

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

---

ZEMĚDELSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Genetiky a speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Hodnocení funkčních vlastností vybraných rostlinných mouk**  
**Evaluation of functional properties of selected vegetable flours**

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Markéta Jarošová

Autor bakalářské práce: Věra Vítková

České Budějovice, 2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Věra VÍTKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z16042**  
Studijní program: **B4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Zootechnika**  
Název tématu: **Hodnocení funkčních vlastností vybraných rostlinných mouk**  
Zadávací katedra: **Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné**

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

Pšeničná mouka, jako hlavní nosná surovina pro výrobu pekařských, pekárenských a dalších potravinářských výrobků (např. uzenin, kam je přidávána jako plnidlo), může být pro řadu spotřebitelů nepříjemná z důvodu alergie na lepek i dalších důvodů. Je proto neustálá snaha hledat nové alternativní zdroje rostlinných mouk, které budou vyhovovat specifickým požadavkům. U pekařských výrobků z kynutých těst je naplnění tohoto úkolu obtížnější (kvůli náhradě jedinečné visko-elastické funkce lepkových bílkovin), u ostatních typů výrobků by to nemělo být tak velkým problémem. Cílem řešení bakalářské práce (BP) je hodnocení vybraných chemických a funkčních vlastností alternativních rostlinných mouk pro uplatnění v potravinářských výrobcích.

BP bude řešena prostřednictvím experimentálního hodnocení vybraných chemických a funkčních vlastností u modelového souboru rostlinných mouk. Hodnoceno bude 6 - 10 typů rostlinných mouk (lupinová, bramborová, topinamburová, z červené řepy, lněná, konopná aj.), které budou buď koupeny nebo vyrobeny. U mouk bude zjištěna vlhkost a sušina, bude stanoven obsah dusíkatých látek a bílkovin, bude hodnoceno spektrum bílkovin pomocí elektroforézy. Z funkčních vlastností bude hodnocena rozpustnost mouk, jejich schopnost vázat vodu, schopnost vázat tuk, gelotvorná funkce, změna barvy po simulaci varného procesu a případně další parametry specifické pro konkrétní druh mouky.

Formálně bude práce členěna obvyklým způsobem pro práce experimentálního charakteru (úvod, cíl, literární přehled, materiál a metody, výsledky, diskuze, závěr a seznam použité literatury a zdrojů). Literární přehled BP bude shrnovat dostupné poznatky z vědecké, odborné i fremní literatury (resp. zdrojů) českých a zahraničních autorů. Dosažené výsledky budou statisticky vyhodnoceny a zpracovány do podoby tabulek nebo grafů.

BP bude zpracována podle platného sdělení děkana pro vypracování bakalářských a diplomových prací (Opatření děkana ZF JU č. 4/2014, viz web ZFJU).

Rozsah grafických prací: 5 stran  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 35 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:

Ferreira M. S. L., Santos M. C. P., Moro T. M. A., Basto G. J., Andrade R. M. S., Concalves E. C. B. A. (2015): Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food and Technology* 52: 822-830.

Hofmanová T., Hrušková M., Švec I. (2014): Evaluation of Wheat/Non-Traditional Flour Composites. *Czech Journal of Food Science* 32: 288-295.

Prugar J. a kol. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., Praha, 327 s.

Raikos V., Neacsu M., Russell W., Duthie G. (2014): Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp and buckwheat flours as affected by pH. *Food Science & Nutrition* 2: 202-810.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.**  
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Markéta Jarošová**  
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Datum zadání bakalářské práce: **28. února 2018**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2019**

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

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA**   
**V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**  
studijní oddělení  
Studentova 1000, 270 02 České Budějovice

  
prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 28. února 2018

### Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Hodnocení funkčních vlastností vybraných rostlinných mouk“ jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

15. dubna 2019 v Českých Budějovicích

.....

Věra Vítková

## Poděkování

Děkuji doc. Ing. Janu Bártovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, cenné rady a ochotné předávání cenných zkušeností. Také bych ráda poděkovala Ing. Markétě Jarošové, která mi byla nápomocná při práci v laboratoři.

## **ABSTRAKT**

Teoretická část této práce se zabývá základními informacemi o složení, nutričních vlastnostech, tvorbě a využití mouk. Jsou zde představeny obiloviny i luštěniny, které jsou vhodné pro jejich výrobu. Pozornost je také věnována potravinovým intolerancím, které mohou být důvodem, proč se zajímat, popřípadě nahradit běžné mouky z pšenice, ječmene, ovsa či žita.

Praktická část práce je směřována na 14 konkrétních mouk, u kterých byly v laboratorních podmínkách provedeny testy na obsah sušiny, vlhkosti, obsah dusíkatých látek a bílkovin, bílkovinné spektrum, rozpustnost, vaznost vody a tuku, gelotvorná funkce a změna barvy během varu. Výsledkem jsou vybrané údaje o nutričních a funkčních vlastnostech jednotlivých vzorků.

Klíčová slova: funkční vlastnosti, lepek, mouka, hrách, fazole, čočka, sója, cizrna, rýže, pohanka, kukuřice, bramborový protein, luštěniny, obiloviny

## **SUMMARY**

This bachelor thesis deals with basic structure, nutritional properties, production and use of flours. There are information about cereals and legumes, which are used for productions of flours. This thesis talks about food intolerances, which can be a reason why change basic flours of wheat, barley, oat and rye to another.

Practical part is about 14 flours, which were tested on dry matter, humidity, nitrogen substances content, proteins, protein electrophoretic profiles (patterns), solubility, water and fat holding capacity, formation of gels and changes of colours during a boiling. The results of this research are information about nutrition and functional properties of tested flours.

Key words: coeliac disease, gluten, flour, pea, bean, lens, soya, chickpeas, rice, buckwheat, maize, potato protein, pea protein, legumes, cereals

# OBSAH

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Obiloviny .....</b>	<b>12</b>
2.1.1 Pšenice setá.....	12
2.1.2 Žito seté.....	13
2.1.3 Ječmen setý.....	14
2.1.4 Oves setý.....	15
2.1.5 Triticale.....	15
2.1.6 Kukuřice setá.....	16
2.1.7 Pohanka setá.....	16
2.1.8 Amarant .....	17
2.1.9 Rýže .....	19
<b>2.2 Potravinové alergie.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Výroba běžných a alternativních mouk.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Luskoviny.....</b>	<b>22</b>
2.4.1 Hrách setý .....	24
2.4.2 Čočka jedlá .....	25
2.4.3 Fazol obecný.....	25
2.4.4 Sója luštinatá.....	26
2.4.5 Cizrna beraní .....	27
<b>2.5 Okopaniny .....</b>	<b>28</b>
2.5.1 Brambor hlíznatý.....	28
<b>3. CÍL PRÁCE.....</b>	<b>31</b>
<b>4. MATERIÁL A METODY .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Materiál.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 Metodika .....</b>	<b>33</b>
4.2.1 Stanovení sušiny.....	33
4.2.2 Stanovení obsahu dusíkatých látek.....	33
4.2.3 Stanovení obsahu bílkovin .....	33
4.2.4 Hodnocení spektra bílkovin.....	34
4.2.5 Hodnocení rozpustnosti .....	34
4.2.6 Hodnocení schopnosti navázat vodu .....	35
4.2.7 Hodnocení schopnosti navázat tuk.....	35
4.2.8 Hodnocení gelotvorné funkce.....	35
4.2.9 Hodnocení změny barvy po simulaci varného procesu.....	35
4.2.10 Statistické vyhodnocení .....	36



<b>5.</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>37</b>
5.1	Stanovení sušiny .....	37
5.2	Stanovení obsahu dusíkatých látek .....	38
5.3	Stanovení obsahu bílkovin .....	39
5.4	Hodnocení spektra bílkovin .....	40
5.5	Hodnocení rozpustnosti .....	41
5.6	Hodnocení schopnosti vázat vodu .....	42
5.7	Hodnocení schopnosti vázat tuk .....	43
5.8	Hodnocení gelotvorné funkce .....	44
5.9	Hodnocení změny barvy po simulaci varného procesu .....	45
5.10	Korelace .....	48
<b>6.</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>49</b>
<b>7.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>ZDROJE .....</b>	<b>53</b>
<b>9.</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>58</b>
<b>10.</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>62</b>
10.1	Seznam grafů .....	62
10.2	Seznam tabulek .....	62
10.3	Seznam obrázků .....	62

## 1. ÚVOD

Obiloviny tvoří velkou část běžného jídelníčku většiny populace. Konzumují se přímo nebo jsou jen surovinou, která je použita pro výrobu potravin v podobě mouky. Trendem dnešní doby se však stalo stoupající množství konzumované mouky, která se může stát jednou z příčin většího množství sacharidů v potravě a následné obezity. To však není jediným zdravotním následkem. V populaci se začíná vyskytovat i větší množství osob s potravinovými intolerancemi nebo alergiemi. Z toho důvodu se začalo zkoumat složení a nutriční hodnoty obilných mouk a je snaha nahradit klasickou pšeničnou mouku, s obsahem lepku, nízkým množstvím vlákniny, vitamínů a minerálů, za vhodnější ovesnou nebo dokonce za mouky vyrobené z luštěnin, které mají vysoký obsah bílkovin, vlákniny, mikronutrientů a díky nižšímu obsahu sacharidů jsou považované za vhodnější potraviny.

Přes výše jmenované zdravotní problémy je nutné ocenit kvalitu obilovin, která je v rozumném množství zdraví prospěšná a díky svým funkčním vlastnostem jako je gelotvorná funkce, vaznost vody a jiné, jsou nenahraditelné pro výrobu některých potravin. Například chléb s nadýchanou střídou a křupavou kůrkou by nebylo možné vyrobit bez kvalitní pšenice a typická krémová ovesná kaše by se neobešla bez ovesných vloček.

Jak je tomu u všech potravin, cestou ke zdraví je přemýšlení nad tím, co člověk vlastně jí a zda je jeho strava vyvážená. Trh nabízí široké spektrum sortimentu, který se stává dostupný i pro běžného konzumenta, proto si už každý může dovolit nahradit v pečení mouku pšeničnou za mouku rýžovou, nebo experimentovat s moukami vyrobenými například z hrachu, čočky, sóji, amarantu nebo kukuřice, které jsou velmi pestré svými funkčními vlastnostmi. Otázkou však zůstává, které náhražky běžných mouk jsou nejvhodnější pro přípravu jídla? Podobají se svými funkčními a chuťovými vlastnostmi běžným moukám? Které parametry je nutné sledovat?

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Obiloviny

Obiloviny jsou po několik tisíciletí základní složkou potravy. Jsou jedním ze základních zdrojů energie pro člověka. Obsahují složité cukry, které nezatěžují trávicí soustavu jako monosacharidy, důležité frakce vlákniny ( $\beta$ -glukany a arabinoxylany) a minerální látky. V populaci kolují informace o tom, že jsou obiloviny zdraví škodlivé. To však platí jen v případě, kdy jsou přijímány v nadměrném množství (Gabrovská *et al.*, 2015).

Bez ohledu na kvalitu a obsah složek patří mezi kulinářsky nejrozšířenější pšenice a rýže (Kalač, 2003). U těchto dvou zmíněných plodin je ovšem rozdílné využití. Velká většina potravinářského pšenice je semleta do podoby mouk s různou zrnitostí, naopak rýže je takto užita minimálně a v pekařské výrobě se téměř nepoužívá (Kadlec *et al.*, 2012). Z pohledu funkčnosti potravin se stává důležitým ještě oves a jeho výrobky, které mohou být výrobci označeny jako zdravotně prospěšné (Kalač, 2003).

Na našem území se řadí mezi nejrozšířenější cereálie pro výrobu mouk pšenice, ječmen, oves a žito (Pánek, 2002).

#### 2.1.1 Pšenice setá

Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) je na našem území pěstována na 30 % orné půdy. Pěstitelé si dávají za cíl produkovat pšenici kvalitnější, kterou lze zúročit k potravinářským účelům a je lépe finančně ohodnocena. Množství vyprodukované mlýnsko-pekárenské pšenice je však vyšší, než dokáže trh pojmout, proto se vyprodukovaný nadbytek zkrmuje (Prugar, 2008).

Pšeničné zrno se používá pro výrobu mouk a krupice. Tyto mouky jsou známé po celém světě. Jejich dobré pekárenské vlastnosti jsou zapříčiněné přítomností lepku, který zajišťuje dobrou pojivost a lépe se s vypracovaným těstem pracuje (Vavrošová, 2005).

Největší část pšeničné obilky je tvořena sacharidy. Zastoupeny jsou polysacharidy (škrob, celulóza, hemicelulóza, pentosany), oligosacharidy, monosacharidy, glykolipidy a glykoproteiny. Lipidy jsou zde důležité pro skladování

zrna i mouky, a pokud dojde k jejich oxidaci, projeví se to jako nežádoucí žluknutí. Z technologického hlediska jsou nejdůležitější bílkoviny. Ty jsou v průměrném zrně obsaženy z 12-13 %, ale je možné, že se hodnota bude pohybovat mezi 8 až 20 %. To je zapříčiněno odlišnými klimatickými podmínkami, vláhou nebo kvalitou půdy. Bílkoviny obsažené v zrně, nejsou rozmístěny rovnoměrně. V klíčku nebo aleuronové vrstvě je obsažené množství vyšší, naopak v endospermu jsou směrem do středu obsaženy méně. Endosperm je rozdrcen na mouku a v něm obsažené bílkoviny jsou přeneseny do ní. Bílkoviny nám také určují, jaké vlastnosti bude mouka mít (Prugar, 2008). Ve vodě nerozpustné pšeničné prolaminy gliadiny a gluteniny po zpracování vytváří rosolovitou hmotu (lepek), která udává dobrou pojivovou schopnost a proto je pšeničná mouka světově nejpoužívanější. (Velíšek, 2002)

Technologická jakost pšeničného zrna je určována zejména její odrůdou, která je zařazena do jakostních kategorií. Před zařazením do kategorie se posuzuje číslo poklesu, měrný objem, hodnota sedimentačního testu, Zelenyho číslo poklesu, obsah dusíkatých látek, vaznost mouky a objemová hmotnost. Podle výsledků hodnocení jsou mouky zařazeny do jakostních tříd E - elitní pšenice, A - kvalitní pšenice, B - chlebová pšenice a C což jsou nejméně kvalitní odrůdy, které se nehodí pro pekárenské zpracování (Kadlec *et al.*, 2012).

