumace. Varianta „výjimečně“ byla z 1/3 u vzorku 4, který byl připraven z vařené čočky. Při konzultaci s respondenty bylo uvedeno, že pro čerstvý pokrm jako salát je čerstvě naklíčená čočka vhodnější variantou.

U čočkové sekané byla možnost konzumace několikrát týdně zaznamenána pouze u varianty s máčenou a naklíčenou čočkou. Nicméně takto častá konzumace nebyla první volbou u všech hodnotitelů a zaznamnány byly i odpovědi s možností „výjimečně“.

Žádný z respondentů nezamítl možnost konzumace předložených čočkových pokrmů.

Graf 16 Četnosti konzumace čočkových pokrmů

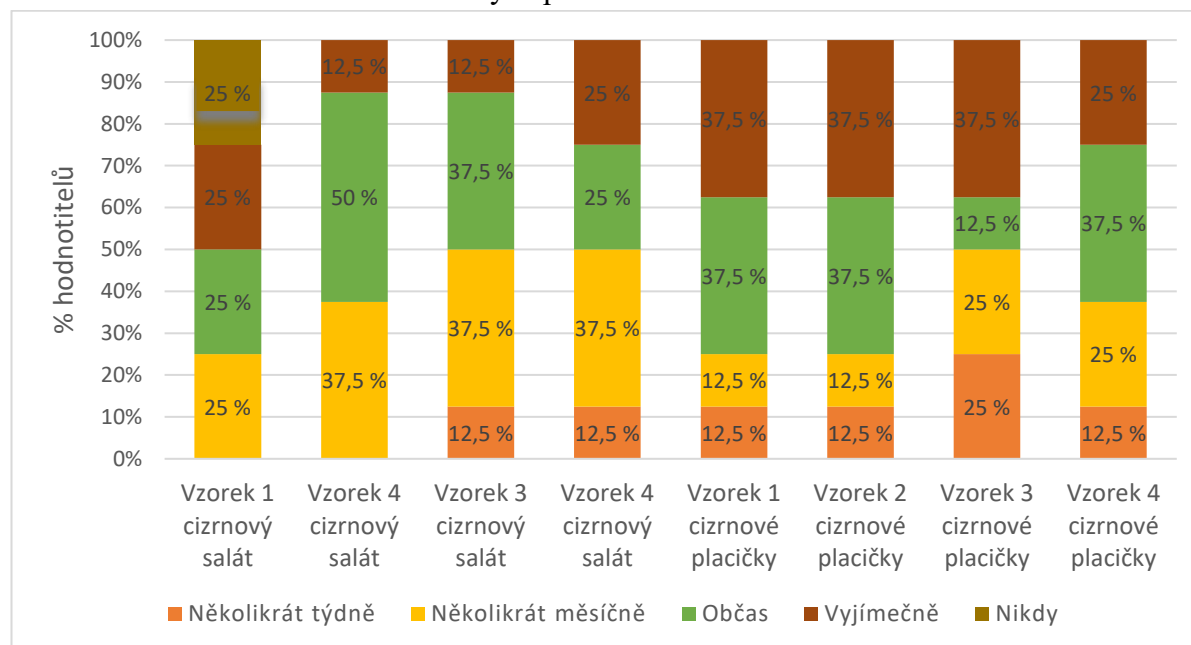


Ochota konzumace byla hodnocena i u pokrmů z cizrny (graf 17), která byla hodnotiteli označena jako méně oblíbená ve srovnání s čočkou. Obecně se u obou pokrmů více vyskytovala možnost konzumace „výjimečně“, nicméně častá byla i odpověď „několikrát týdně“.

Ochota konzumace cizrnového salátu byla nejlépe hodnocena pro vzorek 3, tedy pro máčenou + vařenou cizrnu. Vzorek naklíčený byl podle některých hodnotitelů příliš tvrdý a upřednostnili vzorky vařené v případě čerstvého salátu. Kladně však byly hodnoceny klíčky ze vzorků 1 a 2.

Cizrnové placičky měly lepší hodnocení než cizrnový salát. Ochota konzumace „několikrát týdně“ byla zaznamenána pro všechny vzorky. Větší část hodnotitelů zvolila možnost „občas“ a „výjimečně“. Po konzultaci s hodnotiteli bylo uvedeno kladné hodnocení receptur, nicméně častější konzumace cizrny nebyla pro hodnotitele akceptovatelná.

Graf 17 Četnosti konzumace cizrnových pokrmů



6 Diskuze

6.1 Vliv technologických úprav na složení luštěniny

V rámci diplomové práce byla provedena analýza obsahu sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy v čočce a cizrně. Jako hlavní faktor ovlivňující množství sacharidů byly porovnány kulinární úpravy, které byly použity také v recepturách pro sensorické hodnocení. Výsledky byly porovnány s vědeckými poznatky různých autorů.

Frias et al. (2000) uvádí benefity jednotlivých kulinárních úprav luštěnin, a to nejen ve smyslu snížení oligosacharidů způsobujících flatulenci, ale také v účinném snižování dalších antinutričních látek jako jsou inhibitory trypsinu. Výběrem vhodné úpravy tak mohou být sníženy všechny nežádoucí látky. To by podle Kannan et al. (2018) mohlo pomoci ke zvýšení spotřeby čočky a cizrny. V souladu s tímto tvrzením je také tato studie, která navrhuje vhodnou úpravu pro snížení antinutričních látek v čočce a cizrně, které jsou podle Frias et al. (2000) zanedbatelné v porovnání s látkami pozitivně působícími.

Hann & Baik (2016) uvádí rafinózu a stachyózu jako hlavní oligosacharidy syrové čočky a cizrny. Podle jejich studie byla verbaskóza minoritní oligosacharid čočky a u cizrny nebyla detekována.

Podle mé analýzy byla hlavním oligosacharidem stachyóza v případě cizrny i čočky. Množství rafinózy bylo naměřeno v rozmezí 0,8-0,9 mg/100 g sušiny. Verbaskóza byla sice detekována, ale v minoritním množství. U čočky byly naměřeny vyšší hodnoty než u cizrny. Rozdíly mohou být dány různými kultivary.

Rozdíl v množství oligosacharidů v cizrně je dán druhem. Gangola et al. (2013) se ve své studii zabývá rozdílem v množství celkového RFO mezi druhem kabuli a desi. Výsledky uvádí relativně vyšší koncentraci v druhu kabuli. Stejných výsledků dosahuje Saini a Knights (1984). Na českém trhu je standardně k dostání právě druh kabuli (kapitola 3.1.2.). Z důvodu vyššího množství flatuletních oligosacharidů je vhodná kulinární úprava nezbytnou součástí přípravy cizrny.

