

# **Základní chemické charakteristiky vybraných druhů fazolí**

Bc. Kateřina Píšťková, DiS.

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav analýzy a chemie potravin  
akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kateřina PÍŠŤKOVÁ, DiS.**  
Osobní číslo: **T11885**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Základní chemické charakteristiky vybraných vzorků fazolí**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Botanická charakteristika, chemické složení a nutriční význam fazolí
2. Charakteristika vybraných druhů fazolí
3. Principy metod použitých při analýzách vybraných druhů fazolí

### II. Praktická část

1. Základní chemické analýzy vybraných vzorků fazolí (sušina, popel, tuk, hrubá bílkovina, škrob, fosfor, titrační kyselost)
2. Statistické hodnocení získaných výsledků a jejich diskuze

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin 1. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-866559-00-3
2. HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. Technologie výroby potravin rostlinného původu. Zlín: UTB, 2006. ISBN 80-7318-372-2
3. DAVÍDEK, J., G. JANÍČEK a J. POKORNÝ. Chemie potravin. Praha: SNTL, 1983
4. FRIAS, Juana et al. New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. European Food Research and Technology, 2002, roč. 215, č. 6, s. 472-477. ISSN 002-0602-2
5. NIEUWENHUIS, Rienke a Joke NIEUWELINK. Cultivation of soya and other legumes. Wageningen: Agromisa Foundation, 2005. ISBN 90-8573-011-2

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Zuzana Lazárková, Ph.D.**

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**11. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce:

**17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Bc. Kateřina Pišťková, DiS.

Obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 10. 5. 2013

  
.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevyjádřeně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá základním chemickým složením vybraných druhů fazolí. V první kapitole teoretické části je popsána obecná charakteristika fazolí, jejich botanický popis a chemické složení základních živin, jako jsou bílkoviny, sacharidy, lipidy a další významné látky obsažené ve fazolích. Ve druhé kapitole jsou charakterizovány jednotlivé druhy analyzovaných fazolí a jejich složení. Třetí kapitola popisuje principy jednotlivých analytických metod, které byly v rámci diplomové práce použity. V praktické části diplomové práce bylo analyzováno 7 druhů fazolí z hlediska jejich sušiny (85,41 – 90,38 %), popele (2,62 – 3,81 %), tuku (1,57 – 2,74 %), hrubé bílkoviny (18,46 – 22,40 %), škrobu (43,58 – 53,56 %), fosforu (343,34 – 557,28 mg.100 g<sup>-1</sup>) a titrační kyselosti (7,82 – 13,39 mmol.kg<sup>-1</sup>).

Klíčová slova: luštěniny, fazole, bílkoviny, škrob, fosfor, tuk

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with the basic chemical composition of selected types of beans. The first chapter of the theoretical part describes the general characteristic of the beans, their botanical description and chemical composition of the basic components, such as proteins, carbohydrates, lipids and other important substances in the beans. In the second chapter there are characterized different types of beans examined in the thesis and their chemical composition. The third chapter describes the principles of analytical methods that were used within the thesis. In the practical part of this thesis 7 types of beans were analysed in term of their dry matter (85,41 – 90,38 %), ash (2,62 – 3,81 %), fat (1,57 – 2,74 %), crude protein (18,46 – 22,40 %), starch (43,58 – 53,56 %), phosphorus (343,34 – 557,28 mg.100 g<sup>-1</sup>) and titrable acidity (7,82 – 13,39 mmol.kg<sup>-1</sup>).

Keywords: legumes, beans, crude protein, starch, phosphorus, fat

Děkuji Ing. Zuzaně Lazárkové, Ph.D. za trpělivost, pomoc a cenné rady při psaní této diplomové práce. Děkuji také své rodině, že se mnou vše ve zdraví přežili.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA FAZOLÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA FAZOLÍ.....	12
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ FAZOLÍ .....	13
1.2.1 Bílkoviny .....	14
1.2.2 Sacharidy .....	14
1.2.3 Lipidy .....	15
1.2.4 Minerální látky a stopové prvky.....	15
1.2.5 Vitaminy.....	17
1.2.6 Vlákna .....	19
1.2.7 Antinutriční látky .....	19
1.2.7.1 Inhibitory proteáz .....	20
1.2.7.2 Antivitaminy .....	20
1.2.7.3 Sloučeniny vážící minerální látky.....	21
1.2.7.4 Fenolické látky.....	21
1.2.7.5 Lektiny .....	22
1.3 NUTRIČNÍ VÝZNAM FAZOLÍ.....	23
<b>2 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH DRUHŮ FAZOLÍ</b> .....	<b>24</b>
2.1 FAZOLE STRAKATÁ VELKÁ .....	24
2.2 FAZOLE ADZUKI.....	25
2.3 FAZOLE MUNGO.....	26
2.4 FAZOLE PINTO .....	27
2.5 FAZOLE ČERVENÁ LEDVINA .....	29
2.6 FAZOLE ČERNÉ OKO.....	30
2.7 FAZOLE NAVY .....	31
<b>3 PRINCIPY METOD POUŽITÝCH PŘI ANALÝZÁCH</b> .....	<b>33</b>
3.1 STANOVENÍ SUŠINY .....	33
3.2 STANOVENÍ POPELE .....	33
3.3 STANOVENÍ TUKU PODLE TWISSELMANNA.....	33
3.4 STANOVENÍ HRUBÉ BÍLKOVINY PODLE KJELDAHLA (S ÚPRAVOU PODLE WINKLERA) .....	34
3.5 STANOVENÍ ŠKROBU PODLE EWERSE .....	35
3.6 STANOVENÍ FOSFORU VANADIČNANOVOU METODOU.....	36
3.7 STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI POTENCIOMETRICKOU TITRACÍ .....	37
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>39</b>
<b>4 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>40</b>



<b>5</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>41</b>
5.1	CHEMIKÁLIE .....	41
5.2	PŘÍSTROJE A POMŮCKY .....	41
5.3	ANALYZOVANÉ VZORKY .....	42
5.4	STANOVENÍ SUŠINY .....	43
5.5	STANOVENÍ POPELE .....	44
5.6	STANOVENÍ TUKU .....	44
5.7	STANOVENÍ HRUBÉ BÍLKOVINY .....	45
5.7.1	Mineralizace vzorku .....	45
5.7.2	Stanovení bílkovin metodou dle Kjeldahla (s úpravou podle Winklera) .....	45
5.8	STANOVENÍ ŠKROBU .....	46
5.9	STANOVENÍ FOSFORU .....	47
5.9.1	Mineralizace vzorku .....	47
5.9.2	Vlastní stanovení fosforu .....	47
5.10	STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI .....	49
5.11	STATISTICKÉ HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....	50
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>51</b>
6.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ SUŠINY .....	51
6.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELE .....	52
6.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ TUKU .....	53
6.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ HRUBÉ BÍLKOVINY .....	54
6.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ ŠKROBU .....	55
6.6	VÝSLEDKY STANOVENÍ FOSFORU .....	56
6.7	STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI .....	58
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>74</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>75</b>

## ÚVOD

Luštěniny jsou zralá suchá semena skupiny rostlin, které se označují luskoviny. Mezi luštěniny jsou řazeny tyto druhy: hrách setý, čočka jedlá, fazol obecný, cizrna beraní, bob obecný, fazol mungo a sója luštinatá. Sója se však podle některých autorů, díky vysokému obsahu lipidů, řadí mezi olejniny. V České republice je pěstování fazolí pouze okrajovou plodinou. Pro potřeby potravinářů se fazole dováží ze zahraničí. Fazole patří do čeledi bobovité – *Fabaceae*. Jedná se o jednoletou rostlinu [1, 2].