### 2.1.2 Žito seté

Žito seté (*Secale cereale* L.) je základní obilnina, která se až do 20. století na území ČR pěstovala více než pšenice. K poklesu došlo po skončení druhé světové války, kdy započala intenzifikace pěstování pšenice, ječmene a kukuřice. Pěstování žita se přesunulo do méně vhodných podmínek a intenzita jeho pěstování se snižuje dodnes. Až 90% vyprodukovaného žita je použito k potravinářským účelům a zbytek je zpracován jako krmivo nebo slouží k výrobě lihu. Největší množství je využíváno pro výrobu chleba, který se díky tomu stává chutnější, opticky více atraktivní a je prodloužena jeho trvanlivost. Ostatní produkty se staly spíše hitem moderního stravování, proto se žito začalo přidávat i do výrobků, kde žitná mouka není potřeba. Svou oblíbenost si získalo kvůli vyššímu množství vlákniny, minerálních látek a pentosanů. Hlavní zásobní látkou zrna jsou sacharidy a enzymy (sacharido-amylasový a škrobo-amylasový komplex), které určují jakost pro pekařské využití. Neškrobové polysacharidy pentosany, nacházející se v endospermu

a buněčných stěnách (Prugar, 2008), ve větším množství vážou vodu, nahrazují lepek a tím zajišťují kyprost těst (Stratil, 1993). Bílkoviny jsou v zrně obsaženy od 9 do 12 % (Prugar, 2008). Ačkoliv obsahuje lepkové frakce bílkovin, žitný lepek je odlišný od pšeničného. Důsledkem je to, že se s těstem jinak pracuje a výsledný produkt je také odlišný. Žitné těsto se více trhá a je známé, že hůře kyne, protože oxid uhličitý není udržen lepkem v těstu a uniká. Těmto obtížím se dá předejít přidáním pšeničné mouky do žitného základu. Po pečlivém prohnětení těsta dojde k rovnoměrnému rozptýlení pšeničného lepku ve hmotě a tím se zlepší její vlastnosti (Mason, 2016). Významný je také vyšší množství albuminů a globulinů, které navyšují obsah esenciálních aminokyselin. Ačkoliv má žito mnoho benefitů, je nutné také zmínit antinutriční látky, které jsou významné obzvláště pro mladá zvířata a mohou působit toxicky. Jsou to alkylresorcinoly, jejichž množství po tepelném opracování klesá. Jedná se o kyselinu fytovou, která spolu s kationty tvoří neodbouratelné sloučeniny a ferulovou kyselinou vázající na sebe esenciální aminokyseliny (Prugar, 2008).

Obecně vzato spotřeba žitné mouky za posledních desítek let poklesla. V roce 2006 byla průměrná spotřeba 7,9 kg na osobu. Příčinou je nadměrná konzumace pšeničných výrobků, kterých na trhu stále přibývá a zároveň tvoří většinu nabídky. Zastoupena je žitná mouka převážně ve formě tmavé chlebové mouky, která se dříve označovala jako T 930 (Prugar, 2008). Lze ji využít k pečení čistě žitného pečiva nebo se dá dobře kombinovat s pšeničnou nebo špaldovou moukou (Mason, 2016).

### **2.1.3 Ječmen setý**

Ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.) je na území České republiky významný zejména v oboru sladařství a pivovarství. Postupem času docházelo ke šlechtění až do takové úrovně, že se na našem území vyskytuje minimální množství českých odrůd a ty zahraniční převládají (Prugar, 2008). Český genetický materiál však nevyumřel. U ječmene sahají kořeny zahraničních odrůd až k českému kultivaru Diamant, který ovlivnil šlechtění po celém světě. Za jeho pomoci byla vyšlechtěna odrůda jarního ječmene Trumpf, jež prokázala vysoké výnosy, dobrou kvalitu sladu a dnes se její geny promítají téměř do 20 dalších odrůd pěstovaných ve Spojeném Království (Meksem, Kahl, 2010).

V České republice se ječmen využívá převážně pro nepotravinářské účely, ale jinde ve světě prokázal díky vysokému obsahu rozpustné vlákniny, popelovin a malému množství tuků kladné účinky na zdraví. Naklíčené zrnko je bohaté na vitamíny skupiny B a vitamín E (Prugar, 2008).

#### **2.1.4 Oves setý**

Nutričně nejvýznamnější obilovina je oves setý (*Avena sativa* L.), který sahá svými kořeny až do Malé Asie, odkud se kolem 5. století dostal do Evropy. Ze zdravotního hlediska se stal velmi oblíbenou obilovinou. Důvodem je vysoký obsah bílkovin, které jsou tvořeny aminokyselinami, mezi nimiž je obsažen lyzin i methionin. Ovesné zrnko obsahuje také vysoký podíl vlákniny, minerálů, antioxidantů a kvalitních tuků (Kopáčová, 2007).

Oves je nejvíce používán ve formě ovesných vloček, méně se z něj vyrábí mouka nebo krupice. Vločky by měly být hlavní součástí müsli směsí, ale kvalita těchto produktů může výrazně kolísat přidáním vedlejších, méně zdravých surovin a cukrů. Další možností jejich využití jsou ovesné kaše, sušenky s přídavkem ovesné mouky a vloček, nebo je lze přidávat do pečiva. Chlebové těsto lze také obohatit až 30 % ovesnou moukou, nebo lze využít otrub, které dokážou nahradit až 15 % ostatních mouk (Prugar, 2008). Ačkoliv jsou samotné ovesné vločky náchylné na žluknutí, které způsobí zhořknutí a znehodnocení potravin, po jejich přidání do pečiva nebo sušenek, napomáhají k prodloužení trvanlivosti (Stratil, 1993). Začlenění ovesných produktů do jídelníčku má své výhody. Bylo zaznamenáno snížení cholesterolu, vláknina napomáhá lepší střevní peristaltice a fytoinulin je vhodné přijímat zejména při diabetu. Toto všechno jsou důvody, proč se oves a jeho podoby řadí mezi funkční potraviny (Prugar, 2008).

#### **2.1.5 Triticale**

Za zmínění stojí také triticale (*Triticosecale* Wittm.) česky nazývané jako žitovec. Triticale byl uměle vyšlechtěn z žita a pšenice a jeho hlavními výhodami je vysoká odolnost spolu s vysokými výnosy. Jeho využití v pekárenství už tak dobré není. Mouka obsahuje vyšší podíl popela a méně kvalitního lepku. Z tohoto důvodu se upřednostňuje pečení z pšeničné nebo žitné mouky. Mouka z triticale se používá jen v oblastech s nedostatkem pšenice (Prugar, 2008).

### 2.1.6 Kukuřice setá

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) je jednoletá plodina z čeledi lipnicovitých původem z Jižní a Střední Ameriky. Do Evropy byla dovezena Kryštofem Kolumbem v roce 1493, konkrétně do Španělska. Na naše území se dostala v 17. století, když ji přinesli Romové z Turecka a Rumunska. V České republice se za posledních 70 let zvyšují její výnosy, a proto vzrůstá její význam v zemědělství (Prugar, 2008).

Nejvíce je využívána ve formě siláže nebo zrna ke krmným účelům. V tomto ohledu dochází k poklesu jejího pěstování, což je jen reakcí na snižující se stavy dobytka. Z výživového hlediska zrno kukuřice obsahuje 75-80 % sacharidu v sušině. Nejvíce je zastoupena sacharosa, v menším množství škrob s dextry a nejméně zastoupena glukosa, fruktosa a manitol. Obsah bílkovin se pohybuje kolem hodnoty 12 %, ale jsou zde méně zastoupeni lysin, tryptofan a glycin. Mezi její velké výhody patří skutečnost, že kukuřičné bílkoviny nevytvářejí lepek a proto jsou vhodné do bezlepkových diet. Tuky tvořeny převážně z nenasycených mastných kyselin tvoří 5-8 % sušiny. Díky takovýmto hodnotám tuku a bílkovin, lze kukuřici považovat za kaloricky výživnou (Prugar, 2008). Kukuřice obsahuje přibližně stejné množství a zastoupení vitaminů jako je tomu u pšenice. Nejvíce je zastoupen vitamin E a vitamin A. Hodnoty minerálních látek jsou méně příznivé (Stratil, 1993).

Pro potravinářské účely se využívá jen 21 % z celkové produkce. Možností využití je mnoho. V nezpracovaném stavu je považována za zeleninu a lze její obilky přidávat do pokrmů, podávat celé palice nebo zrno zpracovat. Mezi nejznámější produkty patří popcorn a kukuřičné lupínky. Další možností zpracování je kukuřičná mouka vhodná pro pečení chleba. Olej z kukuřičných klíčků je v gastronomii také velice ceněný, protože obsahuje nenasycené mastné kyseliny, má vysoký bod varu a nepřepaluje se (Prugar, 2008). Bylo vědecky prokázáno, že konzumace kukuřičné kaše 2x týdně je zdraví prospěšná (Stratil, 1993).

### 2.1.7 Pohanka setá

Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum* Moench.) je teplomilná rostlina pocházející z pohoří Himalájí (Valíček, 1989). V dřívějších dobách se na území Československa pěstovala na rozsáhlých plochách, kterých však od 18. století ubývá. V roce 1920 bylo oseto ještě 3045 hektarů, ale od té doby došlo k poklesu až na 1406

hektarů zaznamenaných v roce 1945. Příčinou tohoto úpadku byla změna stravovacích návyků populace, která začala vyčleňovat kašovitě pokrmy a nahradila je jinými potravinami (Prugar, 2008).

Pěstovanou rostlinu je možné využít ke krmným účelům nebo v potravinářství. V posledních letech se řadí k funkčním potravinám, neobsahuje lepek, tudíž je možné zařadit ji do bezlepkových diet a má mnoho zdravotních benefitů. Byl prokázán pozitivní vliv na krevní tlak, množství krevního cholesterolu (Prugar, 2008) a působí jako antioxidant díky rutinu (Valíček, 1989). Rutin neboli vitamín P je flavonoid, jež je obsažen v nažce, skrz kterou se dostává do mouky. Množství rutinu je závislé na druhu mouky, způsobu pěstování pohanky a na odrůdě (Prugar, 2008). Pozitivem rutinu a vitamínu C je vliv na snížení výskytu kardiovaskulárních onemocnění (Vavrošová, 2005).

V pohance je obsaženo 9,3 % bílkovin, jež zastupují téměř všechny esenciální aminokyseliny (Valíček, 1989), přičemž limitující je leucin (Prugar, 2008). Tuky jsou zastoupeny v 1,9 %, 66,5 % tvoří sacharidy, 1,2 % vláknina a 0,9 % minerály (Valíček, 1989).

Pohanka obsahuje červené barvivo, jehož negativním účinkem může být zvýšená citlivost na sluneční záření (tzv. fotosenzitivita). Tato reakce se projevuje převážně u zvířat, která byla krmena celými rostlinami v období květu. U lidí byly v této souvislosti prokázány příznivé účinky při cukrovce druhého typu. Z antinutričních látek jsou zde zastoupeny inhibitory proteas, taniny, fytáty. Inhibitory proteas zapříčiňují špatnou využitelnost bílkovin, které jsou v optimálním zastoupení. Podílí se na tom také taniny, které jsou obsaženy v osemeni a nažce. Jejich množství se pohybuje v rozmezí 0,5-4,5 % (Prugar, 2008).

Pohanku lze do výživy začlenit v podobě mouk, vloček a krupice. Na trhu je nabízeno značné množství pohankových výrobků, jako je například pečivo, těstoviny nebo tyčinky (Kalač, 2003).

### **2.1.8 Amarant**

Amarant (*Amaranthus* L.), neboli laskavec, je rostlina zařazující se do skupiny pseudoobilovin, protože se svým využitím obilovinám podobá, ale z botanického hlediska k nim nepatří (Kalač, 2003). V historii byl konzumován Inký,



Mayskou civilizací nebo Aztéky, pro které byl základní potravinou. V 80. letech minulého století došlo k jeho rozšíření. Důvodem byla studie provedená ve Spojených státech, která se zabývala nutriční kvalitou obilovin a vyhodnotila je jako kvalitní potravinu (Caselato-Sousa, Amaya-Farfán, 2012).

V České republice je amarant pěstovaný na ploše 400 hektarů. Se vzrůstající oblibou produktů této rostliny dochází k převyšování množství vypěstovaného nad poptávkou. Z tohoto důvodu se uplatňuje dovoz z Maďarska (Havel, 2008).

Semena amarantu jsou nutričně velmi bohatá. Bílkoviny jsou v závislosti na druhu zastoupeny od 12 % do 17 %. Velmi ceněnou vlastností amarantových bílkovin je vysoký obsah lysinu, který je u ostatních obilovin obsažen v nízkém množství (Department of Agriculture, 2010). Na významnosti amarantu také přidává vysoký obsah vlákniny, minerálů a tuků, které jsou zastoupeny v 8 %. Z mastných kyselin jsou nejvíce zastoupeny linolová, palmitová a olejová kyselina, které zajišťují vysokou kvalitu tuku (Hofmanová et al., 2014).

Významná látka obsažená v laskavci je triterpen skvalen, který je zastoupen v 7-8 %. Jedná se o látku, která se normálně vyskytuje v těle a podílí se na imunitním systému. V minulosti bylo provedeno několik studií na krysách a kuřatech, které prokázaly, že skvalen napomáhá snížení množství cholesterolu v těle. Důvod takového vlivu není přesně určen, ale je jisté, že se na něm podílejí ještě tokoferol a  $\beta$ -glukany (Kalač, 2003).

Ve výživě lidí je laskavec využíván v mnoha potravinách. Nejvíce se využívají semena a mouky, které slouží jako doplňková komponenta do jiných výrobků, jako jsou sušenky nebo jiné produkty. V zahraničí je nabídka větší. Lze tam zakoupit také pečivo nebo nápoje. Velká obliba těchto produktů je zapříčiněna absencí lepku, díky čemuž lze produkty s obsahem laskavce zařadit do bezlepkových diet (Kalač, 2003). K výživě je také možné využít zelených částí rostlin jako zeleniny (Prugar, 2008).

Amarant se prokázal také jako zlepšující komponent ve směsi spolu s pšeničnou moukou. Zlepšení nutričních vlastností se projevilo nejvíce v obsahu proteinů, minerálních látek a vlákniny (Hofmanová et al., 2014).

### 2.1.9 Rýže

Rýže (*Oryza sativa* L.) je jednou z nejrozšířenějších potravin. Její původ sahá až do Indie. V dnešní době je nejvíce pěstována v Asii, Střední a Jižní Americe (Vavrošová, 2005). Čína, Indie a Indonésie se mohou chlubit největší produkcí (Valíček, 1989). Nejlépe se jí daří ve vlhkých podmínkách, které území České republiky nenabízí. Nejbliže nám je pěstována v Evropě kolem Středozemního moře (Vavrošová, 2005). Celosvětově je ročně vyprodukováno okolo 550 mil. tun, což je o 200 milionů méně než je tomu u pšenice a dělá to z ní druhou nejpěstovanější obilovinu. Nejvýznamnější je na asijském kontinentu, kde je součástí téměř každého jídla a tvoří 80-90 % tamější potravy (Valíček, 1989).

Nutričně je nejpříznivější obilka, která není loupaná. Ta obsahuje 8-12 % bílkovin, 2,4 % tuku, 68-72 % sacharidů a 10 % vlákniny (Valíček, 1989). Rýže je často používána při zdravotních dietách. Neobsahuje lepek, je snadno stravitelná, působí proti rakovině tlustého střeva a má jen 123 kalorií na 100 gramů (Vavrošová, 2005).

Pozitivní účinky rýže na zdraví jsou několika studii zpochybněny. Bylo provedeno několik výzkumů, ze kterých vzešel názor, že je rýže díky svému glykemickému indexu nevhodnou potravinou a zapříčiňuje onemocnění diabetes 2. typu. Tato skutečnost se však dá snadno ovlivnit vhodným výběrem odrůdy a způsobem její úpravy. Také bylo zjištěno, že barviva, která jsou v některých rýžích obsažena, dokážou preventivně působit proti hromadění tuku ve stěnách tepen a antioxidanty působí proti zánětům (Helmiyati *et al.*, 2013). Tyto pozitivní účinky spolu s faktem, že v rýži není obsažen lepek, vedou k tomu, že je používána pro výrobu mouk, které se uplatňují v bezlepkových dietách nebo se přidává do výrobků pro změnu jejich textury nebo chuťových vlastností. Hlavním směrem použití je výroba chleba, cukrovinek a nudlí (Fujibayashi, 2017).