Několik autorů uvádí tepelné zpracování jako účinnou úpravu pro snižování RFO. Předpokládá se, že pokles rafinózy a stachyózy během vaření je způsoben tepelnou hydrolýzou na disacharidy a monosacharidy. Efekt tepelné úpravy se projevil i v analýze této studie. Vaření čočky vedlo k eliminaci rafinózy na množství pod mezí detekce a u cizrny byl průměrný obsah snížen o 82,02 %. Průměrný obsah stachyózy v čočce byl vařením snížen o 8,00 % z původního množství 2,88 mg/100 g \pm 0,61 mg/100 g. U cizrny byl pokles o 25,10 % z původního množství 2,51 \pm 0,10 mg/100 g. Tyto redukce jsou způsobeny částečnou difúzí sacharidů do vody na vaření. Nárůst sacharózy jakožto disacharidu nebyl v této studii potvrzen. Nárůst, případně vznik, by se mohl projevit u glukózy, která slouží jako primární zdroj energie pro klíčení (El-adawy 2002).

Hann and Baik (2016) uvádí, že vaření bez předchozího máčení vedlo naopak k nárůstu oligosacharidů, který mohl být pravděpodobně způsoben rozvolňováním vázaných oligosacharidů během vaření. Množství se zvýší, pokud je množství vázaných oligosacharidů, které se uvolní během vaření, větší než množství oligosacharidů vyluhovaných do vody. V mé analýze nebyl prokázán nárůst oligosacharidů během tepelného zpracování ve srovnání se

syrovými semeny. Vaření po předchozím namáčení ovšem vedlo k efektivnějšímu poklesu oligosacharidů.

Zpracování metodou 10 hodin máčení + vaření vedlo k poklesu rafinózy a verbaskózy pod mez detekce u obou vybraných luštěnin. U vzorků čočky bylo množství stachyózy účinně sníženo o 63,54 % a v případě cizrny bylo množství sníženo o 59,36 %. To je pravděpodobně způsobeno vyluhováním oligosacharidů do vody během máčení a množství je tak sníženo už před začátkem vaření. Tepelnou hydrolyzou a přechodem do vody na vaření pokračuje redukce oligosacharidů. V této studii byla kulinární úprava máčení + vaření hodnocena jako nejefektivnější pro čočku i cizrnu ve srovnání s vybranými úpravami (Graf 1 a 6). Vaření po namáčení ukázalo výraznější pokles v obsahu RFO, než vaření samotné i v dalších studiích (Sánchez-Mata et al. 1999; Martín-Cabrejas et al. 2006; Aguilera et al. 2009). Hann and Baik (2016) navíc uvádí, že delší doba máčení vede k většímu poklesu oligosacharidů v cizrně. To by mohlo vést k úplné eliminaci stachyózy, ale v případě čočky by delší doba máčení mohla způsobit následné rozvaření vzhledem k slabé slupce semen čočky.

V této práci byly provedeny také analýzy klíčících semen čočky a cizrny. Samostatné klíčení bez předchozího namáčení vedlo u čočky ke snížení celkového množství stanovovaných sacharidů o 33,74 % a v případě cizrny o 9,19 %, přičemž k nejvýraznějšímu poklesu došlo u rafinózy. V kapitole 3.4.1. jsou zmíněny hlavní zástupci oligosacharidů v čočce a cizrně. U obou druhů luštěnin je verbaskóza minoritní, tudíž málo výrazné snížení není považováno za nedostatek kulinární úpravy. V této studii mohl být malý pokles RFO během klíčení způsoben degradací enzymu galaktosidázy, který je citlivý na pH a aktivita klesá i při pokojové teplotě (Liu et al., 2011). Nižší degradace oligosacharidů během klíčení semen cizrny ve srovnání s čočkou je uvedena i ve studii Dostálová et al. (2004). Vzhledem k rozdílnosti poklesu stanovovaných sacharidů by v dalších studiích mohla být semena cizrny podrobena delší době klíčení pro výraznější odbourání oligosacharidů. Tento pokus provedl Vidal-Valverde et al. (1998) u bobu obecného, kde delší doba klíčení vedla k redukci galaktooligosacharidů až o 90 %.

Klíčení po namáčení vedlo k významnějšímu poklesu. To je pravděpodobně způsobeno vyluhováním do vody během máčení a množství oligosacharidů tak bylo sníženo už před začátkem klíčení. U cizrny došlo k významnému snížení rafinózy o 80,90 % z původního množství 0,89 mg/100 g \pm 0,33 mg/100 g. K významnému poklesu rafinózy došlo i u máčené a klíčené čočky, a to o 54,84 % z původního množství 0,93 mg/100 g \pm 0,65 g/100 g. Celkový pokles stanovovaných sacharidů byl snížen o 47,54 % u čočky a o 11,90 % u cizrny. Podle studie Gangola et al. (2013) může doba máčení ovlivnit klíčivost luštěnin, což následně pravděpodobně ovlivní odbourávání sacharidů.

Z pohledu snížení celkového množství sacharidů je i klíčení účinnou přípravou čočky a cizrny. Dalším benefitem této úpravy je konzumace klíčků, viz kapitola 3.8.3., nebo zvýšení stravitelnosti bílkovin (El-adawy 2002).

Z výsledků analýzy této diplomové práce lze konstatovat, že kulinární úprava má významný vliv na obsah oligosacharidů v čočce a v cizrně. Všechny z vybraných úprav vedly ke snížení oligosacharidů způsobujících flatulenci. Z daných výsledků nelze usuzovat, že klíčení těchto vybraných luštěnin vede k úplné eliminaci RFO, jak uvádí někteří z výše zmíněných autorů, nicméně několika hodinové máčení s následným vařením bylo vyhodnoceno

jako nejefektivnější úprava čočky a cizrny pro snížení nadýmacích problémů. Tato příprava je hodnocena kladně i ve smyslu náročnosti přípravy pro běžného spotřebitele.

6.2 Oblíbenost pokrmů z čočky a cizrny

Jednotlivé kulinární úpravy čočky a cizrny byly analyzovány na množství oligosacharidů a následně použity k přípravě čtyř receptur k sensorickému hodnocení. V rámci výsledků sensorické analýzy je nutné brát v potaz, že panel hodnotitelů byl z řad běžných spotřebitelů. Tato skutečnost je v souladu s diplomovou prací, která se snaží navrhnout vhodné využití čočky a cizrny pro běžné domácí podmínky a zvýšit tak oblíbenost luštěninových pokrmů.

Dostálová (2014) potvrzuje fakt, že pokrmy z luštěnin nejsou příliš oblíbeny a spotřeba je sice vzrůstající, ale stále nízká. Vhodná kulinární úprava dokáže zajistit lákavé sensorické vlastnosti. V rámci této studie byly navrženy čerstvé saláty s přídavkem čočky a cizrny, které byly hodnoceny nadprůměrně (graf 10 a 12). Tepelné zpracování vybraných luštěnin bylo zakomponováno do receptury čočkové sekané a cizrnové placičky, jelikož tepelná úprava může vést k dalšímu odbourání termolabilních antinutričních látek.