Luštěniny zaujímají důležité místo ve výživě člověka. Fazole obsahují velké množství bílkovin, které se svým složením blíží složení bílkovin živočišným, ale pro nedostatek některých esenciálních aminokyselin (zejména metioninu a tryptofanu) jsou neplnohodnotné. Vhodnou kombinací s živočišnými bílkovinami jsou považovány za výrobky nutričně významné. Další významnou složkou fazolí jsou sacharidy, z nichž nejvýznamnější je škrob. Důležitou složkou sacharidů jsou oligosacharidy, které způsobují nadýmání a lze je odstranit tepelným záhřevem. Lipidy jsou ve fazolích obsaženy v malém množství a většinou jsou to tuky vhodného složení se zastoupením poly- a mononenasycených mastných kyselin. Z minerálních látek má největší význam fosfor a z vitaminů vitaminy skupiny B. Fazole jsou také významným zdrojem vlákniny, která je důležitá pro správnou funkci tlustého střeva. Naopak jsou také zdrojem antinutričních látek, které snižují stravitelnost živin či výživově cenných sloučenin fazolí. Můžou snižovat chutnost potraviny a s tím související jejich příjem. Nejvýznamnější antinutriční látkou fazolí jsou lektiny, které mohou vyvolávat vážné poruchy zažívání či rychlý úbytek hmotnosti, někdy i smrt. Lze je bezpečně odstranit tepelným opracováním [3, 4].

Spotřeba luštěnin, ne jenom fazolí, je v České republice nízká. Je to škoda, protože luštěniny přináší lidskému organismu mnoho důležitých ochranných látek. Průměrná roční spotřeba fazolí celosvětově je přibližně 3 kg/osobu/rok (údaje z let 2006 – 2008). Vyšší spotřebu nacházíme v Latinské Americe a Karibiku (11 kg/osobu/rok), nebo také v Subsaharské Africe (5 kg/osobu/rok). Uvádí se, že například v Mexiku 74 % populace konzumuje fazole pět dní v týdnu. Spotřeba zde činí 11 kg/osobu/rok. Důvodem nízké spotřeby fazolí a luštěnin obecně, je jejich malá obliba, způsobena nepříliš atraktivní chutí, nutností namáčení, dlouhou přípravou a především trávicími obtížemi po konzumaci [5, 6].

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA FAZOLÍ

Luštěniny jsou zralá suchá semena skupiny rostlin, které se označují luskoviny. Mezi luštěniny jsou řazeny jako samostatná skupina: hrách setý, čočka jedlá, fazol obecný, cizrna beraní, bob obecný, fazol mungo a sója luštinatá. Názor na sóju je rozdílný, někteří autoři ji pro svůj vysoký obsah tuku řadí mezi olejninu. Rozlišujeme jednotlivé rody a druhy luskovin, dále poddruhy a variety. Zcela jednotného třídění však zatím nebylo dosaženo [1, 7].

Luskoviny mají velkou schopnost vázat atmosférický dusík symbiózou s bakteriemi, díky čemuž vyžadují méně hnojiv. Jsou proto používány pro obnovení půdy, v níž byl dusík vyčerpán. Asimilovaný dusík však nevyužívají jen pro svoji potřebu, ale jeho část zůstává v půdě k dispozici i pro následnou plodinu [8].

Již před 6000 lety pěstovali fazole indiánské kmeny v Mexiku a Peru. Odsud se fazole, díky své nenáročnosti přizpůsobovat se různým klimatickým podmínkám, rozšířily do celého světa [9]. Kulturní druhy fazolu mají z geografického hlediska původ americký a asijský. Do střední Evropy se dostaly v 16. století. Dnes se pěstují po celém světě [7]. Existuje 10 druhů kulturních, spolu s planými je to více než 200 druhů [10].

V České Republice je pěstování fazolí už jen okrajovou plodinou, spolu s čočkou jsou od roku 2001 řazeny do kategorie „luskoviny ostatní“, jejichž produkce se již samostatně nesleduje. Pro potřeby potravinářů se fazole dováží ze zahraničí [9]. Spotřeba luštěnin mírně stoupá a ČSÚ uvádí, že v roce 2010 byla spotřeba 2,5 kg luštěnin na osobu a rok, z toho na fazole případně 0,8 kg na osobu a rok [11].

### 1.1 Botanická charakteristika fazolí

Fazole patří do čeledi bobovité – *Fabaceae* (dříve vikvovité či motýlokvěté) [2].

V našich klimatických podmínkách je fazol obecný (*Phaseolus vulgaris* L.) – viz Obr. 1, jednoletou rostlinou s bohatě větveným kořenem, který se nachází mělce pod povrchem půdy. Stonek – lodyha je buď vzpřímený, vysoký 20 – 50 cm (fazol keříčkový), nebo ovíjívací, vysoký 2 – 5 m (fazol popínavý). Listy jsou trojčlenné. Soukvětí je uspořádáno do hroznovitého květenství tvořeno 2 – 8 bílými, zelenobílými, růžovými nebo červenými květy. Lusky se velmi liší tvarem a délkou. Semena jsou oválná, ledvinovitá, bílá nebo různě zbarvená. Hmotnost tisíce semen (HTS) je 110 – 400 g [8]. Fazol je samosprašný, ale může docházet i k cizosprašení [10, 12].



Obr. 1 Fazol obecný [13]

## 1.2 Chemické složení fazolí

Luštěniny zaujímají důležité místo ve výživě člověka, zejména pak u skupin lidí s nízkým příjmem v rozvojových zemích. Jsou považovány za „maso chudých“, jsou jedním z nejlevnějších a nejbohatších zdrojů proteinů, které mohou být využívány jako náhrada relativně dražších živočišných proteinů. Tradiční strava všude ve světě kombinuje obiloviny s luštěninami a touto cestou zajišťuje dostatek proteinů adekvátní kvality, obvykle společně s malým množstvím potravin živočišného původu [14].

Semena luskovin jsou kromě významného obsahu proteinů obecně dobrým zdrojem pomalu se uvolňujících sacharidů [15, 16, 17].

Průměrný obsah živin fazolí je uveden v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1 Průměrné složení semen fazolí ve 100 g [9]

Voda (g)	Energie (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuk (g)	Sacharidy celkem (g)	Škrob (g)	Vláknina (g)	Popel (g)
11,4	345	21,5	1,3	62,7	50	10,6	3,5

### 1.2.1 Bílkoviny

Fazole obsahují vysoké množství bílkovin. Velíšek [18] uvádí 20 – 45 %, Prugar [9] pak 20 – 25 %. Z hlediska obsahu aminokyselin se složení bílkovin blíží složení bílkovin živočišných. Ale pro nedostatek esenciální aminokyseliny metioninu a tryptofanu jsou bílkoviny fazolí neplnohodnotné (kromě nich chybí ještě cystein). Vhodnou kombinací s živočišnými bílkovinami a vzhledem k vyššímu obsahu minerálních látek jsou považovány za výrobky nutričně významné [17].

Většina bílkovin v luštěninách je tvořena globuliny nebo zásobními proteiny, které jsou syntetizovány během vývoje semene, skladovány a následně hydrolyzovány během klíčení k zajištění zásob dusíku a uhlíkové kostry. Obsaženy jsou však také metabolické a strukturální proteiny. Většina bílkovin fazolí je tvořena zásobním proteinem fazeolinem. Fazeolin je hlavní determinant kvantity a nutriční kvality proteinů v semenech fazolí [18].

### 1.2.2 Sacharidy

Obsah sacharidů ve fazolích je vysoký, Velíšek [18] uvádí 45 – 50 %, Prugar [9] 62,7 % (viz Tab. 1). Hlavním sacharidem fazolí je škrob. Jeho obsah je různý, Velíšek [18] uvádí 30 – 70 %, Benda [16] 46 – 54 %. Škrob luštěnin má unikátní vlastnosti, dobrou stabilitu k vysoké teplotě a vysoký bod viskozity ve srovnání se škrobem z jiných zdrojů. Hlavní složkou škrobu luštěnin je amylopektin, v menším zastoupení je přítomna amylóza [16, 21, 22].

Pro nutriční účely mohou být škroby klasifikovány buď jako glykemické nebo rezistentní:

- Rychle stravitelné škroby jsou hydrolyzovány v tenkém střevě na molekuly glukózy během 20 minut. Vyskytují se například v čerstvě uvařených potravinách.