Většina rýžové mouky je vyráběna v Asii. Tam se snaží co nejvýše snížit náklady pro výrobu mouky a rozšířit její využití i do oblasti bezlepkové výživy. Ačkoliv popularita rýžové mouky stoupá, výsledky nejsou tak markantní, jak by se dalo očekávat. Většina výroby je situována u malých výrobců, kteří používají různé odrůdy a tím dochází i k ovlivnění výsledné kvality, která úzce souvisí s vlhkostí (Fujibayashi, 2017). Přestože nedochází k častému používání rýžové mouky,

v průmyslové výrobě, je ceněna pro své vlastnosti a důležitou skutečnost, že takový výrobek je možné zmrazit a dlouhodobě uchovat (Bock, Flores, 2011).

## 2.2 Potravinové alergie

Potravinových alergií s postupující dobou přibývá. Je to způsobeno ochabnutím imunitního systému, který se od narození nemusí potýkat s tolika chorobami, infekcemi a bakteriemi. V dřívější době byla nižší úroveň hygieny, více nemocí a alergie, která by se u člověka projevila, se nestihla ani objevit. Snížená imunita vedla k nákaze smrtelnou nemocí a na se životem slučitelnou alergii ani nedošlo. Za další důvod by se dala považovat dnešní chemií znečištěná doba. Chemii používáme doma k úklidu, je nezbytná pro výrobu některých potravin a námi znečištěné prostředí tomu všemu jen napomáhá. U slabých jedinců, kteří už neumírají na základní nemoci, se projevují alergie a ty se pak přenášejí na potomstvo. Riziko dědičnosti záleží na imunitním systému obou rodičů a může v případě obou silných alergiků, být až 70 %. Odhaduje se, že predispozici k alergiím má 30-40 % populace Evropy.

Alergie se projevují téměř všemi symptomy od kopřivky, otoků, trávicích problémů až po migrény nebo smrt. Tato imunitní reakce může být odezvou na pyl, prach a potraviny a spoustu dalších činitelů.

Mezi nejvíce rizikové potraviny se řadí mléko, vejce, ořišky, ryby, sója, luštěniny a obilí (Drobník, Špičák, 2002).

Potravinová alergie se používá jako obecný pojem pro alergie a intolerance, ale není to tak správně. Alergie jsou způsobeny imunitními reakcemi organismu. Dělí se do 4 skupin. Při prvním typu alergie dochází k tvorbě imunoglobulinu E, který reaguje nejčastěji na proteiny mléka, luštěnin a obilovin. Druhý typ nevyvolává tvorbu imunoglobulinů E, třetí je způsoben imunokomplexy a čtvrtý typ je způsoben vyšší citlivostí buněk. Potravinové intolerance jsou neimunologického původu a lze je rozdělit na metabolické (laktózová intolerance, fenylketonurie, favismus), idiosynkrasie (syndrom čínských restaurací) a intoxikace (př. histamin) (Pánek, 2002).

Mezi složky potravy, způsobující potravinové alergie (celiakie) nebo intolerance, patří lepek tvořený gliadinem a gluteninem (Prolaminy a gluteniny) (Benešová, 2000).

Vyšší citlivost na lepek by se dala vysvětlit tím, že všechny lidmi konzumované obiloviny byly časem šlechtěny a došlo ke změně jejich fyzikálně-chemických vlastností. Konkrétním příkladem je zvýšení agrese lepku. Druhým možným důvodem by mohla být změna osídlení trávicího traktu biotmem.

Ať už je tento problém skutečný nebo ne, lidé bez potíží, by se lepku v potravě neměli úplně vyhýbat, protože by si mohli špatně zvolenou dietou způsobit onemocnění z nedostatku vlákniny, vitamínů nebo minerálů, protože by byli nuceni vyřadit i jinak zdravé, ale bohužel zpracované potraviny, na jejichž obalu výrobce upozorňuje, že může obsahovat stopy lepku (Walek, Tóth, 2015).

V populaci narůstá počet lidí, trpící intolerancí lepku nebo celiakií, proto dochází k propagaci méně tradičních obilovin pšenice špaldy (obsahuje lepek), prosa, pohanky a amarantu. Jejich výhodou je, že většina neobsahuje lepek a mají vyšší hodnoty některých složek. Více oblíbené a dostupnější se stávají mouky sójové, hrachové, fazolové, rýžové nebo cizrnové (Pánek, 2002).

### **2.3 Výroba běžných a alternativních mouk**

Základním principem výroby mouky je rozmělnění zrna, ze které vznikne sypká hmota, využitelná pro výrobu pečiva nebo zahušťování potravin. V dnešní době se už ustoupilo od ručního drcení a vyvinuly se moderní mlynářské technologie, které umožňují oddělení jednotlivých částí zrna. Díky tomu je možné získat samotný endosperm, který po nadrcení tvoří bílou mouku. Nejdůležitějšími mlýnskými produkty jsou hrubá a jemná krupice, hrubá, polohrubá a hladká mouka různých světlostí (Gabrovská *et al.*, 2015).

Vzhledem k narůstajícímu výskytu potravinových alergií (viz. kapitola 2.2), už nejsou na trhu jen mouky vyrobené z obilovin, ale stávají se běžné i mouky vyrobené z luskovin nebo okopanin (Gabrovská *et al.*, 2015). V roce 2015 provedl Ferreira *et al.* spolu s kolektivem výzkum, který se zabýval využitím zbytků ovoce a zeleniny z výroby izotonického nápoje. Materiál se umlel do podoby mouky a poté přidával do sušenek a cereálních tyčinek. U mouk se prokázala vysoká vaznost vody

a nižší vaznost oleje. U produktů obohacený o tuto mouku došlo ke zvýšení množství vlákniny, minerálních látek a zachování senzorických vlastností (Ferreira *et al.*, 2015).

## 2.4 Luskoviny

Luskoviny jsou jednoleté rostliny, které spadají do čeledi bobovitých. Až 60 druhů lze využít v potravinářství, ale většina není moc rozšířená a používá se spíše pro krmné účely. Od 90. let minulého století došlo k poklesu osévaných ploch v Evropě pro pěstování luskovin na zrno. Na území České republiky se luskoviny pěstují na ploše 28 000 ha, přičemž většina je oseta hrachem. Za přínosné lze považovat všechny části rostliny. Kořeny jsou schopné vázat vzdušný dusík, což vede ke zlepšování kvality půdy, zelené části rostlin lze zkrmovat a zrno, neboli luštěniny lze využít v potravinářství nebo v krmivářství (Prugar, 2008).

Celkový pokles množství pěstovaných a konzumovaných luštěnin je zapříčiněn nedoceněním chuťových a nutričních vlastností, proto průměrná roční spotřeba luštěnin na obyvatele nepřekračuje 2,5 kg (Stratil, 1993). Tato nízká spotřeba je zapříčiněná několika faktory. Před jejich konzumací je nutná jejich předpříprava v podobě namáčení, která způsobuje časovou náročnost, proto v dnešní zrychlující se době nespadá k ideální potravíně. Další nevýhodou, která je ale spíše starostí pěstitele než konzumenta, je velká náchylnost semen po sklizni na tvrdnutí, vlhnutí, plísně a s tím i spojené změny vůně a chuti. Z pohledu spotřebitele je to nízká stravitelnost a přítomnost flatulentních a antinutričních látek (Prugar, 2008). V zemích jako je například Japonsko, jsou luštěniny začleněny do každodenního jídelníčku více než u nás, což dle vědců vede k tamější dlouhověkosti (Stratil, 1993).

Luštěniny jsou důležité složky lidské výživy, které největším zdrojem bílkovin z rostlinné potravy. Mezi nejvýznamnější patří hrách, čočka, fazole, sója, cizrna a vikev. Přestože jsou bohatým bílkovinným zdrojem, neobsahují všechny důležité aminokyseliny. (Iqbal *et al.*, 2006).

Dle provedených výzkumů, lze konzumací 100 gramové dávky luštěnin přijmout všechny potřebné aminokyseliny, kromě methioninu, jehož je přijato jen poloviční množství, ale lze jej snadno doplnit ostatními potravinami přijatými v tentýž den (Stratil, 1993). Napříč různými literárními zdroji koluje informace, že bílkoviny obsažené v luštěninách jsou neplnohodnotné (Pánek, 2002), ale to platí

pouze u dětí do věku 7 let. Ve srovnání s živočišnými bílkovinami, rostlinné neobsahují cholesterol a nasycené tuky. Lipidů je v luštěninách obecně vzato málo. Hodnoty se pohybují okolo 1-2 % u hrachu, fazolí a čočky, výjimku tvoří jen sója s obsahem 20 %. Výhodou jejich složení je obsah až 60 % polynenasycených mastných kyselin a pouhých 4 % nasycených. V živočišném tuku jsou hodnoty opačně. Sacharidy jsou až z 60 % zastoupeny škrobem (Stratil, 1993) a 10 % tvoří oligosacharidy  $\alpha$ -galaktosidy, které způsobují nadýmání. (Pánek, 2002) Potíže s jejich trávením jsou způsobeny díky nepřítomnosti enzymu  $\alpha$ -galaktosidasy, který se v trávicím traktu netvoří. V ideálním případě mělo k jejich trávení dojít v tenkém střevě, ale protože proces neproběhl, nepozměněné pokračují do tlustého střeva, kde dochází k jejich fermentaci, na které se podílí tamní mikroflóra. Následuje vznik mastných kyselin, vodíku, oxidu uhličitého a methanu. Tomuto nežádoucímu trávicímu procesu lze předejít tepelnou úpravou nebo namáčením luštěnin před konzumací, které množství  $\alpha$ -galaktosidas sníží (Pánek, 2002). Významnou sacharidovou složkou je u luštěnin také vláknina, které je v jídelníčku populace nedostatek. Luštěniny jsou také bohaté na vitamíny B, C, E a karoten. Z minerálů jsou v hojném množství zastoupeny draslík, fosfor a vápník, který však není tak dobře vstřebatelný jako je tomu u živočišných produktů (Stratil, 1993).

Je znám fakt, že v luštěninách je obsaženo mnoho antinutričních látek jako jsou inhibitory proteáz, lektiny, antivitaminy, nestravitelné oligosacharidy, puriny, alergenní struktury nebo kyselina fytoová, která sice snižuje využitelnost minerálních látek, ale byl u ní prokázán pozitivní vliv proti rakovině tlustého střeva a rakovin prsu (Pánek, 2002). To je způsobeno její antioxidační schopností - váže na sebe železo a saponiny. Podobně antinutriční, ale zároveň pozitivně uplatňující se látkou jsou isoflavony, nejvíce obsažené v sóje, které působí proti kardiovaskulárním onemocněním a mají účinek proti osteoporose (Stratil, 1993).

Luštěniny je možné využívat k výrobě mouk, které jsou vyhledávány zejména kvůli absenci lepku. Cizrnová mouka a mouky z černých, bavlněných a pinto fazolí Felker *et al.* (2018) podrobili testům, kde se hodnotil vliv úpravy suroviny. Fazole a cizrna byly předvařeny a sušeny v bubnových sušárnách nebo ponechány bez úpravy. Hodnotila se struktura, barva, velikost částic, stravitelnost a další vlastnosti. Struktura všech zkoumaných luskovin byla bez detailnějšího

zkoumání mezi upravenými a surovými moukami stejná. Významnější detaily byly zaznamenány až po detailnějším zkoumání.

U neupravovaných surovin mouk byl pod mikroskopem viditelný neporušený škrob, nebyla narušena struktura granulí, ty byly naopak velké a s rozeznatelným obalem zrna a kotyledonovými vrstvami. U mouk ze surovin předvařených a následně sušených, nebylo možné zaznamenat škrobové jednotky a struktura granulí byla narušená. Rozpustnost a absorpce vody byly hodnoceny při teplotách 30°C a 95°C, což mělo napodobit využití v kulinářství. Při 30°C došlo u surových mouk k většímu rozpuštění, protože škrob nebyl gelatinizován. Při 95°C se u nich projevila výrazná absorpce vody. U upravovaných mouk byla také zaznamenána změna barvy do tmavších odstínů, zapříčiněná rozpuštěním povrchových barviv semen. Surové mouky se jevily světlejšími díky bílé barvě granulí škrobu. Na zlepšení stravitelnosti se podílela tepelná úprava. Výzkum byl zakončen tím, že pro nutriční využití je výhodnější použít upravených mouk, než surových (Felker *et al.*, 2018).

#### **2.4.1 Hrách setý**

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je nejdůležitější luskovina původem z jižní Asie (Prugar, 2008). Na území České republiky je hrách na zrna pěstován pouze na 3/4 plochy, což činí asi 1 % orné půdy. Přesto patří k nejvíce pěstované luštěnině v ČR. Velkou nevýhodou jsou jeho nízké výnosy a náročné pěstování. Pěstitelé se musí potýkat s problémy, jako jsou nerovnoměrné dozrávání, náchylnost na počasí a nižší odolnost proti chorobám, parazitům a plevelům. Ačkoliv se jedná o hodně nedostatků, kompenzují se množstvím výhod. Hrách je významný pro svou vlastnost vázat vzdušný dusík na své kořeny a následně jím obohacovat půdu. Napomáhá také snížit výskyt nežádoucích organismů, jejichž výskyt se naopak navyšuje opakovaným pěstováním obilnin, jako jsou pšenice a řepka. Je prokázáno, že díky schopnosti zlepšit kvalitu půdy, zlepšuje i kvalitu a výnosy následně pěstovaných plodin (Houba *et al.*, 2009). Hrách je možné pěstovat žlutý nebo zelený a po sklizni jej lze loupat nebo ponechat bez úpravy (Stratil, 1993). Největší množství produkce hrachu je použito ke krmným účelům. Lze jej sklízet v podobě zrní a následně využít do krmných směsí nebo ho konzervovat v podobě bílkovinné siláže. K lidské výživě je použito jen 10 % z celkové produkce, protože je považován za jídlo pro chudé

a někdy může být jeho příprava zdlouhavá. Před tepelnou úpravou se namáčí a v případě hrachu loupaného je možné ho rovnou vařit (Houba *et al.*, 2009).

#### **2.4.2 Čočka jedlá**

Čočka jedlá (*Lens culinaris* Med.) patří k nejstarším kulturním plodinám původem z Asie. Na území České republiky je pěstována jen na malých plochách v oblastech Moravy, kde jsou pro ní nejpříznivější podmínky (Prugar, 2008). Za rok je spotřebováno kolem 6 tis. tun, ale jen pro potravinářské účely. V krmivářství se nevyužívá. Téměř veškerá poptávka je uspokojena čočkou, která se dováží z Kanady a z malé části také ze Slovenska (Houba *et al.*, 2009). U nás se dosáhlo pěstitelského maxima v roce 1994, kdy čočka zaujímala 150 ha orné půdy a dokonce byl uskutečněn vývoz do Německa a Francie. Od té doby se podobných úspěchů nepodařilo dosáhnout. Důvodem nezájmu o pěstování čočky nejsou jen nepříznivé podmínky pro její pěstování, ale také nízké výkupní ceny a ne vždy vysoké výnosy. Z potravinářského hlediska patří čočka k nejvíce konzumovaným luštěninám. Její hlavní benefity jsou vysoký obsah bílkovin, dobrá stravitelnost, příznivá cenová dostupnost a oproti jiným luštěninám méně nadýmá. Semena jsou bohatá na vitamin A a B, vápník, železo a draslík. Konzumují se suchá semena různých velikostí v barevném spektru od žluté po oranžovou až hnědou (Prugar, 2008).

