

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



**Klíčené luštěniny se sníženým obsahem oligosacharidů
jako zdroj pokrmů**

Diplomová práce

Bc. Natálie Pečenková

Výživa a potraviny

Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Klíčené luštěniny se sníženým obsahem oligosacharidů jako zdroj pokrmů" 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 20. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala celému kolektivu Výzkumného ústavu potravinářského v Praze, v. v. i. za důvěru, trpělivost a praktické rady během naší spolupráce. V neposlední řadě patří poděkování panu Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D., který mi poskytl mnoho cenných rad a informací.

Klíčené luštěniny se sníženým obsahem oligosacharidů jako zdroj pokrmů

Souhrn

Cílem práce bylo vhodně kulinárně upravit klíčené luštěniny tak, aby u konzumenta vzbudily zájem a zvýšily jeho ochotu konzumovat luštěninové pokrmy. Dále bylo třeba zjistit, jaký vliv má máčení a klíčení na obsah sacharidů v luštěninách.

Máčením a klíčením lze redukovat množství rafinózy, stachyózy a verbaskózy nacházející se v luštěninách.

K hodnocení připravených luštěninových pokrmů bylo využito senzorické laboratoře Výzkumného ústavu potravinářského v Praze, v. v. i. Asesoři hodnotili pokrmy pomocí předem připravených dotazníků. Výsledky byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny softwarem STATVYD verze 2.0 beta.

Pomocí použití HPLC bylo stanoveno množství glukózy, sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy u surových semen hrachu, následně u semen upravených máčením a semen klíčených. Odběr během klíčení probíhal každé 4 hodiny po celkovou dobu nakličování v průběhu 24 hodin. Dosáhlo se tak kontinuálního sledování výsledků.

Senzorickými analýzami pokrmů obsahujících luštěniny bylo dosaženo pozitivních výsledků. U 7 z 8 pokrmů byly deskriptory hodnoceny nadprůměrnými známkami, pouze 1 pokrm byl hodnocen mírně podprůměrně.

Pomocí HPLC bylo zjištěno, že obsah galaktooligosacharidů rafinózní řady během máčení a klíčení výrazně poklesl. Jednalo se až o cca 65 % u rafinózy, 38 % u stachyózy a 47 % u verbaskózy při porovnání surového vzorku a vzorku po 24 hodin máčení a 24 hodin klíčení v čisté hmotě vzorku. Množství glukózy a sacharózy v průběhu úprav mírně stoupalo. Celkové množství sacharidů zůstalo přibližně konstantní.

Klíčová slova: antinutriční látky; HPLC; hrách; receptury; senzorická analýza

Germinated legumes with reduced content of oligosaccharides as a source of dishes

Summary

The aim of the thesis was to culinary adapt germinated legumes appropriately so as to awaken an interest among consumers and increase their willingness to consume legumes. It was necessary to find out how soaking and germination effect on the carbohydrate content of the legumes.

Soaking and germination can reduce the amount of raffinose, stachyose and verbascose found in legumes.

A sensory laboratory of the Food Research Institute in Prague was used to evaluate prepared leguminous dishes. The results were statistically processed and evaluated by the program STATVYD version 2.0 beta.

By using HPLC it was determined the amount of glucose, sucrose, raffinose, stachyose, and verbascose in the raw pea seeds then in the soaked seeds and germinated seeds. The sampling during germination was carried out every 4 hours during 24 hours. Continuous monitoring of results was achieved.

Positive results were achieved by the sensory analysis of the leguminous dishes. Descriptors were rated above average dishes. Only one of them was rated slightly below average.

By using HPLC it was found out that the content of the galactooligosaccharide of the raffinose line considerably decreased significantly during soaking and germination. This was up to approximately 65% for raffinose, 38% for stachyose, and 47% for verbascose when evaluating the raw sample and the sample after 24 hours of soaking and the sample of 24 hours of germination in the pure sample mass. The amount of glucose and sucrose increased slightly during the food preparation. The total amount of carbohydrates remained approximately constant.

Keywords: antinutritional agents; HPLC; peas; recipes; sensory analysis

Obsah

1 Úvod	10
2 Vědecká hypotéza a cíle práce.....	11
3 Literární rešerše.....	12
3.1 Pěstování luskovin.....	12
3.2 Botanická charakteristika luskovin	12
3.2.1 Cizrna beraní.....	12
3.2.2 Čočka jedlá	13
3.2.3 Hrách setý	13
3.2.4 Sója luštinatá.....	13
3.2.5 Vigna mungo	14
3.3 Nutriční složení luštěnin.....	14
3.3.1 Obsah sacharidů a vlákniny v luštěninách.....	15
3.3.2 Obsah proteinů v luštěninách.....	15
3.3.3 Obsah lipidů v luštěninách	15
3.3.4 Obsah vitaminů a minerálních látek v luštěninách	16
3.4 Antinutriční složení luštěnin	16
3.4.1 Alergenní proteiny	16
3.4.2 Inhibitory trávicích enzymů.....	16
3.4.3 Lektiny.....	17
3.4.4 Oligosacharidy	17
3.4.5 Saponiny	17
3.5 Efekt konzumace luštěnin na lidský organismus	18
3.5.1 Poruchy gastrointestinálního traktu	18
3.5.2 Nadváha a obezita	18
3.5.3 Diabetes mellitus II. typu	19
3.5.4 Kardiovaskulární onemocnění	19
3.6 Spotřeba luštěnin.....	19
3.6.1 Odlišnosti ve spotřebě	20
3.6.2 Veřejné stravování, stravování v domácnostech.....	20
3.6.2.1 Stravování ve školních institucích v České republice.....	21
3.7 Technologické úpravy semen luskovin	22
3.7.1 Mletí	22
3.7.2 Máčení	22
3.7.3 Fermentace.....	23
3.7.4 Var.....	23
3.7.5 Paskalizace.....	23
3.7.6 Klíčení	24

3.8	Klíčené luštěniny.....	24
3.8.1	Způsoby klíčení.....	24
3.8.2	Legislativa.....	26
3.8.3	Klíčení luštěnin v provozech stravovacího zařízení.....	26
4	Metodika.....	28
4.1	Rostlinný materiál	28
4.2	Stanovení sacharidů pomocí HPLC.....	28
4.2.1	Příprava a uchování rostlinného materiálu	28
4.2.2	Klíčení luštěnin	28
4.2.3	Příprava vzorků	28
4.2.4	Stanovení sušiny.....	29
4.2.5	Přístroje a chemikálie	29
4.2.6	Postup vyhodnocení výsledků.....	30
4.3	Příprava pokrmů s přidavkem klíčených luštěnin	30
4.3.1	Příprava a uchování rostlinného materiálu	30
4.3.2	Přístroje.....	31
4.3.3	Senzorické hodnocení pokrmů z naklíčených luštěnin	31
5	Výsledky	32
5.1	Obsah sacharidů v hrachu	32
5.1.1	Množství glukózy a sacharózy	32
5.1.2	Množství galaktooligosacharidů	34
5.1.3	Statistické vyhodnocení závislostí	37
5.2	Pokrm s přidavkem klíčených luštěnin.....	39
5.2.1	Receptury obsahující klíčený hrách	39
5.2.1.1	Čokoládovo-banánová buchta.....	39
5.2.1.2	Keksy.....	40
5.2.2	Recepty obsahující klíčenou vignon mungo.....	41
5.2.2.1	Tvarohovo-jablečný koláč	41
5.2.2.2	Pomazánka z pečeného masa.....	42
5.2.3	Recept obsahující klíčenou sóju.....	43
5.2.3.1	Rajčatová polévka zahuštěná klíčenou luštěninou	43
5.3	Senzorická hodnocení pokrmů s přidavkem klíčených luštěnin.....	44
5.3.1	Senzorická hodnocení pokrmů obsahující klíčený hrách	44
5.3.2	Senzorická hodnocení pokrmů obsahující klíčenou vignon mungo	48
5.3.3	Senzorické hodnocení pokrmu obsahující klíčenou sóju	53
5.3.4	Celkové četnosti konzumace.....	54
5.3.5	Celkové sensorické hodnocení.....	55
6	Diskuse.....	57

6.1	Vliv máčení a klíčení na obsah sacharidů.....	57
6.1.1	Vliv máčení na obsah sacharidů	57
6.1.2	Vliv klíčení na obsah sacharidů	58
6.2	Receptury pokrmů z klíčených luštěnin	58
7	Závěr	60
8	Literatura.....	61
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	69
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Konzumace luštěnin je nízká v celém světě. V České republice jsou luštěniny konzumovány v průměrném množství 2,6 kg/osobu/rok. Přitom luštěniny obsahují velké množství zdraví prospěšných látek. Obsahují vitaminy, minerální látky, vysoké množství proteinů (které je srovnatelné a v některých případech i vyšší, než je tomu například v mase) a další tělu prospěšné látky. Zároveň nízký obsah tuku, zvláště nasycených mastných kyselin, z luštěnin dělá ideální surovinu pro lidi trpící civilizačními chorobami. Bylo by tedy vhodné, aby byla častěji a ve větším množství nabízena a vařena luštěninová jídla nejen v domácnostech, ale i ve veřejných, školních a závodních jídelnách .

Luštěniny jsou často nabízeny ve známých úpravách, které většinou nejsou moc oblíbené. Čočka na kyselo, hrachová kaše apod. nepatří ve školních jídelnách mezi kvitované pokrmy. Je vhodné vymyslet receptury a upravit luštěniny tak, aby byly konzumovány s chutí, nejen z nutnosti, kdy není na výběr jiná alternativa.

Luštěninové pokrmy jsou často odmítány z důvodu nepříjemných gastrointestinálních obtíží následujících po jejich konzumaci. Po konzumaci luštěninových pokrmů dochází k rozkladu galaktooligosacharidů až v tlustém střevu pomocí přítomných mikroorganismů. Během rozkladu jsou uvolňovány plyny, které způsobují meteorismus a flatulenci. Nelze vyšlechtit rostlinu, jejíž semena by neobsahovala galaktooligosacharidy, jelikož mají zásobní funkci energie pro následné klíčení semen. Je třeba je odstranit jiným způsobem než šlechtěním. Lze využít máčení, klíčení, případně jiné běžně užívané kulinární úpravy luštěnin. Ideálním způsobem zbavení se co největšího množství galaktooligosacharidů je kombinace několika různých metod.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíle práce:

- 1) vhodně kulinárně upravit naklíčené luštěniny a provést sensorické hodnocení pokrmů
- 2) analyzovat obsah oligosacharidů v semenech hrachu v různých stupních klíčení a porovnat s nenaklíčenými a máčenými variantami
- 3) statisticky vyhodnotit výsledky sensorické analýzy a analýzy oligosacharidů

Hypotézy:

- 1) dle sensorických analýz budou kulinárně upravené luštěniny hodnoceny kladně
- 2) čím vyšší bude stupeň naklíčení semen hrachu, tím nižší bude obsah jednotlivých oligosacharidů
- 3) budou značné rozdíly v množství oligosacharidů v surových semenech v porovnání s namáčenými semeny a se semeny naklíčenými

3 Literární rešerše

V problematice konzumace luštěnin je třeba upřesnění některých pojmů. Jako luskoviny jsou označovány celé rostliny. Zralá semena rostlin se po různých úpravách nazývají luštěniny. Jestliže dochází ke konzumaci semen nezralých, včetně zelených lusků, jsou řazeny mezi zeleninu. Kvůli vysokému obsahu tuků jsou někdy sója a podzemnice olejná zařazeny mezi olejniny.

3.1 Pěstování luskovin

Luskoviny jsou plodiny hojně pěstované od mírného pásu, přes subtropický pás až po tropické oblasti. Patří k rostlinám druhé a třetí trati. Existují nejen v bylinných typech růstu, ale i v typech polokeřových. Kořeny luskovin pokrývají hlízky, tzv. noduly. Vznikají působením bakterií rodu *Rhizobium*, které váží vzdušný dusík. Bakterie jsou v půdě přirozeně se vyskytující, pokud však nejsou luskoviny na určitých oblastech po delší dobu pěstované, je lepší předvýsevové ošetření osiva hlízkovými bakteriemi, tzv. očkování (Moravec 1996; Valíček 2002).

Mezi nejvhodnější předplodiny luskovin patří saláty (letní i zimní), špenát, pekingské zelí a ozimé obilniny. Samotné luskoviny by neměly být vysévány po sobě. Dochází k vyčerpání půdy a následně nízkým výnosům (Moravec 1996).

V hospodářském sektoru jsou některé druhy luskovin používány jako tzv. krycí plodiny. Vytváří protierozní a protiplelevelový systém. Rostliny mají vysoké množství organické hmoty s ideálním poměrem C:N, díky kterému dochází k rychlé a snadné degradaci v oranici. Luskoviny jsou tak používány i jako zelené hnojivo (Valíček 2002).

3.2 Botanická charakteristika luskovin

Existuje velké množství synonym, kvůli kterému dochází k záměnám luskoviny a nesprávnému označování jednotlivých druhů. V současnosti jsou luskoviny řazeny do čeledi bobovitých (Fabaceae), ale dříve spadaly do čeledí: luštinaté, luštěninaté, motýlokvěté a vikvovitě (Prugar 2008).

Vzhled lodyhy a listů se liší dle jednotlivých druhů luskovin. Stavba květu však zůstává jednotná. Plodem je většinou lusk pukající oběma chlopněmi. Méně obvyklý bývá struk příčně poltivý. Semena se liší druh od druhu, případně odrůda od odrůdy, tvarem, barvou i velikostí. Semena všech druhů luskovin jsou na lusky připojena tzv. poutky. Semena mají dvě dělohy a mezi nimi je embryo (Valíček 2002).

3.2.1 Cizrna beraní

Jednoletá rostlina mající pevný, nepoléhavý stonek pokrytý žláznatými chloupky. Měří okolo 60 cm. Je vysoce odolná suchu a teple. Pěstování je podobné jako u hrachu, je však náročná na osvětlení a teplo. Jedná se o rostlinu citlivou na nízké teploty a přebytek vláhy. Vysévá se při teplotách půdy mezi 8 až 10 °C (cca polovina dubna) do hloubky 4 cm a vzdálenosti mezi jednotlivými rostlinami 25 cm. K výsevu je ideální využít semena z předchozí sklizně, neboť rychle ztrácí klíčivost. Vegetační doba se pohybuje okolo 130 dní

v závislosti na klimatických podmínkách. Kvete hroznovitým květenstvím s bílými, růžovými, červeno-růžovými, nebo modrými květy. Lusk je krátký a obsahuje maximálně 2 semena. Semena jsou kulatá různých barev (černá, tmavě hnědá, barva bílé kávy). Sklizeň probíhá, když je rostlina zcela žlutá (Valíček 2002; Mižík 2011; Walterová 2014).

3.2.2 Čočka jedlá

Jednoletá vzpřímená rostlina vysoká až 75 cm. Existuje 5 odrůd: žlutá, oranžová, hnědočervená, zelená a černá. Dále je možné je rozdělit dle velikosti semen na čočku drobnozrnnou a velkozrnnou. V současné době se v Evropě hojně pěstuje v oblasti Středomoří. Na rozdíl od cizry potřebuje v půdě velkou zásobu vápníku. Jedná se o rostlinu náročnou na teplotu v období konce vegetace. Výsev se provádí na jaře do hloubky 3-4 cm a vzdálenosti jednotlivých semen až 25 cm. Má čtvercovitý silně rozvětvený stonek. Listy jsou uspořádány střídavě, sudozpeřeně a zakončené úponky nebo hroty. Každý list se skládá z 5-16 dílčích lístků. Drobné květenství vyrůstá z paždí listů a tvoří většinou 2 až 3 květy hrozny. Květy jsou bílé, světle modré, nebo růžové barvy. Tvoří krátké ploché lusky obsahující maximálně 3 diskovitá semena, která se liší barvou dle jednotlivých odrůd. Mohou být šedá, zelená, zelenohnědá, světle červená s černými skvrnami nebo čistě černá. Je prováděna dělená sklizeň, tj. lusky jsou sklizeny postupně, jak dozrávají. Sklizeň počíná, když zežloutnou dolní lusky (Chrtková 2001; Valíček 2002; Henk 2016).

3.2.3 Hrách setý

Jedná se o jednoletou popínavou rostlinu, která může měřit až 1,5 m. V oblastech mírného pásu má široké uplatnění. Využívá se jako krmivo pro zvířata, zelené hnojivo a v neposlední řadě v potravinářství. Výsev probíhá mezi únorem a květnem. Možnost výsevu je i v červenci, kdy ke sklizni dochází během podzimních měsíců. Doba od výsevu do plné zralosti trvá přibližně 2 měsíce. Listoví je ukončeno zaobleným nebo uťatým vrcholkem. Obdobně jako *vigna mungo* (latinsky *Vigna mungo* L. Hepper) i listy hrachu mají zpeřenou žilnatinu. Květenství je hroznovité a obsahuje 1-3 motýlkovité květy. Květy většinou bývají dvoubarevné, případně bílé nebo fialové. Barvu semen lze odvodit z barvy pavězy, která tvoří korunu. Různobarevná semena rostou na rostlinách s červenou pavézou, žlutá a zelená na rostlinách s pavézou bílou. Plodem hrachu je lusk (rovný nebo prohnutý), který obsahuje mezi 4 až 10 semeny (Moravec 1996; Jelínková 2017).

V České republice se hrách pěstuje na více než 2 000 ha. Celková výnosnost se pohybuje okolo 10 000 t lusků. Příznivý efekt na výnosy má teplé počasí během jara (duben, květen) a chladný a deštivý červen. Nutností je krátké bezesrážkové období před začátkem kvetení (Moravec 1996).

3.2.4 Sója luštinatá

Patří mezi nejstarší kulturní plodiny pocházející z jihovýchodu Asie. Kvůli vyššímu obsahu tuku v semenech, než je tomu u ostatních druhů luštěnin, bývá občas řazena mezi olejninu. Jedná se o jednoletou rostlinu pokrytou trichomy dosahující, v ideálních podmínkách, výšky až 2 metry. Listy se skládají z 3-5 lístků. Tvoří hroznovitá květenství

obsahující 3-8 bílých, fialových, modrých, nebo světle fialových květů. Lusky mohou dosahovat délky až 7 cm. V každém lusku se nachází až 4 semena. Klíčivost semen je zachována po dobu až 15 let. Ideální je však využití semen starých maximálně 3 roky. Sója je náročná na teplo a vodu. Pokud je nedostatečná zálivka, dochází k výraznému snížení výnosu. Potřebuje půdy s dostatkem živin a velkou zásobou dusíku. V roce 2019 byla sója luštinatá pěstována v České republice na rozloze 12 200 ha, což je o 3 000 ha méně, než tomu bylo v předchozím roce (Brar & Carter 1993; Venclová 2019).

3.2.5 Vigna mungo

Rod vigna stále nemá zcela dokončenou nomenklaturu. Lze najít více označení pro vignu mungo, např.: *Phaseolus mungo*, fazol mořský, fazole mungo, nebo mungo. Jedná se o jednoletou popínavou rostlinu dosahující výšky až 1,2 metru. Listy jsou střídavé, trojčetné se zpeřenou žilnatinou, pokryté trichomy. Květenství jsou hroznovitá a skládají se z 5-6 žlutozelených květů. Lusky jsou dlouhé od 4 do 7 cm. V každém lusku je až 10 černých nebo zelených semen. Vhodné podmínky pro pěstování jsou v subtropických a tropických oblastech celého světa. V České republice ji lze nalézt pouze ve sklenících (Valíček 2002; Ulloa et al. 2017).

3.3 Nutriční složení luštěnin

Složení závisí na mnoha aspektech. Liší se dle kultivarů, místa pěstování, přírodních podmínek a typů půd, ve kterých se luskoviny pěstují. Dále záleží na zralosti a velikosti jednotlivých semen. Nutriční hodnotu luštěninové složky pokrmu ovlivňuje i sklizeň a uložení semen luskovin, způsob, jakým je s luštěninami zacházeno před jejich dalším zpracováním, a způsob technologické úpravy zpracování luštěnin (Prugar 2008; Wang et al. 2009).

V semenech jsou obsaženy pyridinové alkaloidy (trigonellin), isoflavanonové fytoalexiny (pisatin), aminokyseliny neproteinové povahy (kanavanin) a aminy (agmantin a putrescin). Ve velkém množství obsahují flavonoly (isokvercitrin), cyklotoly (pinitol) a kumariny (dafnetin).

Všeobecně luštěniny obsahují velké množství bílkovin, škrobu, reverzní celulózy, vitaminů a minerálů. Naopak, až na výjimky (podzemnice olejná, sója luštinatá), vykazují velmi nízký obsah tuků. Obsah nenasycených mastných kyselin se v luštěninách pohybuje od 55 do 85 % z celkového obsahu tuků. Tuky jsou převážně zastoupeny z řad mono-, di- a triacylglycerolů, volných mastných kyselin, sterolů a jejich esterů, fosfolipidů a fytosterolů (Chrtková 2001; Prugar 2008; Fabbri & Crosby 2015).

Více informací o složení semen luskovin poskytne tab. 1.

Tab. 1 Složení surových semen luskovin ve 100 g (USDA 2019); upraveno

	cizrna	čočka	hrách	sója	vigna mungo
energie (kJ)	1581	1473	1521	1866	1427
sacharidy (g)	62,9	63,4	61,6	30,2	58,9
proteiny (g)	20,5	24,6	23,1	36,5	25,2
lipidy (g)	6	1,1	3,9	19,9	1,6

3.3.1 Obsah sacharidů a vlákniny v luštěninách

Množství sacharidů se v luštěninách pohybuje mezi okolo 60 % s výjimkou sóji, která jich kvůli vyššímu obsahu bílkovin a tuků obsahuje přibližně poloviční množství (USDA 2019).

Nejvyšší podíl v rámci sacharidů tvoří škrob s poměrem amylyózy k amylopektinu 3:1. Obecně luštěniny obsahují vyšší procento vyšších sacharidů než mono- a disacharidů. Výjimkou zůstávají nezralá semena luskovin, která jsou díky svému vysokému obsahu jednoduchých sacharidů řazena mezi zeleninu. Jedná se například o zelený hrášek, hrášek konzumovaný i s lusky, zelené fazolky a další (Han & Baik 2006; Obendorf & Gorecki 2012).

Dále jsou sacharidy zastoupeny ve formě vlákniny (rozpustné i nerozpustné). Vlákninu tvoří rezistentní škrob, rafinózní oligosacharidy, neškrobové polysacharidy (hemicelulóza, celulóza, pektin, β -glukany) a nesacharidové složky, mezi které se řadí například lignin. To vše má za následek nízký glykemický index luštěnin, který zabraňuje výraznému kolísání hladiny glukózy v krvi. Vláknina hraje významnou roli také v udržování správné funkce gastrointestinálního traktu (GIT) a to zejména v jeho spodní části. Udržuje vhodné prostředí pro střevní mikrobiotu a příznivě ovlivňuje správnou peristaltiku střev (Guillon & Champ 2002; Apata 2008; Buttriss & Stokes 2008; Clemente & Olias 2017).