- Pomalu stravitelné škroby jsou hydrolyzovány s menší rychlostí (20 – 110 minut), trávení je stále kompletní. Nacházejí se v celých nebo jemně mletých obilovinách a luštěninách nebo v nezralém ovoci.
- Nestravitelný škrob nebo frakce rezistentního škrobu nejsou hydrolyzovány ani po 120 minutách, podstupují fermentaci mikroflórou tlustého střeva [22, 23].

Za zmínku stojí účinky oligosacharidů obsažených ve fazolích – refinózy, stachyózy, verbaskózy. Žádná část lidského zažívacího traktu neprodukuje enzymy, které jsou schopné tyto oligosacharidy štěpit. Jsou tedy nestravitelné lidským trávicím ústrojím, jsou trávené bakteriemi nacházejícími se v tlustém střevě, což způsobuje nadýmání. Procházejí tudíž nezměněny do tlustého střeva, kde vzniká značné množství plynů, hlavně CO<sub>2</sub>, což vede k plynatosti, případně průjmů. Možností, jak předejít nadýmání, je několik. Jedním způsobem je zvýšení frekvence konzumace fazolí nebo jejich nakličování. Při klíčení se spotřebovávají těžko stravitelné cukry, mění se na jednodušší a pokrm připravený z nakličovaných fazolí je lépe stravitelný. Dalším způsobem je několikahodinové máčení fazolí před kuchyňskou úpravou. Vzhledem k tomu, že oligosacharidy jsou rozpustné ve vodě, lze jejich obsah touto cestou podstatně snížit, až o 40 % [9]. Je tedy nutné namáčecí vodu slít a fazole vařit ve vodě nové. Nadýmání se dá také účinně snížit přípravou fazolí s některým kořením a bylinkami (saturejka, bazalka, šalvěj) [24].

### 1.2.3 Lipidy

Zastoupení lipidů ve fazolích je nízké, asi 0,8 – 2,8 % [25, 26]. Jedná se však o tuky vhodného složení s převahou polynenasycených a mononenasycených mastných kyselin, chránící cévy před vysokou hladinou cholesterolu v krvi [25].

V tuku se nachází rostlinný lecitin. Fosfolipidy podléhají snadno oxidačnímu a hydrolytickému žluknutí, jehož důsledkem je tmavá barva a hořká chuť fazolí [1, 26].

### 1.2.4 Minerální látky a stopové prvky

Ve srovnání s obilovinami jsou luštěniny lepším zdrojem mikronutrientů. Obsahují vyšší počáteční koncentrace minerálních látek a méně se jich ztrácí během zpracování. Luštěniny jsou totiž většinou konzumovány celé, na rozdíl od obilovin, které bývají zbaveny obalových vrstev (osemení) bohatých na mikronutrienty. Minerálních látek však mohou být vá-

zány do špatně využitelných komplexů [19, 25, 27]. Průměrný obsah minerálních látek a stopových prvků ve fazolích uvádí Tab. 2.

Luštěniny mohou být považovány za zdroj železa, fosforu, draslíku, hořčíku, manganu, v menším množství také zinku, mědi a vápníku. Dále se uvádí, že jsou nezanedbatelným zdrojem molybdenu, kobaltu, boru a také selenu [9, 15, 28, 29, 30, 31, 32].

Jedna porce luštěnin poskytuje asi 2 mg železa. Nicméně dostupnost železa z luštěnin je špatná, a tedy jejich hodnota jako zdroje železa je velmi snížena. Zhoršené využití železa z fazolí způsobuje kyselina fytová. Ta se ztrácí při kuchyňské úpravě, např. vaření či namáčení fazolí. Předpokládá se, že absorpci zvyšuje vitamin C. Na rozdíl od železa, je u zinku dostupnost relativně dobrá (přibližně 25 %). Fazole jsou také dobrým zdrojem draslíku, který významně ovlivňuje činnost svalů, zejména srdce, podílí se využití sacharidů a na syntéze proteinů [33, 34].

Mnoho luštěnin je také nezanedbatelným zdrojem vápníku, zajišťují průměrně 50 mg na porci, je zde však velký rozdíl mezi jednotlivými druhy. Dostupnost vápníku z luštěnin je poměrně dobrá (asi 20 %), je však nižší než u mléčných výrobků a některých druhů listové zeleniny [33, 34]. Fosfor se vyskytuje v několika formách, například jako anorganický, jako součást fytátů, fosfatidů a dalších sloučenin [15].

Co se týká manganu, luštěniny mohou být označeny za dobrý zdroj. Nacházejí se zde vyšší koncentrace než u obilovin. Vstřebání je však vyšší u potravin živočišného původu (například masa či ryb) [32]. Dostupnost minerálních látek z luštěnin se liší a může záviset na jejich celkovém obsahu, na interakcích mezi nimi a na přítomnosti kyseliny fytové [34].

Tab. 2 Průměrný obsah minerálních látek a stopových prvků ve fazolích ( $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )

[9, 35 – (1), 36 – (2), 32 – (3)]

	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>
(1)	427,2	1475,7	19,2	117,3	152,3	2,8	1,3	0,8	7,5
(2)	429	1310	2	100	132	10	2	1	6
(3)	400	1200	21	105	106,5	2,95	1,6	0,85	7,05



### 1.2.5 Vitaminy

Fazole jsou bohatým zdrojem vitaminů skupiny B, zejména tiaminu, riboflavinu, kyseliny nikotinové a listové (viz Tab. 3). Vitaminy skupiny B jsou ve vodě rozpustné a díky tomu dochází k jejich ztrátám při namáčení a vaření luštěnin [33].

Tab. 3 Průměrný obsah vitaminů skupiny B ve fazolích ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ )

[35 – (1), 38 – (2), 32 – (3)]

	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	<b>B<sub>6</sub></b>	<b>B<sub>9</sub></b>
(1)	0,7	0,2	2,2	0,4	0,4
(2)	0,63	0,22	5,1	0,318	0,388
(3)	0,52	0,2	2,25	0,63	0,107

Tiamin (vitamin B<sub>1</sub>) je v těle důležitý k růstu a obnově všech tělesných tkání, k látkové výměně, k produkci energie a metabolismu cukrů. Důležitý je také k činnosti srdce a nervového systému. Obsah tohoto vitaminu ve fazolích je 0,2 – 0,84  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  suchých fazolí [32].

Riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) je důležitý pro tvorbu nových buněk, obstarává správnou funkci očí (ovlivňuje vidění za šera), posiluje srdeční aparát a ovlivňuje mnoho dalších orgánů. Svůj nepostradatelný vliv má i na celkový metabolismus organismu, kde ve formě koenzymů FMN (flavinmononukleotid) a FAD (flavinadenindinukleotid) zasahuje do metabolismu cukrů, aminokyselin a tuků, čímž přímo ovlivňuje energetické přeměny v organismu. Ve fazolích se vyskytuje v množství 0,12 – 0,28  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  jedlého podílu [32, 35].

Niacin (kyselina nikotinová a nikotinamid, vitamin B<sub>3</sub>) se aktivně podílí na mnohých chemických reakcích v buňkách. Jeho nedostatek způsobuje chorobu pelagra, která se vyznačuje červenou popraskanou pokožkou, průjmem a demencí. Přestože se toto onemocnění dnes už téměř nevyskytuje, neměli bychom zapomínat tělu niacin dodávat. Obsah kyseliny nikotinové ve fazolích je 300  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  [36].

Kyselina pantotenová (vitamin B<sub>5</sub>) se podílí na buněčném metabolismu a její nedostatek způsobuje problémy s pokožkou a lámavost nehtů. Fazole jí obsahuje 700  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  tedy dvakrát víc než maso [36, 37].