#### **2.4.3 Fazol obecný**

Fazol obecný (*Phaseolus vulgaris* L.) patří k světově nejrozšířenějším luskovinám. Z celkové produkce tvoří až 40 %, přičemž 30 % je produkováno na semeno (Prugar, 2008). Stejně jako tomu bylo i u čočky, množství pěstovaného fazolu se markantně snížilo. Ještě v minulém století byl na území České republiky pěstován na 300-900 hektarech, ale došlo k poklesu na pouhé 3 ha (Houba *et al.*, 2009). To je tak malé množství, že se u fazolu od roku 2001 nesleduje samostatná produkce, ale řadí se k „ostatním luštěninám“, jejichž množství se samostatně nezaznamenává. Na českém trhu je poptávka pouze po fazolu k potravinářským účelům, nikoliv ke krmivářským. Na tyto účely se dováží z Kanady, Slovenska, USA a Austrálie. Fazol lze považovat za dieteticky hodnotnou potravinu, která se svým složením velmi podobá ostatním luštěninám. Nevýhodou však je nízká stravitelnost bílkovin, která je zapříčiněná tříslovinami, kyselinou fytovou a inhibitory enzymů. Pro zlepšení stravitelnosti je vhodná úprava fazolu.



Například var napomáhá deaktivovat inhibitory enzymů a odstranění slupek semene vede k eliminaci tříslovin (Prugar, 2008).

#### 2.4.4 Sója luštinatá

Sója luštinatá (*Glycine max* L.) je kulturní rostlina pocházející z jihovýchodní Asie, konkrétně z Číny (Pánek, 2002). Je na vrcholu žebříčku nejvíce pěstovaných olejnin i luskovin (Houba *et al.*, 2009). Po mnoho let je nejvíce uplatňovaná ve Spojených státech, kde se pěstuje většina světové produkce. Je však geneticky modifikovaná. K nám se dostala až v minulém století a stala se velmi oblíbenou jak v potravinářském průmyslu, tak v krmivářství (Prugar, 2008). Celkově se na světě pěstuje asi na 95 milionech hektarů s výnosy 225 mil. tun. Nejvíce se na produkci podílejí USA, Brazílie a Argentina. (Houba *et al.*, 2009). V České republice sójou osévané plochy nejsou velké. V roce 2016 byla vyseta na ploše okolo 12 tisíc hektarů (Štranc, 2016). Plody sóji jsou lusky, které se vyznačují vysokým obsahem bílkovin a tuků. Největší část produkce je používána v krmivářství, jedna třetina v potravinářství a zbytek slouží k nepotravinářským účelům jako je výroba mýdel, barev, syntetického kaučuku nebo vláken (Pánek, 2002). Z nutričního hlediska je nejdůležitější složkou sójového semene bílkovina, která je zde zastoupena ze 40 % (Stratil, 1993). Ačkoliv neobsahuje všechny esenciální aminokyseliny a nemůže se kvůli tomu řadit k plnohodnotným potravinám, spolu se správně nakombinovanými obilovinami může tvořit téměř plnohodnotnou bílkovinu (Prugar, 2008). Obsah tuků se pohybuje okolo 20 % (Stratil, 1993). Jsou v nich bohatě zastoupeny polyenové mastné kyseliny, které jsou dieteticky vhodné a působí proti kardiovaskulárním onemocněním. Příznivě působí i sójový olej, obsahující fytoosteroly, díky nimž se nevstřebává cholesterol. Ze sacharidů lze za nejvýznamnější považovat vlákninu, protože sacharóza a oligosacharidy jsou v sóje obsaženy jen v malém množství oproti ostatním luštěninám (Prugar, 2008).

Sójové boby a výrobky z nich jsou velmi vhodné do diet zdravých i nemocných jedinců. Jsou snadno použitelné jako náhražky některých potravin, které jsou nevhodné pro osoby trpící celiakií, obezitou nebo mají potíže s diabetem či metabolismem lipidů (Pánek, 2002).

Tak jak je tomu u většiny luštěnin, i sója obsahuje antinutriční a toxické látky. Příkladem jsou kyselina fytová, fytoestrogeny, antivitaminy a další látky,

jejichž vliv na organismus byl popsán v předchozích kapitolách. Jejich deaktivace lze dosáhnout tepelnou úpravou, která je učiní vhodné, pokud budou konzumovány v omezeném množství (Pánek, 2002).

Minimální množství sóji je konzumované v čerstvém stavu v podobě zeleniny. Její většina je před potravinářským využitím nějakým způsobem zpracována a jsou jí dány charakteristické a smyslové vlastnosti. Nejvíce jsou využívány produkty typu jogurtů, sýrů, oleje, mouk nebo masných náhražek. Texturované sójové výrobky jsou využívány do mnoha pokrmů náhradou za maso. Je pravda, že obsahují méně tuků, cholesterolu a mají více vlákniny, ale jejich bílkoviny nelze považovat za plnohodnotné a nedodávají stejné vyvážené množství živin jako tomu je u masa. Z tohoto důvodu se dle zákona jako sójové maso nesmí nazývat. Podobné nevýhody jsou znatelné také u sójových nápojů a jogurtů. V případě, kdy jsou z jídelníčku vyřazeny produkty živočišného původu a jsou nahrazeny rostlinnými alternativami, dieta je ochuzena o významné množství vitamínu B<sub>12</sub>, železa a vápníku, který je sice v sójových produktech obsažen, ale jeho využití je menší. Nutné je také podotknout, že většina těchto výrobků nevykazuje ideální sensorické vlastnosti, proto je nutné provádět mnoho úprav. Používají se barviva a dochucovadla, na která někteří jedinci mohou prokazovat vyšší citlivost. Nejideálnější možností je takovéto sójové výrobky a náhražky kombinovat s živočišnými produkty, díky čemuž se sníží riziko negativních účinků a strava je vyvážená bez jakýchkoliv nedostatků (Pánek, 2002).

#### **2.4.5 Cizrna beraní**

Cizrna beraní (*Cicer arietinum* L.) je rostlina pocházející z Indie, která je zároveň jejím největším producentem (Valíček, 1989). Na území Evropy je nejvíce pěstovaná ve Španělsku, Řecku, Itálii a Francii. U nás se v dřívějších dobách pěstovala ve velmi malém množství na Moravě a v sousedním Slovensku. Od té doby však došlo k poklesu a její výskyt je ohraničen pouze zahrádkářským pěstováním (Prugar, 2008). Využití je možné ve výživě zvířat, kde se zkrmuje zelená rostlina nebo zralá semena. V humánní výživě, se cizrna řadí k velmi významným luskovinám, neboť je z dietetického hlediska velmi výhodná (Valíček, 1989). Její vlastnosti jsou srovnatelné s hrachem, přičemž cizrna je bohatší na vlákninu a tuk. Pro konzumaci se zralá semena upravují varem nebo pražením. Dále je možné

semena vysušit a rozemlít na mouku. Cizrna je dobrým zdrojem kvalitních bílkovin, které tvoří 20-30 % sušiny. V kombinaci s obilnými potravinami dokáže vytvořit dietu obsahující kvalitní bílkoviny. Tuky tvoří 6-7 %, ze sacharidů je bohatě zastoupena vláknina. Obsah vitamínů a minerálů je kvalitní (Prugar, 2008).

Dalším produktem, který lze z rostlin krom semen získat, je kyselina jablečná. Ta se získává ze žláz chlupů rostliny a je využívána ve farmacii a potravinářském průmyslu (Valíček, 1989).

## **2.5 Okopaniny**

### **2.5.1 Brambor hlíznatý**

Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum*), neboli brambory, je historicky významnou potravinou. V Evropě se rozšířil v 16. století a díky nízkým nákladům a snadnému pěstování ukončil hladomor a onemocnění kurdějemi (Stratil, 1993). Dnes jsou brambory součástí jídelníčku většiny české populace, přesto jsou státy jako Velká Británie, Polsko a Irsko, které mají roční spotřebu mnohem vyšší (Prugar, 2008). V roce 1970 byla roční spotřeba přes 100 kg na osobu, ale došlo k nahrazení brambor jinými potravinami a snížení spotřeby jen na 70 kg (Stratil, 1993). Ačkoliv spotřeba klesá, významnost brambor stoupá. Byly k vyvráceny mýty, které tvrdily, že brambory jsou nezdravé a způsobují obezitu. Již se ví, že na 100 g mají jen 280 kJ a vědci z USA byla potvrzena lepší sytící schopnost, než je tomu u vloček nebo čočky. Také se ví, že glykemický index lze ovlivnit způsobem úpravy a snížit jej z hodnoty 100 na 50 (Prugar, 2008).

Brambory lze využít v několika směrech. Nejvýznamnější je pěstování brambor pro potravinářské účely. Prodávají se nezpracované, nebo upravené zmrazením, smažením, sterilací či sušením. Přestože se brambory dají považovat za zdraví prospěšnou potravinu, záleží na způsobu zpracování. Jako příklad lze uvést smažení, kdy dochází k navýšení energetické hodnoty a množství tuku ve stravě, díky přidání velkého množství oleje, nebo přidáváním dochucovadel a konzervačních látek do sušených bramborových polotovarů (Pánek, 2002).

Bramborové hlízy jsou spolu s dalšími potravinami v jídelníčku výhodné. Navyšují objem přijímané potravy a dokážou dlouhodobě zasytit. Obsahují významné množství minerálních látek, vitamínů a bioaktivních látek. Čerstvé

brambory se skládají ze 70-80 % z vody. Jejím obsah je závislý na odrůdě, skladování a podmínkách pěstování. Díky tak vysokému obsahu, je nutné dbát na teplotu a vlhkost při skladování, aby nedocházelo ke ztrátám a znehodnocování. Sušina je zastoupena z 16-32 % (Prugar, 2008). Na množství sacharidů je vázaná teplota skladování, která ovlivňuje intenzitu dýchání hlíz a následnou tvorbu cukru. Proto dochází k sensorickým směnám namrzlých brambor. Součástí sacharidů je také vláknina, která zastoupena v množství okolo 2,1 % (Stratil, 1993).

Kvůli nízkému obsahu bílkovin jsou brambory značně nedocenené. Jejich obsah je okolo 2 %. Nutné je však vyzdvihnout jejich kompletní aminokyselinové složení. U obyvatel České republiky je spotřeba bramborových hlíz tak vysoká, že téměř 2x převyšuje množství přijatých bílkovin z luštěnin (Prugar, 2008).

Vzhledem k dobrým vlastnostem se bramborový protein izoluje a je snaha jej používat k výrobě potravin. Jeho biologická a nutriční hodnota je srovnatelná s vaječným bílkem. V tomto srovnání dosahuje lepších výsledků než sója nebo fazole (Donnelly, Kubow, 2011). Obsahuje velké množství aminokyselin lyzinu a leucinu, kyseliny asparaginové a kyseliny glutamové, které jsou v obilovinách zastoupeny v nízkém množství, proto je vhodné tyto potraviny kombinovat a vzájemně doplňovat. Izolace proteinu se provádí zvýšením teploty bramborové hlízové vody (PFJ, Potato fruit juice), která byla získána extrakcí škrobu z brambor, na 90°C a snížením pH na 4-5. Tyto podmínky se udržují po dobu 30 minut. Výsledkem je vysoce kvalitní hmota obsahující 80 % proteinu, jejíž nevýhodou je špatná rozpustnost ve vodě. Takto získaný bramborový protein lze využít, při zpracování masa, ke snížení nákladů nebo zlepšení nutričních vlastností potraviny. Další možností jeho využití je přidávání do směsi mouky pro přípravu chlebů. Bylo prokázáno pozitivních změn vlastností hotového výrobku a taktéž nutričních hodnot (Peksa *et al.*, 2009).

Tuky jsou zastoupeny v nízkém množství okolo 0,1 % a většina jich je obsažena ve slupkách. Z tohoto důvodu jsou nutričně málo významné (Prugar, 2008).

Ani brambory, stejně jako luštěniny, se nevyhnou nežádoucím antinutričním látkám. V odrůdách pro potravinářské využití došlo k jejich eliminaci, ale přesto není zaručena jejich úplná absence. Významný je glykoalkaloid solanin, jež způsobuje bolesti hlavy, nevolnosti a v určitém množství může ohrozit i život. Ten se dá

považovat za neškodný z důvodu jeho malého zastoupení. Jen v případech nazelenalých hlíz nebo hlíz s klíčky dochází k zvýšení jeho obsahu (Pánek, 2002).

### 3. CÍL PRÁCE

Cílem řešení bakalářské práce je hodnocení vybraných chemických a funkčních vlastností alternativních rostlinných mouk pro uplatnění v potravinářských výrobcích.

Jedná se o následující ukazatele:

- vlhkost a sušina
- obsah dusíkatých látek, bílkovin a bílkovinné spektrum
- rozpustnost
- vaznost tuku a vody
- gelotvorná funkce
- změna barvy po simulaci varného procesu

## **4. MATERIÁL A METODY**

### **4.1 Materiál**

Pro laboratorní pokusy bylo použito 14 druhů vzorků rostlinných mouk, které byly zakoupeny v obchodech se zdravou výživou nebo vyrobeny v laboratorních podmínkách.

Vzorek č. 1: Kukuřičná mouka hladká, 0,4 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Slovensko

Vzorek č. 2: Mouka pohanková, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

Vzorek č. 3: Sójová mouka hladká, 0,3 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Rakousko

Vzorek č. 4: Amaranthová mouka- hladká, 0,3 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Maďarsko

Vzorek č. 5: Cizrnová mouka hladká, 1 kg, výrobce LABETA, a.s., země původu Česká republika

Vzorek č. 6: Rýžová mouka hladká, 0,5 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Belgie

Vzorek č. 7: Hrachová mouka zelený hrách, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

Vzorek č. 8: Čočková mouka, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

Vzorek č. 9: Fazolová mouka, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

Vzorek č. 10: Červená řepa, vyrobeno v laboratoři Katedry speciální produkce rostlinné (Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity)

Vzorek č. 11: Pšeničná mouka hladká světlá, 1 kg, výrobce Bratři Zátkové a.s., země původu Česká republika

Vzorek č. 12: Bramborová bílkovina, výrobce Lyckeby Amylex a.s., Horažďovice

Vzorek č. 13: Cukrovarnické řízky, výrobce Tereos TTD a.s., Dobruška

Vzorek č. 14: Bramborová mouka, vyrobeno v laboratoři

## **4.2 Metodika**

### **4.2.1 Stanovení sušiny**

Principem stanovení sušiny byla vážková analýza. Od každého vzorku bylo na analytické váze naváženo 5 g vzorku. Vzorek byl umístěn do sušárny Universal Oven UN75 (Memmert, Německo), kde se sušil při 103°C po dobu 4 hodin. Vlhkost a sušina se stanovily z hmotnostního úbytku.