3.3.2 Obsah proteinů v luštěninách

Bílkoviny se v luštěninách průměrně pohybují mezi 20 až 25 g na 100 g surových semen. Výjimku tvoří sója, která obsahuje okolo 43 % proteinů. Pokud je porovnáváno pouze množství bílkovin, některé luštěniny z tohoto hlediska převyšují obsah proteinů v mase, ve kterém se běžně pohybuje okolo 20 %. Bílkoviny z luštěnin jsou chudé na cystein, metionin (sirné aminokyseliny) a tryptofan. Naopak obsahují ve větší míře arginin, leucin a lysin. Z nutričního hlediska je nejvhodnější kombinace luštěnin s nějakou obilovinou, pro které je limitující aminokyselina lysin. Hodnota bílkovin pokrmu se tak zvýší a stává se plnohodnotnou (Iqbal et al. 2006; Dostálová 2014; USDA 2019).

3.3.3 Obsah lipidů v luštěninách

Všeobecně množství tuku v luštěninách se pohybuje okolo 2 g na 100 g surových luštěnin s výjimkou sóji (okolo 20 g tuku na 100 g surových semen) a podzemnice olejné (cca 58 g tuku na 100 g surových semen) (Dostálová 2014).

Množství nasycených mastných kyselin je v rozmezí 15 až 45 %, tj. obsah nenasyčených mastných kyselin je 55 až 85 % (Houba et al. 2009). Většina mastných kyselin je ze zástupců skupiny polyenových mastných kyselin. Více je kyselin z řady n-6 (hlavně kyselina linolová a arachidonová) než n-3. Jediným případem, kde převažují monoenoové mastné kyseliny je cizrna (Messina 1999; Bouchenak & Lamri-Senhajji 2013).

Z dalších lipidových zástupců a látek doprovázejících lipidy se v semenech luskovin nachází fosfolipidy a rostlinné steroly, látky mající v lidském organismu pozitivní vliv (Houba et al. 2009).

3.3.4 Obsah vitaminů a minerálních látek v luštěninách

V luštěninách převažují vitaminy rozpustné ve vodě. Především vitaminy skupiny B a malé množství vitamínu C. Luštěniny v surové formě obsahují všechny vitaminy skupiny B, až na kobalamin, vitamín B12 (Dostálová 2014). Luštěniny obsahují především vitamín B9 známý jako kyselina listová, folacin, popřípadě folát. Je doporučována při plánování těhotenství a během něho. Umožňuje správný vývin a vývoj plodu. Dále hraje roli v syntéze DNA a RNA (Tian et al. 2017).

Výjimku v obsahu v tuku rozpustných vitaminů tvoří luštěniny s vysokým obsahem tuku (sója a podzemnice olejná) a cizrna obsahující především tokoferoly (Mesina 1999; Bouchenak & Lamri-Senhadji 2013).

Většina kulinárních úprav vitaminy degraduje. Dochází k tomu zejména během máčení a varu, kdy jsou významné ztráty vitaminů rozpustných ve vodě. Naopak fermentací jsou luštěniny obohaceny o vitamín B12, který se za běžných okolností v luštěninách nevyskytuje. Další způsob úpravy luštěnin zvyšující obsah vitaminů (převážně skupiny B a C) je klíčení (South Pacific Commission 1991; Broughton et al. 2003).

Luštěniny jsou bohaté na minerální látky a to: vápník, fosfor, draslík, hořčík, železo, měď, zinek, kobalt, síru a další. V obalových vrstvách semen je jejich koncentrace nejvyšší. Využitelnost snižuje přítomnost antinutričních látek, především kyseliny fytové a oxalové, které tvoří s mineráliemi nerozpustné komplexy (Karmas & Harris 1988; Habiba 2002; Kadlec et al. 2008).

3.4 Antinutriční složení luštěnin

Do antinutričních látek obsažených v luštěninách patří některé bílkoviny (proteiny způsobující alergie, inhibitory trávicích enzymů, lektiny), nestravitelné oligosacharidy (α -galaktosidy, rafinóza, stachyóza, verbaskóza), glykosidy (saponiny, kyanogenní glykosiny), látky fenolové povahy, alkaloidy a látky tvořící nerozpustné komplexy s mineráliemi. Příkladem takových látek jsou kyselina fytová a oxalátová (Khokhar & Owusu-Apenten 2003; Kadlec et al. 2008).

3.4.1 Alergenní proteiny

Některé bílkoviny v luštěninách mají schopnost vyvolávat alergickou reakci. První zaznamenaná alergická reakce na sóju byla v roce 1934. Sója patří mezi nejčastější luštěniny vyvolávající přehnanou odezvu organismu a zároveň patří k 8 nejčastějším alergenům vůbec. Téměř 90 % všech alergických reakcí u dětí je zapříčiněno sójou. Pravděpodobnost vzniku takové reakce je možno snížit tepelnou denaturací (jakákoli tepelná úprava, nejlépe var) nebo enzymovou hydrolýzou (fermentace). Takto upravené proteiny je snáze možné rozložit v trávicím traktu a zvýšit tak jejich utilitu (Cordle 2004; Prugar 2008).

3.4.2 Inhibitory trávicích enzymů

Mají vliv na snížení sekrece trypsinu a chymotrypsinu, což způsobí omezenou tvorbu proteáz (rozkládají bílkoviny) a amyláz (rozkládají sacharidy). Důsledkem toho dochází

k nižší stravitelnosti a využitelnosti bílkovin v pokrmech z luštěniny. Jsou to termolabilní látky, jejichž obsah se liší dle druhu rostliny, zralosti semen a času a způsobu skladování (Houba et al. 2009). V rostlině mají ochrannou funkci proti škůdcům. Jejich množství lze redukovat tepelnou úpravou z důvodu jejich termolability a klíčením, kdy dochází k proteolýze a přirozenému snížení aktivity těchto inhibitorů (Duranti & Gius 1997; Savage & Morrison 2003; Mohamed 2011).

3.4.3 Lektiny

Jedná se o tzv. neimunitní proteiny, které mohou být vázány s volnými sacharidy, glykoproteiny a glykolipidy. Způsobují aglutinaci erytrocytů, proto dříve byly označovány jako fytohemagglutiny. Jsou více stabilní vůči ošetření teplotou než inhibitory proteáz. K jejich degradaci je vhodné dlouhodobější máčení v kombinaci s následným varem, případně klíčení semen. Pokud nedojde k vhodné eliminaci lektinů, jejich zvýšené množství může vyvolat zažívací obtíže a poškození střevního epitelu, které způsobí problémy se vstřebáváním živin skrz sliznici. U dětí může zapříčinit zpomalení růstu (Vasconcelos & Oliveria 2004; Isanga & Zhang 2008; Prugar 2008; Houba et al. 2009).

3.4.4 Oligosacharidy

Nejvýznamnější z oligosacharidů nacházejících se v luštěninách jsou α -galaktosidové deriváty sacharózy (převážně rafinóza, stachyóza a verbaskóza). Lidský trávicí trakt neobsahuje enzym určený k jejich štěpení, α -galaktosidasu, tudíž k jejich eliminaci nemůže docházet v tenkém střevě a neporušené α -galaktosidy postupují trávicím traktem dále. Jsou degradovány mikroby v tlustém střevě. Během degradace se jako vedlejší produkty objevují mastné kyseliny s krátkými řetězci a plyny (H_2 , CO_2 a CH_3). Stejným způsobem se částečně odbourává vláknina i rezistentní škrob. Flatulenci způsobenou galaktosidy lze předcházet vhodnou technologickou úpravou luštěnin (více viz kapitola 3.7 Technologické úpravy semen luskovin). Rozklad oligosacharidů závisí na genotypu luskoviny, přírodních podmínkách pěstované rostliny a střevní mikrobiotě člověka (Apata 2008; Dostálová 2014; Clemente & Olias 2017).

Prakticky nelze vyšlechtit luskovinu bez oligosacharidů, jelikož jsou klíčovým zdrojem energie pro vyklíčení semen luskovin (Prugar 2008).

3.4.5 Saponiny

Patří mezi biogenní aminy a polyaminy vznikající z volných aminokyselin pomocí bakterií. V luštěninách se hlavně nachází spermidin, z kterého vzniká spermin. Podporují léčbu poškozených sliznic. Pozitivní efekt mají v rámci prevence onkologických onemocnění. Pokud je však zjištěn novotvar, je třeba jejich příjem omezit na minimum (Prugar 2008).

Pokud dojde k jejich kontaktu s vodou, vzniká silná pěnová reakce. Ve zvýšené míře jsou zdraví poškozující. Degradují erytrocyty, čímž dochází k jejich celkovému rozpadu a uvolňování hemoglobinu do krevního řečiště. Další schopností je snižování výšky sliznice střev, což vede k jejich zvýšené propustnosti. Obsah saponinů není v luštěninách konstantní. Jejich množství opět závisí na jednotlivých druzích luštěnin, stupních zralosti atd. Nejmenší

obsah vykazuje bob obecný (0,1 g v 1 kg sušiny semen), naopak semena sóji obsahují až téměř 70× více saponinů (Shi et al. 2004; Prugar 2008; Houba et al. 2009).

3.5 Efekt konzumace luštěnin na lidský organismus

Luštěniny, díky svému nutričnímu složení, pozitivně ovlivňují zdraví člověka. Působí proti vzniku řady civilizačních chorob. Uvádí se, že konzumací alespoň 3 porcí luštěnin týdně lze bojovat proti vzniku kardiovaskulárních onemocnění, obezitě a vzniku některých maligních novotvarů (Clemente & Olias 2017).

3.5.1 Poruchy gastrointestinálního traktu

Zvláště pozitivní efekt na správnou funkci gastrointestinálního traktu má obsah vlákniny ve stravě. Rozpustná část vlákniny v žaludku zvětšuje svůj objem a zpomaluje průchod tráveniny do střev. Tím zajišťuje déle trvající pocit nasycení. Po vstupu do tenkého střeva má vliv na prostup a vstřebávání látek. Vyšší příjem vlákniny může být jednou z příčin malnutrice minerálních látek. Významné riziko to představuje pouze v případě, kdy je v jídelníčku vysoký obsah vlákniny a nízký příjem minerálních látek. Z pozitivního pohledu je rozpustná vláknina výhodná, neboť zamezuje vstřebávání některých látek, např. těžkých kovů (Trinidad et al. 2010). Samozřejmostí je i ztráta některých makronutrientů, sacharidů a tuků. Tuto situaci považujeme za pozitivní, neboť sacharidů i tuků je ve stravě běžného konzumenta přebytek. Při přesunu do tlustého střeva dochází k fermentaci rozpustné vlákniny střevní mikrobiotou za vzniku mastných kyselin s krátkým řetězcem, oxidu uhličitého a vodíku. Mastné kyseliny s krátkými řetězci jsou hlavním zdrojem výživy pro buňky v tlustém střevě. Důsledkem snížení pH dochází k zmírnění rizika vzniku některých zánětlivých onemocnění, cukrovky 2. typu a nádorů (Huiyun et al. 2003; Mallillin 2008).

Nerozpustná vláknina zvětšením svého objemu zamezuje kontaktu látek (včetně těžkých kovů, případně dalších karcinogenů) se sliznicí, čímž snižuje riziko vzniku kolorektálních karcinomů. Působí taktéž preventivně proti obstipaci (Kushi et al. 1999).

Studie prokazují inverzní spojitost mezi konzumací luštěninových pokrmů a rizikem vzniku kolorektálního karcinomu. Při konzumaci luštěnin 2x týdně (100 g syrových semen) klesá riziko vzniku maligních novotvarů všech druhů (Clemente & Olias 2017).

3.5.2 Nadváha a obezita

Při rozvoji nadváhy a obezity hraje roli více faktorů. Výživa je hlavním z nich. V současnosti se jedná o celosvětový problém. Existují místa, kde je polovina obyvatelstva výrazně těžší, než je jejich ideální hmotnost. Nejzávažnějším aspektem tohoto onemocnění jsou jeho zdravotní dopady na jednotlivé soustavy lidského těla (Duranti 2006).

Při zvýšeném obsahu vlákniny ve stravě dochází k rychlejšímu pocitu nasycení. Díky vláknině je energetická denzita pokrmu nižší, čehož lze využít v redukčních jídelnících. U dospělých jedinců konzumujících pravidelně luštěniny se vyskytuje nižší tělesná hmotnost než u lidí, kteří se luštěninám vyhýbají (Buttriss & Stokes 2008; Polak et al. 2015).

3.5.3 Diabetes mellitus II. typu

Kombinace vlákniny s rezistentním škrobem a množství bílkovin v luštěninách způsobuje jejich nízký glykemický index (GI). Glykemický index je hodnota (0-100), která udává, za jak dlouho se po pozření určitého pokrmu zvýší hladina krevního cukru. Pokud jsou hodnoty nízké, znamená to, že potravina zvyšuje glukózu pomalu a bez výkyvů. Potraviny s vysokým GI prudce zvyšují koncentraci glukózy v krvi, následně krevní cukr rychle klesne a nastává pocit hladu, který však nemá reálné opodstatnění v nízkém zásobení organismu energií.

GI závisí na množství a složení dalších látek v pokrmu. Kombinací sacharidového pokrmu (pečivo, těstoviny) s bílkovinou (sýr, maso) nebo tukem (máslo, olej) celkový GI bude nižší než u čistě sacharidového pokrmu. GI luštěnin je nízký, jelikož kombinují sacharidy s vysokým procentem bílkovin a v některých případech (sója, podzemnice olejná) i s tukem (Venn & Green 2007; Atkinson et al. 2008).

U diabetiků bylo zaznamenáno výrazné zlepšení stavu při nahrazení části sacharidové složky pokrmu luštěninou. Došlo ke snížení postprandiální glykémie a tím nižšímu zatěžování organismu. I pouhé přidání luštěniny do pokrmu vede k zvýšení jeho nutriční hodnoty (Polak et al. 2015; Clemente & Olias 2017).

3.5.4 Kardiovaskulární onemocnění

Zařazení luštěnin do jídelníčku zapřičiňuje zlepšení krevních testů. Dojde ke snížení celkového cholesterolu, LDL cholesterolu a triglyceridů. Zároveň vede k mírnému nárůstu HDL cholesterolu, který má na lidské tělo protektivní efekt v souvislosti s rizikem vzniku kardiovaskulárních onemocnění (infarkt myokardu, ateroskleróza) a mrtvic (Bouchenak & Lamri-Senhadjji 2013; Polak et al. 2015).

Konzumace luštěnin se významně podílí při snižování vysokého krevního tlaku. Je to zapříčiněno především obsahem draslíku, hořčíku a vlákniny (Bouchenak & Lamri-Senhadjji 2013; Duranti 2006).

3.6 Spotřeba luštěnin

Existuje několik aspektů, které ovlivňují výběr surovin a potravin. Řadí se mezi ně chuť, textura, nutriční hodnota, cena, bezpečnost a v neposlední řadě obtížnost dodatečné úpravy. V dřívějších dobách bývala upřednostňována cena před všemi ostatními faktory. Naproti tomu v dnešních dnech se dostává do popředí zájmu lidí zdravotní nezávadnost, nutriční složení a chuťový vjem (Tiwari & Cummins 2013).

S ohledem na informace z předchozího odstavce by měla spotřeba luštěnin v populaci stoupat, protože luštěniny jsou zdrojem proteinů, vlákniny, škrobu. Taktéž obsahují vysoké procento vitaminů a minerálií (Clemente & Olias 2017). Oproti ostatním státům Česká republika vykazuje pouze nízkou spotřebu luštěnin na osobu a rok a to okolo 2,6 kg. Uvedené množství je dlouhodobě stabilní, případně mírně kolísající. Napříč světem se spotřeba semen luskovin pohybuje od 2 do 20 kg na osobu a rok. Nejvyšší spotřebu mají státy Asie (hlavně Indie s cca 14 kg luštěnin/osobu/rok, také díky orientaci na sóju), následované Afrikou (9 kg/osobu/rok). Evropský průměr se pohybuje okolo 3,5 kg/osobu a rok, což je o přesně

o polovinu méně, než jaká je celosvětová průměrná spotřeba. Z uvedeného vyplývá, že obyvatelé České republiky jsou ve spotřebě luskovin hluboko pod celosvětovým i evropským průměrem (Dostálová 2014).

3.6.1 Odlišnosti ve spotřebě

Hlavním důvodem vysoké spotřeby semen luskovin převážně v chudších státech světa je jejich snadné a levné pěstování. Místní obyvatelstvo tak obohacuje své primární sacharidové pokrmy o důležitou proteinovou složku (Valíček 2002). Množství zastoupení jednotlivých nutrientů závisí na mnoha faktorech. Všeobecně lze říct, že obsah bílkovinné složky se pohybuje mezi 20 a 25 %. Pokud jsou porovnávány přílohové potraviny (obiloviny, okopaniny, luštěniny) z hlediska množství proteinů, nejvyšší obsah mají luštěniny, následně obiloviny (3× méně, než je tomu u luštěnin) a nejnižší obsah mají okopaniny (přibližně 15× méně než luštěniny). Omezujícím faktorem luštěninových bílkovin je jejich biologická hodnota, která může být zvýšena, pokud jsou luštěniny konzumovány společně s obilovinami. Limitujícími aminokyselinami luštěnin jsou totiž cystein a metionin, které jsou však zastoupeny v hojné míře právě v obilovinách (Valíček 2002; Apata 2008).

Ve vyspělých státech nejsou luštěniny mnohdy hlavním zdrojem bílkovin, jak je tomu ve státech rozvojových. Lidé mají větší možnost výběru jiných zdrojů proteinů. Nízká spotřeba v rozvinutých státech je primárně přikládána trávicím obtížím, určité pachuti a delšímu času přípravy luštěninového pokrmu v porovnání s ostatními přílohami (Prugar 2008).

3.6.2 Veřejné stravování, stravování v domácnostech

Dle WHO (Světová zdravotnická organizace) je doporučovaný příjem luštěnin 500 g na osobu za týden. Na osobu a rok by vycházelo okolo 26 kg luštěnin. Takového množství nedosahují ani státy s vysokou mírou konzumace luštěnin, viz kapitola Spotřeba luštěnin. Nejoblíbenější luštěninou v České republice je hrách, kterého se sní necelý 1 kg/osobu za rok. Následují čočka a fazole. Spotřeba fazolí se v tuzemsku pohybuje okolo 500 g luštěnin/osobu/rok (Dostálová 2014; Fabbri & Crosby 2015).

Ke zpopularizování konzumace luštěnin by prospělo, pokud by došlo ke zlepšení sensorických vlastností pokrmů, snížil by se obsah antinutričních látek na minimum (zejména oligosacharidů způsobujících trávicí potíže) nebo by se podstatně snížila doba přípravy luštěninových pokrmů (Prugar 2008). Množství oligosacharidů v luštěninách lze prokazatelně eliminovat jejich naklíčením. Touto problematikou se dlouhodobě zabývá VÚPP (Výzkumný ústav potravinářský Praha, v. v. i.) ve spolupráci s různými organizacemi, například společností STOB s. r. o. nebo firmou Beskyd Fryčovice, která dodává klíčené luštěniny ve větším množství. VÚPP se taktéž účastní různých konferencí, kde je prostor k ukázkám a ochutnávkám, například konference Školní stravování 2019. Byla zde přednesena přednáška na téma „Polotovary a pokrmy z klíčených luštěnin“. Konference se primárně účastnili lidé pracující ve školních jídelnách, kteří musí při vaření dodržovat výživové normy, více viz kapitola Stravování ve školních institucích v České republice (Společnost pro výživu 2019).

Pokud by byly luštěninové pokrmy podávány dětem v rodinách častěji, než je tomu nyní, bylo by vysoce pravděpodobné, že by si zvyk konzumace luštěnin uchovaly i v dospělosti. K tomu má pomoci kniha Klíčím, klíčíš, klíčíme, aneb vaříme z naklíčených luštěnin, která seznamuje s důvody a způsoby klíčení luštěnin, předkládá různé receptury pokrmů z naklíčených luštěnin (saláty, polévky, hlavní jídla, svačiny, pomazánky a sladká jídla/dezerty) a v neposlední řadě obsahuje tipy a triky nejen o klíčení (Pečenková et al. 2019).

Luštěniny hrají významnou roli také v rámci stravování osob trpících různými dietními opatřeními. Pokud jedinec trpí celiakií, alergií na lepek, je důležité najít vhodnou alternativu za pokrmy vyrobené s přídavkem obilné mouky. Jedním z projektů VÚPP bylo vymyslet, jakým způsobem by se dala snížit konzumace kreků z mouky. Negativa jejich konzumace je absence zdravotního přínosu pro lidské tělo a možnost zdravotní závadnosti z důvodu použití vysoké teploty během jejich výroby. Výměnou obilné mouky za luštěniny jsou krekry obohaceny o důležité mikro- i makro- nutrienty a pokud je během přípravy použito šetrnějších teplot, nevznikají výraznější ztráty vitaminů (Kýhos et al. 2014). Další možností zařazení luštěnin do jídelníčku je využití luštěninových nápojů a jejich následné kysání za pomoci jogurtové kultury vytvořením „jogurtů“. Bylo třeba hlídat množství přidané tekutiny při výrobě nápojů. Pokud jí bylo větší množství, docházelo k oddělování jednotlivých složek „jogurtu“ (Landfeld et al. 2013).

3.6.2.1 Stravování ve školních institucích v České republice

V rámci školního stravování existují normy, které musí školní kuchyně připravující pokrmy pro své strážníky dodržovat, tzv. spotřební koš. Udává výživové požadavky na jídla podávaná dětem a dospívajícím. Kritérium pro rozdělení strážníků je věk. Následně jsou ještě strážníci rozdělení podle toho, zda se stravují v rámci tzv. celodenního stravování nebo mají pouze doplňková jídla. Každá samostatná kategorie má svoje specifické normy konzumace potravin. Potraviny jsou rozděleny všeobecně do skupin (brambory, luštěniny, ryby...) na strážníka a den v g. Způsob a zařazení jednotlivých surovin záleží tedy pouze na vedoucích jídelen. Spotřební koš je připravován na měsíc dopředu. Nechává tudíž kuchařkám určitou volnost v rámci výběru surovin a následných pokrmů během jednotlivých dnů.

V rámci klasického jídelníčku musí být luštěniny zařazeny pro děti (ve věku od 3 do 6 let) navštěvující mateřské školy v množství 10 g na osobu a den (tj. kdykoli v rámci oběda nebo svačiny). U starších strážníků (7 až 18 let věku) je množství stejné, jen je zahrnuto v rámci oběda.

Ve spotřebním koši je dále sekce týkající se finančních limitů na nákup potravin. Opět je rozdělena do jednotlivých kategorií dle věku dítěte a také ještě dle jednotlivých denních chodů. Celodenní stravné pro dítě do 6 let by mělo být v limitu 45-75,- Kč. Oběd pro strážníky navštěvující základní školu by se měl pohybovat od 16 do 34,- Kč. Pro dospívající od 15 let výše se tato cena zvedá na 20 až 37,- Kč. Uvedené ceny se týkají nákupních výdajů za suroviny (MŠMT 2017).

Uvedená množství surovin jsou minimální množství, která musí jídelna koupit a podat. Horní mez není stanovena. Problémem však zůstává, že 80 % dětí luštěniny odmítá (Strosserová 2014). Pokud by se u dětí zajistil kladnější přístup ke konzumaci luštěnin, školní

jídelny by tak mohly luštěniny zařazovat častěji. Jelikož se jedná o poměrně levnou komoditu, mohly by tak i snížit finanční náklady. Cena cizrny se pohybuje okolo 30,- Kč za 500 g, hrachu okolo 14,- Kč a čočky okolo 20,- Kč (Heureka 2019).