Pyridoxin (vitamin B<sub>6</sub>) hraje významnou roli v činnosti enzymů, působících při rozkladu a využití bílkovin, sacharidů a lipidů z potravy. B<sub>6</sub> je směs tří podobných látek: pyridoxal, pyridoxol a pyridoxanim. Pyridoxin účinkuje jako tzv. koenzym (látka pracující v souladu s enzymy), urychluje chemické reakce v buňkách. Dále je důležitý v procesech přeměny zásobních cukrů v játrech a svalech na energii. Působí preventivně proti nervovým onemocněním, zlepšuje náladu, má vliv na kvalitu kůže a významnou roli hraje v tvorbě červených krvinek a protilátek. Jeho obsah ve fazolích je 350  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  [35, 37].

Kyselina listová (vitamin B<sub>9</sub>) je nezbytná pro syntézu nukleových kyselin, při krvetvorbě a nepostradatelná je i pro normální růst a vývoj plodu. Je v organismu využívána k hojení ran, tvorbě červených krvinek a především ve všech procesech, kdy dochází k buněčnému dělení. Preventivní užívání kyseliny listové se proto doporučuje zejména během těhotenství, jelikož napomáhá již zmíněnému buněčnému dělení, dále podporuje růst plodu a diferenciaci tkání, zvláště pak nervové soustavy. Také napomáhá proti srdečním a cévním onemocněním a dále také může odvracet nebezpečí rakoviny plic, děložního hrdla, tlustého střeva nebo konečníku. Obsah kyseliny listové ve fazolích se pohybuje kolem 24  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  [39].

V některých druzích fazolí je nezanedbatelné (až 200  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) množství vitamínu E (tokoferolu). Ten se vyskytuje ve čtyřech formách:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  a  $\delta$ . Tyto sloučeniny se účastní dějů při vstřebávání tuků a jejich ochrany před oxidací v krevním oběhu. Nejúčinnější formou vitamínu E je  $\alpha$ -tokoferol. Používá se hlavně pro svůj antioxidační účinek, zabraňuje vzniku oxidačních toxických prvků a volných kyslíkových radikálů. Podílí se tak na stabilitě buněčné membrány [15, 28, 30].

Vitamin A (retinol) má vliv na funkci oční sítnice, kvalitu pokožky a sliznic. Některé druhy fazolí ho obsahují 5  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . Velmi důležitý vitamin pro srážení krve je vitamin K. Vzniká také v tenkém střevě a jeho obsah v některých druzích fazolí je nízký (do 1  $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) [15, 30, 31].

Fazole jsou chudé na provitamin A, vitamin C a neobsahují vitamin B<sub>12</sub> a vitamin D [31, 33].

### 1.2.6 Vlákna

Vlákna je často rozdělována podle rozpustnosti na vlákninu rozpustnou a nerozpustnou. Oba tyto typy se nacházejí v luštěninách v různých vzájemných poměrech. Fazole jsou velmi bohaté na rostlinnou vlákninu, což platí o všech druzích luštěnin. Na 100 g sušené fazole připadá 13 – 16 g vlákniny, tedy více než polovinu denního příjmu pro dospělého člověka (25 – 30 g). Vlákna ve fazolích, především nerozpustná, pomáhá v prevenci zácpy a snižuje hladinu cholesterolu v krvi. Tyto účinky se zvyšují, jestliže se zároveň s příjmem vlákniny zvyšuje i příjem tekutin [40].

Nestrávená vlákna se dostává až do tlustého střeva, kde je částečně nebo úplně fermentována střevními bakteriemi. Během fermentace vznikají různé produkty, mastné kyseliny s krátkým řetězcem a plyny. Právě kombinace účinků fermentačního procesu a utvořených vedlejších produktů příznivě ovlivňuje zdraví [37].

### 1.2.7 Antinutriční látky

Antinutriční látky luštěnin jsou látky, které různým způsobem narušují stravitelnost živin či výživově cenných sloučenin, popř. snižují chutnost potravin a tím i jejich příjem a výživovou hodnotu. Ovlivňují také aktivitu některých enzymů, vitaminů a minerálních látek [42]. Dělí se podle původu na dvě základní skupiny sloučenin:

- přirozené součásti potravin, které se v potravinách nacházejí jako důsledek genetických dispozic rostlinných organismů je syntetizovat
- cizorodé látky

Cizorodé látky se podle způsobu, jakým se do potraviny dostávají, dělí na:

- přidávané záměrně za určitým účelem (látky přídavné neboli aditivní)
- dostávající se do potraviny náhodně během zpracování, vznikající fyzikálními a chemickými procesy (látky znečišťující, kontaminující)

Mezi antinutriční látky luštěnin se řadí:

- inhibitory proteáz
- antivitaminy
- sloučeniny interferující s metabolismem minerálních látek

- některé fenolové sloučeniny
- některé oligosacharidy [43].

#### **1.2.7.1 Inhibitory proteáz**

Jsou to látky bílkovinné či polypeptidické povahy vytvářející s proteolytickými enzymy poměrně stabilní komplexy s omezenou enzymovou aktivitou. Tímto mechanismem je omezeno štěpení bílkovin. U luskovin se nejčastěji vyskytují ve vnějších vrstvách děloh [44].

Rostlinné inhibitory trypsinu lze zařadit do několika skupin s podobnou chemickou strukturou a tím i podobnými biologickými účinky. V semenech luskovin se zejména vyskytují inhibitory Kunitzova typu a inhibitory Bowman-Birkova typu.

- inhibitory Kunitzova typu – primárně vykazují specifitu vůči trypsinu
- inhibitory Bowman-Birkova typu – vykazují specifitu vůči trypsinu a chymotrypsinu a jsou studovány pro možné antikarcinogenní účinky [45].

Znalosti o antinutričním působení inhibitorů trypsinu u člověka jsou zatím nedostatečné a odvozují se především ze znalostí získaných při výživě zvířat. Při zkrmování syrových nebo nedostatečně tepelně zpracovaných luštěnin hospodářskými zvířaty mohou inhibitory trypsinu způsobit poruchy, které se projevují zpomalením růstu. V chronických případech dochází ke zvětšení pankreatu, popisovaného jako hypertrofie a hyperplasie. Nežádoucí účinky inhibitorů trypsinu lze poměrně snadno eliminovat tepelným zpracováním luštěnin [44].

#### **1.2.7.2 Antivitaminy**

Antivitaminy (nebo také antagonisty vitaminů) jsou takové látky, které určitým způsobem eliminují biologické účinky vitaminů, což může vést až k projevům deficiencie [37]. Je to skupina látek přirozeně se vyskytujících v rostlinných krmivech narušujících běžné působení vitaminů u zvířat.

Antiretinolový faktor je zastoupen antivitaminem A, katalyzujícím rozklad a oxidaci karotenů, a druhým je antivitamin D, způsobující rachitické onemocnění zvířat při zkrmování luštěnin. Oba antivitaminy lze zlikvidovat tepelným ošetřením [46].

### 1.2.7.3 Sloučeniny vážící minerální látky

V potravinách rostlinného původu se jako přirozené složky vyskytují některé sloučeniny, které interferují s metabolismem minerálních látek. Nejvýznamnějšími jsou:

- kyselina fytová a fytin
- kyselina šťavelová
- glukosinoláty a jejich rozkladné produkty.

Kyselina fytová je hlavní zásobní formou fosforu využívaného při klíčení semen obilovin, luštěnin a olejnin. Vyskytuje se zde hlavně jako smíšená vápenatá a hořečnatá sůl, která se nazývá fytin [45, 47].

Kyselina šťavelová je běžnou složkou mnoha zelenin a jiných potravin rostlinného původu. S vápenatými ionty tvoří nerozpustnou sůl šťavelan vápenatý a za jistých okolností může vážně interferovat s metabolismem vápníku [45].

Glukosinoláty (zejména progoitrin, jehož rozkladem vzniká antityreoidní látka goitrin, ale i některé další glukosinoláty) se často řadí mezi sloučeniny interferující s metabolismem jodu [45].