### **4.2.2 Stanovení obsahu dusíkatých látek**

Analýza dusíkatých látek se provedla dle modifikované Dumasovy metody pomocí přístroje Rapid N Cube (Elementar, Německo). Vzorky byly navážovány ve dvou opakováních o navážce 25 mg do cínových kapslí, které byly následně spáleny při vysoké teplotě za přítomnosti kyslíku.

### **4.2.3 Stanovení obsahu bílkovin**

Stanovení celkového množství bílkovin bylo provedeno za pomoci BCA metody, která je založena na použití sodné soli kyseliny bicinchoninové, kdy dochází k redukci měďnatého iontu na měďnatý protein a chelataci na kyselinu bicinchoninovou. Výsledkem je vznik červeného zbarvení, které se měří spektrofotometrickou metodou proti destilované vodě přístrojem Biomate 5 (Spojené království).

Pro extrakci vzorku byla použita navážka 50 mg a kit Pierce BCA Protein Assay Kit (Thermo Fisher Scientific, USA). Standardem byl bovinní sérový albumin (BSA), použitým pufrům byl Tris- HCl (0,25 mol.l<sup>-1</sup>, pH 6,8 + 8% dodecylsírán sodný). Ke vzorku se přidal extrakční pufr, vzorek se promíchal a uložil do ledové drti. Následujícím úkonem byla centrifugace (12 000 rpm, 4°C, 20 minut) a odebrání 1 ml supernatantu, který se po dobu 3 minut povařil ve vodní lázni. Aby bylo možné provést měření i u vzorků s vysokým obsahem bílkovin, provedlo se ředění do koncentrací vhodných pro měření bílkovin dle kalibrační křivky. Následně se provedlo smíchání reagentu A s Reagentem B. K 100 µl vzorku bylo přidání 2 ml



pracovního činidla a provedla se inkubace při 37°C po dobu 30 minu. Proteiny byly změřeny při vlnové délce 562 nm a hodnoty dosazeny do vzorce.

#### **4.2.4 Hodnocení spektra bílkovin**

Ke stanovení spektra bílkovin byla použita metoda SDS-PAGE na systému vertikální elektroforézy pomocí SE 600 (Hoeffer, USA) na polyakrylamidovém gelu za přítomnosti dodecylsírany sodného, který způsobuje rozpad proteinových podjednotek. Autorem této metody je Laemmli (1970). Principem je rozdělení bílkovin dle elektroforetické pohyblivosti závislé na molekulární hmotnosti. Pro vymezení molekulových hmotností je využito standardů, které slouží ke srovnání.

Vzorky byly aplikovány na kombinaci separačního (12 %) a zaostřovacího (3,75 %) gelu obsahující destilovanou vodu, akrylamid, pufr, sodiumdodecylsulfát, persíran amonný a tetramethylethylendiamin. Vzorky se připravily extrakcí, odpipetováním 40  $\mu$ l a k tomu přidáním 10  $\mu$ l nanášecího pufru s 2-merkaptoetanolem. Následovalo zahřátí na 100°C na 3 minuty a poté zchlazení. Připravený materiál byl po 30  $\mu$ g aplikován na gel a vložen do elektroforetické vany. Hmotnostním markerem byl Blue Protein ladder o molární hmotnosti 5- 245 kDa (Central European Biosystems, ČR). Separace byla provedena při napětí 150 V 30 minut, poté bylo změněno napětí na 200 V a proces trval dalších 4-6 hodin. Během celého procesu byla elektroforetická vana v chladničce.

Po separaci byly gely vyjmuty, opláchnuty a obarveny barvivem Coomassie Brilliant Blue R- 250 v roztoku spolu s methanolem (500 ml), kyselinou octovou (100 ml) a destilovanou vodou (400 ml). Následujícím krokem bylo odbarvení v odbarvovacím roztoku složeného z ethanolu (25 %), kyseliny octové (10 %) a destilované vody (65 %). Vymývání bylo prováděno přes noc na třepačce. Výsledky gelů byly analyzovány na zařízení Gel Doc XR+ (Bio-Rad, USA) a následně vyhodnoceny pomocí programu Image Lab (Bio-Rad, USA).

#### **4.2.5 Hodnocení rozpustnosti**

Pro stanovení rozpustných složek mouk bylo využito navážených vzorků pro stanovení vaznosti vody. Navážka činila 500 mg ve 3 opakováních. Vzorky mouk se smíchaly s 5 ml destilované vody, nechaly odstát, odstředily (20 000 rpm,

20°C, 30 minut), slily a následně bylo provedeno vážení a výpočet. Výsledkem byla nerozpustná sušina.

#### **4.2.6 Hodnocení schopnosti navázat vodu**

Pro pokus stanovující schopnost vázat vodu bylo naváženo 500 mg vzorku ve 3 opakováních, ke kterému bylo pipetou přidáno 5 ml destilované vody. Vzorek byl důkladně promíchán a umístěn na 20 minut do laboratorní centrifugy (20 000 rpm, 20°C). Po odstředění vody byl její nadbytek opatrně odlit a nechán odkapat. Po uplynutí 30 minut byly vzorky znovu převáženy a výpočtem se stanovila schopnost vázat vodu.

#### **4.2.7 Hodnocení schopnosti navázat tuk**

Do centrifugačních zkumavek bylo naváženo 500 mg vzorku, který byl smíchán s 5 ml kuchyňského řepkového oleje. Provedla se 3 opakování. Olej byl s moukami důkladně promíchán, zcentrifugován po dobu 20 minut (20 000 rpm, 20°C), zbytkový olej vylit a zkumavky ponechány otočené dnem vzhůru, aby došlo k odloučení posledního nenavázaného tuku. Pokus byl ukončen převážením vzorků a stanovení schopnosti vázat tuk za pomoci výpočtu.

#### **4.2.8 Hodnocení gelotvorné funkce**

Gelotvorná funkce mouk byla hodnocena množstvím navázané vody během varu. Navážilo se 500 mg vzorku, ke kterému bylo přidáno 5 ml destilované vody. Všechny vzorky byly povařeny ve vodní lázni po dobu 30 minut a následně zcentrifugovány (20 000 rpm, 20°C, 20 min.). Po slití supernatantu se provedla 2 vážení na zjištění množství navázané vody. První bylo provedeno po vylití tekutého podílu a půlhodinovém vykapání, druhé stejným postupem za 24 hodin. Mezi váženími byly vzorky uchovány v chladničce při 5°C. Výsledkem bylo množství vody navázané v mouce ihned po varu a za následujících 24 hodin.

#### **4.2.9 Hodnocení změny barvy po simulaci varného procesu**

Pro tento pokus bylo naváženo po 2 gramech mouk. Následně byla přidána destilovaná voda a obsah zkumavek byl důkladně promíchán. Vzorky mouk se umístily do vodní lázně a byly vařeny po dobu 30 minut. Dalším krokem byla lyofilizace za podmínek -50°C, 0,520 mBar, 72 h. Mrazem vysušené vzorky byly pomocí mlýnku znovu rozdrceny a připraveny na následnou analýzu. Barva byla

měřena pomocí spektrofotometru ColorEye XTH na jednorázových Petriho miskách překrytých fólií. Prováděla se 3 opakování od každého vzorku a zapisovaly se hodnoty světlosti ( $L^*$ ) a barevného odstínu ( $a^*$  a  $b^*$ ). Principem této analýzy je porovnání poměru červeného a zeleného odstínu, který je definován kladnou hodnotou  $a^*$  v případě převahy červeného odstínu a záporné při převaze zeleného. Stejně tomu je i u hodnoty  $b^*$ . V případě kladného čísla, je barva směřována do žlutých odstínů a při záporném do modrých. Třetí hodnota  $L^*$  vyjadřuje intenzitu světlosti navyšující se s klesající hodnotou. Za pomoci těchto tří ukazatelů, lze zapsat a poté zase z čísel vyčíst jakoukoliv barvu. Pomocí získaných dat byl vygenerován finální barevný odstín prostřednictvím webové aplikace ColorHexa (<https://www.colorhexa.com/>).

#### **4.2.10 Statistické vyhodnocení**

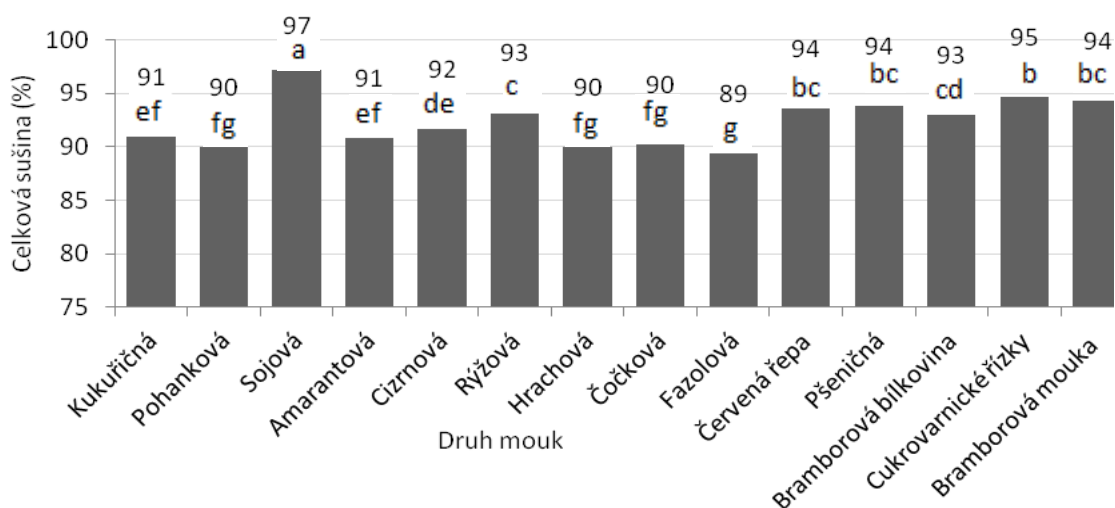
Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu STATISTICA 12. Byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA a Fisherův LSD test na prokázání rozdílu na hladině významnosti  $p < 0,05$ . Elektroforetická analýza SDS-PAGE byla vyhodnocena pomocí programu Image-Lab 5.2.1 (Bio-Rad/USA).

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Stanovení sušiny

Analýza prokázala, že množství sušiny se pohybovalo v rozmezí 89-97 %. Nejméně celkové sušiny bylo prokázáno u vzorku fazolové mouky s 89 %, což odpovídá 10,6 % vlhkosti. Naopak nejvíce sušiny obsahoval vzorek sójové mouky. Obsah sušiny činil 97 %. Pšeničná mouka, která sloužila jako srovnávací vzorek, obsahovala množství 94 % sušiny. Obsah sušiny ostatních vzorků mouk je zobrazen v grafu č. 1.

Graf č. 1: Stanovení celkové sušiny

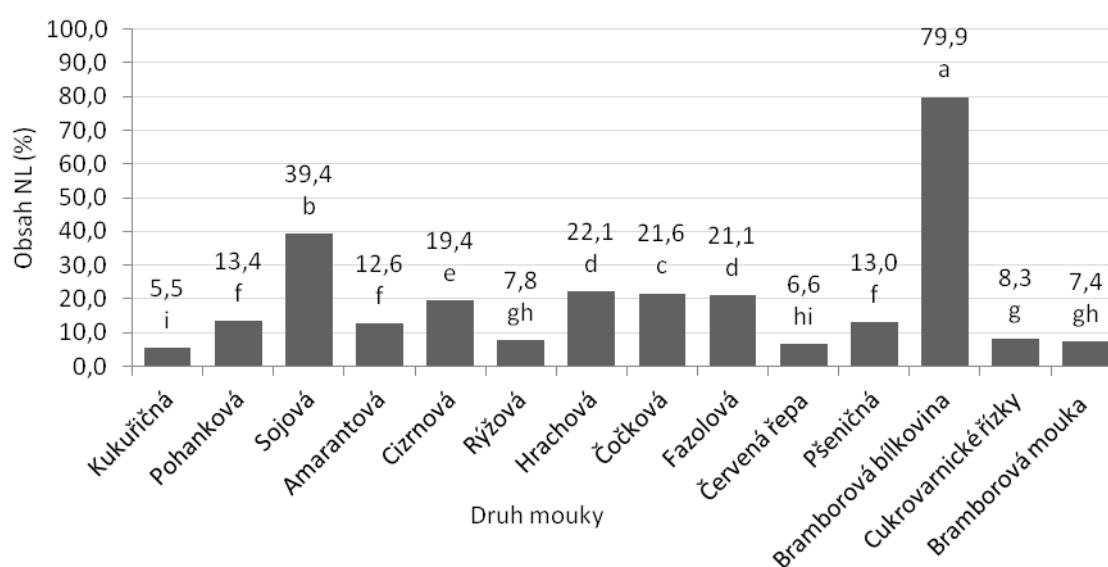


Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

## 5.2 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Obsah dusíkatých látek byl u jednotlivých vzorků mouk velmi odlišný. Nejvyšší zastoupení bylo zaznamenáno u bramborového proteinu, jehož obsah dusíkatých látek činil 79,9 %. U mouk, které nelze považovat za koncentrát bylo nejvyšší zastoupení u sójové mouky, a to 39,4 % dusíkatých látek. Nejnížší hodnoty se prokázaly u kukuřice, která obsahovala jen 5,5 % dusíkatých látek. Jen o něco vyšší hodnoty byly zjištěny u mouky z červené řepy, bramborové a rýžové mouky. Vzorek pšenice lze hodnotit s 13,0 % dusíkatých látek jako podprůměrný. Detailní hodnoty obsahu dusíkatých látek jsou zobrazeny v grafu č. 2.

Graf č. 2: Stanovení obsahu dusíkatých látek

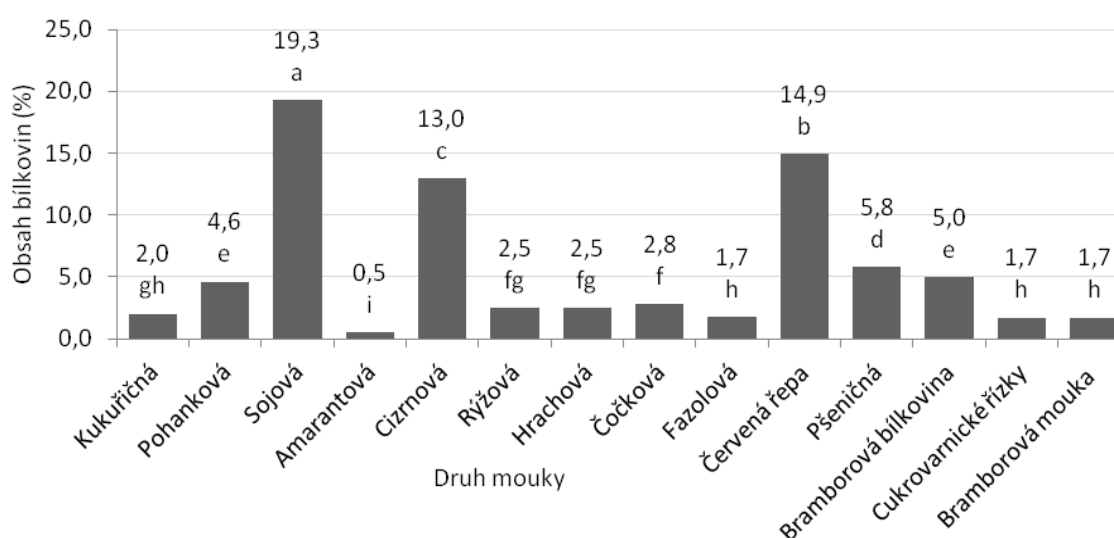


Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

### 5.3 Stanovení obsahu bílkovin

Rozpětí obsaženého množství bílkovin se pohybovalo mezi 0,5-19,3 %. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u sójové mouky, naopak nejnižší u amarantové (viz. graf č. 3). U vzorku bramborového proteinu bylo ve srovnání s vysokým obsahem dusíkatých látek zjištěno malé množství proteinu, což lze přisoudit nízké rozpustnosti bílkovin v použitém pufru. V pšeničné mouce bylo prokázáno 5,8 % bílkovin, což odpovídá průměrnému obsahu testovaných vzorků.