V rámci veřejného stravování musí být dodržovány přísné hygienické normy, jelikož se výsledné produkty dostávají veřejnosti a případné nákazy by tak měly dalekosáhlý dopad. Syrové klíčky nejsou kvůli možné naze patogenními mikroorganismy (*E. coli*, *Salmonella*) doporučovány k podávání ve veřejných stravovacích zařízeních. Pokud ovšem jsou klíčky dostatečně tepelně upravené, nepředstavují vyšší riziko než jiné potraviny. Ani samotné klíčení není doporučováno provádět v těchto zařízeních. Vhodné je oslovení některého z podniků schváleného Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí (SZPI), který se klíčením luštěnin (semen) zabývá (Petřeková & Sovadinová 2017).

3.7 Technologické úpravy semen luskovin

K úpravě luštěnin je přistupováno z několika pohledů. Jedním z nich je snazší, pro tělo přínosnější konzumace, a druhý důvod je co největší možná degradace antinutričních látek. Do nejčastěji užívaných metod spadá mletí sušených semen, máčení, použití páry, var, pečení a fermentace semen. Mezi další lze zařadit klíčení, využití ultrazvuku a vysokého tlaku. Ve většině případů dochází ke kombinaci jednotlivých způsobů úpravy luštěnin. Zvolením vhodné metody lze ovlivnit senzoricou a nutriční kvalitu pokrmu (Han & Baik 2006; Apata 2008; Polak et al. 2015).

3.7.1 Mletí

Rozemletím suchých luštěnin vzniká luštěninová mouka, která může být samostatně použita jako náhrada jiné mouky. Případně jí může být nahrazena část běžné mouky. Existuje studie, která zkoušela využitím rozemletého hrachu, nebo fazolí nahradit část semolinové mouky v poměru 35 g luštěninové mouky na 65 g pšeničné mouky. Obohacené těstoviny neměly kvůli obsažené vláknině tak homogenní strukturu a byly tvrdší (Petitot et al. 2010). V další studii byla při výrobě koláčů nahrazena běžná mouka moukou čočkovou. Došlo k výraznému zvětšení objemu koláče, ale zároveň k jeho vyšší tuhosti (Hera et al. 2012). K stejným výsledkům dospěla i studie, kde byla použita mouka cizrnová (Gomez et al. 2008). Jelikož v luštěninách nejsou obsaženy složky vyvolávající alergii na lepek, mohou být luštěniny zahrnuty do jídelníčku lidí trpících celiakií. Luštěninová mouka je tak vhodnou alternativou k mouce obsahující lepek (Duranti & Gius 1997). Toho lze využít například při přípravě bezlepkového chleba (Miñarro et al. 2012).

3.7.2 Máčení

Máčením po dobu 2 hodin se doba varu snižuje o 18 %, pokud byla doba máčení prodloužena na 4 hodiny, doba varu je kratší o ¼. Máčením se usnadní a zrychlí želatinování a uvolňování struktury bílkovin, čímž se přirozeně zjemní vnitřní struktura semen luskovin. Pokud se do vody, ve které jsou luštěniny máčeny, přidá sůl, dojde ke zlepšení toho výsledku. Rozpuštěnou kuchyňskou solí lze redukovat množství taninů a inhibitor trypsinu. K získání největšího účinku redukce taninů a kyseliny fytové je doporučeno máčení luštěnin ve vodě

s 2% obsahem jedlé sody (Huma et al. 2008). Vhodně zvolenou dobou máčení lze částečně z luštěnin odstranit oligosacharidy. Oligosacharidy jsou vyloučeny do vody, která je následně slita. Některé zdroje udávají snížení obsahu oligosacharidů o více než 40 % (Taiwo & Akanbi 1997; Prugar 2008).

Negativem je současné vylouhování nutričních látek (proteinů, minerálií a ve vodě rozpustných vitaminů). Vyvstává tak otázka, zda zcela slít vodu použitou při máčení, vařit ve vodě nové a ochudit pokrm o část nutričních látek nebo vařit luštěniny s částí vody, ve které se luštěniny máčely, čímž ale nedojde k tak výraznému úbytku antinutričních látek (Prugar 2008; Siddiq & Uebersax 2012).

3.7.3 Fermentace

Fermentace je pravděpodobně nejstarší metoda úpravy luštěnin. Jedná se o jednoduchou a levnou metodu. V současnosti je tato technologie nejčastěji využívána v Asii a Africe. Nejznámější tradiční fermentované luštěninové pokrmy například jsou: miso, idli, dosa, wada, tempeh a sójové omáčky. Po fermentaci klesá množství kyseliny fytové, polyfenolů a roste množství stravitelného škrobu. Dalším pozitivem je snazší a účinnější využitelnost proteinů (Yadav & Khetarpaul 1994; Onwurafor et al. 2014).

3.7.4 Var

Jedná se o nejčastěji užívanou metodu při přípravě luštěninových pokrmů. K maximální eliminaci antinutričních látek je nejvhodnější použít tento postup: máčení luštěnin v osolené vodě (zkrátí dobu varu) s 2% přídatkem jedlé sody, výměna vody, přivedení k bodu varu za co nejkratší čas, zmírnění varu a odklopení nádoby. Osolení luštěnin je vhodné provádět až ke konci varu. Pokud by došlo k varu v osolené vodě, dochází k výměně hořčinatých a vápenatých iontů ve stěnách buněk a obalové struktury semen ztvrdnou (Dostálová 2014; Polak et al. 2015). Máčením luštěnin 13 hodin v osolené vodě (koncentrace soli 2,3 %) je možno snížit dobu varu na 47 % (Schoeninger et al. 2014).

Varem za běžných podmínek není možné ovlivnit degradaci ligninu, necelulózoých polysacharidů a celulózy (Apatá 2008).

3.7.5 Paskalizace

Jedná se o bezohřevové ošetření potravin, které je schopno efektivně inaktivovat vegetativní formy mikroorganismů. Ty velice často způsobují alimentární onemocnění mající zanedbatelný vliv na senzoryckou a nutriční hodnotu potravin (Yordanov & Angelova 2014). Většina mikroorganismů v potravinách je zničena tlakem 600 MPa po dobu 10 minut (Dostálová et al. 2009). Celkové zastoupení mikroorganismů v 3 dny klíčeném hrachu pokleslo z $2,4 \times 10^6$ KTJ/g na méně než 10. U 2 dny klíčené cizrny byl pokles z $1,6 \times 10^5$ KTJ/g na méně než 10 a u 3 dny klíčené čočky z $3,4 \times 10^7$ KTJ/g na méně než 10 KTJ/g po použití paskalizace k jejich ošetření (Dostálová et al. 2007).

Paskalizaci lze využít při ošetřování luštěnin z hlediska poklesu některých antinutričních látek. Hodnota celkového množství α -galaktosidů po ošetření vysokým tlakem se pohybovala na 5% hodnotě tlakem neošetřeného vzorku (Dostálová et al. 2009).

3.7.6 Klíčení

Klíčením dochází k výrazné změně v nutričním i antinutričním složení luštěnin. Dochází k výraznému poklesu flatulentních oligosacharidů a některých dalších antinutrientů. Oproti tomu roste množství některých vitaminů (např.: C, B₂ a B₃) a zvyšuje se využitelnost minerálií. Celkově se zvyšuje aktivita enzymů, především amyláz, proteáz, fytáz a lipáz. Dochází také ke zkrácení doby varu (Tharanathan & Mahadevamma 2003; Huang et al. 2014).

Negativem je snazší mikrobiální kontaminace. Pokud jsou však zachovávána všechna pravidla bezpečného klíčení, nehrozí výraznější riziko vzniku alimentárního onemocnění (Pečenková et al. 2019).

V Příloze I je vidět porovnání, jak se mění množství energie a nutričních látek v surových, máčených a klíčených luštěninách.

3.8 Klíčené luštěniny

O přednostech klíčených luštěnin pojednává kapitola 3.7.6 Klíčení.

Ke klíčení se dají využít všechny volně prodejné luštěniny, které nejsou nijak upraveny, tj. nejsou předvařené, loupané, ani púlené (Pečenková et al. 2019). V tuzemsku se nejčastěji využívá vigny mungo, čočky a cizrny (Prugar 2008). Nejrychleji klíčí vigna mungo (Novotná et al. 2018).

3.8.1 Způsoby klíčení

Existuje několik různých způsobů, jakým lze docílit naklíčení luštěnin. Nezbytnou součástí všech postupů tvoří jejich ponoření v dostatečném množství čisté vody po dobu 10 až 24 hodin (Landfeld et al. 2013). Je nutné, aby semena zvětšila svou hmotnost o 90 až 120 % absorbováním vody (Novotná et al. 2018). Přibližné výnosy z 500 g sáčku běžných luštěnin jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2 Hmotnost luštěnin po jejich naklíčení (Pečenková et al. 2019)

druh luštěniny	množství po naklíčení 500 g surových semen
cizrna	1 100-1 300 g
čočka	1 100-1 200 g
hrách	1 100-1 300 g
sója	1 200-1 400 g
vigna mungo	1 600-1 800 g

Možnosti klíčení jsou:

- a) automatické klíčící zařízení,
- b) klíčící (bio) misky,
- c) pomůcky z domácnosti:
 - a. zavařovací sklenice,

- b. tácy,
- c. upravené PET lahve.

Automatické klíčící zařízení (viz obr. 1) je před použitím naplněno čistou vodou. Následně jsou do něj vložena namočená semena luskovin a zařízení spuštěno. Nejdéle po 24 hodinách je klíčidlo zastaveno a voda vyměněna.



Obr. 1 Automatické klíčidlo (Pečenková 2019)

Klíčících misek je na trhu několik různých druhů. Při klíčení se postupuje dle návodu dané misky.

V domácím prostředí lze využít běžné zavařovací sklenice. Namočené luštěniny jsou do ní vsypány, sklenice uzavřeny a ponechány na tmavém místě při pokojové teplotě. V pravidelných intervalech jsou opatrně proplachovány tak, aby nedošlo k polámání klíčků. Další možností je namočené luštěniny v tenké vrstvě rovnoměrně rozprostřít na táč a překrýt navlhčenou kuchyňskou utěrkou nebo vodopropustnou potravinářskou fólií. Celý táč je vhodné ponechat na tmavém místě při pokojové teplotě. Semena je nezbytné opatrně proplachovat a vlhčit kuchyňskou utěrkou, aby luštěniny zůstávaly vlhké. Poslední uvedenou domácí metodou klíčení je využití PET lahve. Do PET lahve jsou zespodu udělány malé otvory. Luštěniny se do ní vsypou. Takto naplněná PET lahev je umístěna na tmavé místo pokojové teploty. Semena je nutné udržovat vlhká, tj. pravidelně opatrně proplachovat (Landfeld et al. 2013, Novotná et al. 2018, Pečenková et al. 2019).

Doba klíčení závisí na vybraném druhu luštěniny. Přibližné doby klíčení jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3 Přibližná doba klíčení namočených luštěnin (Pečenková et al. 2019); upraveno

druh luštěniny	doba klíčení (hodiny)
cizrna	48
čočka	24 až 48

druh luštěniny	doba klíčení (hodiny)
hrách	48
sója	až 72
vigna mungo	24 až 48

3.8.2 Legislativa

Požadavky Evropské Unie (EU), které je nutné dodržovat:

- „nařízení Komise (EU) č. 211/2013 ze dne 11. března 2013 o požadavcích na osvědčení pro dovoz klíčků a semen určených k produkci klíčků do Unie, v platném znění,
- nařízení Komise (EU) č. 210/2013 ze dne 11. března 2013 o schvalování provozů produkujících klíčky podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004,
- 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 a pravidla pro odběr vzorků z jatečně upravených těl drůbeže a čerstvého drůbežního masa,
- prováděcí nařízení Komise (EU) č. 208/2013 ze dne 11. března 2013 o požadavcích na sledovatelnost u klíčků a semen určených k produkci klíčků“ (SZPI 2018)

Dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) dochází nejčastěji k nákaze ze suchých, patogenními bakteriemi kontaminovaných semen. Prostředím (vysoká vlhkost a pokojová teplota) nutným pro klíčení luštěnin dochází k pomnožení mikroorganismů. Není možné semena vyšetřit pouze před samotným klíčením, neboť zvýšené riziko kontaminace je po celou dobu procesu. Čím dříve však dojde ke zjištění zamoření, tím dříve může být riziko zmírněno (Evropská komise 2013).

Potravinářské podniky zabývající se klíčenými semeny musí dodržovat nařízení (ES) č. 852/2004. Provozovatelé jsou nuceni přijmout specifická hygienická opatření týkající se nejen dodržování mikrobiologických kritérií pro potraviny a požadavků na odběr vzorků a analýzy. Dle EFSA není v současnosti možné posouzení stupně ochrany veřejného zdraví zajišťované specifickými mikrobiologickými kritérii pro semena a klíčená semena (Evropská komise 2013). Do 13. 12. 2019 byla semena určená ke klíčení a klíčky dovážené ze zemí mimo EU nucena splňovat nařízení Komise (EU) č. 704/2014, protože v minulých letech se ukázalo, že v zemích třetího světa nejsou příslušné orgány schopny zaručit, zda je se semeny nakládáno dle ustanovených nařízení. Po 13. 12. 2019 bylo nařízení implicitně zrušeno (Evropská komise 2014).

3.8.3 Klíčení luštěnin v provozech stravovacího zařízení

Takové provozy se považují za prvovýrobu klíčených semen a je nezbytné, aby dodržovaly platnou legislativu. Mimo dodržování výše uvedených nařízení Evropské Unie je nutné, aby byl provoz schválený dozorovým orgánem.

Nejprve je nutné vyplnit a odevzdat na inspektorátu Státní zemědělské a potravinářské inspekce (SZPI) žádosti o schválení potravinářského podniku a o registraci potravinářského

podniku. Následuje kontrola provedená na místě, která je důležitá pro podmíněčné schválení (na maximálně půl roku), kdy SZPI vydá souhlas s registrací provozu produkujícího klíčky.

Je kontrolováno splnění právních požadavků zahrnující přesný postup péče o semena určená ke klíčení a klíčky samotné po celou dobu procesu (od skladování surových semen, ochranu před kontaminací, uchování klíčků, po konečnou distribuci a uvedení na trh). Veškeré osoby pracující v potravinářském podniku (PP) musí být zdravotně způsobilé k manipulaci s klíčky. Je nutností, aby pracovníci dodržovali zásady přísné osobní hygieny a nosili vhodný (ochranný) oděv. Pokud pracovník PP, který přichází do styku se semeny nebo klíčky, trpí nebo přenáší některou chorobu (zanícená poranění, kožní infekce, vředy, průjmová onemocnění), je neprodleně nutné, aby tuto skutečnost nahlásil provozovateli PP. Mohlo by dojít ke kontaminaci semen nebo klíčků. Přeprava by měla probíhat v dopravních prostředcích, případně kontejnerech, speciálně upravených pro přepravu potravin. Je třeba, aby byla umožněna jejich pravidelná a důkladná sanitace.

Do 3 měsíců po udělení podmíněčného schválení je provedena kontrola, zda PP splňuje i další požadavky týkající se využívaných semen ke klíčení, sledovatelnosti klíčků a mikrobiologických kritérií. Mikrobiální kritéria se provádí u semen na přítomnost *Salmonella spp.* a STEC, u klíčků nebo zavlažovací vody (alespoň 1 měsíčně) na přítomnost *Salmonella spp.* a STEC a u hotových výrobků na přítomnost *Salmonella spp.*, STEC a *Listeria monocytogenes* (frekvenci určí provozovatel PP) (SZPI 2018).

Mnohem podrobnější přehled literatury je uveden v bakalářské práci Pečenková (2018).

4 Metodika

V experimentální části diplomové práce byl stanovován obsah sacharidů (se zaměřením na oligosacharidy rafinózní řady) v hrachu setém pomocí HPLC. Dále byly vytvořeny receptury obsahující vybrané druhy luštěnin a provedena jejich senzorická analýza v senzorické laboratoři Výzkumného ústavu potravinářského Praha, v. v. i.

4.1 Rostlinný materiál

K analýzám byl využit hrách zelený celý společnosti Lagris zakoupený v síti řetězce Tesco.

4.2 Stanovení sacharidů pomocí HPLC

K detekci a stanovení sacharidů v hrachu bylo vyzkoušeno několik různých metod uvedených v literatuře, ale žádná nevykazovala adekvátní výsledky. Metody byly optimalizovány, ale výsledky nebyly uspokojivé. Byla tudíž vyvinuta zcela nová metoda přípravy vzorků a jejich následné analýzy.

4.2.1 Příprava a uchování rostlinného materiálu

Bylo analyzováno 8 vzorků semen hrachu setého ve 2 opakováních. Byla použita suchá semena, semena namočená po dobu 24 hodin při pokojové teplotě 24 °C. Dále byla analyzována semena, která byla klíčena 4 hodiny, 8 hodin, 12 hodin, 16 hodin, 20 hodin a 24 hodin a která byla před klíčením ponechána 24 hodin ve vodě o pokojové teplotě 23 °C.

Náhodným výběrem byla odebírána semena, která byla uchovávána v předem popsaných zipových sáčkách z LPDE materiálu. Vzorky byly ihned po odebrání uloženy při teplotě -18 °C po dobu maximálně 2 dnů.

4.2.2 Klíčení luštěnin

Semena luskovin (250 g) byla zalita vodou o teplotě 24 °C a ponechána volně. Po 24 hodinách byla přesypána do automatického klíčidla Freshlife 3000 firmy Tribest, do kterého byla nalita voda o teplotě 24 °C. Po dobu 24 hodin byly odebírány vzorky o velikosti 35 g v pravidelných intervalech 4 hodin. Zařízení kropí automaticky semena luskovin každých 15 minut.

4.2.3 Příprava vzorků

Vzorek byl homogenizován mlýnkem na kávu. Následně bylo odebráno 1,5 g směsi a přilito 5 ml 70% etanolu. Vzorek byl potřepáván na třepačce po dobu půl minuty při otáčkách 1 800 RPM ve vodní lázni o teplotě 50 °C po dobu 60 minut. Každých 15 minut byl vzorek vyjmut z vodní lázně, 20 s protřepáván na třepačce a opět vrácen do vodní lázně. Po uplynutí 1 hodiny byl vzorek odstřeďován na odstředivce (10 minut, 10 000 RPM, 2 °C).

Supernatant č. 1 byl odebrán do varné baňky s kulatým dnem a uzavřen. K sedimentu bylo přilito 5 ml 70% etanolu a celý postup zopakován. Supernatant č. 2 byl odebrán do varné baňky k supernatantu č. 1. K sedimentu byl potřetí přilít 70% etanol v množství 5 ml a opět byl postup zopakován. Supernatanty byly ve varné baňce promíchány opětovným nasáváním a vypouštěním pipety. Vzorek byl následně odpařován na odparce při teplotě volní lázně 60°C a tlaku 139 mbar po dobu cca 20 minut. Odparek byl následně profouknut plynným dusíkem. Vzorek byl smísen v hmotnostním poměru 1:1 se 100% acetonitrilem a přefiltrován filtrem 0,45 µm do vialky. Vzorek byl analyzován na HPLC koloně s refraktometrickým detektorem v mobilní fázi acetonitril: demineralizovaná voda v objemovém poměru 70:30 o průtoku 0,7ml/min, tlaku 800 psi a teplotě 30 °C. Byla využita metoda externích standardů ke kvantifikaci jednotlivých sacharidů.

Tento postup byl použit u každého z 9 vzorků.

Při provádění opakování byly připravovány nové vzorky, tj. byl zopakován celý postup včetně nákupu semen, máčení, klíčení...

4.2.4 Stanovení sušiny

Sušina byla měřena u surového hrachu, máčeného hrachu 24 hodin, máčeného hrachu 48 hodin, dále byla měřena sušina u semen máčených 24 hodin a následně klíčených: 4 hodiny, 8 hodin, 12 hodin, 16 hodin, 20 hodin a 24 hodin.

Z jednotlivých vzorků byl odebrán průměrný vzorek (10 až 15 g), který byl navážen do předem zvážené a vysušené váženky s pískem. Vzorek byl sušen při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti přibližně 24 hodin. Následně byl uložen do exsikátoru a zvážen. Výpočtem bylo stanoveno množství vody a sušiny ve vzorku.

4.2.5 Přístroje a chemikálie

Analýza byla prováděna pomocí HPLC firmy Waters s refraktometrickým detektorem.

Soustava HPLC se skládá:

- pumpa Waters typ 515 s degasserem AF
- autosampler Waters 717 plus
- refraktometrický detektor WATER 2414
- chromatografická kolona Purospher STAR – NH₂ firmy Merck

Přístroje pro přípravu vzorku:

- mlýnek na kávu ETA MIRA
- analytické váhy METTLER AE 240
- třepačka MS2 Minishaker IKA
- vodní lázeň Memmert
- odstředivka Jouan KR 25i, Trigon plus
- sušárna KBC G-100/250, Premed
- rotační vakuová odparka MANEKO R-100 V s VC 900 Vacuum Controller KNF

Použité chemikálie:

- etanol p. 96,6 %, BIOFERM – lihovar Kolín
- plynný dusík, Linde Gas
- acetonitril p. a., Penta Chemicals

- demineralizovaná voda, Výzkumný ústav potravinářský Praha, v. v. i.
- mořský písek, Penta Chemicals

4.2.6 Postup vyhodnocení výsledků

K vyhodnocení množství vybraných sacharidů v hrachu byl použit program Clarity. Výsledná data byla přepočítána a vztažena na sušinu a na bezrozměrné hodnoty. K výpočtu bezrozměrných údajů bylo dáno, že množství glukózy, sacharózy, rafinózy, stachyózy, verbaskózy a celkového množství sacharidů v čase klíčení 0 je 1 (100 %). Bylo provedeno jedno opakování. Výsledky jednotlivých analýz byly nejprve zpracovány samostatně. Následně byl z výsledků proveden aritmetický průměr a tato průměrná data statisticky zpracována.

Data byla dále zpracována pomocí statistického programu QC Expert 3.1. Bylo použito několik metod. Nejprve byla aplikována Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA) ke zjištění závislosti doby máčení a klíčení na množství glukózy, sacharózy, rafinózy, stachyózy, verbaskózy a celkového množství sacharidů. Dále byla použita Jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) ke zjištění závislosti doby klíčení na množství glukózy, sacharózy, rafinózy, stachyózy, verbaskózy a celkového množství sacharidů. Data byla následně srovnána Scheffého metodou, kde byly srovnávány dvojice dob klíčení s jednotlivými sacharidy, a byla zjišťována významnost doby klíčení.

4.3 Příprava pokrmů s přidavkem klíčených luštěnin

Celkem bylo vymyšleno a připraveno 33 pokrmů obsahujících klíčené luštěniny. K senzorické analýze provedené v senzorické laboratoři VÚPP bylo vybráno celkem 8 receptur obsahujících naklíčený hrách (3), vignu mungo (4), nebo sóju (1).

Nejprve bylo připraveno malé množství pokrmu v rámci pokusných vzorků. S hodnotiteli bylo následně debatováno a případně byly prováděny změny v recepturách. S vedoucí senzorické laboratoře byla posléze domluvena senzorická analýza a všechny pokrmy byly připravovány znovu, včetně klíčení.

U všech receptur byla za pomoci kalorických tabulek (Kalorické tabulky 2018) vypočítána přibližná energetická hodnota a množství vybraných nutrientů ve 100 g pokrmu.