### 1.2.7.4 Fenolické látky

Fenolické látky představují velmi rozsáhlou a různorodou skupinu. Významné jsou třísloviny, srážející bílkoviny a nesoucí adstringentní, tedy svíravou chuť a fenolické kyseliny, které potlačují mikroflóru trávicího traktu. Obě tyto skupiny snižují chutnost, příjem a stravitelnost živin [36].

Třísloviny (taniny) jsou fenolické sloučeniny rozpustné ve vodě a jejich výskyt je právě pro čeled' bobovitých charakteristický. Dle klasického přístupu se třísloviny dělí na hydrolyzovatelné a kondenzované. Hydrolyzovatelné mohou být odbourány v alkalickém nebo kyselém prostředí, zatímco kondenzovaný typ je vůči reakcím prostředí značně rezistentní a je tedy pro nutriční látky rozhodující. Ve značném množství se vyskytují v semenech fazolí (do 20 g.kg<sup>-1</sup>). Jejich komplexy a reakční produkty s proteiny jsou rezistentní vůči hydrolýze. Důsledkem snížené stravitelnosti jsou nižší přírůstky hmotnosti u hospodářských zvířat. Nadměrná konzumace taninů může mít za následek sníženou sorpci některých minerálních látek a může vést k poškození intestinální mukózy [37].

Fenolické kyseliny plní zásadní funkci v obranném mechanismu rostlin proti býložravcům a parazitujícím hmyzu. Snižují stravitelnost živin. Některé z nich jsou toxické pro žaludeční mikroflóru a interferují s vybranými enzymy. Inhibičně působí zejména kyseliny nerulová, p-kumarová, a hydroxyskořicová. Některé z nich ovlivňují chuť a vůni semen, případně zapříčiňují pocit hořkosti, kyselosti a svíravosti [46].

#### 1.2.7.5 Lektiny

Lektiny jsou rostlinné albuminy, které jsou považovány za významnou antinutriční složku fazolí. V nich mohou tvořit až 20 % z hmotnosti bílkovin [48]. Obecnou vlastností rostlinných lektinů je jejich vysoká odolnost vůči štěpení proteolytickými enzymy *in vivo*. Dalším významným faktorem je intenzita vazby lektinu na sacharidy přítomné na povrchu buněk luminálního střevního epitelu [49].

Díky své schopnosti shlukovat erytrocyty jsou také nazývány toxalbuminy či fytohemaglutininy (PHA) [50]. Lektiny fazolí mohou vyvolávat vážné poruchy zažívání, rychlý úbytek hmotnosti a u některých živočišných druhů vysokou úmrtnost. Na rozdíl od většiny bílkovin v potravinách se lektiny obtížně odbourávají trávicími enzymy, a tak mohou být obsaženy v trávicím traktu ve velkém množství. Lektiny narušují strukturu i funkci střevní výstelky a tím snižují absorpci živin. Absorbují se neporušené do oběhového systému a působí tak na ostatní orgány, jsou příčinou vyčerpání zásob tuků, glykogenu a bílkovin těla. Mohou rovněž snižovat imunitu. Lektiny jsou citlivé k teplu, a proto se tepelným opracováním většina inaktivuje. Současný trend, konzumovat zeleninu syrovou nebo jen málo opracovanou, může vést k tomu, že se během 1 – 3 hodin po konzumaci objeví problémy, např. nucení ke zvracení, zvracení, bolesti břicha, průjem. Důležité proto je, aby se fazole před konzumací nebo přidavkem do jiných pokrmů zcela hydratovaly a pak vařily minimálně 10 – 20 minut [44, 51].

Působením lektinů dochází k poruchám bakteriálního ekosystému střeva, imunitních systémů střevní bariéry a vyšší citlivosti k infekcím a inhibici aktivity střevních enzymů. Inaktivace toxalbuminů lze dosáhnout tepelným ošetřením. Vzhledem k tomu, že se lektiny podílí na biologické fixaci dusíku, bylo by vyšlechtění odrůd bez jejich obsahu problematické a zřejmě i neúčelné [44, 52, 53].

### 1.3 Nutriční význam fazolí

Fazole jsou z hlediska výživového velmi hodnotnou potravinou. Jsou významným zdrojem bílkovin (20 – 25 %), které se svou kvalitou řadí hned za bílkoviny živočišného původu. Limitujícími aminokyselinami bílkovin jsou sírné aminokyseliny (zejména metionin) a tryptofan, v kombinaci s bílkoviny obilovin však poskytují plnohodnotnou bílkovinu. Dále obsahují řadu vitaminů skupiny B, zejména tiamin, riboflavin, kyselinu nikotinovou a kyselinu listovou, některé minerální látky (Ca, Fe, P, K, Zn, Mg, Cu aj.) a vlákninu. Mají nízký obsah tuku, který má navíc příznivé složení mastných kyselin (55 – 85 % nenasycených) [9].

Bílkoviny obsažené v luštěninách regulují metabolismus, zejména hladinu cukru a vody. Na druhou stranu mají luštěniny tendenci organizmus částečně dehydratovat, neboť jsou močopudné. Většina luštěnin má pozitivní vliv na trávicí systém, některé (např. červené fazole) také na srdce. Podle nutričních odborníků by bylo žádoucí konzumovat denně zhruba 30 – 75 g luštěnin, to je v průběhu celého týdne asi půl kilogramu luštěnin [54, 55].

Suchá semena luskovin jsou dobrým zdrojem polyfenolů, látek s antioxidačními účinky významnými pro výživu člověka, mají tedy určité vlastnosti funkčních potravin. Bioaktivní látky obsažené v luštěninách vykazují kromě antioxidačních mnohé další biologické účinky prospěšné pro zdraví. Uvažuje se o protizánětlivých, antikarcinogenních, antiaterosklerotických, antimutagenních, antiangiogenních a antiproliferativních účincích [54, 56].

Pro obyvatelstvo vyspělých zemí s vysokou spotřebou tuků jsou luštěniny vhodným zdrojem energie (ze škrobu) a bílkovin bez současného příjmu tuků. Neobsahují cholesterol, přítomny jsou však rostlinné steroly, působící příznivě v prevenci kardiovaskulárních i některých nádorových onemocnění. Z hlediska výživového, zejména pro diabetiky, je významný nízký glykemický index, který se pohybuje v mezích 29 – 33, zatímco u obilovin a u brambor je mnohem vyšší [55].

U některých antinutričních látek byly zjištěny za určitých podmínek i pozitivní účinky na lidský organizmus. Je to např. kyselina fytová, která snižuje riziko rakoviny tlustého střeva a pravděpodobně i prsu, svým antioxidačním působením (vázáním železa), saponiny, Bowman-Birkův inhibitor trypsinu a izoflavony s protirakovinnými účinky [9].

## 2 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH DRUHŮ FAZOLÍ

### 2.1 Fazole strakatá velká



Obr. 2 Fazole strakatá velká [57]

Tab. 4 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu strakaté fazole [59]

<b>Základní složky</b>		<b>Minerální látky</b>		<b>Vitaminy</b>	
<b>Energie (kcal)</b>	333	<b>P (mg)</b>	407	<b>C (mg)</b>	4,5
<b>Voda (g)</b>	11,75	<b>Ca (mg)</b>	143	<b>B<sub>1</sub> (μg)</b>	529
<b>Bílkoviny (g)</b>	23,58	<b>Fe (mg)</b>	8,20	<b>B<sub>2</sub> (μg)</b>	219
<b>Lipidy (g)</b>	0,83	<b>Mg (mg)</b>	140	<b>B<sub>3</sub> (mg)</b>	2,06
<b>Sacharidy (g)</b>	60,01	<b>K (mg)</b>	1406	<b>B<sub>6</sub> (μg)</b>	397
<b>Vláknina (g)</b>	24,9	<b>Na (mg)</b>	24	<b>B<sub>9</sub> (μg)</b>	394
<b>Cukry (g)</b>	2,23	<b>Zn (mg)</b>	2,79	<b>E (μg)</b>	220
				<b>K (μg)</b>	19



Tyto barevné fazole (Obr. 2) mají lahodnou, jemně pronikavou chuť a jsou velice oblíbené v italské kuchyni. Pro svou moučnou konzistenci mají široké uplatnění.