Graf č. 3: Stanovení obsahu bílkovin

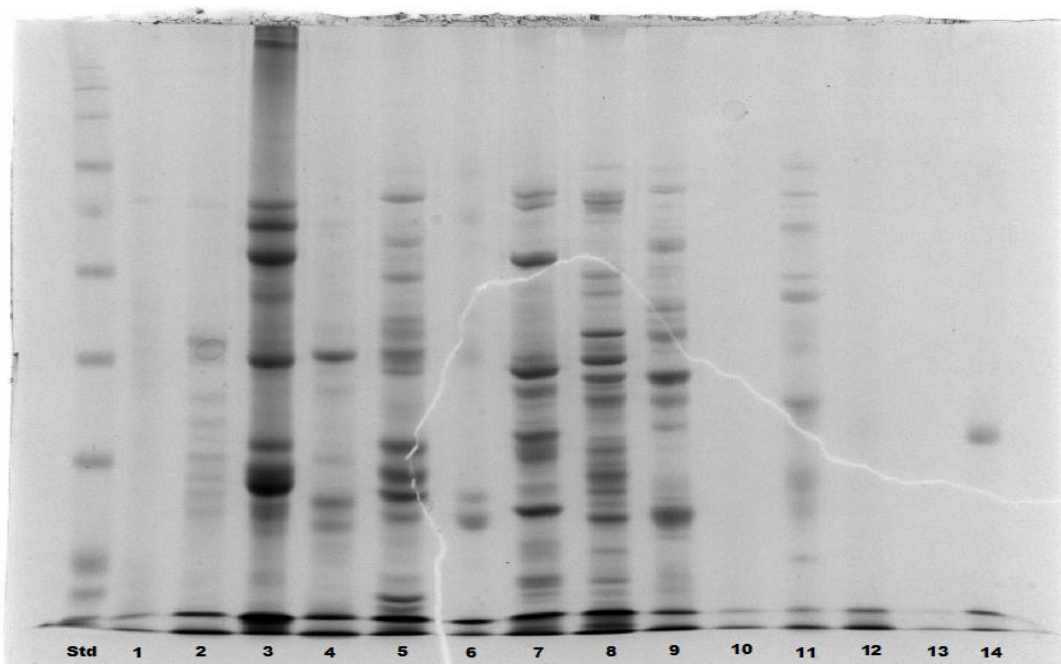


Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

#### 5.4 Hodnocení spektra bílkovin

Na elektroforetickém snímku (viz. obrázek č. 1) je zobrazeno 14 vzorků mouk spolu se standardem umístěným v levém okraji snímku. Bílkovinné frakce byly za pomoci SDS-PAGE rozděleny dle odlišné molekulové hmotnosti. Výsledek vyjadřuje bílkovinné profily, které byly rozpustné v použitém pufru.

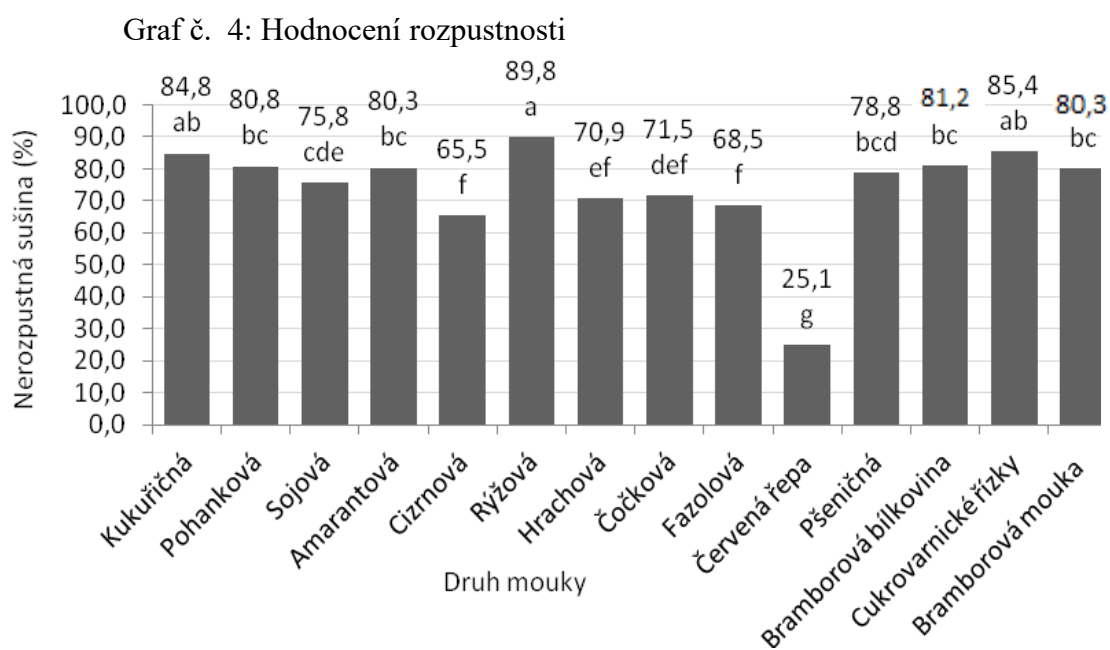
Obrázek č. 1: Elektroforetické profily (SDS-PAGE) u vybraných druhů mouk



Std= standard, 1- kukuřičná, 2- pohanková, 3- sojová, 4- amarantová, 5- cizrnová, 6- rýžová, 7- hrachová, 8- čočková, 9- fazolová, 10- červená řepa, 11- peničná, 12- bramborová bílkovina, 13- cukrovarnické řízky, 14- bramborová mouka

## 5.5 Hodnocení rozpustnosti

Rozpustnost vzorků mouk byla zaznamenána v rozmezí 10,2-74,9 %. Většina vzorků se pohybovala kolem průměrné hodnoty rozpustnosti sušiny 28,8 %. Výrazná odchylka směrem nahoru byla zaznamenána u mouky z červené řepy, naopak výrazně podprůměrné hodnoty vykázaly vzorky rýžové mouky, mouky z cukrovnických řízků a kukuřičné. Rozpustnost srovnávacího vzorku pšeničné mouky činila 21,2 %. V následujícím grafu č. 4 jsou zobrazena množství nerozpustné sušiny ve všech vzorcích.



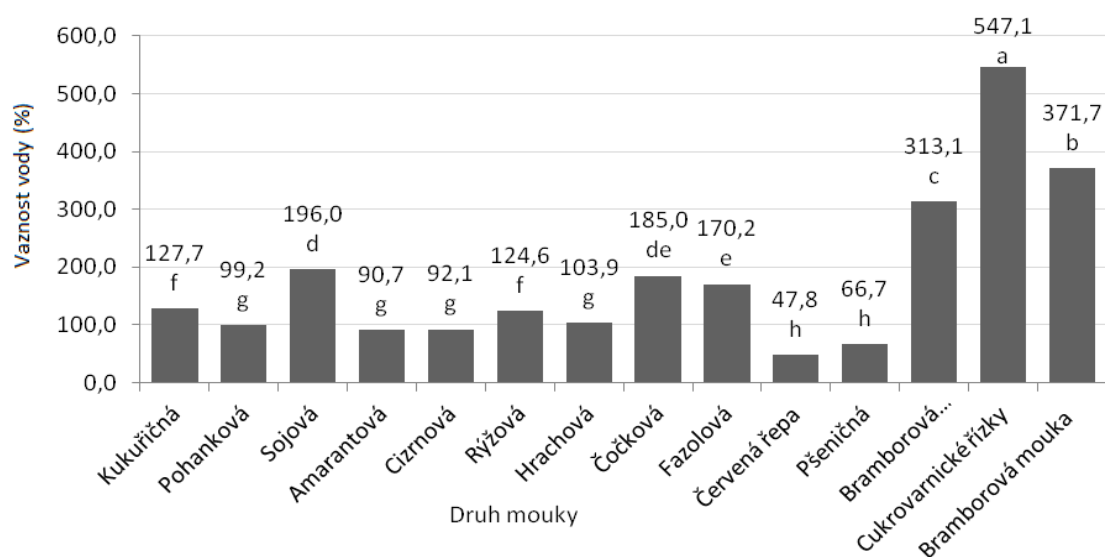
Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).



## 5.6 Hodnocení schopnosti vázat vodu

Schopnost vazby vody byla v rámci zkoumaných 14 vzorků velmi pestrá (viz graf č. 5). K minimálnímu navázání došlo u červené řepy, která pojmla pouze 47,8 % vody. Nejvyšší hodnoty byly prokázány u vzorků bramborové bílkoviny, bramborové mouky a mouky z cukrovarnických řízků. Pšeničná mouka navázala podprůměrných 66,7 % vody.

Graf č. 5: Vaznost vody

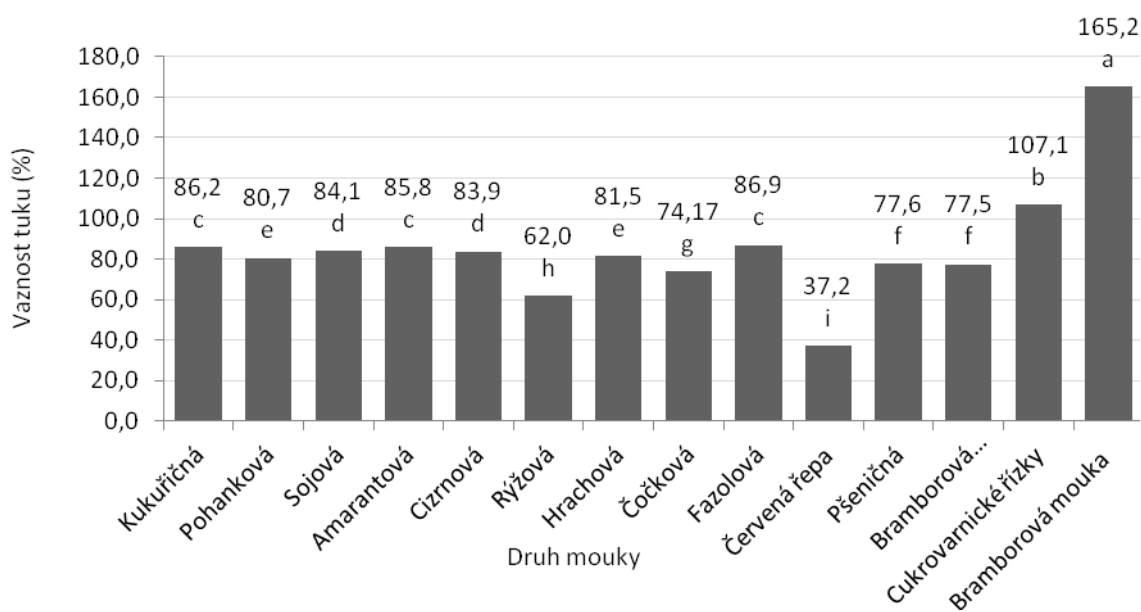


Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

## 5.7 Hodnocení schopnosti vázat tuk

U analýzy schopnosti vázat tuk bylo vyjma 3 vzorků zjištěno velmi podobných hodnot. Průměr činil 85,0 %. Odchylka byla zaznamenána jen u červené řepy s vazností 37,2 % a u cukrovarnických řízků a bramborového proteinu, jejichž hodnoty byly výrazně nadprůměrné. Vaznost vody pšeničnou moukou byla zjištěna na úrovni 77,6 %. Hodnoty ostatních vzorků mouk jsou zobrazeny v grafu č. 6.

Graf č. 6: Vaznost tuku

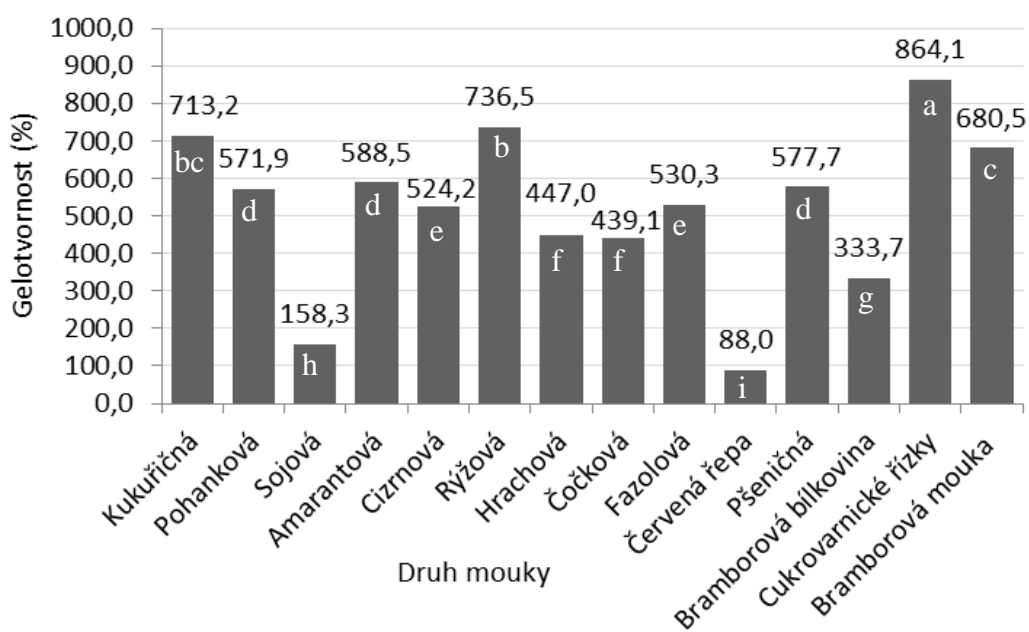


Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

## 5.8 Hodnocení gelotvorné funkce

Gelotvornost vyjádřená množstvím navázané vody během varu se u testovaných vzorků pohybovala z rozmezí 88,0-864,1 % (viz. graf č. 7). Nejméně vody na sebe navázal vzorek mouky z červené řepy (88,0 %) a sójové mouky (158,3 %). Největší množství vody na sebe navázala mouky z cukrovarnických rýžků (864,1 %).