4.3.1 Příprava a uchování rostlinného materiálu

Byl vytvořen roztok ze 4 g 70% hydratovaného chlornanu vápenatého a 276 ml vody o teplotě 24 °C. Do roztoku bylo vsypáno 250 g luštěnin a necháno louhovat po dobu 30 s. Takto ošetřené luštěniny byly následně několikrát důkladně proplachovány vodou o teplotě cca 24 °C v plastovém kuchyňském sítku položeném do kádinky. Zachycovaná voda byla kontrolována a analyzována pomocí identifikačních papírků na zjištění přítomnosti chlóru. Pokud vykazovala nulovou koncentraci chlóru, byly luštěniny ještě jednou důkladně propláchnuty čistou vodou a následně zcela ponořeny do dostatečného množství čisté vody o teplotě 24 °C. Množství bylo zvoleno tak, aby bylo zajištěno, že semena budou zcela ponořena po celou dobu máčení. Máčení probíhalo v pokojové teplotě 24 hodin.

Po 24 hodinách byly luštěniny scezeny přes kuchyňské sítko, propláchnuty čistou vodou a vsypány do automatického klíčidla, do kterého byla nalita voda o teplotě 24 °C. Luštěniny byly nechány klíčit, 2× během 24 hodin byla v klíčidle vyměněna voda a pokračovalo klíčení dalších 24 hodin, kdy byla voda v klíčidle opět vyměněna. Celková doba klíčení při přípravě receptur používaných pro sensorickou analýzu se pohybovala v rozmezí 48 hodin (u vigny mungo) až 72 hodiny (u hrachu setého). Klíčené luštěniny byly opatrně propláchnuty vodou za použití kuchyňského sítka a ihned zpracovány. Pokud nebyly zpracovávány neprodleně, byly zabaleny do PE sáčků a uchovávány v mrazničce při teplotě -18 °C po dobu maximálně 7 dnů.

Roztok hydratovaného chlornanu vápenatého byl použit k zajištění mikrobiální bezpečnosti a udržitelnosti luštěnin během klíčení. Tento krok není nezbytně nutný, pokud jsou dodržována základní hygienická pravidla nakličování. Dekontaminace pomocí hydratovaného chlornanu vápenatého zajišťuje pouze menší riziko mikrobiálního znehodnocení luštěnin během klíčení.

4.3.2 Přístroje

K úpravě luštěnin a přípravě pokrmů byly použity přístroje:

- indukční varná deska HII 64401 MT, Beko
- ponorný mixér Tasso 1056 90000, ETA
- horkovzdušná trouba BIM 25301 XCS, Beko
- kuchyňská váha Silva 3 Classic, Beneš a Lát
- ruční šlehač Lento 0051 90000, ETA

4.3.3 Sensorické hodnocení pokrmů z nakličovaných luštěnin

Příprava a hodnocení 8 receptur proběhlo během 4 týdnů. Panel hodnotitelů tvořilo 10 školených osob, které byly před začátkem sensorické analýzy kontrolovány ohledně aktuálního zdravotního stavu. Asesoři byli následně seznámeni s cílem zadání.

Hodnotitelům byly rozdány dotazníky, viz Příloha II - IV. Pokrmy byly hodnoceny stupnicovou metodou s použitím grafického znázornění. Výsledky byly zaznamenávány na úsečku o délce 100 mm na místo úměrné vjemu sledovaného znaku. Všeobecně byly hodnoceny následující sensorické deskriptory: příjemnost vzhledu, barvy, vůně, chuti, textury (0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná), intenzita sladké/slané chuti, luštěninové chuti a intenzita pachuti (0 = velmi silná, 100 = nepřítomna). Dotazníky k jednotlivým pokrmům obsahovaly drobné rozdíly tak, aby vyhovovaly jednotlivým recepturám. Sebraná data byla zkompletována a vyhodnocena pomocí statistického softwaru STATVYD verze 2.0 beta. V rámci statistického zpracování dat byl proveden Shapiro-Wilkův test normality a Dean-Dixonův test ($Q_{krit} = 0,412$ ($n = 10$), $Q_{krit} = 0,437$ ($n = 9$), $Q_{krit} = 0,468$ ($n = 8$), hladina významnosti $\alpha = 0,05$) na stanovení odlehlých výsledků. U každé receptury byla položena otázka na četnost konzumace. Pokud by asesor vybral možnost „nikdy“, byl požádán o doprovodný komentář. Data byla zpracována pomocí programu Microsoft Excel 2010.

Jednotlivé odpovědi byly převedeny na procenta.

5 Výsledky

5.1 Obsah sacharidů v hrachu

Ve vzorcích byla měřena glukóza, sacharóza, rafinóza, stachyóza a verbaskóza. Sacharidy byly vztaženy na sušinu jednotlivých vzorků a na 100 gramů vzorku. Výsledky vzorků máčených 24 hodin a vzorků klíčených byly převedeny na bezrozměrná čísla. Změřené hodnoty byly zprůměrovány a následné výsledky převedeny na 3 desetinná místa.

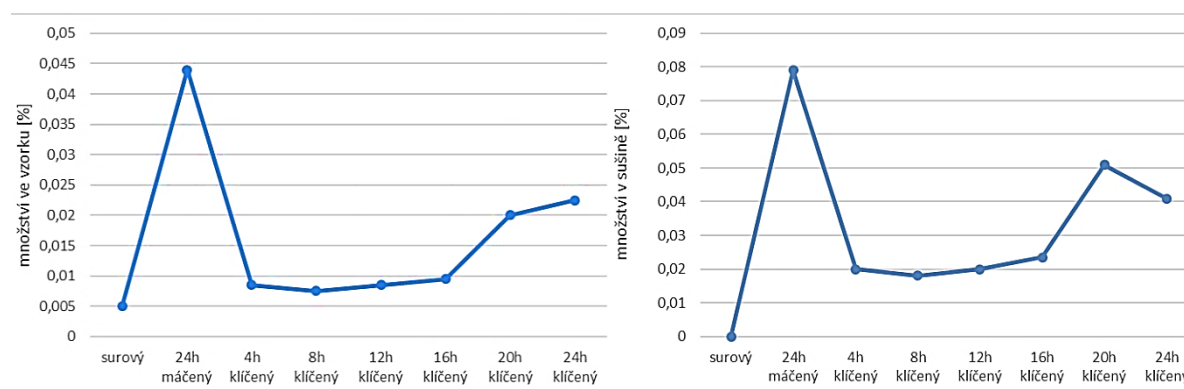
Jelikož dojde k výraznému zvýšení obsahu vody při máčení semen, semena absorbují množství vody rovnající se 90 až 120 % jejich vlastní hmotnosti (Novotná et al. 2019). Výsledná množství sacharidů v sušinách jsou tudíž věrohodnější, než je tomu u výsledků získaných v přepočtech na čerstvou hmotu vzorku.

5.1.1 Množství glukózy a sacharózy

Byl studován vliv máčení a klíčení na obsah glukózy a sacharózy. Výsledky z klíčení semen byly převedeny na bezrozměrná čísla. Množství sacharidů v čase klíčení 0, tj. času odběru vzorku 24 hodin máčeného, a přenosu zbylých luštěnin do klíčidla, je bráno jako 1.

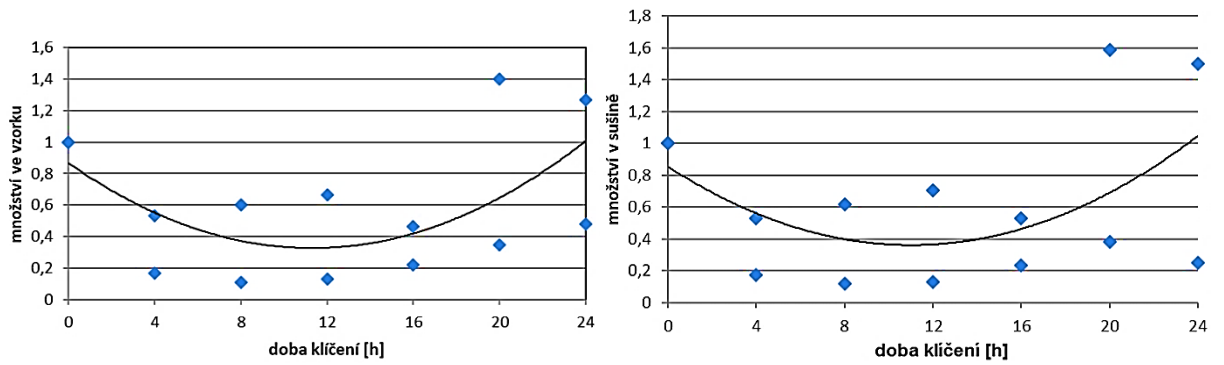
V surových vzorcích nebylo zaznamenáno žádné množství glukózy. Během máčení došlo k mírnému nárůstu obsahu glukózy, a to průměrně o 0,102 % na sušinu a o 0,014 % v čerstvé hmotě vzorku. V průběhu prvních 4 hodin klíčení došlo k propadu množství přibližně o 0,1 % v sušině. Během prvních 12 hodin klíčení bylo množství glukózy stabilní. Po 12 hodinách klíčení množství glukózy začalo opět stoupat.

Vliv úprav na množství glukózy je zaznamenáno v obr. 2 a 3.



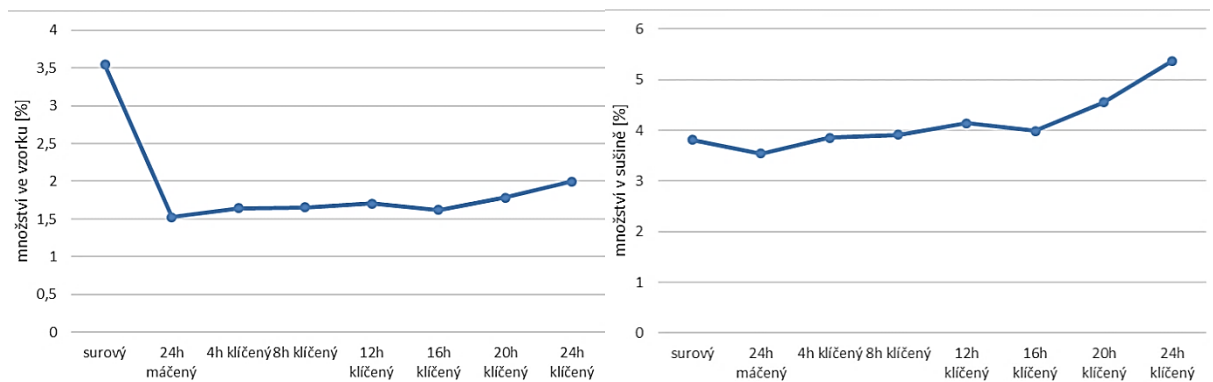
Obr. 2 Množství glukózy ve čerstvé hmotě vzorku Obr. 3 Množství glukózy v sušině vzorku

V obr. 4 a 5 je vidět, že množství glukózy výrazně kleslo během prvních 4 hodin klíčení. Během následujících 12 hodin klíčení pouze mírně kolísalo, výraznější nárůst byl zaznamenán v posledních 8 hodinách měření. Hodnoty a grafické znázornění závislosti množství glukózy na čase klíčení ve vzorcích samotných a v sušinách jsou přibližně stejné.



Obr. 4 a 5 Změny v množství glukózy během klíčení v porovnání s máčeným vzorkem

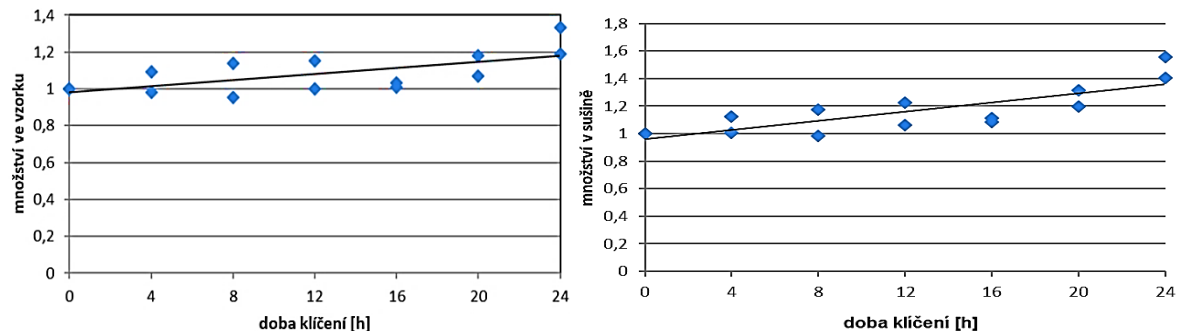
Množství sacharózy se v surových semenech hrachu průměrně pohybovalo okolo 3,183 % v sušině a okolo 3,540 % v čerstvé hmotě vzorku. Byl zaznamenán mírný nárůst sacharózy v sušině máčených semen v porovnání se sušinou surových semen o 0,382 %. Naopak při vztažení na čerstvou hmotu bylo zjištěno, že došlo k průměrnému poklesu množství sacharózy na 1,555 % vzorku. Množství sacharózy v průběhu klíčení lineárně vzrůstalo v závislosti na čase. Vliv úprav na množství sacharózy je zaznamenáno v obr. 6 a 7.



Obr. 6 Množství sacharózy v čerstvé hmotě

Obr. 7 Množství sacharózy v sušině vzorku

U sacharózy byl zaznamenáván lineární nárůst množství ve vzorcích o téměř 30 %. Při přepočtu na sušinu byl nárůst přibližně 50%. Nárůst je možno vidět v obr. 8 a 9.

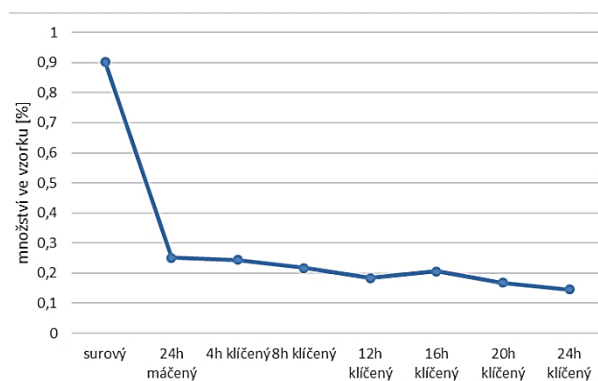


Obr. 8 a 9 Změny v množství sacharózy během klíčení v porovnání s máčeným vzorkem

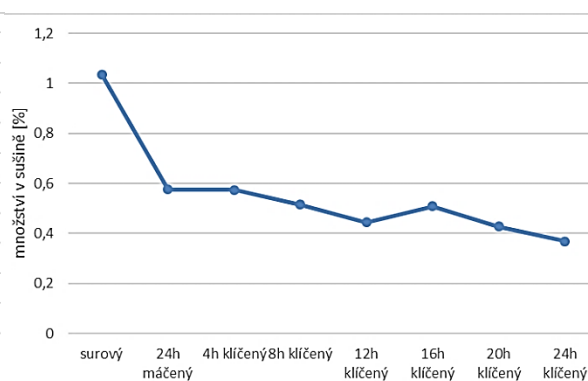
5.1.2 Množství galaktooligosacharidů

Obsah rafinózy v sušině surových semen se průměrně pohyboval okolo 1,037 %. Při vztažení na množství v čerstvé hmotě bylo rafinózy v surových semenech 0,903 %. Během máčení se množství rafinózy v sušině snížilo téměř o $\frac{1}{2}$, tj. na 0,575 %. Pokles rafinózy v čerstvé hmotě byl téměř o $\frac{3}{4}$ množství z původního množství, tj. na 0,251 %. Při klíčení došlo v sušině během prvních 3 měření (v prvních 12 hodinách klíčení) k průměrnému poklesu o 0,043 % mezi jednotlivými měřeními. Při porovnání se surovým vzorkem byl celkový pokles rafinózy v sušině během 12 hodin klíčení 0,967 %. Při porovnání čerstvých hmot byl rozdíl mezi surovými semeny a 12 hodin klíčenými semeny 0,868 %. Během následujících 4 hodin klíčení došlo k mírnému nárůstu rafinózy. S postupujícím časem byl opět zaznamenán pokles rafinózy. Množství rafinózy v sušině pokleslo za 24 hodin máčení a 24 hodin klíčení o 64,513 %. V čerstvé hmotě se jednalo o 83,942 %.

Vliv úprav na množství rafinózy je zaznamenáno v obr. 10 a 11.

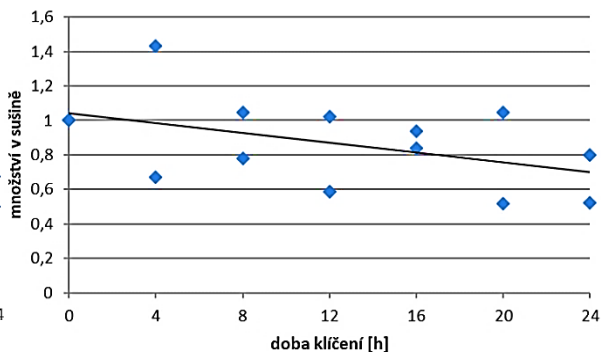
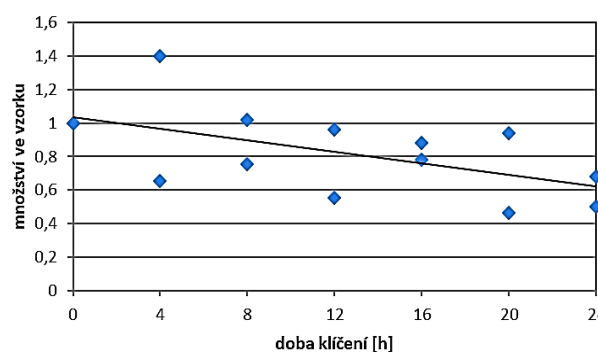


Obr. 10 Množství rafinózy v čerstvé hmotě



Obr. 11 Množství rafinózy v sušině vzorku

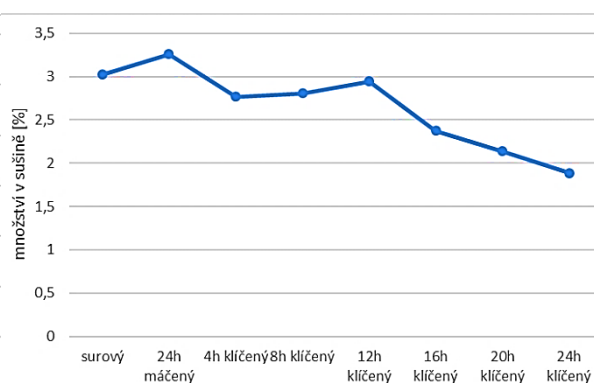
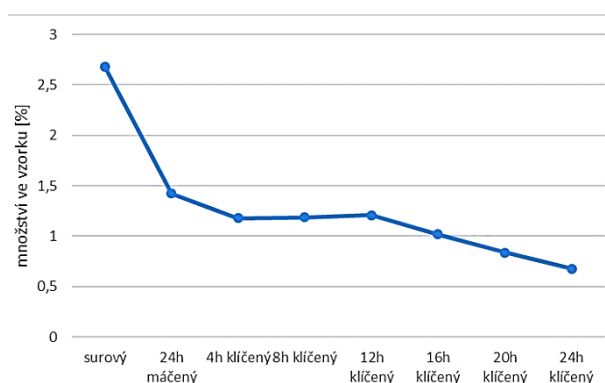
Z obr. 12 a 13 je patrné, že u rafinózy došlo během několika měření k nárůstům, což bylo pravděpodobně způsobeno rozpadem vyšších galaktooligosacharidů, zároveň však nelze opomenout možný efekt lidského faktoru při přípravě vzorku. Celkově však byl zaznamenán lineární pokles v závislosti na době klíčení. Jednalo se přibližně o 40% pokles množství rafinózy ve vzorku. Při vztažení na sušinu byl tento pokles v některých vzorcích až téměř 50 %.



Obr. 12 a 13 Změny v množství rafinózy během klíčení v porovnání s máčeným vzorkem

Množství stachyózy v sušině surových semen bylo průměrně 3,022 %, v čerstvé hmotě vzorku 2,684 %. Během máčení došlo k mírnému nárůstu množství stachyózy v sušině vzorku (na 3,257 %), ale výrazného poklesu v čerstvé hmotě (na 1,422 %). Během prvních 4 hodin klíčení došlo k poklesu stachyózy v sušině vzorku oproti sušině surového vzorku o 8,488 % . Při porovnávání čerstvých hmot byl pokles stachyózy o 56,110 %. V průběhu následujících 8 hodin byl zaznamenán nárůst stachyózy v sušině z 2,766 % na 2,944 % a v čerstvé hmotě z 1,178 % na 1,210 %. Během následujících 12 hodin klíčení klesalo množství stachyózy v sušině průměrným tempem 0,353 % každé 4 hodiny. Celkový pokles stachyózy v sušinách vzorků v průběhu máčení a klíčení byl 37,624 %, v čerstvých hmotách 74,851 %.

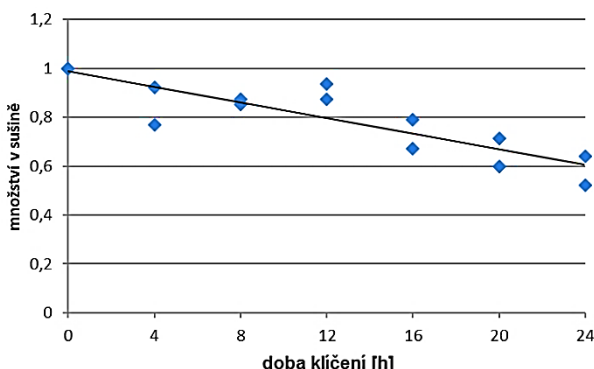
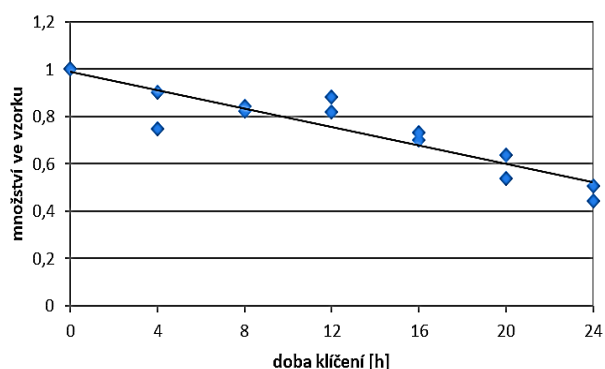
Vliv úprav na množství stachyózy je zaznamenáno v obr. 14 a 15.



Obr. 14 Množství stachyózy v čerstvé hmotě

Obr. 15 Množství stachyózy v sušině vzorku

Množství stachyózy klesalo po celou dobu klíčení úměrně v závislosti na době klíčení, jak je vidět v obr. 16 a 17. Mírný nárůst byl zaznamenán po 12 hodinách klíčení, kdy došlo k přibližně 10% nárůstu oproti předešlému měření. Následně pokračovalo odbourávání stachyózy během klíčení. Celkové množství stachyózy kleslo až téměř o 60 % ve vzorku a 50 % v sušině.