V případě čočkových pokrmů neměla kulinární úprava statisticky významný vliv na hodnocení vybraných deskriptorů (Příloha V). V České republice je čočka běžnější luštěninou ve srovnání s cizrnou a je u ní dosahováno vyšší konzumace (ČSÚ 2015). Výsledky ankety provedené v rámci bakalářské práce na Univerzitě Karlově taktéž potvrzují, že čočka patří mezi nejoblíbenější luštěninu (Chalánková 2018). To se potvrdilo i na výsledcích sensorického hodnocení této diplomové práce, kdy čočkové pokrmy dosahovaly vyššího bodového hodnocení, tedy vyšší oblíbenosti. Lze říct, že chuťově je čočka přijatelnější. Ve srovnání s cizrnou byly kladně hodnoceny klíčené vzorky z čočky. To může být přisuzováno jemnější struktuře, které čočka po naklíčení dosahuje. Čočková sekaná byla hodnotiteli okomentována jako vhodná alternativa k masové sekané a několik hodnotitelů uvedlo ochotu konzumace „několikrát měsíčně“.

Panel hodnotitelů neměl zkušenosti s naklíčenou cizrnou, která byla vyhodnocena jako vhodnější pro přípravu tepelně zpracovaných pokrmů. V případě salátu měla naklíčená cizrna oříškovou chuť, ale převažovala chuť luštěninová. Ta by mohla být odstraněna následným vařením. To by ovšem vedlo ke znehodnocení nutričně výživných klíčků. Řešením by mohla být delší doba klíčení pro odbourání pachuti a změkčení struktury. V případě cizrny hraje důležitou roli použité koření, které může zvýšit oblíbenost cizrnových pokrmů.

Bojňanská et al. (2012) uvádí další příklady využití čočky a cizrny v pečivu, kdy přídavkem těchto luštěnin zvýšíme nutriční hodnotu. Navíc z technologického hlediska se cizrna jeví jako vhodná surovina s kladnými sensorickými vlastnostmi.

Přídavkem vhodně upravených luštěnin do pokrmů můžeme zvýšit nutriční hodnotu pokrmů, nahradit část bílkovin rostlinnými zdroji a zvýšit si tak pestrost našich jídelníčků.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vypracování literárního přehledu o kladech a záporech čočky a cizrny a zhodnocení jejich nutričního složení. Byl popsán vliv pozitivně působících látek a vysvětlena problematika konzumace luštěnin.

V rámci experimentální části byly vybrané luštěniny podrobeny různým kulinárním úpravám, které vedly k rozdílnému složení a odlišným sensorickým vlastnostem. Cílem bylo stanovit obsahy vybraných oligosacharidů (rafinózy, stachyózy, verbaskózy) a disacharidu (sacharózy) v čočce a cizrně metodou HPLC a srovnání s obsahy v syrových semenech. Na základě výsledků byla vyhodnocena nejlepší kulinární úprava, která je důležitá pro snížení negativních účinků spojených s konzumací luštěnin.

V druhé části byly navrženy receptury z čočky a cizrny, které byly předloženy k sensorickému hodnocení na České zemědělské univerzitě.

- Čočka a cizrna obsahují pozitivně působící nutriční látky, proto jsou z hlediska dietetiky žádoucí v jídelníčku konzumentů. Tato hypotéza byla potvrzena na základě informací z literárních zdrojů. Nutriční potenciál čočky a cizrny je založen na vysokém množství bílkovin, které jsou výživově hodnotnější v porovnání s ostatními rostlinnými zdroji. Vybrané luštěniny jsou významným zdrojem vlákniny podporující imunitní systém střev a dobré trávení. Jsou bohaté na vitaminy skupiny B, železo a draslík. Vzhledem k výživové hodnotě je zapotřebí zvyšovat povědomí o přínosu luštěnin ve výživě lidí.
- Vliv přítomných antinutričních látek čočky a cizrny je zanedbatelný v porovnání s látkami pozitivně působícími. Ve vybraných druzích luštěnin jsou ve významném množství zastoupeny oligosacharidy způsobující nadýmání potíže. Ostatní antinutriční látky jako jsou inhibitory proteáz, lektiny, saponiny a třísloviny jsou v čočce a cizrně v minimálním, či žádném množství. Flatulentní oligosacharidy se dají vhodnou úpravou snížit, navíc se zlepší stravitelnost nutričních látek, jako jsou bílkoviny. Po úpravě jsou tedy antinutriční látky zanedbatelné a hypotéza může být potvrzena.
- Předpokládalo se, že množství antinutričních látek lze vhodnou kulinární úpravou snížit. Tato hypotéza byla potvrzena v rámci praktické části. Všechny vybrané kulinární úpravy vedly ke snížení množství stanovovaných oligosacharidů. U klíčených vzorků cizrny se projevil mírný nárůst pouze u stachyózy, který byl pravděpodobně způsoben degradací vyšších oligosacharidů. Nejvhodnější úpravou čočky a cizrny pro snížení oligosacharidů, způsobujících nadýmání potíže, bylo namáčení s následným vařením.
- Oblíbenost vybraných luštěnin je nízká především pro jejich neznalost použití a komplikovanost přípravy pokrmů. Sensorická analýza prokázala, že při vhodné úpravě, tedy správném použití luštěnin může být obliba pokrmu a ochota konzumace zvýšena. Tímto byla hypotéza částečně potvrzena. Nelze jednoznačně potvrdit, že nízká oblíba je spojena s komplikovaností přípravy. V této práci byly sensorické

vlastnosti a silná luštěninová chuť hlavním nedostatkem cizrnových pokrmů. V případě čočky je oblíbenost vyšší, což se dá přisuzovat rozšířenému povědomí o použití čočky v pokrmech.

Ze získaných výsledků bylo zjištěno, že čočka a cizrna jsou díky svému složení vhodnou surovinou do jídelníčku lidí a jejich spotřeba by měla být navýšena. Kulinární úprava těchto luštěnin má průkazný vliv na složení luštěnin a do jisté míry ovlivňuje senzorické vlastnosti připravených pokrmů. Pro přípravu pokrmů s přídavkem čočky a cizrny se zdá být nejvhodnější příprava pomocí máčení a vaření semen, kdy bylo prokazatelně nejmenší množství oligosacharidů. Navíc je tato kulinární příprava blízká běžnému spotřebiteli. I nadále by propagace konzumace luštěnin měla být součástí výživových doporučení.

8 Literatura

Achaglinkame MA, Opoku N, Amagloh FK. 2017. Aflatoxin contamination in cereals and legumes to reconsider usage as complementary food ingredients for Ghanaian infants: A review. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism* **10**:1-7.

Al-Wesali M, Lambert N, Welham T, Domoney C. 1995. The influence of pea seed trypsin inhibitors on the in vitro digestibility of casein. *Science of Food and Agriculture* **68**: 431-437.

Aguilera Y, Martín-Cabrejas MA, Benítez V, Mollá E, López-Andréu FJ, Esteban RM. 2009. Changes in carbohydrate fraction during dehydration proces of common legumes. *Journal of Food Composition and Analysis* **22**:678-683.

Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. 2008. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. *Diabetes care* **31**:2281-2283.

Aune D, De Stefani E, Ronco A, Boffetta P, Deneo-Pellegrini H, Acosta G, Mendilaharsu M. 2009. Legume intake and the risk of cancer: a multisite case-control study in Uruguay. *Cancer Causes & Control* **20**:1605-1615.