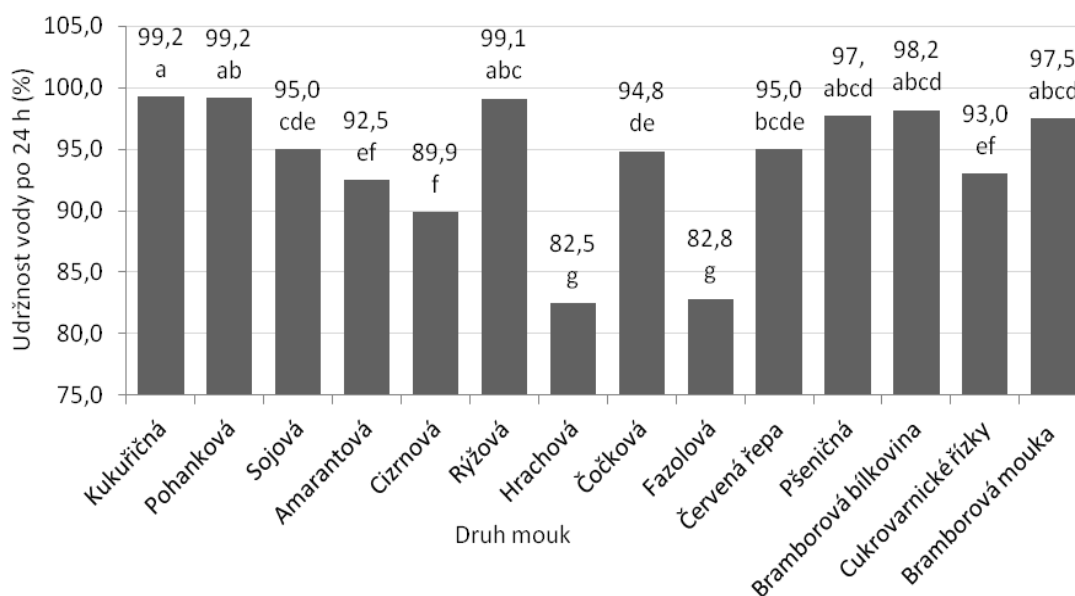
Graf č. 7: Gelotvornost



Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

Stabilita gelotvorné funkce mouk byla hodnocena schopností udržení vody 24 h po varu. Množství udržené vody se pohybovalo v rozmezí 82,5-99,2 % (viz. graf č. 8). Nejlépe dopadly vzorky kukuřičné, pohankové a rýžové mouky. Největší uvolnění bylo zaznamenáno u hrachové a fazolové mouky, které se pohybovalo okolo 18 %. Srovnávací vzorek pšeničné mouky si udržel 97,7 % vody.

Graf č. 8: Údržnost vody po 24 hodinách


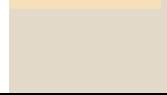

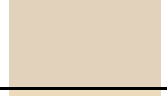
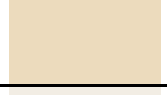
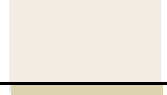










Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

## 5.9 Hodnocení změny barvy po simulaci varného procesu

U všech testovaných vzorků došlo vlivem simulace varného procesu ke změnám barvy. Měřená hodnota  $a^*$  vyjadřující poměr mezi zelenou a červenou barvou se u každého vzorku projevovala jinak. Stejně tomu bylo také u hodnoty  $b^*$ , která vyjadřuje, zda se barevný odstín přiklání k modré či žluté barvě. Poslední zjišťovanou hodnotou byla  $L^*$ . Překvapivým výsledkem bylo, že nedošlo u všech vzorků k většímu světlání vlivem vyvaření barvy, ale naopak k jejich ztmavnutí. Příkladem jsou vzorky sójové, rýžové a čočkové mouky. Příčinou by mohlo být rozpuštění světlých částí mouky. Zobrazení barev spolu se zjištěnými hodnotami je uvedeno v následujících tabulkách č. 1 a 2.




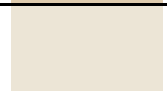
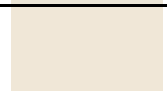



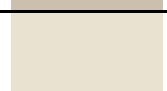

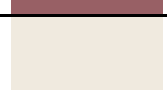
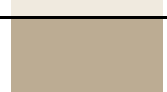

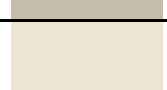
Tabulka č. 1: Barva mouk před simulací varného procesu

Druh mouky	Vizuální zobrazení	L* před varem	a* před varem	b* před varem
Kukuřičná		90,62 (bc)	1,30 (cd)	22,24 (a)
Pohanková		87,28 (de)	1,18 (cde)	9,11 (fg)
Sójová		87,14 (de)	1,30 (cd)	21,27 (a)
Amarantová		85,73 (e)	2,04 (c)	13,92 (e)
Cizrnová		88,70 (cd)	1,46 (cd)	17,87 (cd)
Rýžová		94,59 (a)	-0,20 (f)	5,55 (h)
Hrachová		85,94 (de)	-2,19 (g)	18,98 (bc)
Čočková		80,19 (f)	0,58 (def)	19,45 (b)
Fazolová		90,17 (bc)	0,26 (ef)	8,69 (g)
Červená řepa		55,37 (i)	15,20 (a)	5,31 (h)
Pšeničná		92,60 (ab)	0,47 (def)	9,54 (fg)
Bramborová bílkovina		64,59 (h)	3,67 (b)	17,14 (d)
Cukrovarnické řízky		72,56 (g)	1,30 (cd)	13,96 (e)
Bramborová mouka		92,41 (ab)	-0,29 (f)	9,98 (f)

Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

Klesající hodnota L\* určuje světlost. Hodnota a\* vyjadřuje poměr mezi červenou a zelenou barvou, b\* vyjadřuje poměr mezi žlutou a modrou barvou.

Tabulka č. 2: Barva mouk po simulaci varného procesu

Druh mouky	Vizuální zobrazení	L* po varu	a* po varu	b* po varu
Kukuřičná		93,92 (a)	-0,44 (f)	8,99 (gh)
Pohanková		87,70 (d)	1,19 (c)	6,61 (j)
Sójová		83,75 (e)	2,57 (b)	17,93 (s)
Amarantová		91,07 (bc)	0,58 (cde)	8,70 (h)
Cizrnová		92,17 (ab)	-0,10 (ef)	9,92 (ef)
Rýžová		92,18 (ab)	-0,10 (ef)	6,17 (j)
Hrachová		89,39 (cd)	-0,21 (f)	13,26 (c)
Čočková		78,95 (f)	2,38 (b)	11,35 (d)
Fazolová		90,90 (bc)	-0,19 (f)	9,08 (fgh)
Červená řepa		48,24 (h)	23,12 (a)	7,34 (i)
Pšeničná		93,34 (ab)	-0,13 (f)	6,34 (j)
Bramborová bílkovina		71,60 (g)	2,88 (b)	15,70 (b)
Cukrovarnické řízky		77,11 (f)	0,69 (cd)	10,30 (e)
Bramborová mouka		91,52 (abc)	0,16 (def)	9,68 (efg)

Rozdílná písmena mezi hodnotami jednotlivých vzorků mouk indikují statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti  $P < 0,05$  (Fisher LSD test).

Klesající hodnota L\* určuje světlost. Hodnota a\* vyjadřuje poměr mezi červenou a zelenou barvou, b\* vyjadřuje poměr mezi žlutou a modrou barvou.

## 5.10 Korelace

Byl zjištěn vzájemný vztah mezi vazností tuku a vazností vody, který je zřejmě zapříčiněn podobnými požadavky na látky, které by byly schopné tyto složky pojmout. V případě varu došlo k pohlcení odlišného množství vody než u vzorků, které vařeny nebyly. Z tohoto důvodu lze var považovat za velmi vlivný proces, který ovlivní vlastnosti jednotlivých druhů mouk a jejich následné využití v potravinářském průmyslu. Jednotlivé korelační vztahy jsou zobrazeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Korelační vztahy mezi sledovanými parametry hodnocených vzorků mouk

Proměnná	Korelace Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0,05000$				
	Vaznost vody (%)	Vaznost tuku (%)	Nerozpustná sušina (%)	Obsah NL (N*6,25, % DM)	Gelotvornost (%)
Vaznost vody (%)	1,0000	<b>0,6220</b>	<b>0,3740</b>	0,1899	<b>0,3834</b>
	p= ---	<b>p=0,000</b>	<b>p=0,050</b>	p=0,333	<b>p=0,044</b>
Vaznost tuku (%)	<b>0,6220</b>	1,0000	<b>0,4671</b>	0,1194	<b>0,5019</b>
	<b>p=0,000</b>	p= ---	<b>p=0,012</b>	p=0,545	<b>p=0,007</b>
Nerozpustná sušina (%)	<b>0,3740</b>	<b>0,4671</b>	1,0000	0,0631	<b>0,6986</b>
	<b>p=0,050</b>	<b>p=0,012</b>	p= ---	p=0,750	<b>p=0,000</b>
Obsah NL (N*6,25, % DM)	0,1899	0,1194	0,0631	1,0000	<b>0,4546</b>
	p=0,333	p=0,545	p=0,750	p= ---	<b>p=0,015</b>
Gelotvornost (%)	<b>0,3834</b>	<b>0,5019</b>	<b>0,6986</b>	<b>0,4546</b>	1,0000
	<b>p=0,044</b>	<b>p=0,007</b>	<b>p=0,000</b>	<b>p=0,015</b>	p= ---

## 6. DISKUZE

Jedním ze zkoumaných parametrů této práce byl obsah sušiny. Výsledky hodnocení obsahu sušiny se pohybovaly v rozmezí 89-97 %, což odpovídá vlhkosti 3-11 %. Tyto hodnoty lze obecně hodnotit dle vyhlášky č. 333/1997 Ministerstva zemědělství, podle které mouky nesmí překročit hranici 15 % vlhkosti. Týká se to však jen obilných mouk, rýžových a mouk vyrobených z pohanky. Na mouky vyrobené z luskovin, či lilku zde nejsou specifické požadavky, ale v případě kdy by byly hodnoceny stejně, nepřekročily by stanovenou hranici.

Obsah dusíkatých látek ve vzorcích mouk byl stanoven na 5,5-39,4 %. Srovnávací vzorek pšeničné hladké mouky obsahoval množství 13,0 %, což odpovídá srovnání s 13,4 % krmné pšeničné mouky (Anonym 2). Velmi podobných hodnot bylo dosaženo také v práci Zgažarové (2010), jejíž výsledky se u pšeničné mouky pohybovaly v rozmezí hodnot 12,3-14,1 %. Vzorek cizrnové mouky obsahoval 19,4 % což dle Hirdyani (2014) odpovídá rozmezí 12,4-31,5 %, které se odvíjí od odrůdy. V této práci bylo měřené množství dusíkatých látek také u bramborového proteinu (79,9 %), což je proteinový koncentrát, tudíž jej není vhodné hodnotit jako ostatní mouky.

Dalším důležitým sledovaným parametrem byl obsah bílkovin v moukách. Největší množství bylo zaznamenáno v sójové mouce, které obsahovala 19,3 %. Skutečný obsah se pohybuje kolem hodnoty 37,3 %, což je uvedeno na etiketě zakoupené mouky. Tento rozdíl je způsobený odlišnou rozpustností bílkovin v závislosti na typu použitého rozpouštědla. Tím byl v případě této bakalářské práce pufr Tris- HCl. U bramborového proteinu byla nalezena rozpustnost jen 5,0 %, což bude zřejmě souviset se způsobem izolace pomocí tepelné koagulace. Běžný obsah se u proteinových koncentrátů používaných v lidské výživě pohybuje v hodnotách 40-90% (Starošík, 2007).

Rozpustnost testovaných vzorků mouk byla vyhodnocena na 10,2-74,9 %. V případě vzorku cizrnové mouky byla zjištěna rozpustnost 34,5 %. Podobný pokus byl proveden v práci Felker *et al.* (2018), jejichž výsledky odpovídaly hodnotě 26,2 % v syrovém stavu. Součástí jejich pokusu bylo i stanovení stejného parametru u fazolí pinto, navy a černých fazolí, u kterých se průměrná hodnota pohybovala



kolem 22,4 %. V případě této práce se rozpustnost fazolové mouky pohybovala okolo 31,5 %. Odlišné hodnoty by v obou případech mohly být způsobené přípravou vzorku. Námi použitá fazolová mouka byla zakoupena již v hotovém stavu, přičemž vzorky z výše zmíněné studie byly semlety na mouku v laboratoři. Mohlo proto dojít k odlišnému postupu výroby mouky, konkrétně k hrubšímu namletí v laboratoři.

Gelotvorná schopnost vyjádřená množstvím navázané vody během varu se u všech vzorků pohybovala v rozmezí 88,0-864,1 %. Raikos *et al.* (2014) ve své studii vyhodnotili nejvyšší gelotvornost u pohankové, hrachové, fazolové a pšeničné mouky oproti mouce lupinové a konopné, u kterých byla schopnost vytvořit gel nižší. V této práci lupinová a konopná mouka nebyly použity, místo nich byly použity jiné vzorky, z nichž výrazně lepší schopnost vytvářet gel, se prokázala u vzorků mouky z cukrovarnických řízků (864,1 %), kukuřičné (713,2 %) a rýžové mouky (736,5 %). Z těchto výsledků lze vyvodit, že gelotvornost není závislá na množství bílkovin, ale na interakci neproteinových složek polysacharidů a lipidů.

Vaznost vody se pohybovala v rozmezí 47,8-547,1 %. Tak jak tomu bylo se schopností vytvářet gel ve studii Raikos *et al.* (2014), i v tomto případě se prokázaly nejvyšší hodnoty údržnosti u fazolové > pohankové > hrachové > pšeničné, které jsou řazeny sestupně dle údržnosti. Tyto výsledky neodpovídají hodnotám zjištěným v této práci. Vaznost vody pšeničné mouky činila 170,2 % u fazolové, následně 103,9 % u hrachové, 99,2 % u pohankové a 66,7 % u pšeničné, což znamená, že došlo k zjištění odlišných hodnot u hrachové a pohankové mouky. Příčinou mohou být odlišné laboratorní podmínky nebo odrůda.

Hodnoty barvy po simulaci varného procesu u vzorků fazolové mouky před varem byly  $L^* 90,17$ ,  $a^* 0,26$ ,  $b^* 8,69$ , v případě práce Felkera *et al.* (2018) byly výsledky téměř totožné. Stejně měření bylo provedeno se vzorky také po varu. V tomto případě byly výsledky odlišné. Hodnoty z této práce  $L^* 90,90$ ,  $a^* -0,19$ ,  $b^* 9,08$  neodpovídají  $L^* 84,1$ ,  $a^* 0,71$ ,  $b^* 22,2$ . Odlišný konečný výsledek je způsoben rozdílnou dobou varu a teplotou vaření.