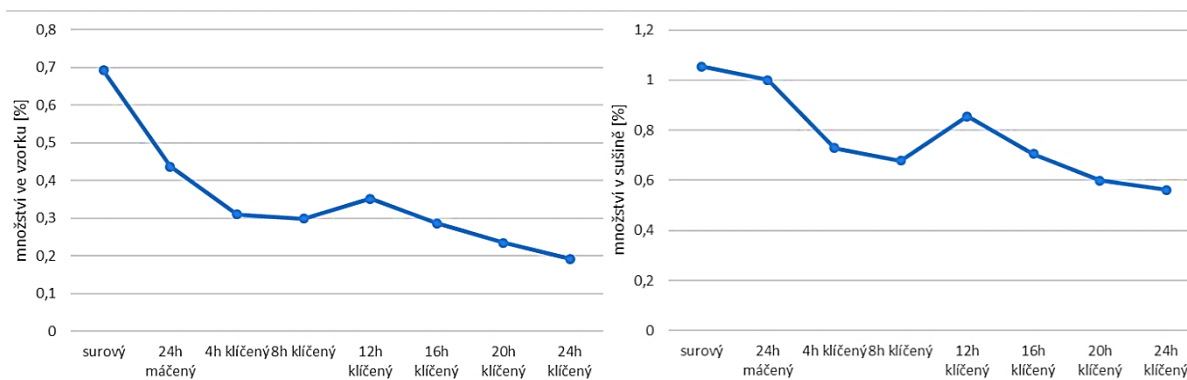


Obr. 16 a 17 Změny v množství stachyózy během klíčení v porovnání s máčeným vzorkem

Množství verbaskózy se v sušině surového hrachu průměrně pohybovalo okolo 1,054 %, zatímco v čerstvé hmotě hrachu je to okolo 0,692 %. Během máčení došlo pouze k mírnému poklesu verbaskózy v sušině o 5,045 % oproti původnímu vzorku. Při porovnání množství verbaskózy vztážené na obsah v čerstvé hmotě byl pokles o 36,874 %. Během prvních 8 hodin klíčení byl pokles k celkovému množství verbaskózy v sušině 35,579 %, kdežto v čerstvé hmotě vzorku 56,792 %. Mezi 8 a 12 hodinami klíčení došlo k nárůstu

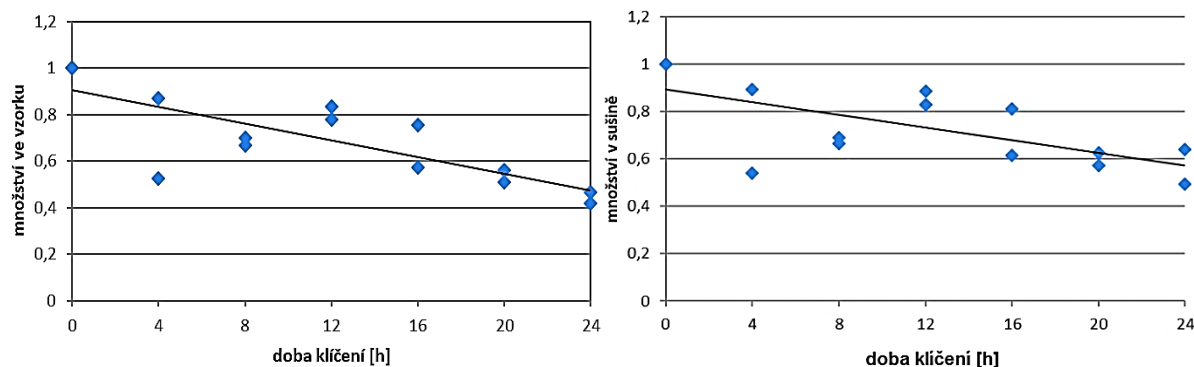
množství verbaskózy z 0,679 % na 0,855 % v sušině a z 0,299 % na 0,3515 % v čerstvých hmotách. Dále následoval pravidelný pokles během měření, a to až na 0,562 % v sušině, tj. pokles o 46,727 % z celkového množství verbaskózy v sušině. Při vztažení na množství v čerstvé hmotě vzorku byl tento pokles až na 0,193 %, tj. pokles o 72,182 %.

Vliv úprav na množství verbaskózy je zaznamenáno v obr. 18 a 19.



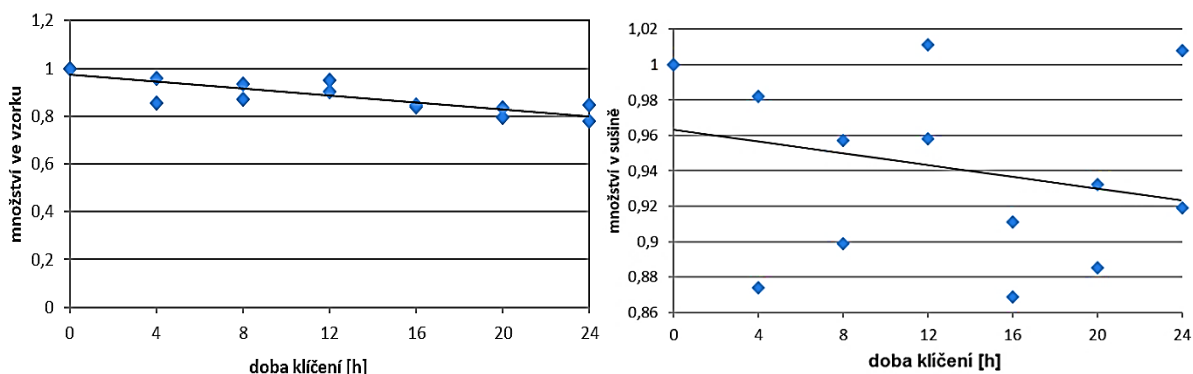
Obr. 18 Množství verbaskózy v čerstvé hmotě Obr. 19 Množství verbaskózy v sušině vzorku

V obr. 20 a 21 je zaznamenáno, že množství verbaskózy v závislosti na době klíčení klesalo. Po 12 hodinách klíčení však došlo ke zvýšení množství o cca 10 % v čerstvé hmotě vzorku a necelých 20 % v sušině. Jedná se pravděpodobně o degradaci vyšších sacharidů na verbaskózu. Podobný nárůst byl pozorován ve stejný čas i u stachyózy. Celkově množství verbaskózy pokleslo přibližně na 60% hodnotu máčeného vzorku při vztažení na čerstvou hmotu vzorků a na necelých 50 % při vztažení na sušinu.



Obr. 20 a 21 Změny v množství verbaskózy během klíčení v porovnání s máčeným vzorkem

Při měření celkového množství měřených sacharidů během klíčení bylo zjištěno, že nedošlo k výrazné změně. Celkový obsah sacharidů v čerstvé hmotě vzorku poklesl během klíčení o necelých 15 %. V sušině byl tento pokles ještě nižší, jednalo se o jednotky procent. Vše je patrné z obr. 22 a 23.



Obr. 22 a 23 Změny v množství sacharidů během klíčení v porovnání s máčeným vzorkem

5.1.3 Statistické vyhodnocení závislosti

V tab. 4-9 jsou rozepsány výsledky statistické analýzy metodou ANOVA pro jednotlivé faktory. Byly zvlášť vytvořeny pro přepočty množství v čerstvých hmotách vzorků (tab. 4-6) a na množství v sušinách vzorků (tab. 7-9). V některých případech se významnosti liší.

U všech sacharidů byla celková ANOVA významná, a to jak při vztažení na obsah v čerstvých hmotách vzorků, tak při přepočtech na sušiny vzorků. Vliv máčení na obsah sacharidů ve vzorcích byl vyhodnocen pro všechny sacharidy, až na glukózu, jako statisticky významný. Vliv klíčení byl naopak pro většinu zaznamenán jako statisticky nevýznamný, až na množství verbaskózy.

Významnost máčení při přepočtu na množství sacharidů na sušinu vzorku byla zaznamenána pouze u rafinózy, u ostatních sacharidů bylo máčení vyhodnoceno jako statisticky nevýznamné. Při klíčení byla statistická významnost na množství sacharidů v sušině zaznamenána u glukózy, sacharózy a stachyózy. U rafinózy a verbaskózy nemělo klíčení statisticky významný efekt.

Tab. 4 Vícefaktorová ANOVA množství sacharidů vztažená na čerstvou hmotu vzorku (ANOVA pro máčení; $\alpha=0,05$)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
p-hodnota	0,24	$4,35 \times 10^{-9}$	$6,79 \times 10^{-10}$	$1,85 \times 10^{-5}$	$6,11 \times 10^{-4}$
významnost	nevýznamný	významný	významný	významný	významný

Tab. 5 Vícefaktorová ANOVA množství sacharidů vztažená na čerstvou hmotu vzorku (ANOVA pro klíčení; $\alpha=0,05$)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
p-hodnota	0,74	0,86	0,54	0,07	0,02
významnost	nevýznamný	nevýznamný	nevýznamný	nevýznamný	významný

Tab. 6 Vícefaktorová ANOVA množství sacharidů vztažená na čerstvou hmotu vzorku (celková ANOVA; $\alpha=0,05$)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
p-hodnota	0,02	$5,24 \times 10^{-11}$	$7,46 \times 10^{-9}$	$1,29 \times 10^{-9}$	$3,62 \times 10^{-5}$
významnost	významný	významný	významný	významný	významný

Tab. 7 Vícefaktorová ANOVA množství sacharidů vztažená na sušinu (ANOVA pro máčení; $\alpha=0,05$)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
p-hodnota	0,09	0,79	$1,60 \times 10^{-4}$	0,40	0,73
významnost	nevýznamný	nevýznamný	významný	nevýznamný	nevýznamný

Tab. 8 Vícefaktorová ANOVA množství sacharidů vztažená na sušinu (ANOVA pro klíčení; $\alpha=0,05$)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
p-hodnota	0,01	$1,15 \times 10^{-5}$	0,33	$1,36 \times 10^{-4}$	0,14
významnost	významný	významný	nevýznamný	významný	nevýznamný

Tab. 9 Vícefaktorová ANOVA množství sacharidů vztažená na sušinu (celková ANOVA; $\alpha=0,05$)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza
p-hodnota	$3,03 \times 10^{-9}$	$9,06 \times 10^{-7}$	$1,24 \times 10^{-3}$	$4,83 \times 10^{-5}$	0,03
významnost	významný	významný	významný	významný	významný

Pomocí jednofaktorové analýzy byla porovnávána množství sacharidů v máčených vzorcích s klíčenými. Bylo zjištěno, že klíčení má statisticky významný vliv na množství sacharózy, stachyózy a celkové množství sacharidů v čerstvých hmotách vzorků. Na množství glukózy, rafinózy a verbaskózy ve vzorcích tento vliv nebyl statisticky dokázán.

Na množství sacharidů v sušině mělo statisticky významný vliv klíčení u glukózy, sacharózy a stachyózy. U všech ostatních sacharidů nemělo klíčení statisticky významný vliv na množství jednotlivých sacharidů v sušině.

Pomocí Scheffého metody byly srovnávány dvojice dat týkající se rozdílu množství sacharidů během jednotlivých měření v průběhu klíčení. Významnosti jsou shrnuty v Příloze VIII pro množství sacharidů v čerstvých hmotách vzorků a v Příloze IX pro množství sacharidů v sušinách vzorků.

Klíčení mělo statisticky nejvýznamnější vliv na množství stachyózy ve vzorcích čerstvých hmot, a to při porovnání množství v máčeném a klíčeném 20 a 24 hodin. Dále při porovnání klíčení 4 hodiny a 24 hodin, 8 hodin a 24 hodin a 12 hodin s 24 hodinami klíčení. Statisticky významný rozdíl byl nalezen i u sacharózy mezi máčeným vzorkem a klíčeným 24 hodin. U všech ostatních nebyly mezi porovnávanými dvojicemi nalezeny statisticky významné rozdíly.

Statisticky významný vliv klíčení na množství jednotlivých sacharidů v sušinách vzorků byl zaznamenán nejvíce u glukózy a sacharózy. Rozdíl u obou sacharidů byl vyhodnocen jako

statisticky významný při porovnání 4 hodin klíčení s 24 hodinami klíčení, 8 hodin klíčení s 24 hodinami klíčení, 12 hodin klíčení s 24 hodinami klíčení a u vzorku klíčeného 16 hodin s vzorkem klíčeným 24 hodin. U glukózy to byl navíc vzorek klíčený 8 hodin se vzorkem klíčeným 20 hodin a u sacharózy vzorek máčený v porovnání se vzorkem klíčeným 24 hodin. Další statistická významnost byla nalezena ještě u stachyózy při porovnávání vzorků máčených a klíčených 20 a 24 hodin a vzorku 12 hodin klíčeného s vzorkem klíčeným 24 hodin.

5.2 Pokrmy s přidavkem klíčených luštěnin

5.2.1 Receptury obsahující klíčený hrách

Hrách byl naklíčen a zpracován do jednoho sladkého a dvou slaných pokrmů. Podrobněji jsou zde rozepsány 2 pokrmy, 3. je uveden v Příloze V.

5.2.1.1 Čokoládovo-banánová buchta

Vzhledem obsahu banánů není třeba přidávat větší množství cukru. Zároveň se jedná o pokrm, který je obohacen luštěninovou bílkovinou. Množství surovin je přepočítáno na jeden větší plech. Nutriční složení je uvedeno v tabulce 10. Pod tabulkou 10 je obrázek 24 výsledného produktu.

Složení:

- 200 g naklíčeného uvařeného rozmixovaného hrachu
- 250 g hladké mouky
- 100 g cukru krystal
- 2 zralé banány
- 3 vejce
- 100 g másla
- 100 g čokolády
- vanilkový cukr
- prášek do pečiva

Postup: Do hrachové směsi postupně přimícháváme oba cukry, rozmačkané banány a rozpuštěné a vychladlé máslo. Za stálého míchání vléváme rozpuštěnou a zchlazenou čokoládu. Postupně přidáme vejce a mouku s práškem do pečiva. Vlijeme na tukem vymazaný a vyspaný plech. Pečeme asi 30 minut na 180 °C.

Tab. 10 Nutriční hodnoty na 100 g pokrmu (Kalorické tabulky 2018)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
1264 kJ (301 kcal)	6,1	10,8	43,9	1,9



Obr. 24 Čokoládovo-banánová buchta (Pečenková 2017)

5.2.1.2 Keksy

Receptura se hodí jako alternativa komerčně vyráběných keksů. Jedná se o nutričně vyváženější pokrm. Nutriční složení je uvedeno v tabulce 11. Pod tabulkou 11 je obrázek 25 výsledného produktu.

Složení:

- 230 g naklíčeného uvařeného rozmixovaného hrachu
- 200 g hladké mouky
- 300 g nastrohaného tvrdého sýru
- 100 g másla
- 1 vejce
- dle chuti sůl, pepř
- na posyp: bylinky a semínka dle vlastního výběru (lněná semínka, sezamová semínka, rozmarýn, tymián...)

Postup: Z uvedených surovin zpracujeme pružné těsto, vyválíme a vykrajujeme libovolné tvary. Přeneseme na pečicí papír, posypeme bylinkami a semínky. Pečeme na 180 °C do zlatova (přibližně 20 minut dle výšky těsta). Chuťově jsou lepší čerstvě upečené.

Tab. 11 Nutriční hodnoty na 100 g pokrmu (Kalorické tabulky 2018)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
1373 kJ (327 kcal)	14,6	20	21,4	1,4



Obr. 25 Keksy (Pečenková 2017)

5.2.2 Recepty obsahující klíčenou vignon mungo

K senzoričkému hodnocení byly připraveny 4 pokrmy obsahující klíčenou vignon mungo. Jednalo se o 3 pokrmy sladké a 1 slaný. Podrobněji jsou zde rozepsány 2 pokrmy, zbytek je uveden v Přílohách VI a VII.

5.2.2.1 Tvarohovo-jablečný koláč

Jedná se o alternativu oblíbeného koláče cheesecake. Uvedené množství je pro formu o průměru 25 cm. Nutriční složení je uvedeno v tabulce 12. Pod tabulkou 12 je obrázek 26 výsledného produktu.

Složení:

na korpus:

- 200 g naklíčené uvařené rozmixované vignon mungo
- 200 g rozmixovaných ovesných vloček
- 75 g másla
- 75 g cukru krystal
- vanilkový cukr

na náplň:

- 300 g naklíčené uvařené rozmixované vignon mungo
- 250 g měkkého tučného tvarohu
- 250 g měkkého polotučného tvarohu
- 150 g oloupaných jablek zbavených jadřinců nakrájených na kousky
- 100 g cukru krystal (množství přidejte podle sladkosti jablek)
- vanilkový cukr
- 3 vejce
- vanilkový pudinkový prášek (nebo vejce navíc)
- dle chuti skořice, mletý hřebíček

Postup: V pánvi rozežřejeme máslo, na kterém opečeme ovesné vločky, které posléze zamícháme do směsi vigny a cukru. Směs vtlačíme do vymazané dortové formy. Pečeme cca 20 minut na 180 °C. Náplň připravíme smícháním zbylých ingrediencí. Po vyjmutí předpečeného korpusu na něj náplň nalijeme a pokračujeme v pečení: 25 minut na 160 °C, poté cca 40 minut na 180 °C.

Tab. 12 Nutriční hodnoty na 100 g pokrmu (Kalorické tabulky 2018)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
1105 kJ (263 kcal)	12	8	37	6



Obr. 26 Tvarohovo-jablečný koláč (Pečenková 2017)

5.2.2.2 Pomazánka z pečeného masa

S přidáním naklíčené vigny mungo kleslo množství tuku a zároveň bylo zvýšeno množství vlákniny. Tím se získal pokrm, který je nutričně vyváženější, než tomu bývá u běžně dostupných masových pomazánek. Pod tabulkou 13 je obrázek 27 výsledného produktu.

Složení:

- 250 g naklíčené uvařené rozmixované vigny mungo
- 300 g syrového bůčku (po upečení 250 g)
- 1 cibule
- koření: bobkový list, nové koření, muškátový oříšek, pepř, sůl, pálivá paprika

Postup: Maso pečeme v zakryté nádobě společně s cibulí, bobkovým listem, novým kořením, solí a pepřem na 195 °C, dokud není měkké. Po upečení necháme lehce zchladnout a

zbavíme maso kostí a chrupavek. Umeleme maso s výpekem a luštěninovou směsí. Dochutíme. Podáváme vychlazené na kousku pečiva.

Tab. 13 Nutriční hodnoty na 100 g pokrmu (Kalorické tabulky 2018)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
941 kJ (224 kcal)	8,4	15,4	12,2	2,7



Obr. 27 Pomazánka z pečeného masa (Pečenková 2017)

5.2.3 Recept obsahující klíčenou sóju

Pro sensorické hodnocení byl připraven 1 recept obsahující klíčenou sóju.

5.2.3.1 Rajčatová polévka zahuštěná klíčenou luštěninou

Pokrm představuje nutričně vyváženější alternativu k běžně dostupným rajčatovým polévkám. Připravené množství je pro 4 osoby. Nutriční složení je uvedeno v tabulce 14. Pod tabulkou 14 je obrázek 28 výsledného produktu.

Složení:

- 300 g naklíčených uvařených rozmixovaných sójových bobů
- 300 g rajčat
- 1 lžice rajčatového protlaku
- 1 l zeleninového vývaru
- 100 ml smetany
- cibule nasekaná najemno
- tuk na osmažení cibule

- bylinky dle vlastního výběru, např. tymián, bazalka, rozmarýn...
- dle chuti cukr (či jiné sladidlo), pepř, sůl

Postup: Rajčata nařízneme, spaříme, oloupeme a nasekáme. Na tuku osmažíme cibuli. Na změkklé cibuli lehce orestujeme protlak. Následně přidáme luštěniny a rajčata. Společně dusíme asi 10 minut. Zalijeme vývarem a krátce povaříme. Po odstavení zjemníme smetanou. Nakonec dochutíme a rozmixujeme.

Tab. 14 Nutriční hodnoty na 100 g pokrmu (Kalorické tabulky 2018)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
339 kJ (81 kcal)	4	4	8	1



Obr. 28 Rajčatová polévka zahuštěná klíčenou luštěninou (Pečenková 2017)

5.3 Senzorická hodnocení pokrmů s přidavkem klíčených luštěnin

5.3.1 Senzorická hodnocení pokrmů obsahující klíčený hrách

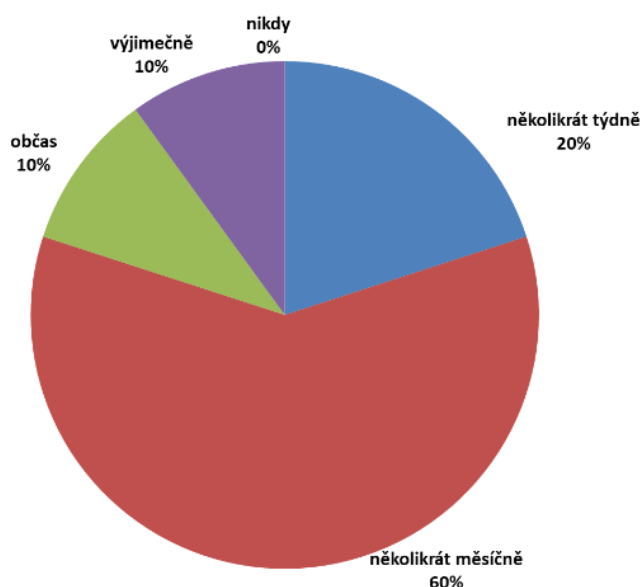
V tabulkách 15-17 jsou uvedeny výsledky hodnocení vybraných senzorických deskriptorů. Jedná se o senzorická hodnocení u čokoládovo-banánové buchty (tab. 15), krekrů (tab. 16) a těstovinových kuliček (tab. 17). V některých případech (došlo k vyloučení odlehlých výsledků).

V obr. 29-31 jsou zaznamenány četnosti konzumací.