Jsou výborné do polévek, pomazánek či v zapečených pokrmech [58]. Jejich průměrný obsah živin uvádí Tab. 4.

## 2.2 Fazole adzuki

Fazole adzuki (Obr. 3) neboli Vigna čínská (*Phaseolus angularis*) jsou malé, červené lesklé fazole, které jsou oblíbené v Číně a Japonsku. Mají nasládlou chuť a často se z nich dělá červená fazolová pasta. Používají se do polévek, salátů nebo v kombinaci s jinou zeleninou [60]. Průměrný obsah živin obsahuje Tab. 5.



Obr. 3 Fazole adzuki [61]

Také klíčky ze semen adzuki jsou zdravé, jí se většinou syrové nebo dušené. Obsahují vysoký podíl vitaminů. Jsou vhodné do salátů, polévek a k přípravě asijských jídel. Mají mírně pikantní příchut'. Klíčky jsou lehce stravitelné, mají vysoký obsah vlákniny. Jen málo potravin obsahuje tolik vitaminů a minerálních látek současně s co nejmenším počtem kalorií jako klíčky [62].

Fazole adzuki mají pozitivní vliv na činnost ledvin. V čínsko-japonské medicíně jsou ledviny považovány za centrum životní energie, což z fazolí dělá nezbytnou potravinu pro každého z nás, kteří máme namáhavý a vyčerpávající životní styl [63].

Tab. 5 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole adzuki [59]

Základní složky		Minerální látky		Vitaminy	
<b>Energie (kcal)</b>	329	<b>P (mg)</b>	381	<b>B<sub>1</sub> (μg)</b>	455
<b>Voda (g)</b>	13,44	<b>Ca (mg)</b>	138	<b>B<sub>2</sub> (μg)</b>	220
<b>Bílkoviny (g)</b>	19,87	<b>Fe (mg)</b>	4,98	<b>B<sub>3</sub> (mg)</b>	2,63
<b>Lipidy (g)</b>	0,53	<b>Mg (mg)</b>	127	<b>B<sub>6</sub> (μg)</b>	351
<b>Sacharidy (g)</b>	62,90	<b>K (mg)</b>	1254	<b>B<sub>9</sub> (μg)</b>	622
<b>Vláknina (g)</b>	12,7	<b>Na (mg)</b>	5	<b>A (μg)</b>	1
		<b>Zn (mg)</b>	5,04		

### 2.3 Fazole mungo

Fazole mungo (*Vigna mungo*) (Obr. 4) je druh zelené drobnozrnné fazole, staré kulturní rostliny, která se z Indie rozšířila do Východní a Střední Asie a dnes je pěstována zejména v Africe, Číně a USA. Vyskytuje se v podobě mnoha odrůd, které vesměs rychle dozrávají a jsou proto vhodné pro suché oblasti.

Na rozdíl od ostatních luštěnin nevyvolávají mungo fazole žádné nadýmání. Z fermentovaných semen se připravují kořeněné mungové pasty a z nich se vypékají nebo v tuku smaží placičky nazývané papadam, podobné tortille. Semena munga se využívají často v naklíčeném stavu [9, 64]. Průměrný obsah živin uvádí Tab. 6.

Mouka ze semen fazolí mungo se používá jako náhrada za mýdlo, které činí kůži jemnou a hladkou. V tradiční medicíně se semena používají pro své protizánětlivé, chladiivé a stahující vlastnosti, např. jako obklady na abscesy [66].



Obr. 4 Fazole mungo [65]

Tab. 6 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole mungo [59]

<b>Základní složky</b>		<b>Minerální látky</b>		<b>Vitaminy</b>	
<b>Energie (kcal)</b>	341	<b>P (mg)</b>	379	<b>B<sub>1</sub> (μg)</b>	273
<b>Voda (g)</b>	10,80	<b>Ca (mg)</b>	138	<b>B<sub>2</sub> (μg)</b>	254
<b>Bílkoviny (g)</b>	25,21	<b>Fe (mg)</b>	7,57	<b>B<sub>3</sub> (mg)</b>	1,447
<b>Lipidy (g)</b>	1,64	<b>Mg (mg)</b>	267	<b>B<sub>6</sub> (μg)</b>	281
<b>Sacharidy (g)</b>	58,99	<b>K (mg)</b>	983	<b>B<sub>9</sub> (μg)</b>	216
<b>Vláknina (g)</b>	18,3	<b>Na (mg)</b>	38	<b>A (μg)</b>	1
		<b>Zn (mg)</b>	3,35		

## 2.4 Fazole pinto

Tyto fazole (Obr. 5) patří k ledvinovým neboli šarlatovým fazolím. Mají oválný, téměř kulatý tvar a narůžověle broskvovou barvu s tmavšími skvrnami.

Jsou klíčovou surovinou v mexické kuchyni a lze je použít do salátů, gulášů a hutných dušených pokrmů [67]. Průměrný obsah živin je uveden v Tab. 7.



Obr. 5 Fazole pinto [68]

Tab. 7 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole pinto [59]

<b>Základní složky</b>		<b>Minerální látky</b>		<b>Vitaminy</b>	
<b>Energie (kcal)</b>	347	<b>P (mg)</b>	411	<b>C (mg)</b>	6,3
<b>Voda (g)</b>	11,33	<b>Ca (mg)</b>	113	<b>B<sub>1</sub> (μg)</b>	713
<b>Bílkoviny (g)</b>	21,42	<b>Fe (mg)</b>	5,07	<b>B<sub>2</sub> (μg)</b>	212
<b>Lipidy (g)</b>	1,23	<b>Mg (mg)</b>	176	<b>B<sub>3</sub> (mg)</b>	1,174
<b>Sacharidy (g)</b>	62,55	<b>K (mg)</b>	1393	<b>B<sub>6</sub> (μg)</b>	474
<b>Vláknina (g)</b>	15,5	<b>Na (mg)</b>	12	<b>B<sub>9</sub> (μg)</b>	525
<b>Cukry (g)</b>	2,11	<b>Zn (mg)</b>	2,28	<b>E (μg)</b>	210
				<b>K (μg)</b>	5,6

## 2.5 Fazole červená ledvina

Pochází ze Střední Ameriky, pěstuje se i v západní Africe. Je označována jako „chilli fazole“ a v Mexiku se z ní připravuje tradiční jídlo Chilli con carne [69].

Tab. 8 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole červená ledvina [59]

Základní složky		Minerální látky		Vitaminy	
<b>Energie (kcal)</b>	337	<b>P (mg)</b>	406	<b>C (mg)</b>	4,5
<b>Voda (g)</b>	11,75	<b>Ca (mg)</b>	83	<b>B<sub>1</sub> (μg)</b>	608
<b>Bílkoviny (g)</b>	22,53	<b>Fe (mg)</b>	6,69	<b>B<sub>2</sub> (μg)</b>	215
<b>Lipidy (g)</b>	1,06	<b>Mg (mg)</b>	138	<b>B<sub>3</sub> (mg)</b>	2,110
<b>Sacharidy (g)</b>	61,29	<b>K (mg)</b>	1359	<b>B<sub>6</sub> (μg)</b>	397
<b>Vláknina (g)</b>	15,2	<b>Na (mg)</b>	12	<b>B<sub>9</sub> (μg)</b>	394
<b>Cukry (g)</b>	2,10	<b>Zn (mg)</b>	2,79	<b>E (μg)</b>	210
				<b>K (μg)</b>	5,6



Obr. 6 Fazole červená ledvina [70]

Fazole (Obr. 6) jsou poměrně velké, mají červenou až hnědou barvu a po uvaření do měkka získávají jemně nasládlou chuť. Výborně se hodí jako příloha k rýžovým a kukuřičným jídlům [69]. Tab. 8 uvádí průměrný obsah živin.

## 2.6 Fazole černé oko

U nás je k dostání poměrně vzácně, pochází z jižní Afriky, kde se dodnes pěstuje ve velkém rozsahu. V současné době je jejím hlavním dodavatelem Kalifornie [71].