Bojňanská T, Frančárová H, Líšková M, Tokár M. 2012. Legumes – the alternative raw materials for bread production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science* **1**:876-886.

Broughton WJ, Hernández G, Blair M, Beebe S, Gepts P, Vanderleyden J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil* **252**:55-128.

Bull VJ, Brouns FJPH. 2014. Health effects of wheat lectins: A review. *Journal of cereal science* **59**:112-117.

Cabanillas B, Jappe U, Novak N. 2018. Allergy to Peanut, Soybean, and Other legumes: Recent Advances in Allergen Characterization, Stability to Processing and IgE Cross-Reactivity. *Molecular Nutrition & Food Research* **62**:1-9.

Cakir O, Ucarli C, Tarhan C, Pekmez M, Turgut-Kara N. 2019. Nutritional and health benefits of legumes and their distinctive genomic properties. *Food Science and Technology* **39**:1-12.

Clemente A, Olias R. 2017. Beneficial effects of legumes in gut health. *Current Opinion in Food Science* **14**:32-36.

ČSÚ. 2015. Česká statistický úřad – Spotřeba potravin. Tisková konference. ČSÚ, Praha. Available from https://www.czso.cz/documents/10180/36628758/csu_tk_potraviny_prezentace.pdf/a652619e-0e7c-401e-bff0-fafdec562639?version=1.0 (accessed March 2021).

- Dahl WJ, Foster LM, Tyler RT. 2011. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *British journal of nutrition* **108**:3-10.
- Dostálová J. 2014. Luštěniny a jejich význam v lidské výživě. *Výživa a potraviny* **5**:114-116.
- Dostálová J, Kadlec P, Culková J, Hinková A, Houška M, Strohlam J. 2004. The change of α -galactosides during germination and high pressure treatment of chickpea seeds. *The Czech Journal of Food Science* **22**:41-44.
- Dostálová J. 2016. Význam luštěnin ve výživě. Ministerstvo zemědělství. Available from http://eagri.cz/public/web/file/488943/Prof._Ing._Jana_Dostalova__CSc.__VSCHT__SpV____Vyznam_lustenin_ve_vyzive_.pdf (accessed January 2021)
- Dostálová J. 2017. Co je dobré vědět o přípravě luštěnin? Stob klub. Available from <https://www.stobklub.cz/clanek/co-je-dobre-vedet-o-priprave-lustenin/> (accessed February 2021)
- Dostálová, J., Houška, M. 2017. Luštěniny v lidské výživě. Pages 13-17 in Pytel R, Nedomová, Š, Jůz M, editors. *Sborník XLIII. konference o jakosti potravin a potravinových surovin*. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Dostálová J, Kadlec P, et al. 2014. *Potravinářské zbožíznalství*. KEY Publishing s.r.o., Ostrava.
- Dostálová J, Kadlec P, Bernášková J, Houška M, Strohlam J. 2009. The Changes of α -galactosides during Germination and High Pressure Treatment of Legume Seeds. *Czech Journal of Food Sciences* **27**:76-79.
- Dostálová R. 2017. *Sója a výrobky ze sóji*. Sdružení českých spotřebitelů, Praha.
- Dostálová R, Horáček J, Skřivan P, Sluková M. 2016. *Jak poznáme kvalitu? Obiloviny a luštěniny*. Česká technologická platforma pro potraviny, Česká republika.
- Duranti M. 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia* **77**:67-82.
- EFSA. 2006. Hodnocení lupiny pro účely značení. *Bezpečnost potravin*. Available from: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/hodnoceni-lupiny-pro-ucely-zaceni.aspx> (accessed February 2021).
- El-Adawy TA. 2002. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietunum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods Human Nutrition* **57**:83-97.

Evropská Komise. 2011. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Pages 1-18 In Úřední věstník Evropské unie. L 304. Brusel.

Evropská Komise. 2013. Nařízení Komise (EU) č. 209/2013 ze dne 11. března 2013, kterým se mění nařízení (ES) č. 2073/2005, pokud jde o mikrobiologická kritéria pro klíčky. Pages 19-23 In Úřední věstník Evropské unie. L 68. Brusel.

Evropská komise. 2014. Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům. Pages 5-8 In Úřední věstník Evropské unie. L 228. Brusel.

Evropská komise. 2016. Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Pages 5-24 In Úřední věstník Evropské unie. L 364. Brusel.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. The Global Economy of pulses. FAO, Rome.

FDA. 2020. Food Additives permitted for direct addition to food for human consumption. 21 CFR 172.822 Dodecylsulfát sodný. Available from <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=172.822> (accessed February 2021)

Frias J, Vidal-Valverde C, Sotomayor C, Diaz-Pollan C, Urbano G. 2000. Influence of processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *European Food Research and Technology* **210**:340-345.

Gabrovská et. al. 2007. Nutritional and sensory quality of selected sprouted seeds. *High pressure research* **27**:143-146.

Gangola MP, Khedikar YP, Gaur M, Baga M, Chibbar RN. 2013. Genotype and growing environment interaction shows a positive correlation between substrates of raffinose family oligosaccharides (RFO) biosynthesis and their accumulation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **61**:4943-4952.

Graham PH, Ranalli P. 1997. Common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* **53**:131-146.

Graham PH, Vance CP. 2003. Legumes: Importance and Constraints to Greater Use. *Plant Physiology*. 872-877.

Guillamón E, Pedrosa MM, Burbano C, Cuadrado C, Sánchez M, Muzquiz M. 2008. The trypsin inhibitors present in seed of different grain legume species and cultivar. *Food Chemistry* **107**:68-74.

Guillon F, Champ M. 2007. Carbohydrate fractions of legumes: Uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition* **88**:293-306.

Han IH, Baik BK. 2016. Oligosaccharide Content and Composition of Legumes and Their Reduction by Soaking, Cooking, Ultrasound, and High Hydrostatic Pressure. *Cereal Chemistry* **83**:428-433.

Houba M. 2019. Agromanuál: Pěstování luskovin – čočka a cizrna. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pestovani-luskovin-4-cocka-a-cizrna> (accessed January 2021)

Houba M, et al. 2009. Luskoviny pěstování a užití. Kurent, České Budějovice.

Huma N, Anjum FM, Hussain S, Sehar S, Khan MI. 2008. Effect of soaking and cooking on nutritional quality and safety of legumes. *Nutrition & Food Science* **38**:570-577.

Chalánková V. 2018. Nutriční význam luštěnin ve výživě člověka [BSc.Thesis]. Univerzita Karlova, Praha.

Igbal A, Khalil I, Ateeg N. 2006. Nutritional quality of important food legumes. *Food chemistry* **97**:331-335.

Ježek F. 2014. Senzorická analýza potravin. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno.
Kinclová V, Jarošová A, Tremlová B. 2004. Senzorický analýza potravin. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno.

Jukanti AK, Gaur PM, Gowda CLL, Chibbar RN. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition* **108**:11-26.