Tab. 15 Senzorické hodnocení čokoládovo-banánové buchty s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita sladké chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita sladké chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	83	86	77	83	61	15	6	87
PPD	10	10	10	10	10	10	10	10
Qd	0,298	0,325	0,184	0,273	0,125	0,023	0,029	0,214
Qh	0,057	0,036	0,024	0,077	0,225	0,139	0,176	0,083

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu; Qh – testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu

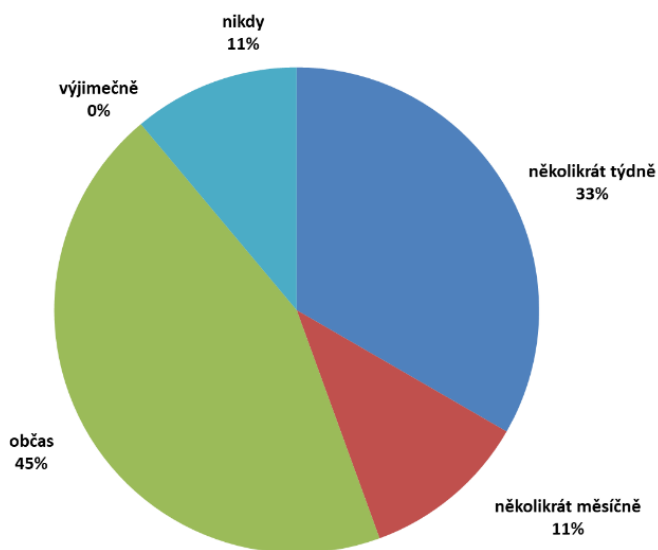


Obr. 29 Ochota konzumace čokoládovo-banánové buchty

Tab. 16 Senzorické hodnocení těstovinových kuliček s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu; s vyloučením odlehlých výsledků (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita slané chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita slané chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	83	79	75	55	28	26	11	45
PPD	10	10	10	10	9	10	10	9
Qd	0,333	0,058	0,250	0,158	0,227	0,057	0,068	0,091
Qh	0,038	0,039	0,043	0,059	0,136	0,226	0,091	0,023

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu;
Qh – testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu

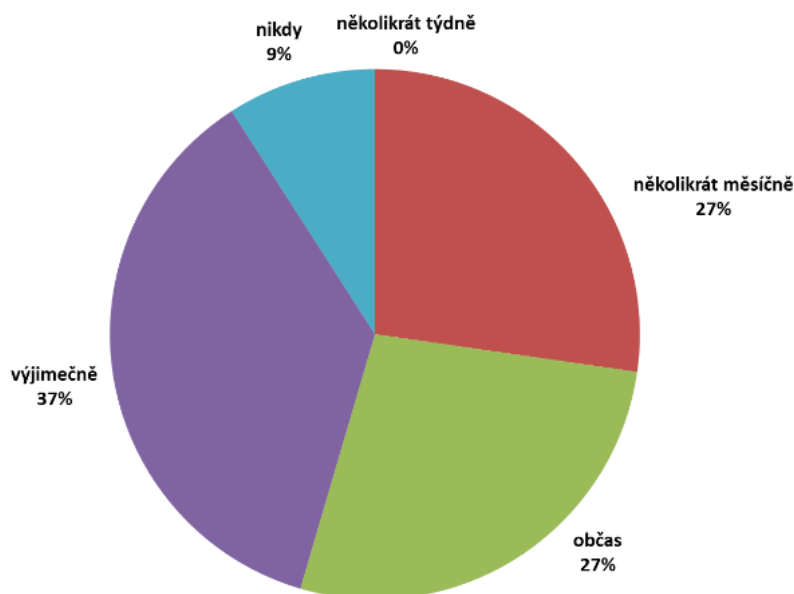


Obr. 30 Ochota konzumace těstovinových kuliček

Tab. 17 Senzorické hodnocení keksů s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu; s vyloučením odlehlých výsledků (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita slané chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita slané chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	89	90	82	78	29	41	9	81
PPD	9	10	9	10	10	10	10	10
Qd	0,263	0,188	0,319	0,344	0,288	0,081	0,040	0,317
Qh	0,222	0,051	0,086	0,048	0,173	0,139	0,040	0,200

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu;
Qh – testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu



Obr. 31 Ochota konzumace keksů

Výsledná hodnocení libosti vzhledu, barvy, vůně a chuti byla příznivá. Žádný zmíněný deskriptor nezískal nižší hodnocení než 50 bodů. U jednotlivých pokrmů byly hodnoty uvedených deskriptorů vyrovnané.

Vzhledově nejvíce zaujaly keksy (89 bodů ze 100), avšak i hodnocení těstovinových kuliček a čokoládovo-banánové buchty bylo příznivé (oba produkty 83 bodů ze 100).

Barvou nejvíce zaujaly keksy, následovala čokoládovo-banánová buchta, a nakonec těstovinové kuličky. Rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším hodnocení v tomto deskriptoru bylo 11 bodů.

Při hodnocení libosti vůně byl rozdíl nejvyššího a nejnižšího hodnocení 7 bodů. Nejpříjemnější vůni vykazoval vzorek keksů, následovala čokoládovo-banánová buchta a na posledním místě těstovinové kuličky.

Chuťově nejlépe byla hodnocena čokoládovo-banánová buchta (83 bodů), následovaly keksy (78 bodů) a nejnižší hodnocení získaly těstovinové kuličky (55 bodů).

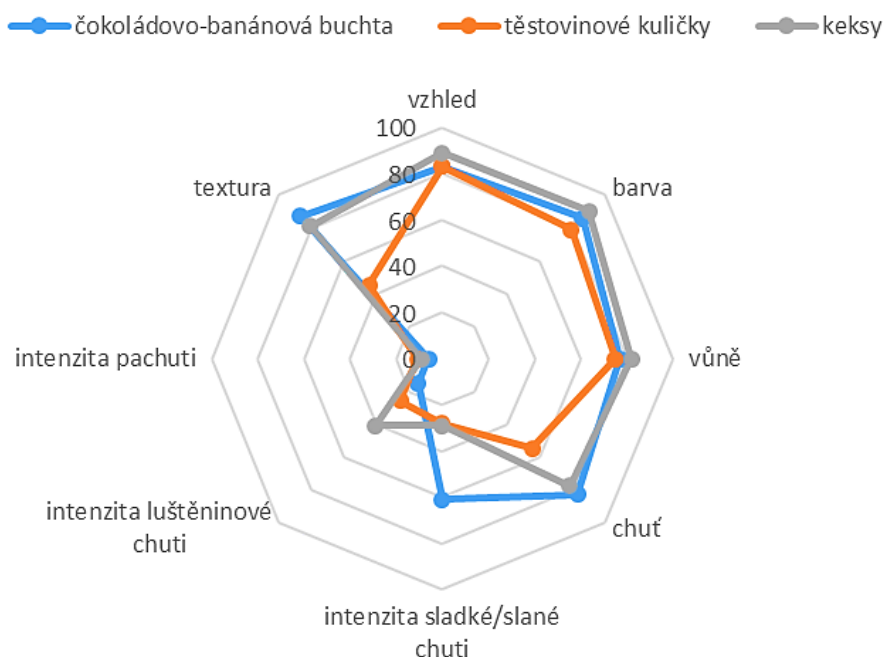
Z pohledu intenzity sladkosti, případně slanosti, byla nejintenzivněji hodnocena sladká chuť u čokoládovo-banánové buchty (61 bodů). Slanost byla nízká u obou testovaných receptur (28 bodů u těstovinových kuliček a 29 bodů u keksů).

Luštěniny byly nejméně znatelné na chuti v čokoládovo-banánové buchty (15 bodů), více pak u těstovinových kuliček (26 bodů) a nejvíce u keksů (41 bodů).

Míra pachutí byla u všech hodnocených vzorků nízká, v rozmezí 6 bodů (čokoládovo-banánová buchta) až 11 bodů (testovinové kuličky).

Nejpříjemnější texturu pro asesory měla čokoládovo-banánová buchta (87 bodů) a keksy (81 bodů). Naopak těstovinové kuličky byly hodnoceny z pohledu textury nízce (35 bodů).

Shrnutí jednotlivých deskriptorů všech testovaných pokrmů z klíčeného hrachu je zaznamenáno v obr. 32.



Obr. 32 Hodnocení jednotlivých deskriptorů u pokrmů z klíčeného hrachu

Nejvyšší ochota konzumace, „několikrát týdně“ případně „několikrát měsíčně“, byla zaznamenána u čokoládovo-banánové buchty (80 % dotázaných), následovaly těstovinové kuličky (44 % dotázaných) a poslední skončily kekry (27 % dotázaných). Nižší frekvenci konzumace („občas“ a „výjimečně“) nejvíce vykazovaly kekry (63 % dotázaných), následovaly těstovinové kuličky (44 % dotázaných) a jako poslední se umístila čokoládovo-banánová buchta (20 % dotázaných). Byla zvolena i možnost „nikdy“ a to jedenkrát u kekřů (asesorovi se nelíbila struktura) a jedenkrát u těstovinových kuliček (asesor nevyhledává takto zpracované luštěniny).

5.3.2 Senzorická hodnocení pokrmů obsahující klíčenou vignon mungo

V tabulkách 18-21 jsou uvedeny výsledky hodnocení vybraných sensorických deskriptorů. Jedná se o sensorická hodnocení u makového muffinu (tab. 18), kokosovo-čokoládového muffinu (tab. 19), tvarohovo-jablečného koláče (tab. 20) a pomazánky z pečeného masa (tab. 21). V některých případech došlo k vyloučení odlehlých výsledků.

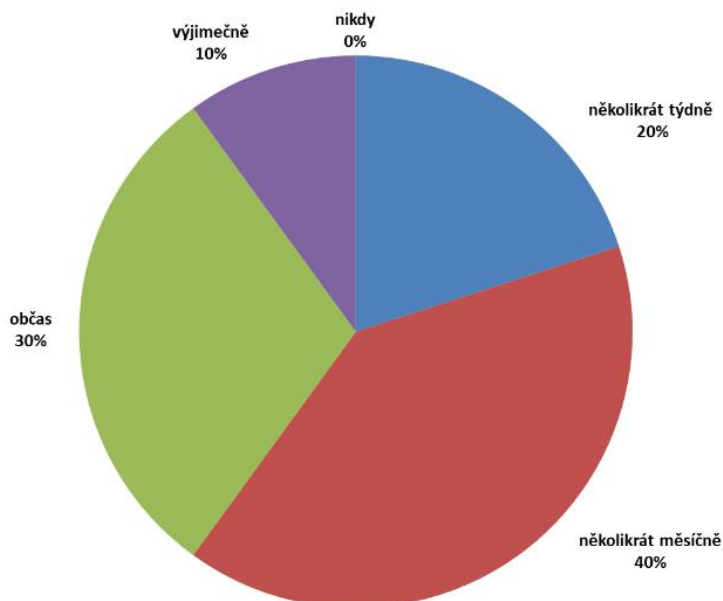
Četnosti konzumací jsou zaznamenány v obr. 33-37.

Tab. 18 Sensorické hodnocení makového muffinu s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu; s vyloučením odlehlých výsledků (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita slané chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita sladké chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	81	74	88	88	57	15	6	69

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita sladké chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
PPD	9	10	9	10	10	10	10	9
Qd	0,290	0,024	0,368	0,241	0,022	0,103	0,120	0,026
Qh	0,241	0,128	0,077	0,043	0,348	0,138	0,120	0,288

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu; Qh – testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu

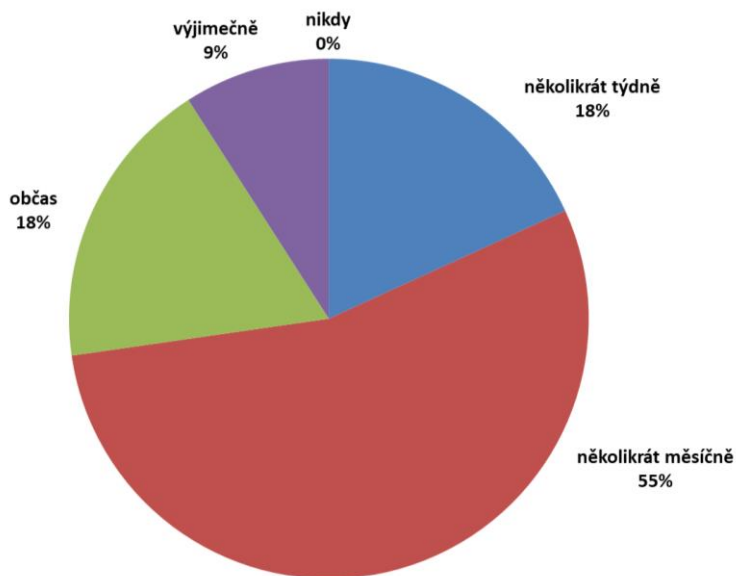


Obr. 33 Ochota konzumace makového muffinu

Tab. 19 Senzorické hodnocení kosovo-čokoládového muffinu s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu; s vyloučením odlehlých výsledků (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita slané chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita sladké chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	88	87	91	85	62	16	6	78
PPD	10	9	9	10	10	10	10	10
Qd	0,143	0,136	0,053	0,200	0,029	0,103	0,048	0,244
Qh	0,053	0,136	0,100	0,091	0,400	0,172	0,190	0,128

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu; Qh - testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu

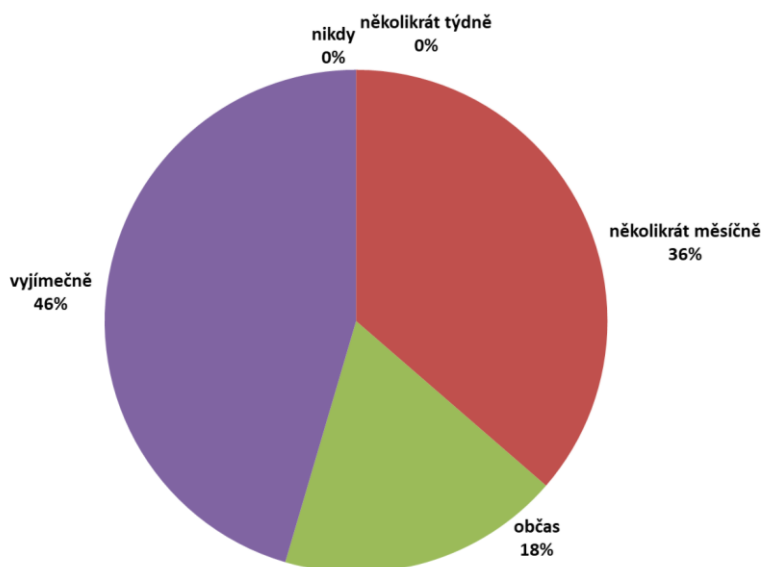


Obr. 34 Ochota konzumace kokosovo-čokoládového muffinu

Tab. 20 Senzorické hodnocení tvarohovo-jablečného koláče s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu; s vyloučením odlehlých výsledků (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita slané chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita sladké chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	58	59	79	68	44	23	18	68
PPD	10	10	10	10	10	10	10	10
Qd	0,233	0,290	0,188	0,132	0,696	0,023	0,698	0,033
Qh	0,389	0,197	0,025	0,258	0,087	0,069	0,698	0,310

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu; Qh – testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu

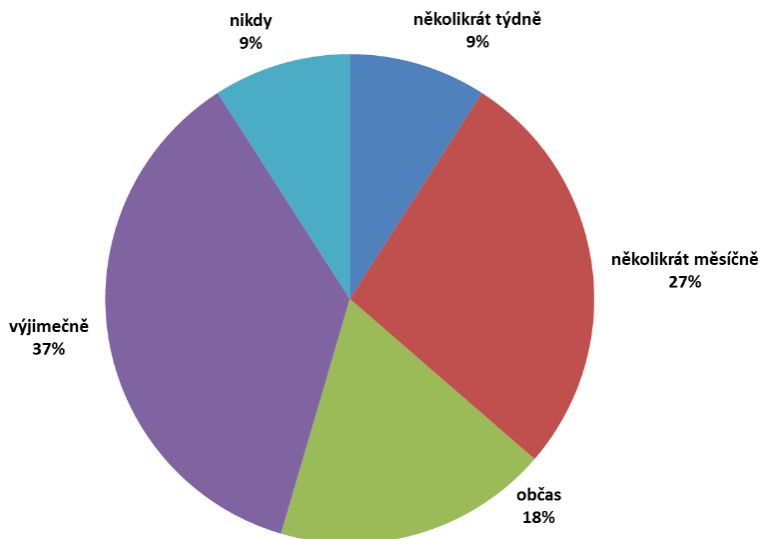


Obr. 35 Ochota konzumace tvarohovo-jablečného koláče

Tab. 21 Senzorické hodnocení pomazánky z pečeného masa s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu; s vyloučením odlehlých výsledků (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita slané chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita slané chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	61	60	78	76	33	16	13	87
PPD	10	10	10	9	10	10	10	9
Qd	0,128	0,040	0,077	0,089	0,063	0,087	0,088	0,185
Qh	0,093	0,122	0,143	0,146	0,063	0,131	0,118	0,120

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu; Qh – testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu



Obr. 36 Ochota konzumace pomazánky z pečeného masa

Výsledná hodnocení libosti vzhledu, barvy, vůně a chuti byla příznivá. Žádný zmíněný deskriptor nezískal nižší hodnocení než 50 bodů. U jednotlivých pokrmů byly hodnoty uvedených deskriptorů vyrovnané. Výsledná hodnocení jsou zaznamenána v obr. 25.

Asesory nejvíce zaujal vzorek kokosovo-čokoládového muffinu (88 bodů), následoval makový muffin (81 bodů), dále vzorek pomazánky z pečeného masa (61 bodů) a jako poslední tvarohovo-jablečný koláč (61 bodů).

Z barevného hlediska se vzorky umístily ve stejném pořadí jako při hodnocení vzhledu. Kokosovo-čokoládový muffin získal 87 bodů, makový 74 bodů, pomazánka 60 bodů a 59 bodů získal tvarohovo-jablečný koláč.

Nejpříjemněji byla hodnocena vůně u muffinů. Kokosovo-čokoládový muffin získal 91 bodů, makový 88 bodů. Tvarohovo-jablečný koláč byl ohodnocen 79 body a pomazánka z pečeného masa 78.

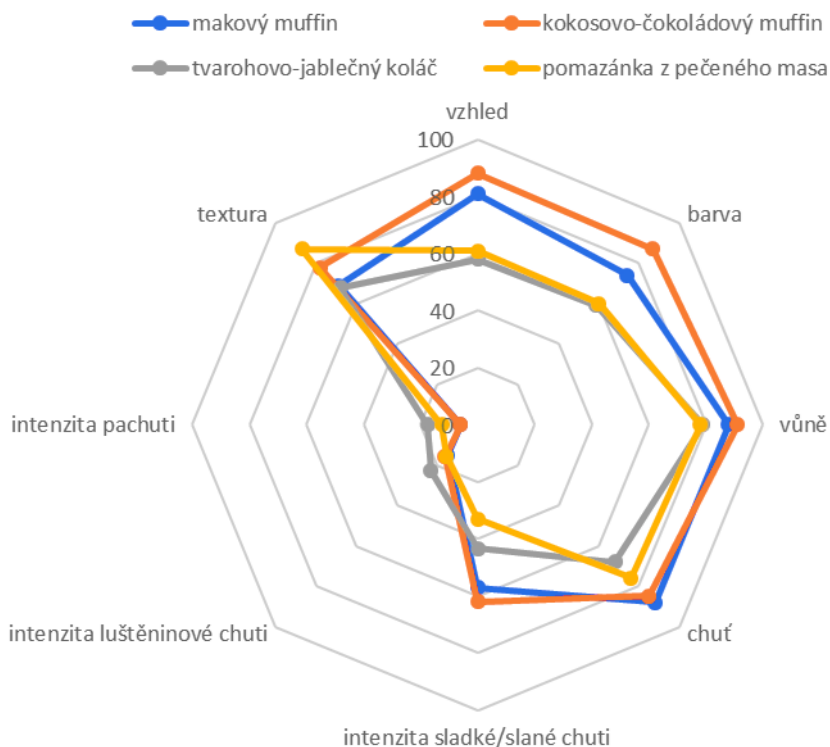
Za nejchutnější vzorek byl zvolen makový muffin (88 bodů), poté kokosovo-čokoládový muffin (85 bodů), následně pomazánka z pečeného masa (76 bodů) a tvarohovo-jablečný koláč s 68 body.

Nejvýraznější intenzita sladké/slané chuti byla u obou muffinů. Vzorky získaly 62 a 57 bodů. Nižší intenzitu vykazoval tvarohovo-jablečný koláč (44 bodů). Nejnižší intenzita byla u pomazánky z pečeného masa (33 bodů).

Intenzita luštěninové chuti byla nízká u všech předložených vzorků. Pohybovala se v rozpětí 15 až 23 bodů.

Nízkou pachut' vykazovaly oba vzorky muffinů a pomazánky, a to v bodovém rozpětí 3 až 13 bodů. Mírná pachut' (18 bodů) byla zaznamenána u tvarohovo-jablečného koláče.

Příjemnost textury vzorků se pohybovala v rozmezí 68 a 78 bodů.



Obr. 37 Hodnocení jednotlivých deskriptorů u pokrmů z klíčené vigny

5.3.3 Senzorické hodnocení pokrmu obsahující klíčenou sóju

V tabulce 22 jsou uvedeny výsledky hodnocení vybraných sensorických deskriptorů. Jedná se o sensorické hodnocení u rajčatové polévky zahuštěné klíčenou luštěninou. V některých případech (došlo k vyloučení odlehlých výsledků).

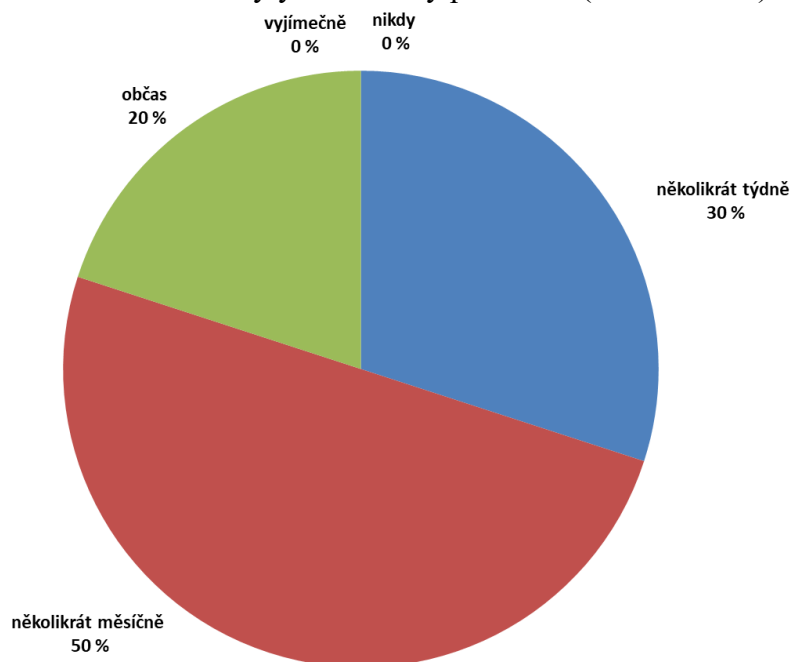
V obr. 38 je zaznamenána četnost konzumací.

Tab. 22 Senzorické hodnocení rajčatové polévky zahuštěné klíčenou luštěninou s testováním odlehlosti výsledků dle Dean-Dixonova testu; s vyloučením odlehlých výsledků (vzhled, barva, vůně, chuť, textura a celkový dojem 0 = velmi nepříjemná, 100 = velmi příjemná; intenzita slané chuti, intenzita luštěninové chuti, intenzita pachuti 0 = nepřítomná, 100 = velmi silná)

	vzhled	barva	vůně	chuť	intenzita slané chuti	intenzita luštěninové chuti	intenzita pachuti	textura
střední hodnota	87	97	87	88	47	43	3	81
PPD	10	9	10	10	10	10	10	10
Qd	0,226	0,364	0,231	0,1	0,208	0,115	0,031	0,175
Qh	0,065	0,25	0,051	0,025	0,067	0,258	0,114	0,05

pozn.: PPD – platný počet dat; Qd – testované dolní hodnoty Dean-Dixonova testu; Qh – testované horní hodnoty Dean-Dixonova testu

Hodnocení rajčatové polévky bylo kladné. Nejlépe z hodnocených deskriptorů dopadlo hodnocení intenzity pachutí (3 body). Barva byla hodnocena taktéž velice pozitivně (97 bodů). Chuťové vlastnosti asesory velmi zaujaly (88 bodů). Vzhled i vůně byly hodnoceny taktéž pozitivně (87 bodů). Asesory zaujala i textura (81 bodů). Intenzity slané a luštěninové chuti byly hodnoceny průměrně (47 a 43 bodů).