Obr. 7 Fazole černé oko [72]

Tyto fazole (Obr. 7) jsou rovněž známé jako vigna. Mají krémovou barvu s černou skvrnkou a tvarem připomínají ledvinové fazole, ale jsou menší. Mají jemnou chuť, kterou je možné zvýraznit přidáním různých druhů koření.

Obsahuje velké množství kyseliny listové. Výborná je zejména na přípravu polévek a různých zeleninových nákypů. Hojně se užívají v pikantních kuchyních Indie, Afriky a Karibských ostrovů [73].

Tab. 9 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole černé oko [59]

Základní složky		Minerální látky		Vitamíny	
<b>Energie (kcal)</b>	336	<b>P (mg)</b>	424	<b>C (mg)</b>	1,5
<b>Voda (g)</b>	11,95	<b>Ca (mg)</b>	110	<b>B<sub>1</sub> (μg)</b>	853
<b>Bílkoviny (g)</b>	23,52	<b>Fe (mg)</b>	8,27	<b>B<sub>2</sub> (μg)</b>	226
<b>Lipidy (g)</b>	1,26	<b>Mg (mg)</b>	184	<b>B<sub>3</sub> (mg)</b>	2,075
<b>Sacharidy (g)</b>	60,03	<b>K (mg)</b>	1112	<b>B<sub>6</sub> (μg)</b>	357
<b>Vláknina (g)</b>	10,6	<b>Na (mg)</b>	16	<b>B<sub>9</sub> (μg)</b>	633
<b>Cukry (g)</b>	6,90	<b>Zn (mg)</b>	3,37	<b>E (μg)</b>	390
				<b>K (μg)</b>	5

## 2.7 Fazole navy

Fazole navy (Obr. 8) vynikají jemnou chutí. Jsou skvělým zdrojem bílkovin a zároveň obsahují hodně vlákniny. Jsou tak vhodnou potravinou pro diabetiky, kterým vyrovnává hladinu krevního cukru.



Obr. 8 Fazole navy [74]

Jsou také dobrým zdrojem manganu, kyseliny listové a hořčíku. Díky výhodnému poměru draslíku a sodíku přispívají k prevenci vysokého krevního tlaku a aterosklerózy [74]. Průměrný obsah živin je uveden v Tab. 10.

Populární jsou zejména v USA, Velké Británii a Francii (kde je známá pod názvem Harri-cot). Za svůj název vděčí tomu, že byla jednou ze základních potravin amerického námoř-nictva na začátku 20. století [75].

Tab. 10 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole navy [59]

<b>Základní složky</b>		<b>Minerální látky</b>		<b>Vitaminy</b>	
<b>Energie (kcal)</b>	337	<b>P (mg)</b>	407	<b>B<sub>1</sub> (μg)</b>	775
<b>Voda (g)</b>	12,10	<b>Ca (mg)</b>	147	<b>B<sub>2</sub> (μg)</b>	164
<b>Bílkoviny (g)</b>	22,33	<b>Fe (mg)</b>	5,49	<b>B<sub>3</sub> (mg)</b>	2,188
<b>Lipidy (g)</b>	1,50	<b>Mg (mg)</b>	175	<b>B<sub>6</sub> (μg)</b>	428
<b>Sacharidy (g)</b>	60,75	<b>K (mg)</b>	1185	<b>B<sub>9</sub> (μg)</b>	364
<b>Vláknina (g)</b>	24,4	<b>Na (mg)</b>	5	<b>E (μg)</b>	20
<b>Cukry (g)</b>	3,88	<b>Zn (mg)</b>	3,65	<b>K (μg)</b>	2,5



### 3 PRINCIPY METOD POUŽITÝCH PŘI ANALÝZÁCH

#### 3.1 Stanovení sušiny

Sušina daných fazolí se stanoví vázkově, po dokonalém odpaření vody z rozemletých vzorků. Sušina představuje zbytek, získaný vysušením navážky vzorku při předepsané teplotě za podmínek metody. Suší se v elektrické sušárně při 105 °C do konstantní hmotnosti [76].

#### 3.2 Stanovení popele

Popel je definován jako množství nespalitelných anorganických látek, které zůstanou po spálení zkoušeného vzorku v muflové peci při teplotě 550 °C. Množství popele lze vypočítat po zvážení zbytku vzorku [77].

#### 3.3 Stanovení tuku podle Twisselmannna

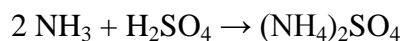
Metoda kontinuální extrakce, slouží zejména k dělení organických látek. Extrakce se provádí v Twisselmannově extrakční aparatuře (Obr. 9). Do střední části přístroje se vkládá papírová extrakční patrona, která má válcový tvar a kulaté dno, a do které se naváží vzorek. Extrakční baňka se naplní vhodným rozpouštědlem (hexan, petroleter, dietyleter) v němž se dobře rozpouští složka, kterou chceme oddělit. Baňka se zahřívá k varu rozpouštědla a jeho páry stoupají do části extraktoru, kde kondenzují. Rozpouštědlo kape na vzorek obsažený v papírové patroně. Kondenzát prochází patronou se vzorkem do extrakční baňky, z níž se těkavé rozpouštědlo znovu destiluje. Po ukončení destilace se rozpouštědlo vydestiluje a v baňce tak zůstane jen izolovaná složka, či složky [78].



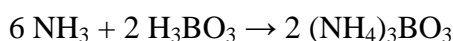
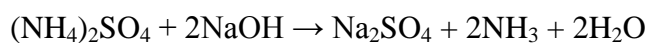
Obr. 9 Twisselmannova extrakční aparatura [79]

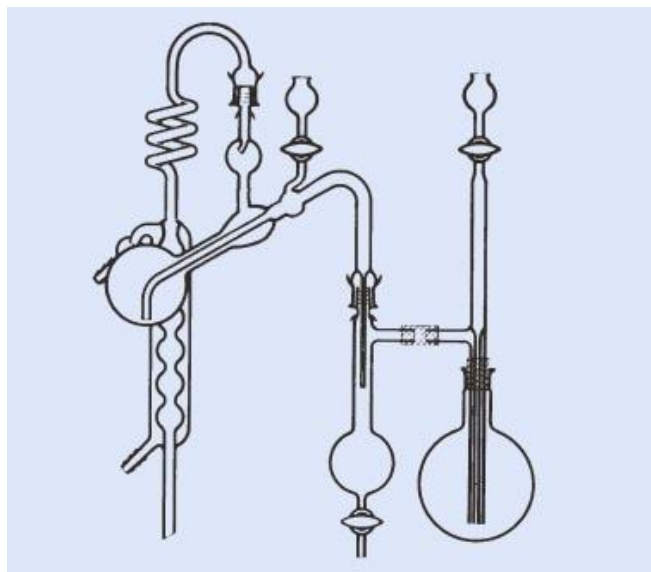
### 3.4 Stanovení hrubé bílkoviny podle Kjeldahla (s úpravou podle Winklera)

Ke stanovení bílkovin v potravinách a potravinářských surovinách se nejčastěji používá metoda založená na stanovení množství přítomného dusíku dle Kjeldahla. Organická látka se mineralizuje koncentrovanou kyselinou sírovou. Rozklad se urychluje zvýšením teploty varu (síranem draselným) a vhodným katalyzátorem, např. oxidem měďnatým, síranem měďnatým, rtuť, peroxidem vodíku, selenem. Dusík, který byl v bílkovinách nebo aminokyselinách ve formě aminoskupiny a iminoskupiny, se mineralizací převede na síran amonný podle následujícího schématu:



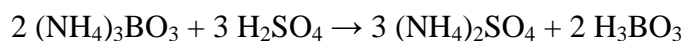
Ze síranu amonného se uvolní amoniak 30% roztokem NaOH, přehání se vodní parou v Parnas-Wagnerově destilačním přístroji (Obr. 10) do předlohy se známým množstvím roztoku kyseliny trihydrohenborité:





Obr. 10 Parnas – Warnerova destilační aparatura [81]

Vznikající boritan amonný se titruje zředěnou kyselinou sírovou na indikátor Tashiro:



Z množství spotřebované kyseliny se vypočítá obsah dusíku a ten se přepočítá na obsah tzv. hrubé bílkoviny vynásobením faktorem 6,25 [80].