## 7. ZÁVĚR

Na základě získaných výsledků byly vyvozeny tyto závěry:

- Výsledkem stanovení vlhkosti a sušiny bylo rozmezí 2,9-10,6 % vody, což odpovídá vyhlášce č. 333/1997 Sb., podle které je maximální obsah vody v mouce 15 %.
- Metoda stanovení obsahu dusíkatých látek prokázala nejvyšší obsah 39,4 % u sójové mouky. V moukách vyrobených z ostatních luštěnin byl zjištěn obsah od 19,4 do 22,1 %. Nejméně dusíkatých látek obsahovala kukuřičná mouka.
- Výsledky hodnocení spektra bílkovin prokázaly části proteinů, které byly rozpustné v použitém rozpouštědle a byla zjištěna jejich molekulová hmotnost.
- Rozpustnost většiny vzorků mouk se pohybovala hodnotách okolo 75-80 %, jediným odlišným vzorkem byla červená řepa, jejíž rozpustnost dosáhla téměř 75 %.
- U vzorků byla zaznamenána vaznost vody 47,8-547,1 %. Nejméně vody navázala mouky z červené řepy, naopak nejvyšší u mouky vyrobené z cukrovarnických řízků.
- Vaznost tuku se u většiny vzorků pohybovala od 62 do 86,9 %. Výrazný rozdíl byl zaznamenán v případě červené řepy, která navázala 37,2 % tuku a bramborové mouky o vaznosti 165,2 %. Vysoká vaznost 107,1 % se prokázala také u cukrovarnických řízků.
- Gelotvornost mouk byla zjištěn v rozsahu 88,0-864,1 %, což znamená, že některé vzorky dokázaly na 1 g mouky navázat až 8,6 g vody. Po 24 hodinách od prvního měření byla zjištěna stabilita držení vody 82,5-99,2 %. Téměř stoprocentní stabilita se prokázala u kukuřičné, pohankové a rýžové mouky.

- Výsledkem procesu hodnocení změny barvy po simulaci varného procesu byly dvě srovnatelné skupiny vzorku a to před a po varu. Tento ukazatel může být užitečný pro výrobce, protože si může lépe představit konečný vzhled jeho produktu.

## 8. ZDROJE

ANONYM 2. *Wheat feed flour* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://feedtables.com/content/wheat-feed-flour>

BENEŠOVÁ, Luisa. *Potravinářství VI. ÚZPI*. Praha, 2000. ISBN 80-7271-003-6, s.23, 85.

BOCK, M. Ann a Nancy FLORES. Nutrition Information Related to Battered and Breaded Food Products: Rice flour. In: *Www.sciencedirect.com* [online]. 2011 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/rice-flour>

CASELATO-SOUSA, Valéria Maria; AMAYA-FARFÁN, Jaime. State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*, 2012, 4.

Department of Agriculture, *Amaranthus: Production guideline* [online]. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2010 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <https://www.nda.agric.za/docs/brochures/amaranthus.pdf>, s. 12-13.

DONNELLY, Danielle, Stan KUBOW a Mary Ellen CAMIRE. Potatoes and Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2009, ISSN 1040-8398, s. 823-840.

DROBNÍK, Jaroslav a Václav ŠPIČÁK. *Víme, co jíme?: geneticky modifikované organismy, alergie a další rizika z potravin*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. Potravinářské informace. ISBN 8072711148, s.7-12.

FERREIRA, Mariana S. L., Mônica C. P SANTOS, Thaísa M. A. MORO, Gabriela J. BASTO, Roberta M. S. ANDRADE a Édira C. B. A. GONÇALVES. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Technology*. 2015, (52), s. 822-830.

FELKER, Frederick, James A. KENAR, Jeffrey A. BYARS, Mukti SINGH a Sean X. LIU. Comparison of properties of raw pulse flours with those of jet-cooked, drumdried flours. *LWT - Food Science and Technology*, USA, 2018 (96), s. 648-656.

FRIČ P., ZAVORAL M. a DVOŘÁKOVÁ T. *Choroby způsobené lepkem*[online]. 2013, 23.3.2013, , 7 [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <https://www.celiak.cz/files/Celiakie.CilivostnalepekVnitrLek5.13.pdf>

FUJIBAYASHI, Keiko. Rice Flour Standards and Labelling Guidelines Established. *Global Agricultural Information Network* [online]. Tokyo, 2017 [cit. 2018-11-29]. Dostupné z: [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Rice%20Flour%20Standards%20and%20Labelling%20Guidelines%20Established\\_Tokyo\\_Japan\\_6-28-2017.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Rice%20Flour%20Standards%20and%20Labelling%20Guidelines%20Established_Tokyo_Japan_6-28-2017.pdf)

GABROVSKÁ, D., HÁLOVÁ, I., CHRPOVÁ, M. I. D., OUHRABKOVÁ, J., SLUKOVÁ, M., & KOHOUT, D. M. P. *Obiloviny v lidské výživě*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2015, s. 2.

HAVEL, Petr. Perspektiva v pěstování amarantu. *Asociace soukromého zemědělství ČR* [online]. 1.10.2008 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <http://www.asz.cz/redakce/index.php?lanG=cs&clanek=30191&slozka=5880&as4uOriginalDomain=www.asz.cz&>

HELMİYATI, Siti, Rohman HELMIYATI, Mirza HAPSARI a Dwi LARASATI SETYANINGRUM. Rice in health and nutrition. *International Food Research Journal*, 2013, 21(1), s. 13-27.

HOFMANOVÁ, Taťana, Marie HRUŠKOVÁ a Ivan ŠVEC. Evaluation of Wheat/Non-Traditional Flour Composites. *Czech Journal of Food Science*. 2014, (32), s. 288-295.

HOUBA, Miroslav, Miroslav HOCHMAN a Václav HOSNEDL. *Luskoviny: pěstování a užití*. České Budějovice: Kurent, 2009. ISBN 9788087111192, s.67-68, 91, 93.

HIRDYANI, Harsha. Nutritional composition of Chickpea (*Cicerarietinum-L*) and value added products. *Indian Journal of Community Health*. 2014, 26, s.102-106.

IQBAL, Amjad, KHALIL, I. A., ATEEQ, N., & KHAN, M. S. Nutritional quality of important food legumes. *Food chemistry*, 2006, 97.2: s. 331-335.

KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. Ostrava: Key Publishing, 2013. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074181634, s. 397-400.

KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074181450, s.459, 462- 467, 473, 476-483, 487.

KALÁČ, Pavel. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona, 2003. ISBN 8073220296, s.90, 94, 100, 102.

KOPÁČOVÁ, Olga. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. ÚZPI, 2007.

MASON, Jane. *Kváskové pečení: naučte se péct chléb a pečivo s kvásky*. Přeložil Stanislava MORAVCOVÁ. Praha: Slovart, [2016]. ISBN 9788075291141, s. 38-39.

MEKSEM, Khalid a Günter KAHL. *The handbook of plant mutation screening: mining of natural and induced alleles*. Weinheim: Wiley-VCH, 2010. Molecular plant biology handbook series. ISBN 978-3-527-32604-4, s. 221.

MINISTER OF HEALTH. Celiac Disease – The Gluten Connection [online]. Canada: Health Canada, 2009 [cit. 2018-11-16]. ISBN 978-0-662-47945-6. Dostupné z: <http://www.healthcanada.gc.ca/ceciac>

PÁNEK, Jan. *Základy výživy*. Praha: Svoboda Servis, 2002. ISBN 8086320235, s. 152-155, 157-159, 162, 204-205.

PELIKÁN, Miloš a Lenka SÁKOVÁ. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. České Budějovice: Jihočeská universita, 2001. ISBN 8070405023, s.8.

PEKSA, Anna, Elzbieta RYTEL, Agnieszka KITA, Grazyna LISINSKA a Agnieszka TAJNER-CZOPEK. *The Properties of Potato Protein*. Food 3: Global Science Books [online]. Poland: Food ©2009 Global Science Books, 2009, s.79-87.

PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. ISBN 9788086576282, s.70, 75-77, 104-113, 116, 133, 136, 138-139, 142-145, 157-160, 195-197, 200-204, 241-244, 327.

RAIKOS, Vassilios, Madalina NEACSU a Garry DUTHIE. Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp, and buckwheat flours as affected by pH. *Food Science & Nutrition*. (2), s. 802-810.

STAROŠTÍK, Daniel. *Výživa u silových sportů*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Lucie Mandelová, Ph.D. DiS.

STRATIL, Pavel. *ABC zdravé výživy*. Brno: P. Stratil, 1993. ISBN 80-900029-8-6, s.346, 351-353, 358-359, 364-366.

ŠTRANC, Přemysl. Výhled produkce sójových bobů pro rok 2016. Agromanual.cz [online]. 25. 09. 2016 [cit. 2019-04-11]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/sklizen-1/vyhled-produkce-sojovych-bobu-pro-rok-2016>

VALÍČEK, Pavel. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Praha: Academia, 1989. ISBN 8020000003, s. 82-84, 90-91.

VAVROŠOVÁ, Jaroslava. *Praktické rady a návody o potravinách a zdravé výživě*. Ostrava: Knižní expres, [2005]. ISBN 8073470152, s.78, 80-82.

VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-00-3, s. 51-52.

Vyhláška č. 333/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta [online]. 31.12.1997 [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-333>

WALEK, Pavel a Josef TÓTH. *Co vám výživoví poradci neřikají? (Protože to nevědí)*. Praha: Fitness Innovations, 2015. ISBN 9788090171404, s.189-191.

ZGAŽAROVÁ, Marcela. *Základní technologické rozbory obilovin pro lidskou výživu*. Zlín, 2010. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Daniela Kramářová, Ph.D, str. 59.

ŽIŽKOVÁ, Helena. *Stanovení kvality pekařských mouk*. Zlín, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Josef Mrázek.



## 9. PŘÍLOHY

Tabulka č. 4: Výživové údaje amarantové mouky

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Amarantová</b>
Energetická hodnota	1517 kJ/362 kcal
Tuky	1,5 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0 g
Sacharidy	58,2 g
Z toho cukry	0 g
Vláknina	
Bílkoviny	15,8 g
Sůl	0 g

Zdroj: Amarantová mouka hladká, 0,3 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Maďarsko

Tabulka č. 5: Výživové údaje bramborového proteinu

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Bramborový protein</b>
Energetická hodnota	1487 kJ/351 kcal
Tuky	2,5 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	1,7 g
Sacharidy	1,0 g
Z toho cukry	0,5 g
Vláknina	
Bílkoviny	81 g
Sůl	0,18 g

Zdroj: Bramborový protein, 0,2 kg, výrobce Adveni, země původu Švédsko

Tabulka č. 6: Výživové údaje cizrnové mouky

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Cizrnová</b>
Energetická hodnota	1390 kJ/332 kcal
Tuky	4,5 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0,5 g
Sacharidy	59,4 g
Z toho cukry	0 g
Vláknina	12,4 g
Bílkoviny	21,7 g
Sůl	0,07 g

Zdroj: Cizrnová mouka hladká, 1 kg, výrobce LABETA, a.s., země původu Česká republika

**Tabulka č. 7: Výživové údaje čočkové mouky**

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Čočková</b>
Energetická hodnota	1250 kJ/299 kcal
Tuky	1,2 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0,3 g
Sacharidy	49,6 g
Z toho cukry	2,3 g
Vláknina	11,4 g
Bílkoviny	24,2 g
Sůl	0,01 g

Zdroj: Čočková mouka, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

**Tabulka č. 8: Výživové údaje fazolové mouky**

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Fazolová</b>
Energetická hodnota	1179 kJ/282 kcal
Tuky	1,6 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0,5 g
Sacharidy	44,8 g
Z toho cukry	3 g
Vláknina	16 g
Bílkoviny	22,2 g
Sůl	0,01 mg

Zdroj: Fazolová mouka, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

**Tabulka č. 9: Výživové údaje hrachové mouky**

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Hrachová</b>
Energetická hodnota	1234 kJ/295 kcal
Tuky	1,3 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0,26 g
Sacharidy	49,1 g
Z toho cukry	3,2 g
Vláknina	16,6 g
Bílkoviny	23,1 g
Sůl	0,04 g

Zdroj: Hrachová mouka zelený hrách, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

Tabulka č. 10: Výživové údaje kukuřičné mouky

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Kukuřičná</b>
Energetická hodnota	1334 kJ/319 kcal
Tuky	2,5 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0,3 g
Sacharidy	75 g
Z toho cukry	2,5 g
Vláknina	
Bílkoviny	6,5 g
Sůl	0,36 g

Zdroj: Kukuřičná mouka hladká, 0,4 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Slovensko

Tabulka č. 11: Výživové údaje pohankové mouky

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Pohanková</b>
Energetická hodnota	1595 kJ/382 kcal
Tuky	3 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0 g
Sacharidy	71 g
Z toho cukry	0 g
Vláknina	4 g
Bílkoviny	15 g
Sůl	0 g

Zdroj: Mouka pohanková, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

Tabulka č. 12: Výživové údaje pšeničné mouky

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Pšeničná</b>
Energetická hodnota	1474 kJ/348 kcal
Tuky	1,5 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0,3 g
Sacharidy	70 g
Z toho cukry	3 g
Vláknina	3 g
Bílkoviny	12 g
Sůl	<0,01 g

Zdroj: Mouka pohanková, 0,4 kg, výrobce EXTRUDO Bečice s.r.o., země původu Česká republika

Tabulka č. 13: Výživové údaje rýžové mouky

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Rýžová</b>
Energetická hodnota	1550 kJ/365 kcal
Tuky	1 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	0,4 g
Sacharidy	81 g
Z toho cukry	0 g
Vláknina	
Bílkoviny	8 g
Sůl	0 g

Zdroj: Rýžová mouka hladká, 0,5 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Belgie

Tabulka č. 14: Výživové údaje sójové mouky

Výživné údaje na 100g	Druh mouky
	<b>Sójová</b>
Energetická hodnota	1449 kJ/347 kcal
Tuky	20,6 g
Z toho nenasycené mastné kyseliny	2,5 g
Sacharidy	10,10 g
Z toho cukry	3,1 g
Vláknina	
Bílkoviny	37,3 g
Sůl	0,01 g

Zdroj: Sójová mouka hladká, 0,3 kg, výrobce Natural Jihlava JK s.r.o., země původu Rakousko

## 10. SEZNAM PŘÍLOH

### 10.1 Seznam grafů

Graf č. 1: Stanovení celkové sušiny.....	37
Graf č. 2: Stanovení obsahu dusíkatých látek.....	38
Graf č. 3: Stanovení obsahu bílkovin.....	39
Graf č. 4: Hodnocení rozpustnosti .....	41
Graf č. 5: Vaznost vody .....	42
Graf č. 6: Vaznost tuku .....	43
Graf č. 7: Gelotvornost .....	44

### 10.2 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Barva mouk před simulací varného procesu .....	46
Tabulka č. 2: Barva mouk po simulaci varného procesu .....	47
Tabulka č. 3: Korelační vztahy mezi sledovanými parametry hodnocených vzorků mouk .....	48
Tabulka č. 4: Výživové údaje amarantové mouky.....	58
Tabulka č. 5: Výživové údaje bramborového proteinu.....	58
Tabulka č. 6: Výživové údaje cizrnové mouky .....	58
Tabulka č. 7: Výživové údaje čočkové mouky.....	58
Tabulka č. 8: Výživové údaje fazolové mouky .....	59
Tabulka č. 9: Výživové údaje hrachové mouky.....	59
Tabulka č. 10: Výživové údaje kukuřičné mouky .....	60
Tabulka č. 11: Výživové údaje pohankové mouky.....	60
Tabulka č. 12: Výživové údaje pšeničné mouky .....	60
Tabulka č. 13: Výživové údaje rýžové mouky .....	61
Tabulka č. 14: Výživové údaje sójové mouky.....	61

### 10.3 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Elektroforetické profily (SDS-PAGE) u vybraných druhů mouk .....	40
--	----