Obr. 38 Ochota konzumace rajčatové polévky zahuštěné klíčenou luštěninou

5.3.4 Celkové četnosti konzumace

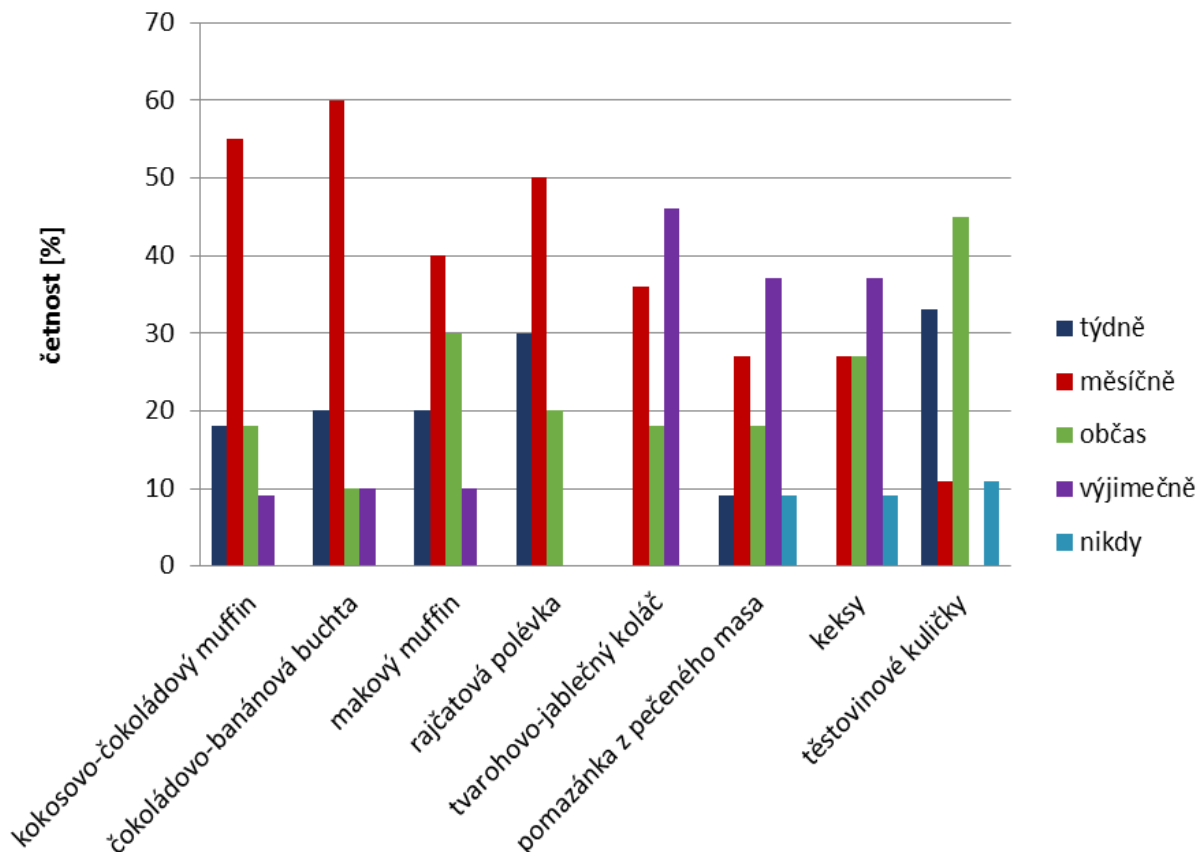
Asesoři vyhodnotili většinu předložených vzorků jako adekvátní pokrmy, které by bylo možné konzumovat. Jednoho respondenta nezaujala pomazánka z pečeného masa, keksy a těstovinové kuličky. Důvod celkového odmítání pomazánky z pečeného masa byl uveden jako jistá podobnost s rybí pomazánkou, kterou respondent nemá rád. U keksů se respondentovi nelíbila struktura a přílišná křupavost. Těstovinové kuličky asesora nezaujaly, protože takto zpracované luštěniny nevyhledává.

V obr. 39 jsou uvedeny odpovědi respondentů vyjadřující ochotu konzumace předložených pokrmů.

Nejvyšší ochota konzumace („několikrát týdně“, případně „několikrát měsíčně“) byla zaznamenána u rajčatové polévky (častěji volena týdenní možnost) a u čokoládovo-banánové buchty. Možnosti zvolilo 80 % asesorů. Vysokou četnost získaly také vzorky kokosovo-čokoládového muffinu („několikrát týdně“ a „několikrát měsíčně“ 73 % dotázaných) a makového muffinu („několikrát týdně“ a „několikrát měsíčně“ 60 % dotázaných). Avšak nejvyšší procentuální ohodnocení ochoty konzumace získaly těstovinové kuličky, které by byla ochotna konzumovat 1/3 dotázaných několikrát týdně.

Možnost „občas“, případně „výjimečně“, byla nejčastěji volena u keksů (častěji volena možnost „občas“) a u tvarohovo-jablečného koláče. Oba vzorky takto zaujaly 64 % respondentů.

Celkově nejvíce zaujal vzorek kokosovo-čokoládového muffinu, u kterého nebyla vůbec zvolena možnost „nikdy“ a pouze u 9 % dotázaných možnost „výjimečně“. Následovala čokoládovo-banánová buchta a makový muffin. Oba vzorky získaly 0 % u možnosti „nikdy“ a po 10 % u možnosti „výjimečně“. Týdenní možnost zvolilo 20 % dotázaných u obou vzorků, ale u čokoládovo-banánové buchty zvolilo možnost „několikrát měsíčně“ o 20 % více respondentů než u makového muffinu.



Obr. 39 Četnost ochoty konzumace vzorků pokrmů

5.3.5 Celkové senzorní hodnocení

Bylo vymyšleno, připraveno a senzorně zhodnoceno celkem 8 receptur z klíčených luštěnin. Hodnocení byla pozitivní, žádný z deskriptorů (vzhled, barva, vůně, chuť) nezískal pod 50 bodů. Nejnížší hodnocení u textury bylo lehce podprůměrné (45 bodů). Také intenzita pachutí byla ohodnocena kladně. Maximální počet bodů byl 18. Intenzita chuti sladké (ve sladkých recepturách), případně slané (ve slaných recepturách) má ideální hodnotu 50 bodů. U předložených vzorků se hodnocení pohybovala v rozmezí 28 až 62 bodů. Otázkou zůstává hodnocení intenzity luštěninové chuti. V některých případech je vhodnější její celkové zastření, v jiných její ponechání. V předložených vzorcích byly hodnoty luštěninové chuti od 15 do 43 bodů. Intenzita pachutí byla u všech předložených vzorků nízká, pohybovala se v rozmezí 3 až 18 bodů.

Nejvyšší ohodnocení vzhledu získaly keksy (89 bodů) a nejnižší tvarohovo-jablečný koláč (58 bodů). Keksy zaujaly asesory z důvodu velké podobnosti s běžně dostupnými slanými lahůdkami. Tvarohovo-jablečný koláč získal pouze lehce nadprůměrné hodnocení

primárně z důvodu neatraktivního barevného dojmu z kombinace pečených jablek, skořice a luštěnin v náplni a korpusu z ovesných vloček.

Z barevného hlediska byla nejlépe hodnocena rajčatová polévka (97 bodů) a nejhůře opět tvarohovo-jablečný koláč (59 bodů). U polévky byla vyzdvihována barevná svěžest získaná díky použití čerstvých rajčat.

Vůně všech předložených vzorků byly hodnoceny nadprůměrně. Nejvíce zaujala kombinace čokolády a kokosu v kokosovo-čokoládovém muffinu (91 bodů). Nejméně pak těstovinové kuličky (75 bodů), kde byla rozporuplná hodnocení. Někteří hodnotiteli byla vůně smažených kuliček hodnocena pozitivně, jinými naopak.

Chuťově stejnou měrou nejvíce zaujaly vzorky makového muffinu a rajčatové polévky (88 bodů). Lehce nadprůměrné hodnocení, avšak nejnižší z předložených vzorků, získaly těstovinové kuličky (55 bodů). Kombinace luštěnin a těstovin v této podobě byla neobvyklá.

Texturou hodnotitele nejvíce zaujala čokoládovo-banánová buchta a pomazánka z pečeného masa (oba vzorky 87 bodů). Lehce pod průměrem se umístily těstovinové kuličky (45 bodů). Čokoládovo-banánová buchta měla strukturu známých buchty na plech, jen byla mírně vláčnější z důvodu přidávaných luštěnin. Pomazánka z pečeného masa měla texturu téměř totožnou s běžně dostupnými pomazánkami.

Intenzita chuti (sladké, případně slané) byla nejvyšší u kokosovo-čokoládového muffinu (62 bodů), kde byla sladkost ještě zvýrazněna použitím čokolády s nižším obsahem kakaa. Při zvolení čokolády s vyšším obsahem kakaa by výsledná intenzita sladké chuti byla nižší, případně by bylo možné použít menší množství cukru. Nízkou intenzitu slanosti měly 3 ze 4 slaných pokrmů. Jednalo se o pomazánku z pečeného masa (33 bodů), keksy (29 bodů) a těstovinové kuličky (28 bodů). Pokrmy byly asesory hodnoceny jako méně slané, ale subjektivní dojem slanosti byl optimální.

U hodnocení luštěninové chuti byly všechny předložené vzorky hodnoceny podprůměrně. Nejvyšší intenzita byla u rajčatové polévky (43 bodů), do které však nebyla přidávána žádná výraznější složka, která by luštěninovou chuť výrazněji potlačila. Obdobné hodnocení (41 bodů) získaly keksy, do kterých byl zapracován sýr neutrální chuti (typu Eidam). Pokud by byla snaha o vyšší zakrytí luštěninové chuti, bylo by vhodné zvolit výraznější druh sýra. Nejnižší intenzitu luštěninové chuti získala čokoládovo-banánová buchta a makový muffin (oba vzorky 15 bodů), kde obvykle výraznou chuť luštěnin překryla chuť čokolády s banány (u buchty) a máku s citronem a skořicí (u makového muffinu).

Nejvyšší intenzitu pachutí vykazoval tvarohovo-jablečný koláč (18 bodů) a nejnižší rajčatová polévka (3 body). Ostatní sladké pokrmy získaly průměrně 6 bodů, slané o 5 bodů více. V tvarohovo-jablečném koláči bylo použito více výrazných přísad, je tedy možné, že byl určitý chuťový nesoulad způsoben právě těmito kombinacemi. Další možností pachutí je výraznější chuť vařené vigny mungo. U rajčatové polévky byla veškerá pachutí pravděpodobně eliminována typickou nakyslou chutí čerstvých rajčat a použitých bylin.

6 Diskuse

6.1 Vliv máčení a klíčení na obsah sacharidů

Z důvodu technických potíží, kterým nebylo možné zabránit, byla provedena pouze dvě opakování. K optimalizaci výsledků by bylo ideální provést více opakování.

Předpokládalo se, že dojde k nárůstu glukózy a sacharózy jako důsledek hydrolyzy galaktooligosacharidů a škrobu (Acheson 2019).

Na občasný mírný nárůst některých galaktooligosacharidů během klíčení mohla mít pravděpodobně vliv degradace vyšších galaktooligosacharidů na nižší, čímž by byl způsoben jejich nárůst. Tento efekt způsobuje enzym α -D-galaktosidasa.

Významné rozdíly v množství sacharidů v sušině vzorků a ve vzorcích samotných jsou způsobeny významnou absorpcí vody během klíčení.

Celkové množství sacharidů by mělo být během klíčení přibližně konstantní. Během klíčení však stále docházelo k vymývání některých sacharidů při pravidelném zvlhčování semen. To je nejpravděpodobnější příčina poklesu celkového množství sacharidů během klíčení.

6.1.1 Vliv máčení na obsah sacharidů

Statistický významný vliv máčení byl ve vzorcích zaznamenán u všech zkoumaných sacharidů kromě glukózy, tj. u sacharózy, rafinózy, stachyózy a verbaskózy. Máčení mělo také statisticky významný vliv na celkový obsah sacharidů ve vzorcích.

Pokud byly výsledky převedeny na sušinu, jako statisticky významný byl zaznamenán pouze vliv máčení u rafinózy. U všech ostatních sacharidů byl faktor máčení označen jako statisticky nevýznamný. Stejně tak nebyl zaznamenán statisticky významný vliv na celkový obsah sacharidů v sušině.

Zvýšené množství glukózy v máčeném vzorku v porovnání s množstvím glukózy v surovém vzorku bylo vyšší, z 0,004 % na 0,102 % během 24 hodin máčení. Stejných výsledků bylo dosaženo i u Vidal-Valverde et al. (1998), kdy u bobu obecného byl zaznamenán nárůst glukózy již po 9 hodinách máčení. Dle Vidal-Valverde et al. (1992) byla v čočce glukóza po máčení taktéž detekována, i když v surových semenech její obsah nebyl zaznamenán. Stejných výsledků bylo dosaženo i u Vidal-Valverde & Frias (1992) a Rao & Belavady (1978). Nárůst, případně vznik, glukózy je pravděpodobně způsoben metabolickými ději, které nastaly během klíčení (Vidal-Valverde et al. 1992).

Množství sacharózy u bobu pokleslo o 21 % (Vidal-Valverde et al. 1998). V této práci byl zaznamenán nárůst sacharózy během klíčení o necelých 5 %. Dle Frias et al. (2000) nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl v množství sacharózy v máčených vzorcích oproti surovým vzorkům cizrny. Naopak mírného vzrůstu sacharózy u máčené čočky bylo dosaženo v práci Vidal-Valverde & Frias (1992) a v práci Rao & Belavady (1978). Rozdílných výsledků je pravděpodobně dosaženo z důvodu různé membránové permeability jednotlivých semen, velikosti semen a době máčení, kdy delší doba máčení způsobuje rozklad vyšších oligosacharidů na nižší, jako je právě sacharóza. V této práci byla doba máčení 24 hodin, v pracech uvedených autorů se doba máčení pohybovala okolo 9 hodin.

Během 9 hodin máčení (Vidal-Valverde & Frias 1992) byl dokázán významný vliv máčení na redukci galaktooligosacharidů u čočky.

Při porovnávání vlivu máčení na množství galaktooligosacharidů (rafinózy, stachyózy a verbaskózy) v bobu obecném (Vidal-Valverde et al. 1998) a v hrachu dle mých analýz bylo zjištěno, že celková redukce galaktooligosacharidů se u bobu pohybuje okolo 40 % během 9 hodin máčení a okolo 5 % u hrachu setého během 24 hodin máčení. Nižší účinnost máčení je způsobena nárůstem množství stachyózy během máčení.

Dle Frias et al. (2000) lze redukovat rafinózu o 40 % u cizrny a stachyózu o cca 7 % za 9 hodin máčení. U hrachu byl zaznamenán pokles rafinózy během máčení o téměř 50 %.

6.1.2 Vliv klíčení na obsah sacharidů

Dle Dostálové et al. (2004) množství monosacharidů a sacharózy během 5denního klíčení cizrny kolísalo. V této práci bylo během 1 dne klíčení zaznamenáno kolísající množství glukózy a vzrůstající množství sacharózy. Rafinóza u cizrny během 5denního klíčení poklesla o přibližně 57 % (Dostálová et al. 2004), pokles u hrachu během 24 hodin klíčení byl téměř 65 % oproti máčenému vzorku. Rao & Belavady (1978) zaznamenal pokles rafinózy během klíčení u různých druhů fazolí, který se pohyboval v rozmezí 40 až 55 % oproti máčenému vzorku.

Dle Vidal-Valverde et al. (1998) došlo během 6 dnů klíčení bobu obecného k redukci galaktooligosacharidů o téměř 94 %. K úplné eliminaci galaktooligosacharidů bylo dosaženo u 6 dní klíčené čočky v práci Vidal-Valverde & Frias (1992). V této práci během 24 hodin klíčení bylo dosaženo celkového poklesu galaktooligosacharidů o 45 %. Za 1 den klíčení hrachu došlo tedy k téměř polovičnímu poklesu celkového množství galaktooligosacharidů, než tomu bylo u bobu za 6 dní klíčení. Je to pravděpodobně způsobeno častějším zvlhčováním semen v automatickém klíčidle.

Bylo potvrzeno, že klíčení má významný vliv na odbourávání galaktooligosacharidů z luštěnin. Nejvyšší pokles byl zaznamenán u rafinózy, a to 65%, následovala verbaskóza 47 % a nejnižší pokles byl zjištěn u stachyózy 49 %. Důvodem prokázání vyšší účinnosti degradace galaktooligosacharidů je pravděpodobně použití automatického klíčidla, které v pravidelných intervalech (4× za hodinu) zvlhčuje semena a tím napomáhá k jejich lepšímu klíčení. Zároveň pravidelné zvlhčování působí na zvýšené vyplavování galaktooligosacharidů do vody.

Další výzkumy zabývající se redukcí galaktooligosacharidů v luštěninách jsou např.: Blöchl et al. 2007, Kadlec et al. 2008.

6.2 Receptury pokrmů z klíčených luštěnin

Vybrané uvedené receptury byly porovnávány z nutričního hlediska s běžně dostupnými pokrmy.

Byly srovnávány vždy dva nejvíce podobné pokrmy. Energetické a nutriční hodnoty jednotlivých pokrmů byly převzaty z aplikace Kalorické tabulky. Bylo porovnáváno 100 g pokrmů.

Keksy z klíčeného hrachu byly porovnány s běžně dostupnými slanými krekrý s příchutí sýra TUC cheese. Energetický příjem po konzumaci keksů je o 65 % nižší než po konzumaci krekrů s příchutí sýra. Množství bílkovin je téměř dvojnásobné ve prospěch keksů obohacených luštěninou. Naproti tomu množství sacharidů je pouze třetinové. Množství tuku je přibližně stejné, liší se o 7 %. Obohacené keksy luštěninou obsahují tuků méně.

Průměrný cheesecake obsahuje přibližně ve 100 g 1 160 kJ, zatímco tvarohovo-jablečný koláč, jehož korpus tvoří ovesné vločky, má přibližně o 60 kJ na 100 g méně. Při porovnání bílkovin cheesecake dosáhl okolo 40 % hodnoty tvarohovo-jablečného koláče. Množství sacharidů v tvarohovo-jablečném koláči bylo nižší o 65 % v porovnání s výrobkem cheesecake, naopak množství tuku bylo téměř dvojnásobné.

K porovnání polévek byla vybrána rajská polévka značky UGO. Energetická hodnota UGO polévky je o téměř 60 % vyšší než u rajčatové polévky zahuštěné luštěninou. Množství bílkovin v rajčatové polévce zahuštěné luštěninou je dvojnásobně vyšší než u rajské polévky UGO. Rajčatová polévka obsahuje necelou 1/3 množství sacharidů a 2/3 množství tuku než rajská UGO polévka.

Pomazánka z pečeného masa byla porovnávána s masovou pomazánkou značky KUBKO. Energetická hodnota KUBKO pomazánky byla nižší o 14 %. Nižší bylo také množství bílkovin (o 20 %) a množství sacharidů, které bylo v KUBKO pomazánce 5× nižší v porovnání s pomazánkou z pečeného masa, která byla nastavena luštěninou. Množství tuku v pomazánce z pečeného masa však bylo nižší o 1/3 v porovnání s pomazánkou KUBKO.

Energetické hodnoty obohacených pokrmů o luštěniny byly buď výrazně nižší, nebo přibližně stejně vysoké jako u běžně dostupných. Množství bílkovin bylo vždy vyšší o desítky procent u pokrmů s luštěninou. Množství sacharidů se pohybovalo okolo 30% hodnoty běžných pokrmů. Výjimkou byla hodnota u pomazánky, kde byl obsah sacharidů vyšší z důvodu jejich obsahu v luštěninách a téměř jejich absence v pomazánce KUBKO. I přesto je množství sacharidů u obou pomazánek nízké. Pomazánka KUBKO obsahuje 3 % sacharidů, pomazánka z pečeného masa přibližně 15 %. Množství tuku bylo nižší u všech pokrmů s luštěninou až na tvarohovo-jablečný koláč, kde byla hodnota tuku vyšší.

7 Závěr

Bylo provedeno měření množství sacharidů v surových, máčených a různou dobu klíčených semenech hrachu. Dále byly vymyšleny receptury obsahující klíčenou luštěninu. Pokrmy byly připraveny a následně bylo provedeno senzorycké hodnocení školenými asesory ve Výzkumném ústavu potravinářském, v. v. i.

- Výše uvedené receptury byly hodnoceny kladně. Žádný z hodnocených pokrmů nezískal při hodnocení vzhledu, vůně, barvy a chuti podprůměrné hodnocení. Intenzita cizích pachutí byla hodnocena maximálně 18 body ze 100 možných. Jednalo se tedy o výrazně nízkou intenzitu.

Otázkou zůstává hodnocení luštěninové chuti. V mnoha případech se podařilo luštěninovou chuť téměř potlačit. Konzument tedy nemusí vědět o přítomnosti luštěnin v pokrmu. Toho by bylo možno využít u dětí, které luštěniny odmítají, jak bylo zjištěno rozhovory s vedoucími školních jídelen při osobní účasti na konferenci Školní stravování 2019. Pokud by však bylo v zájmu zachování luštěninové chuti, bylo by třeba snížit množství výrazných surovin (koření, čokoláda, kokos, bylinky...). Hypotéza o kladném hodnocení kulinárně upravených luštěnin byla potvrzena.

Uvedené receptury již byly, společně s dalšími, publikovány v kuchařce Klíčím, klíčíš, klíčíme, aneb vaříme z naklíčených luštěnin (Pečenková et al. 2019).

- Při porovnávání množství sacharidů v semenech hrachu surových, máčených a v různých stupních klíčení se došlo k závěru, že máčení a klíčení má významný vliv na degradaci galaktooligosacharidů nacházejících se v semenech luskovin. Množství glukózy bylo proměnné, množství sacharózy v průběhu klíčení stoupalo. Obsah oligosacharidů rafinózní řady klesal se stupněm klíčení. K potvrzení teorie o vyšším stupni odstranění galaktooligosacharidů v automatickém klíčidle by bylo třeba porovnání vzorků hrachu klíčeného několika různými způsoby. Hypotéza o snižování množství oligosacharidů v semenech hrachu v průběhu klíčení byla potvrzena.
- Hypotéza o značných rozdílech v množství oligosacharidů v surových semenech v porovnání s máčenými a klíčenými semeny byla potvrzena. Množství rafinózy během máčení kleslo o 45 % původního množství a po 24 hodinách klíčení ještě o dalších 46 % proti množství v máčeném vzorku. Množství stachyózy během máčení lehce vzrostlo (o 7 %), pravděpodobně z důvodu štěpení vyšších sacharidů. Během 24 hodin klíčení však došlo k poklesu o více než 43 % při porovnání s množstvím v máčeném vzorku. Množství verbaskózy během máčení kleslo o 4 % původního množství. Klíčením bylo odstraněno více než 44 % verbaskózy nacházející se v máčeném vzorku.