Kalogeropoulos N, Chiou A, Ioannou M, Karathanos VT, Hassapidou M, Andrikopoulos NK. 2010. Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (phytosterols, tocopherols, polyphenols, triterpenic acids) in cooked dry legumes usually consumed in the Mediterranean countries. *Food Chemistry* **121**:682-690.

Kalorické tabulky, Aktualizace 2021. Available from <https://www.kaloricketabulky.cz/> (accessed February 2021).

Kamran F, Reddy N. 2018. Bioactive peptides from legumes: Functional and nutraceutical potential. *Recent Advances in Food Safety* **2**:134-149.

Kannan U, Sharma R, Gangola MP, Chibbar RN. 2018. Improving grain quality in pulses: Strategies to reduce raffinose family oligosaccharides in seeds. *Journal of Crop Breeding and Genetics* **4**:70-88.

Liu Y, Sun Y, Li Y, Xu S, Tang J, Ding J, Xu Y. 2011. Preparation and characterization of α -galactosidase-loaded chitosan nanoparticles for use in foods. *Carbohydrate Polymers* **83**:1162-1168.

LSU Health. Standard Operating Procedure (SOP) for Laboratory Disinfection. 2013. LSU Health. New Orleans Available from <https://www.lsuhs.edu/admin/pfm/ehs/docs/decon.pdf> (accessed February 2021).

Mallillin AC, Trinidad TP, Raterta R, Dagbay K, Loyola AS. 2008. Dietary fiber and fermentability characteristics of root crops and legumes. *The British Journal of Nutrition* **100**:485-488.

Martín-Cabrejas MA, Aguilera Y, Benítez V, Molla E, López-Andreu FJ, Esteban RM. 2006. Effect of industrial dehydration on soluble carbohydrates and dietary fibre fractions in legumes. *Journal of Food Chemistry* **54**:7652-7657.

Martínez-Villaluenga C, Frías J, Vidal-Valverde C. 2005. Raffinose family oligosaccharides and sucrose contents in 13 Spanish lupin cultivars. *Food Chemistry* **91**:645-649.

Min M, Bunt CR, Mason SL, Hussain MA. 2018. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. *Critical reviews in Food Science and Nutrition* **59**:2626-2641.

Ministerstvo zemědělství. 1997. Vyhláška č.329 ze dne 11. prosince 1997, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena. Pages 6703-6712 in *Sbírka zákonů České republiky, 1997, částka 110*. Česká republika.

Ministerstvo zemědělství. 2018. Situační výhledová zpráva Luskoviny. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Ministerstvo zemědělství. 2018. Ministerstvo zemědělství výrazně omezí používání glyfosfátu, od ledna omezí plošnou aplikaci. MZe. Available from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/ministerstvo-zemedelstvi-vyrazne-omezi-pouzivani-glyfosatu-od-ledna-zakaze-jeho-plošnou-aplikaci.aspx> (accessed February 2021).

Ministerstvo zemědělství. 2019. Situační výhledová zpráva Luskoviny. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Ministerstvo životního prostředí. 2020. Přehled vydaných povolení a projednávaných žádostí podle směrnice 2001/18/ES a nařízení (ES) 1829/2003 o GM potravinách a krmivech. Ministerstvo životního prostředí, Praha.

Moravcová J, Kleinová T. 2002. Fytoestrogeny ve výživě – přinášejí užitek nebo riziko? *Chemické listy* **96**:282-289.

Nutrition Data. 2020. Chickpeas (garbanzo beans, bengal gram), mature seeds, raw. Nutrition facts & calories. Available from <https://nutritiondata.self.com/facts/legumes-and-legume-products/4325/2> (accessed January 2021).

Oliva ML, Ferreira Rda S, de Paula CA, Salas CE, Sampaio MU. 2011. Structural and functional properties of kunitz proteinase inhibitors from leguminosae. *Current Protein & Peptide Science* **12**:348–357.

Pascual CY, Fernandez-Crespo J, Sanchez-Pastor S, Padiál MA, Diaz-Pena JM, Martin-Muñoz F, Martin-Esteban M. 1999. Allergy to lentils in Mediterranean pediatric patients *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* **103**:154–158.

Polak R, Phillips EM, Campbell A. 2015. Legumes: Health Benefits and Culinary Approaches to Increase Intake. *Clinical Diabetes* **33**:198-205.

RASFF – the Rapid Alert System for Food and Feed. 2020. Available from <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchByKeyword&NewSearch=1&Keywords=lentil> (accessed February 2021).

RASFF – the Rapid Alert System for Food and Feed. 2020. Available from <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchByKeyword&NewSearch=1&Keywords=chickpea> (accessed February 2021).

Saini HS, Knights JE. 1984. Chemical constitution of starch and oligosaccharide components of 'desi' and 'kabuli' chickpea (*Cicer arietinum*) seed types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **32**:940-944.

Santos CS, Silva B, Valente LMP, Gruber S, Vasconcelos MW. 2020. The effect of sprouting in Lentil (*Lens culinaris*) Nutritional and Microbiological Profile **9**:1-11.

Scott KP, Martin JC, Duncan SH, Flint HJ. 2014. Prebiotic stimulation of human colonic butyrate – producing bacteria and bifidobacteria. *FEMS Microbiology Ecology* **87**:30-40.

Sharma A, Yadav BS. 2008. Resistant starch: Physiological Roles and Food Applications. *Food Reviews Internationaln* **24**:193-234.

Schuster-Gajzágó I. 2009. Nutritional aspects of legumes. *Cultivated plants, primarily as food source* **1**.

Šárka E, Smrčková P, Seilerová E. 2013. Rezistentní a pomalu stravitelný škrob. *Chemické listy* **107**:929-935.

Šlajchová S, Pečenková N, Novotná P, Dostálová J, Houška M. 2019. Klíčím, klíčíme, klíčíme, aneb vaříme z naklíčených luštěnin. *Výzkumný Ústav potravinářský Praha, v.v.i., Praha*.

Šlajchová S. 2018. Zdravotní přínost luštěnin v jídelníčku lidí [BSc. Thesis]. *Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha*.

Tabera J, Frias J, Estrella I, Villa R, Vidal-Valverde C. 1995. Natural fermentation of lentils. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* **201**:587-591.

Tharanathan RN, Mahadevamma S. 2003. Grain legumes – A boon to human nutrition. *Trends in Food Science & Technology* **14**:507–518.

USDA. 2019. U.S. Department of agricultural. National Nutrient Database for Standard Reference. Available from: <http://ndb.nal.usda.gov> (accessed January 2021).

Velíšek J. 2002. *Chemie potravin 3. 2. vydání*. Osis, Tábor.

Velíšek J, Cejpek K. 2008. *Biosynthesis of Food Components*. OSSIS, Tábor.

Venn B, Mann J. 2004. Cereal grain, legumes and diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition* **58**:1443-1461.

Venn BJ, Perry T, Green TJ, et al. 2010. The effect of increasing consumption of pulses and wholegrains in obese people: a randomized controlled trial. *Am Coll Nutr* **29**:365–372.

Verma AK, Kumar S, Das M. 2013. A Comprehensive Review of Legume Allergy. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology* **45**:30-46.

Vidal-Valverde C, Frias J, Sotomayor C, Diaz-Pollan C, Fernandez M, Urbano G. 1998. Nutrients and antinutritional factors in faba beans as affected by processing. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung* **207**:140–145.

Vondrášková Š. 2011. Mykotoxiny. *World Grain* **29**:58-62.

Wagacha M, Muthomi JW. 2008. Mycotoxin problem in Africa: Current status, implications to food safety and health and possible management strategies. *International Journal of Food Microbiology* **124**:1-12.

Wang S, Chelikani V, Serventi L. 2018. Evaluation of chickpea as alternative to soy in plant-based beverages, fresh and fermented. *Food Science and Technology* **97**:570-572.

Wani IA, Sogi DS, Hamdani AM, Gani A, Bhat NA, Shah A. 2016. Isolation, composition, and physicochemical properties of starch from legumes: A review. *Starch* **68**:834-845.

Wolko B, Clements JC, Naganowska B, Nelson MN, Yang H. 2011. *Lupinus. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer, Berlin.

WHO World Health Organization. 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition. United national university, Switzerland.

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

CRC	kolorektální karcinom
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EK	Evropská komise
ES	Evropské společenství
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství
GI	glykemický index
GMO	geneticky modifikovaný organismus
HPLC	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
IgE	imunoglobulin E
KVO	kardiovaskulární onemocnění
LDL	nízkodenzitní lipoprotein
LPO	Listina povolených odrůd ÚKZÚZ
MK	mastné kyseliny
OSN	Organizace spojených národů
RASFF	Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva
RFO	oligosacharidy rafinóзовé řady
RS	rezistentní škrob
SDS	dodecylsulfát sodný
SCFA	mastné kyseliny s krátkým řetězcem
TIA	hodnota aktivity inhibitoru trypsinu
USDA	Ministerstvo zemědělství Spojených států amerických
VÚPP	Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i.
WHO	Světová zdravotnická organizace

10 Samostatné přílohy

Příloha I Protokol senzorického hodnocení čočkového salátu

Senzorické hodnocení – čočkový salát, vzorek č.:

Hodnotitel: Datum:

Ochutnejte, prosím, předložené vzorky a zhodnoťte dle uvedených deskriptorů.

Příjemnost vzhledu:

Velmi nepříjemná velmi příjemná

Příjemnost barvy:

Velmi nepříjemná velmi příjemná

Příjemnost vůně:

Velmi nepříjemná velmi příjemná

Příjemnost chuti:

Velmi nepříjemná velmi příjemná

Příjemnost textury:

Velmi nepříjemná velmi příjemná

Intenzita slané chuti:

Neznatelná velmi silná

Intenzita luštěninové chuti:

Neznatelná velmi silná

Intenzita pachuti:

Neznatelná velmi silná

Jak často byste byli ochotni pokrm konzumovat?

a) několikrát týdně b) několikrát měsíčně c) občas d) výjimečně e) nikdy

Pokud jste zaškrtnli odpověď e), uveďte, prosím, důvod:

Příloha II Protokol senzorického hodnocení čočkové sekané

Senzorické hodnocení – čočková sekaná, vzorek č.:

Hodnotitel: Datum:

Ochutnejte, prosím, předložené vzorky a zhodnoťte dle uvedených deskriptorů.

Příjemnost vzhledu:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost barvy:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost vůně:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost chuti:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost textury:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Intenzita slané chuti:

Neznatelná

velmi silná

Intenzita luštěninové chuti:

Neznatelná

velmi silná

Intenzita pachuti:

Neznatelná

velmi silná

Jak často byste byli ochotni pokrm konzumovat?

a) několikrát týdně b) několikrát měsíčně c) občas d) výjimečně e) nikdy

Pokud jste zaškrtnli odpověď e), uveďte, prosím, důvod:

Příloha III Protokol senzoričkého hodnocení cizrnového salátu

Senzoričké hodnocení – cizrnový salát, vzorek č.:

Hodnotitel: Datum:

Ochutnejte, prosím, předložené vzorky a zhodnoťte dle uvedených deskriptorů.

Příjemnost vzhledu:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost barvy:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost vůně:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost chuti:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost textury:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Intenzita slané chuti:

Neznatelná

velmi silná

Intenzita luštěninové chuti:

Neznatelná

velmi silná

Intenzita pachuti:

Neznatelná

velmi silná

Jak často byste byli ochotni pokrm konzumovat?

a) několikrát týdně b) několikrát měsíčně c) občas d) výjimečně e) nikdy

Pokud jste zaškrtnli odpověď e), uveďte, prosím, důvod:

Příloha IV Protokol senzoričkého hodnocení cizrnové placičky

Senzoričké hodnocení – cizrnové placičky, vzorek č.:

Hodnotitel: Datum:

Ochutnejte, prosím, předložené vzorky a zhodnoťte dle uvedených deskriptorů.

Příjemnost vzhledu:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost barvy:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost vůně:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost chuti:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost textury:

Velmi nepříjemná

velmi příjemná

Intenzita slané chuti:

Neznatelná

velmi silná

Intenzita luštěninové chuti:

Neznatelná

velmi silná

Intenzita pachuti:

Neznatelná

velmi silná

Jak často byste byli ochotni pokrm konzumovat?

a) několikrát týdně b) několikrát měsíčně c) občas d) výjimečně e) nikdy

Pokud jste zaškrtnli odpověď e), uveďte, prosím, důvod:

Příloha V Statistické vyhodnocení senzoričkého hodnocení Jednofaktorová ANOVA

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vzhled (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	189420,1	1	189420,1	1015,512	0,000000
receptura	1443,1	3	481,0	2,579	0,073538
Chyba	5222,8	28	186,5		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro barva (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	195156,3	1	195156,3	1272,227	0,000000
receptura	875,6	3	291,9	1,903	0,152089
Chyba	4295,1	28	153,4		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vůně (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	200186,3	1	200186,3	1059,212	0,000000
receptura	278,8	3	92,9	0,492	0,690829
Chyba	5291,9	28	189,0		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro chuť (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	150001,3	1	150001,3	355,8288	0,000000
receptura	576,1	3	192,0	0,4556	0,715461
Chyba	11803,5	28	421,6		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro textura (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	165384,4	1	165384,4	404,7704	0,000000
receptura	121,4	3	40,5	0,0990	0,959888
Chyba	11440,5	28	408,6		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita slané chuti (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	23382,03	1	23382,03	54,37287	0,000000
receptura	402,09	3	134,03	0,31168	0,816757