8 Literatura

- Acheson KJ. 2019. Obtaining and Physico-chemically Characterizing Legume Sprouts. Page 186 in Martín-Cabrejas editor. Legumes: Nutrition Quality, Processing and Potential Health Benefits. The Royal Society of Chemistry. UK.
- Apata DF. 2008. Effect of cooking methods on available and unavailable carbohydrates of some tropical grain legumes. *African Journal of Biotechnology*. **7**. 20940-2945.
- Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. 2008. International tables of glycemic index and glycemic load values. *Diabetes Care*. **31**. 2281-2283.
- Blöchl A, Peterbauer T, Richter A. 2007. Inhibition of raffinose oligosaccharide breakdown delays germination of pea seeds. *Journal of Plant Physiology*. **164**. 1093–1096.
- Bouchenak M, Lamri-Senhadji M. 2013. Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention. *Journal of Medicinal Food*. **16**. 185-198.
- Brar GS., Carter TE. 1993. Soybean. *Genetic Improvement of Vegetable Crops*. 427–463. doi:10.1016/b978-0-08-040826-2.50034-5
- Broughton WJ, Hernández G, Blair M, Beebe S, Gepts P, Vanderleyden J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil* 2003. **252**. 55-128.
- Buttriss JL, Stokes CS. 2008. Dietary fiber and health: an overview. *British Nutrition Foundation*. **33**. 186-200.
- Clemente A, Olias R. 2017. Beneficial effects of legumes in gut health. *Current Opinion in Food Science*. **14**. 32-36.
- Cordle CT. 2004. Soy Protein Allergy: Incidence and Relative Severity. *The Journal of Nutrition* **134**. 1213-1219.
- Dostálová J, Kadlec P, Bernášková J, Houška M, Strohalm J. 2009. The Changes of α -Galactosides during Germination and High Pressure Treatment of Legume Seeds. *The Czech Journal Food Science* **27**. 76-79.
- Dostálová J, Kadlec P, Culková J, Hinková A, Houška M, Strohalm J. 2004. The Changes of α -galactosides during Germination and High Pressure Treatment of Chick-Pea Seeds. *The Czech Journal of Food Science*. **22**. 41-44.
- Dostálová J, Kadlec P, Strohalm J, Cůlková J, Houška M. 2007. Application of high-pressure processing for preservation of germinated legumes. *High Pressure Research* **27**. 139-142.

- Dostálová J. 2014. Luštěniny a jejich význam v lidské výživě. *Výživa a potraviny*. **5**. 114-116.
- Duranti M, Gius C. 1997. Legume seeds: protein content and nutritional value. *Field Crops Research*. **53**. 31-45.
- Duranti M. 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*. **77**. 67-82.
- Evropská komise. 2013. Nařízení Komise (EU) č. 210/2013 ze dne 11. března 2013 o schvalování provozů produkujících klíčky podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004. Pages 24-25 In: *Úřední věstník Evropské unie*. L 68/24. Evropská unie.
- Evropská komise. 2014. Nařízení Komise (EU) č. 704/2014 ze dne 25. června 2014, kterým se mění nařízení (EU) č. 211/2013 o požadavcích na osvědčení pro dovoz klíčků a semen určených k produkci klíčků do Unie. Pages 49-52 In: *Úřední věstník Evropské unie*. L 186/49. Evropská unie.
- Fabbri ADT, Crosby GA. 2016. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. **3**. 2-11.
- 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. *The European Food Research and Technology*. **210**. 340–345.
- Gomez M, Oliete B, Rosel C M, Pando V, Fernandez E. 2008. Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. *Food Science Technology* **41**. 1701–1709.
- Guillon F, Champ M. 2002. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*. **88**. 293-306.
- Habiba R. 2002. Changes in anti-nutrients, protein solubility, digestibility, and HCl-extractability of ash and phosphorus in vegetable peas as affected by cooking methods. *Food Chemistry*. **77**. 187-192.
- Han IH, Baik B. 2006. Oligosaccharide Content and Composition of Legumes and Their Reduction by Soaking, Cooking, Ultrasound, and High Hydrostatic Pressure. *Cereal Chemistry*. **83**. 428-433.
- Henk B. 2016. *Plant Glossary: An illustrated dictionary of plant terms*. Royal Botanic Gardens. Kew.
- Hera E, Ruiz-Paris E, Oliete B, Gomez M. 2012. Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. *Food Science Technology* **49**. 48–54.

Heureka Group a.s. 2019. Luštěniny. Heureka. Available from <https://lusteniny.heureka.cz/> (accessed December 2019).

Houba M, Hochman M, Hosnedl V. 2009. Luskoviny pěstování a užití. Kurent. České Budějovice.

Huang X, Cai W, Xu B. 2014. Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) with germination time. *Food Chemistry* **143**. 268-276.

Huiyun, W, Dwyer KM, Fan Z, Shircore A, Fan J, Dwyer JH. 2003. Dietary fiber and progression of atherosclerosis: the Los Angeles Atherosclerosis Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **78**. 1085-1091.

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

Chrtková A. 2001. Pages 437-438 in Slavík B ed. Květena České republiky 4. Academia. Praha.

South Pacific Commission. 1991. Legumes. South Pacific foods leaflet. **16**. Available from https://spccfpstore1.blob.core.windows.net/digitallibrary-docs/files/ac/ac84f083ed221f16140f1f7b0887c9e5.pdf?sv=2015-12-11&sr=b&sig=zEob%2FyiGZHwpO4hGp%2FtmSh6Fn0dWiOcQaoRD%2F%2Bp2iyw%3D&se=2020-08-04T15%3A12%3A09Z&sp=r&rsc=public%2C%20max-age%3D864000%2C%20max-stale%3D86400&rsc=application%2Fpdf&rscd=inline%3B%20filename%3D%229250_1991_Foods_Leaflet_Legumes_16.pdf%22

Iqbal A, Khalil IA, Ateeq N, Khan MS. 2006. Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry*. **97**. 331-335.

Isanga J, Zhang G. 2008. Soybean Bioactive Components and their Implications to Health. *Food Reviews International*. **24**. 252-276.

Jelínková I. 2017. Hrách setý. Atlas květin A-Z. Available from <http://www.atlasbotani.eu/index.php?detail&urlback=P3ZuYXpldiZhbXA7dm5hemV2Y3o9aHIIRTFjaCZhbXA7dnlobGVkYXZhbmk9dnlobGVkYXZhbmkmYW1wO25haml0PU5haiVFRHQmYW1wO3RyaWQ9Mg&cislo=319> (accessed November 2019).

Kadlec P, Dostálová J, Bernášková J, Skulinová M. 2008. Degradation of α -galactosides during the germination of grain legume seeds. *Czech Journal of Food Sciences*. **26**. 99- 108.

Kadlec P, Dostálová J, Houška M, Strohalm J, Bubník Z. 2006. Evaluation of a-galactosides decrease during storage of germinated pea seeds treated by high pressure. *The Journal of Food Engineering*. **77**. 364-367.

Kalorické tabulky. Aktualizace 2018. Kalorické tabulky. Available from <https://www.kaloricketabulky.cz/> (accessed February 2018).

Karmas E, Harris RS. *Nutritional Evaluation of Food Processing*. 1988. Van Nostrand Reinhold. New York.

Khokhar S, Owusu-Apenten RK. 2009. Antinutritional Factors in Food Legumes and Effects of processing. Page 35 in Squires VR, ed. *The Role of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries in Human Nutrition Vol. 4. Encyclopedia of Life Support System*. EOLSS Publisher Co. Ltd. Available from <http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/E5-01A-06-05.pdf> (accessed December 2019).

Kushi LH, Meyer KA, Jacobs Jr DR. 1999. Cereals, legumes, and chronic disease risk reduction: evidence from epidemiologic studies. *The American Journal of clinical nutrition*. **70**. 451-458.

Kýhos K, Novotná P, Houška M, Strohalm J, Landfeld A. 2014. Křekry z naklíčených sójových bobů se sníženou hladinou galaktosidů. Výzkumný ústav potravinářský v Praze, v. v. i., Česká republika. Užité vzor CZ 27210.

Landfeld A, Novotná P, Strohalm J, Kýhos K, Houška M, Winterová R, Holasová M, Fiedlerová V, Mašková E, Erban V, Eichlerová E, Dostálová J, Kortánková V, Ondřejková Z. 2013. Nové postupy pro využití zemědělských surovin a produkci hlavních druhů potravin zvyšující jejich kvalitu, bezpečnost, konkurenceschopnost a výživový benefit spotřebiteli. [Projekt QI111B053, Společná výzkumná zpráva č.5/360/2013]. Výzkumný ústav potravinářský Praha, v. v. i., Praha.

Mallillin AC. 2008. Dietary fiber and fermentability characteristics of root crops and legumes. *The British Journal of Nutrition*. **100**. 485-488.

Messina MJ. 1999. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **70**. 439-450.

Miňarro B, Albanell E, Aguilar N, Guamis B, Capellas M. 2012. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *Journal of Cereal Science* **56**. 476-481.

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. 2017. 210 vyhláška ze dne 26. června 2017, kterou se mění vyhláška č. 107/2005 Sb., o školním stravování, ve znění pozdějších předpisů Pages 10 in *Sbírka zákonů České republiky, částka 76*. Česká republika.

- Mižík P. 2011. Cicer Arietinum L. – cizrna beraní / cicer baraní. BOTANY.cz. Available from <https://botany.cz/cs/cicer-arietinum/> (accessed November 2019).
- Mohamed K. 2011. Influence of Legume Processing Treatments Individually or in Combination on Their Trypsin Inhibitor and Total Phenolic Contents. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. **5**.1310-1322.
- Moravec J. 1996. Hrách. Pages 499-500 in Mareček F ed. Zahradnický slovník naučný- 2. díl. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha.
- Novotná P, Pečenková N, Šlajchová S, Houška M, Dostálová J. 2018. Naklíčené luštěniny a jejich kulinární úpravy. Výživa a potraviny **73**. 132-133.
- Obendorf RL, Gorecki RJ. 2012. Soluble carbohydrates in legume seeds. Seed Science Research. **22**. 219-242.
- Onwurafor EU, Onweluzo JC, Ezeoke AM. 2014. Effect of Fermentation Methods on Chemical and Microbial Properties of Mung Bean (*Vigna radiata*) Flour. Nigerian Food Journal **32**. 89–96.
- Pečenková N. 2018. Kulinární úprava luštěnin. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Pečenková N, Šlajchová S, Novotná P, Dostálová J, Houška M. 2019. Klíčím, klíčíš, klíčíme, aneb vaříme z naklíčených luštěnin. Výzkumný ústav potravinářský Praha, v. v. i. Praha.
- Petitot M, Boyer L, Minier C, Micard V. 2010. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. Food Research International **43**. 634-641.
- Petřeková K, Sovadinová Z. 2017. Klíčení semen ke konzumaci - výhody domácího klíčení semen a rizika spojená všeobecně s konzumací klíčených semen. Zpravodaj pro školní stravování. **3**. 34-36.
- Polak R, Phillips EM, Campbell A. 2015. Legumes: Health Benefits and Culinary Approaches to Increase Intake. Clinical Diabetes. **33**. 198-205.
- Prugar J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. Praha.
- Rao PU, Belavady B. 1978. Oligosaccharides in pulses: varietal differences and effects of cooking and germination. The Journal of Agricultural and Food Chemistry. **26**. 316-319.

Savage GP, Morrison SC. 2003. Trypsin inhibitors. Pages 5878-5884 in Caballero B, Finglas P, Toldra F editors. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition- 2nd Edition. Elsevier Science. Amsterdam.

Shi J, Arunasalam K, Yeung D, Kakuda Y, Mittal G, Jiang Y. 2004. Saponins from edible legumes: chemistry, processing, and health benefits. *Journal of medicinal food*. **7**. 67-78.

Schoeninger V, Coelho SRM, Christ D, Sampaio SC. 2014. Processing parameter optimization for obtaining dry beans with reduced cooking time. *Food Science Technology* **56**. 49-57.

Siddiq M, Uebersax MA. 2012. Dry beans and pulses: Production, processing and nutrition. Wiley-Blackwell. Oxford.

Společnost pro výživu. 2019. Konference Školní stravování 2019. Informační centrum bezpečnosti potravin. Available from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/konference-skolni-stravovani-2019.aspx> (accessed December 2019).

Státní zemědělská a potravinářská inspekce. 2018. Schvalování provozů produkující klíčky. Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Brno. Available from <https://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?prn=1&baf=0&nid=12108&doctype=ART&docid=1051322&chnum=1&inqResults=11319&hl=> (accessed December 2019).

Strosserová M. 2014. Problematika naplňování vize Skutečně zdravé školy ve školních jídelnách. *Zpravodaj pro školní stravování*. **4**. 57-60.

Taiwo KA, Akanbi OC. 1997. The effects of soaking and cooking time on the cooking properties of two Cowpea varieties. *Journal of Food Engineering* **33**. 337-346.

Tharanathan RN, Mahadevamma C. 2013. Grain legumes-a boon to human nutrition. *Trends in Food Science and Technology* **14**. 507-518.

Tian T, Yang K, Cui J, Zhou L, Zhou X. Folic Acid Supplementation for Stroke Prevention in Patients With Cardiovascular Disease. *The American Journal of Medical Sciences*. **354**. 379-387.

Tiwari U, Cummins E. 2013. Factors influencing levels of phytochemicals in selected fruit and vegetables during pre- and post-harvest food processing operations. *Food Research International* **50**. 497-506.

Trinidad TP, Mallillin AC, Loyola AS, Sagum RS, Encabo RR. 2010. The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. *The British Journal of Nutrition* **103**. 569-574.

Ulloa C, Acevedo-Rodríguez P, Beck S, Belgrano MJ, Bernal R, Berry PE, Brako L, Celis M, Davise G, Forzza RC, Gardstein SR, Hokche O, León B, León-Yáñez S, Magill RE, Neill DA, Nee M, Raven PH, Stimmel H, Strong MT, Villaseñor JL, Zarucchi JL, Zuloaga FO, Jørgensen PM. 2017. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science* **358**. 1614-1617.

USDA. 2019. Chickpeas (garbanzo beans, bengal gram), mature seeds, raw. FoodData Central. Available from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173756/nutrients> (accessed December 2019).

USDA. 2019. Lentils, raw. FoodData Central. Available from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172420/nutrients> (accessed December 2019).

USDA. 2019. Mungo beans, mature seeds, raw. FoodData Central. Available from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174259/nutrients> (accessed December 2019).

USDA. 2019. Peas, green, split, mature seeds, raw. FoodData Central. Available from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172428/nutrients> (accessed December 2019).

USDA. 2019. Soybeans, mature seeds, raw. FoodData Central. Available from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174270/nutrients> (accessed December 2019).

Valíček P. 2002. Užitkové rostliny tropů a subtropů. Academia. Praha.

Venclová B. 2019. Zvýšit zájem o pěstování luskovin včetně sóji. Úroda. Available from <https://www.uroda.cz/zvysit-zajem-o-pestovani-luskovin-vcetne-soji/> (accessed November 2019).

Venn B, Green T. 2007. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet–disease relationships. *European journal of clinical nutrition* **61**. 122-131.

Vidal-Valverde C, Frías J, Verde SV. 1992. Effect of Processing on the Soluble Carbohydrate Content of Lentils. *The Journal of The Food Protection*. **55**. 301–303.

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 Lebensmitteluntersuchung Und-Forschung A*. **207**. 140–145.

Vidal-Valverde C, Frias J. 1992. Changes in carbohydrates during germination of lentils. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung*. **194**. 461–464.

Walterová S. 2014. Cizrna beraní. Zahrádkářův rok. Available from <https://zahradkaruvrok.cz/2014/11/cizrna-berani/> (accessed November 2019).

Wang N, Hatcher DW, Warkentin TD, Toews R. 2010. Effect of cultivar and environment on physicochemical and cooking characteristics of field pea (*Pisum sativum*). Food Chemistry **118**. 109-115.

Yadav S, Khetarpaul N. 1994. Indigenous legume fermentation: Effect on some antinutrients and in-vitro digestibility of starch and protein. Food Chemistry **50**. 403-406.

Yordanov DG, Angelova GV. 2014. High Pressure Processing for Foods Preserving. Biotechnology & Biotechnological Equipment **24**. 1940-1945.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

aj.	a jiní
atd.	a tak dále
C:N	poměr uhlíku ku dusíku
CO ₂	oxid uhličitý
DNA	deoxyribonukleová kyselina
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
GI	glykemický index
GIT	gastrointestinální trakt
H ₂	vodík
HDL	vysokodenzitní lipoprotein
HPLC	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
CH ₃	metan
KTJ	kolonie tvořící jednotka
LDL	nízkodenzitní lipoprotein
LDPE	nízkodenzitní polyetylen
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
p. a.	pro analýzu
PET	polyethylentereftalát
PP	potravinářský podnik
RNA	ribonukleová kyselina
STEC	<i>E. coli</i> produkující Shiga-toxin
STOB	Stop obezitě
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
tj.	to jest
tzv.	takzvaný
v. v. i.	veřejná výzkumná instituce
VÚPP	Výzkumný ústav potravinářský Praha
WHO	Světová zdravotnická organizace

10 Samostatné přílohy

10.1 Příloha I

Tab. 23 Porovnání hlavních nutrientů ve 100 g surových (S), máčených (M) a klíčených (K) luštěninách (Kalorické tabulky 2018, USDA 2019)

	Cizrna			Čočka			Hrách			Sója			Vigna mungo		
	S	M	K	S	M	K	S	M	K	S	M	K	S	M	K
energie (kJ)	1471	502	693	1377	488	445	1337	496	521	2022	727	512	1177	441	126
sacharidy (g)	53,9	13,0	24,1	56,4	20,1	22,1	52,5	21,1	27,1	35,1	9,9	9,6	45,3	19,2	5,9
proteiny (g)	18,5	7,5	10,0	20,6	9,0	9,0	21,9	8,3	8,9	40,0	16,6	13,1	22,5	7,0	3,0
lipidy (g)	6,7	3,0	4,0	2,2	0,4	0,6	2,3	0,4	0,7	20,1	9,0	6,7	1	0,4	0,2

10.2 Příloha II Senzorické hodnocení výrobků z klíčeného hrachu

Jméno:

Datum:

Úkol: Ochutnejte, prosím, předložené vzorky a zhodnoťte je dle uvedených deskriptorů.

Vzorek č.:

Příjemnost vzhledu

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost barvy

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost vůně

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost textury

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost chuti

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Intenzita slané/sladké chuti

nepřítomna

velmi silná

Intenzita luštěninové chuti

nepřítomna

velmi silná

Intenzita pachuti

nepřítomna

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:

10.3 Příloha III Senzorické hodnocení výrobku z klíčené viny

Jméno:

Datum:

Úkol: Ochutnejte, prosím, předložené vzorky a zhodnoťte je dle uvedených deskriptorů.

Vzorek č.:

Příjemnost vzhledu

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost barvy

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost vůně

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost textury

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost chuti

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Intenzita slané/sladké chuti

nepřítomna

velmi silná

Intenzita luštěninové chuti

nepřítomna

velmi silná

Intenzita pachuti

nepřítomna

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:

10.4 Příloha IV Senzorické hodnocení výrobků z klíčené sóji

Jméno:

Datum:

Úkol: Ochutnejte, prosím, předložené vzorky a zhodnoťte je dle uvedených deskriptorů.

Vzorek č.:

Příjemnost vzhledu

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost barvy

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost vůně

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost textury

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Příjemnost chuti

velmi nepříjemná

velmi příjemná

Intenzita slané chuti

nepřítomna

velmi silná

Intenzita luštěninové chuti

nepřítomna

velmi silná

Intenzita pachuti

nepřítomna

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:

10.5 Příloha V Těstovinové kuličky

Složení:

- 200 g naklíčeného uvařeného rozmixovaného hrachu
- 120 g syrových těstovin
- 1 velká cibule najemno nakrájená
- 2 stroužky česneku
- 2 polévkové lžice worcestrové omáčky
- 3 polévkové lžice sójové omáčky
- tuk na osmažení cibule
- koření (kurkuma, mletý kmín, pepř, mletý bobkový list, mletá bílá hořčice, koriandr, pálivá paprika, sladká paprika možno přidat kořenící směs např. grilovací koření...)
- dle chuti sůl
- strouhanka na obalení
- olej na opékání

Postup: Těstoviny uvaříme podle návodu, slijeme a trochu vody si necháme v nádobě vedle. Těstoviny rozmixujeme, dle potřeby přiléváme vodu. Směsi hrachu a těstovin smícháme s worcestrovou a sójovou omáčkou. Na tuku osmažíme cibuli do zlatova, přidáme prolisovaný česnek a připravené koření a prohřejeme. Vlijeme do připraveného základu z hrachu a řádně promícháme. Pomocí lžice namočené ve studené vodě odebíráme kousky hmoty, ze které tvoříme kuličky, které lehce obalíme ve strouhance (možno i v trojobalu). Kuličky opékáme na oleji ze všech stran dozlatova.

Nutriční složení 100 g pokrmu je uvedeno v tab. 24.

Tab. 24 Nutriční složení těstovinových kuliček (100 g pokrmu)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
848 kJ (202 kcal)	4	12	19,5	1,4

10.6 Příloha VI Kokosovo-čokoládový muffin

Složení:

- 300 g naklíčených uvařených rozmixovaných fazolí mungo
- 200 g hladké mouky (nebo 100g hladké a 100 g polohrubé)
- 200 g cukru krystal
- 125-150 ml mléka
- 200 g strouhaného kokosu
- 1 vejce (oddělíme žloutek od bílku a z bílku vyšleháme tuhý sníh)
- 1 sáček prášku do pečiva
- nasekaná čokoláda na kousky
- vanilkový cukr
- strouhaný kokos na posypání

Postup: Všechny ingredience smícháme a nalijeme do formiček, posypeme kokosem a pečeme ve vyhřáté troubě na 180°C.

Nutriční složení 100 g pokrmu je uvedeno v tab. 25.

Tab. 25 Nutriční složení kokosovo-čokoládového muffinu (100 g pokrmu)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
1323 kJ (315 kcal)	7	13,6	42,6	1,4

10.7 Příloha VII Makový muffin

Složení:

- 250 ml vlažného mléka
- 300 g naklíčených uvařených rozmixovaných fazolí mungo
- 250 g hladké mouky
- 100 g cukru krystal
- 90 g mletého máku
- 30 g rozpuštěného másla
- prášek do pečiva
- šťáva a kůra z 1 citronu
- skořice
- vanilkový cukr

Postup: Všechny ingredience smícháme, vlijeme do vymaštěné formy a pečeme v předehřáté troubě na 180°C.

Nutriční složení 100 g pokrmu je uvedeno v tab. 26.

Tab. 26 Nutriční složení makového muffinu (100 g pokrmu)

Energetická hodnota	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vláknina (g)
1033 kJ (246 kcal)	7,9	6,7	37	3

10.8 Příloha VIII

Tab. 27 Souhrnná tabulka významnosti klíčení (množství sacharidů ve vzorcích samotných)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza	celkem
0-4	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-8	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-12	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-24	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-8	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-12	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-24	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-12	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-24	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
12-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
12-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
12-24	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
16-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
16-24	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
20-24	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný

10.9 Příloha IX

Tab. 28 Souhrnná tabulka významnosti klíčení (množství sacharidů v sušinách vzorků)

	glukóza	sacharóza	rafinóza	stachyóza	verbaskóza	celkem
0-4	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-8	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-12	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
0-24	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-8	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-12	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
4-24	Významný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-12	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-20	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
8-24	Významný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
12-16	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
12-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
12-24	Významný	Významný	Nevýznamný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný
16-20	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
16-24	Významný	Významný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný
20-24	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný	Nevýznamný