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita slané chuti (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Chyba	12040,88	28	430,03		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita pachuti (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	42632,00	1	42632,00	61,75594	0,000000
receptura	1766,75	3	588,92	0,85309	0,476781
Chyba	19329,25	28	690,33		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita luštěninová chuti (čočkový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	140980,5	1	140980,5	231,7805	0,000000
receptura	1106,5	3	368,8	0,6064	0,616384
Chyba	17031,0	28	608,3		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vzhled (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	131584,5	1	131584,5	337,9377	0,000000
receptura	1525,0	3	508,3	1,3055	0,292189
Chyba	10902,5	28	389,4		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro barva (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	137157,0	1	137157,0	358,2836	0,000000
receptura	469,1	3	156,4	0,4085	0,748129
Chyba	10718,9	28	382,8		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vůně (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	127260,1	1	127260,1	280,6343	0,000000
receptura	1268,6	3	422,9	0,9325	0,438019
Chyba	12697,3	28	453,5		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro chuť (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	139788,3	1	139788,3	244,7691	0,000000
receptura	337,8	3	112,6	0,1972	0,897420
Chyba	15990,9	28	571,1		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro textura (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	144184,5	1	144184,5	352,1143	0,000000
receptura	148,0	3	49,3	0,1205	0,947287
Chyba	11465,5	28	409,5		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita slané chuti (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	54532,53	1	54532,53	98,71178	0,000000
receptura	2904,09	3	968,03	1,75228	0,179184
Chyba	15468,37	28	552,44		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita luštěninová chuti (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	97682,00	1	97682,00	208,4121	0,000000
receptura	422,50	3	140,83	0,3005	0,824752
Chyba	13123,50	28	468,70		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita pachuti (čočková sekaná) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	26970,03	1	26970,03	51,50068	0,000000
receptura	2345,84	3	781,95	1,49317	0,237919
Chyba	14663,13	28	523,68		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vzhled (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	166392,4	1	166392,4	295,8656	0,000000
receptura	389,9	3	130,0	0,2311	0,873940
Chyba	15747,0	28	562,4		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro barva (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	165744,0	1	165744,0	276,9427	0,000000
receptura	321,6	3	107,2	0,1791	0,909659
Chyba	16757,4	28	598,5		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vůně (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	166248,2	1	166248,2	335,3959	0,000000
receptura	369,1	3	123,0	0,2482	0,861911
Chyba	13879,0	28	495,7		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro chuť (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	125187,6	1	125187,6	260,3649	0,000000
receptura	5160,8	3	1720,3	3,5778	0,026246
Chyba	13462,8	28	480,8		
Č. buňky	LSD test; proměnná chuť (chuť cizrnový salát) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 480,82, sv = 28,000				
	receptura	1	2	3	4
		40,625	71,250	70,000	68,313
1	1		0,009304	0,012214	0,017499
2	2	0,009304		0,910042	0,790718
3	3	0,012214	0,910042		0,878780
4	4	0,017499	0,790718	0,878780	

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro textura (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	127008,0	1	127008,0	267,1994	0,000000
receptura	2130,8	3	710,3	1,4942	0,237645
Chyba	13309,3	28	475,3		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita slané chuti (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	36012,57	1	36012,57	65,36717	0,000000
receptura	2386,71	3	795,57	1,44406	0,251070
Chyba	15425,97	28	550,93		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita luštěninová chuti (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	118584,5	1	118584,5	197,2182	0,000000
receptura	4817,5	3	1605,8	2,6707	0,066747
Chyba	16836,0	28	601,3		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro intenzita pachuti (cizrnový salát) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	37812,50	1	37812,50	59,53239	0,000000
receptura	7497,56	3	2499,19	3,93475	0,018416
Chyba	17784,44	28	635,16		

Č. buňky	LSD test; proměnná intenzita pachuti (cizrnový salát) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 635,16, sv = 28,000				
	receptura	1	2	3	4
		58,063	37,375	23,375	18,688
1	1		0,111836	0,010256	0,004117
2	2	0,111836		0,276015	0,149245
3	3	0,010256	0,276015		0,712701
4	4	0,004117	0,149245	0,712701	

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vzhled (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	175676,3	1	175676,3	686,8044	0,000000
receptura	242,2	3	80,7	0,3156	0,813979
Chyba	7162,1	28	255,8		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro barva (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	182030,7	1	182030,7	663,3540	0,000000
receptura	336,1	3	112,0	0,4083	0,748272
Chyba	7683,5	28	274,4		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro vůně (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	141911,3	1	141911,3	482,0254	0,000000
receptura	1822,3	3	607,4	2,0633	0,127758
Chyba	8243,4	28	294,4		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro chuť (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	125000,0	1	125000,0	273,8775	0,000000
receptura	322,1	3	107,4	0,2352	0,871053
Chyba	12779,4	28	456,4		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro texture (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	124625,3	1	124625,3	298,2374	0,000000
receptura	3887,8	3	1295,9	3,1012	0,042610
Chyba	11700,4	28	417,9		
Č. buňky	LSD test; proměnná texture (placička) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 417,87, sv = 28,000				
	receptura	1	2	3	4
		52,063	51,063	70,500	76,000
1	1		0,922758	0,082018	0,026522
2	2	0,922758		0,067542	0,021282
3	3	0,082018	0,067542		0,594753
4	4	0,026522	0,021282	0,594753	

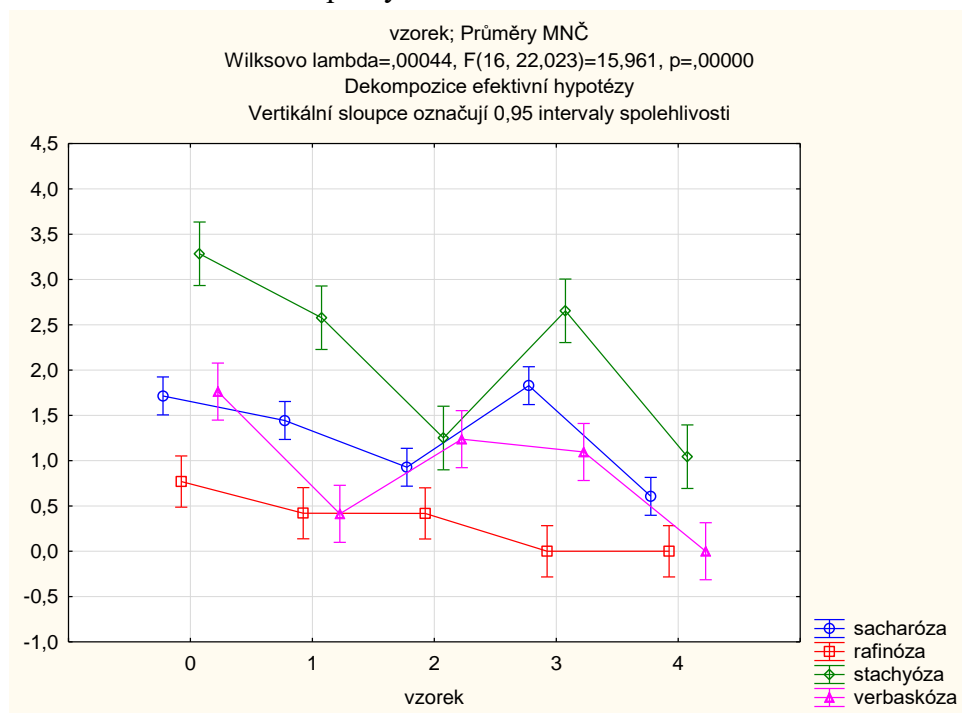
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro inenzita slané chuti (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	48438,28	1	48438,28	73,55702	0,000000
receptura	686,84	3	228,95	0,34767	0,791084
Chyba	18438,38	28	658,51		

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro luštěninová chuť (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	97792,53	1	97792,53	103,7975	0,000000
receptura	2520,34	3	840,11	0,8917	0,457573
Chyba	26380,13	28	942,15		

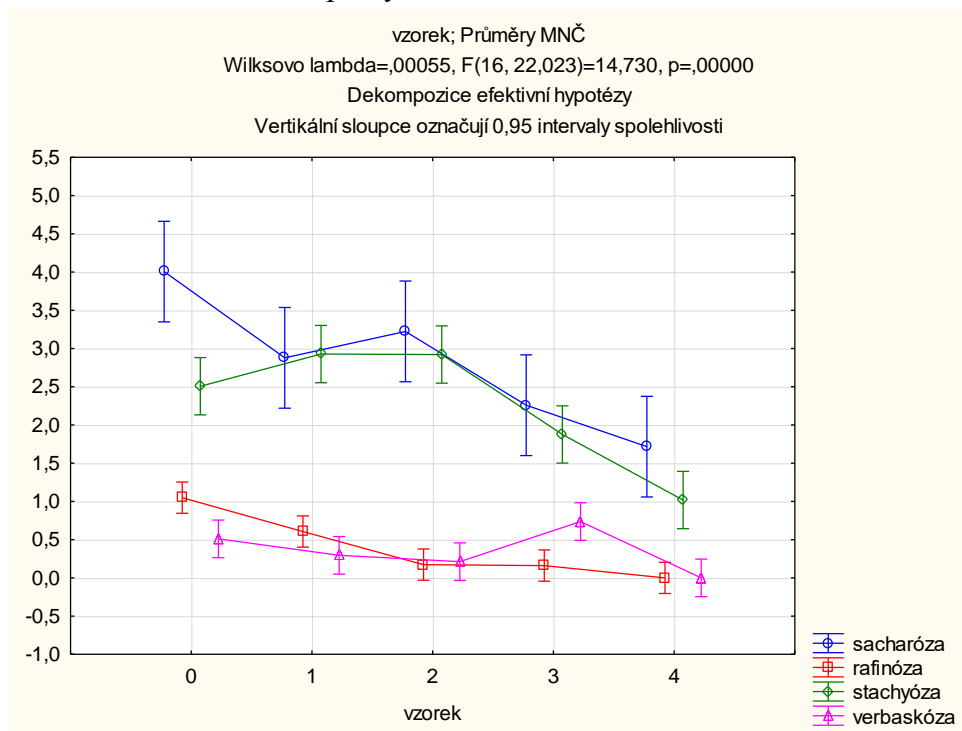
Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro luštěninová pachut' (placička) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	23707,53	1	23707,53	57,69446	0,000000
receptura	469,84	3	156,61	0,38114	0,767348
Chyba	11505,63	28	410,92		

Příloha VII Porovnání vlivu kulinární úpravy na obsah stanovovaných oligosacharidů v čočce a cizrně

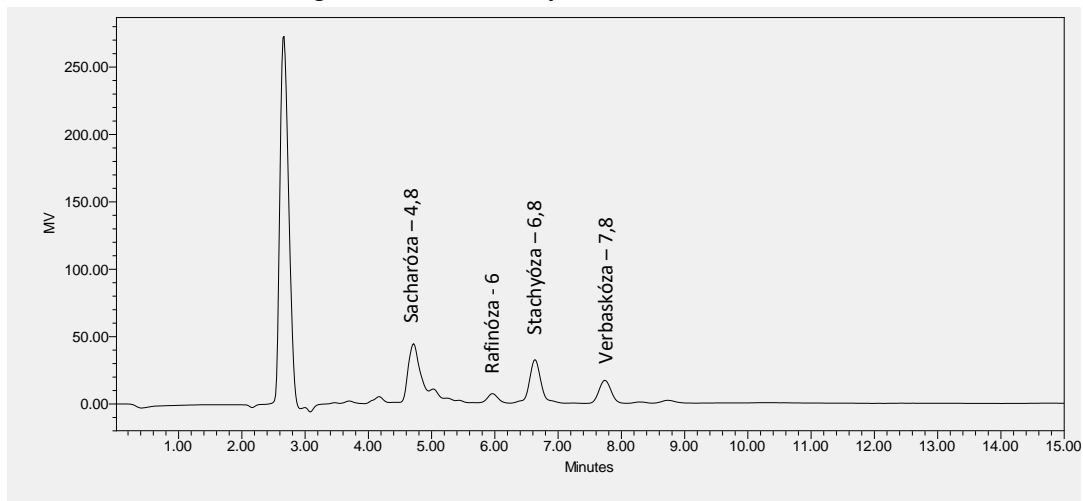
Graf 18 Vliv kulinární úpravy na obsah sacharidů v čočce



Graf 19 Vliv kulinární úpravy na obsah sacharidů v cizrně

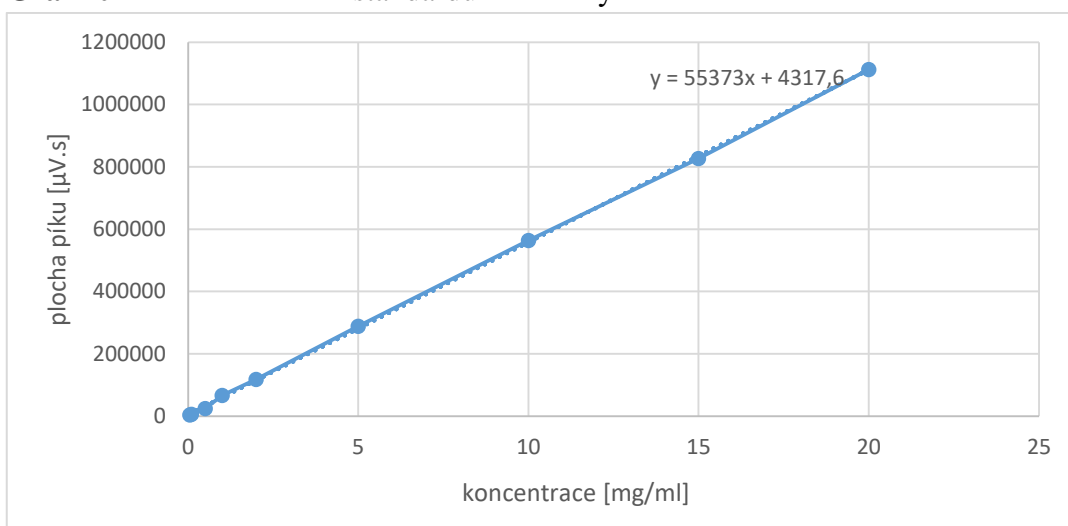


Příloha VIII Chromatogram vzorku cizrny



Příloha IX Kalibrace standardů

Graf 20 Kalibrační křivka standardu sacharózy



Graf 21 Kalibrační křivka standardů oligosacharidů