### 3.5 Stanovení škrobu podle Ewerse

Ke stanovení škrobu se používá polarimetrická metoda, která využívá vlastnosti sacharidů, jejich optické aktivity, což je schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel. Úhel otočení je úměrný koncentraci sacharidu podle vztahu:

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^t \cdot l \cdot c$$

kde  $[\alpha]_{\lambda}^t$  – specifická otáčivost při teplotě  $t$  a vlnové délce  $\lambda$  [ $+ 184$  °]

$l$  – délka polarimetrické trubice [1 dm]

$c$  – koncentrace stanovované látky [ $\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ ]

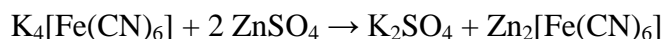
Úhel otočení roviny polarizovaného světla závisí na povaze analyzované látky, na povaze rozpouštědla, na teplotě a vlnové délce. Specifická otáčivost je charakteristickou konstantou opticky aktivních látek. U kapalných látek i roztoků je to úhel, o který vrstva 1 dm roztoku, obsahujícího 1 g látky v 1 ml, stáčí rovinu polarizovaného světla za daných podmínek

( $t$ ,  $\lambda$ ). Hodnoty specifických otáčivostí nejsou pro dané látky konstantní, vztahují se k určitému rozpouštědлу. Vliv rozpouštědla může způsobit u téže látky změnu znaménka otáčení. Úhel otočení roviny polarizovaného světla se měří na polarimetrech (Obr. 11), většinou při vlnové délce 589,3 nm a teplotě 20 °C.



Obr. 11 Polarimetr [82]

Roztoky, u nichž se měří úhel otočení, musí být dokonale čiré, proto se u analyzovaných vzorků provádí čiření. Nejpoužívanější je čiření podle Carreze. Čiřícího účinku je dosaženo vytvořením sraženiny hexakvanoželeznatanu zinečnatého:



Vysokou účinnost má zvláště v kyselém prostředí, dokonale odstraňuje bílkoviny.

Škrob se stanovuje pomocí Ewersovy metody, polarimetricky, po hydrolýze zředěnou kyselinou chlorovodíkovou ve vroucí lázni, při níž se štěpí na glukózu [83, 84].

### 3.6 Stanovení fosforu vanadičnanovou metodou

Stanovení fosforu se provádí ve dvou krocích, po mineralizaci vzorku následuje vlastní spektrofotometrické stanovení fosforu. Organická látka se mineralizuje koncentrovanou kyselinou sírovou. Rozklad se urychluje zvýšením teploty varu (síranem draselným) a vhodným katalyzátorem, např. oxidem měďnatým, síranem měďnatým, rtutí, peroxidem vodíku, selenem.

Ionty kyseliny ortofosforečné dávají v kyselém prostředí v přítomnosti vanadičnanu a molybdenanu amonného žlutě zbarvený komplex. Intenzitu tohoto zbarvení zjistíme spektrofotometricky a výsledek porovnáme s kalibrační křivkou zhotovenou proměřením sady standardních roztoků [84].

### 3.7 Stanovení titrační kyselosti potenciometrickou titrací

Titrační kyselost se vyjadřuje jako počet ml odměrného roztoku NaOH o koncentraci  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  potřebného k neutralizaci vzorku na použitý indikátor fenolftalein. Jedná se tedy o alkalimetrickou titraci. Vzhledem k výskytu barevných komplexů v některých vzorcích fazolí, nebylo možno tuto metodu použít. Titrační kyselost proto byla stanovena s potenciometrickým určením bodu ekvivalence. Podle druhu analyzovaného vzorku se titrační kyselost vyjádří jako množství kyseliny, která v něm převládá.

Potenciometrickými titracemi se rozumí titrace, při nichž se spolu s objemem přidaného titračního roztoku zaznamenává elektromotorické napětí (EMN) elektrického článku tvořeného dvojicí elektrod ponořených do titrovaného roztoku (rozdíl potenciálů na elektrodách) nebo hodnota pH. Grafickým výstupem potenciometrické titrace je potenciometrická titrační křivka. Používá se různých metod vyhodnocování těchto křivek, např.:

- klasická metoda, která vychází z druhé derivace titrační křivky,
- Samsongova metoda využívající aproximace titrační křivky polynomem,
- Granova metoda pomocí linearizace titrační křivky.

Cílem potenciometrické titrace je nalezení bodu ekvivalence, který odpovídá bodu s největší změnou EMN. Hrubý odhad bodu ekvivalence je možno provést přímo z nakreslené titrační křivky, bez jakýchkoliv výpočtů, ale získaná hodnota bude nepřesná, protože bude zatížena subjektivní chybou odhadujícího.

Pro zjištění bodu ekvivalence je nutné nejprve při první titraci určit oblast, v níž dochází k nejvyšší změně EMN. Pro tento účel je dobré volit přídavky odměrného činidla po 0,5 ml. Je-li zjištěna oblast, kde dochází k největšímu skoku, při druhé titraci se pak volí přídavky po 0,1 ml. Získané hodnoty se použijí pro výpočet titrační kyselosti.

Klasická metoda určení bodu ekvivalence vychází z druhé derivace titrační křivky. Vychází z předpokladu, že bod ekvivalence je totožný (v některých případech jen přibližně) s in-

flexním bodem titrační křivky. V inflexním bodě jakékoliv funkce platí, že druhá derivace této funkce je rovna nule. Úkolem je tedy z naměřených hodnot jednotlivých bodů titrační křivky vypočítat hodnoty druhých derivací a najít bod, ve kterém je druhá derivace nulová [85].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši o původu fazolí, jejich základním chemickém složení a charakterizovat jednotlivé druhy vybraných fazolí. Dále byly popsány principy jednotlivých stanovení.

Cílem praktické části diplomové práce bylo stanovit u vybraných vzorků fazolí obsah sušiny, popele, tuku, hrubé bílkoviny, škrobu, fosforu a titrační kyselost a získané výsledky statisticky vyhodnotit a diskutovat s dostupnou odbornou literaturou.



## 5 METODIKA

### 5.1 Chemikálie

hexan

kyselina sírová

hydroxid sodný

kyselina boritá

Tashiro indikátor (metylčerveň + metylenová modř)

kyselina chlorovodíková

peroxid vodíku

směsný katalyzátor  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$  v poměru 10:1

Carrez I. – 30 % hm. síran zinečnatý  $\text{ZnSO}_4$

Carrez II. – 15 % hm. hexakynoželeznatan draselný  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$

kyselina šťavelová

indikátor fenolftalein

vanadičnan amonný

molybdenan amonný

kyselina dusičná

hydrogenfosforečnan draselný

síran sodný

síran měďnatý

chlorid vápenatý

### 5.2 Přístroje a pomůcky

elektrický mlýnek COMBI STAR

muflová pec 018 LP

elektrická sušárna VENTICELL

Twisselmanův extraktor

Parnas-Wagnerova destilační aparatura

spektrofotometr SPEKOL 11

polarimetr POL 1

pH metr

analytické váhy EP 214 CM

předvážky KERN

vodní lázeň MEMMERT

filtrační aparatura

mineralizační jednotka

topné hnízdo

mineralizační baňky

hliníkové misky

exsikátor

porcelánové kelímky

běžné laboratorní pomůcky a sklo

### **5.3 Analyzované vzorky**

Všechny analýzy byly provedeny u 7 druhů fazolí: fazole strakatá velká, fazole adzuki, fazole mungo, fazole pinto, fazole červená ledvina, fazole černé oko a fazole navy bio (Tab. 11). Fazole byly zakoupeny v prodejně zdravé výživy v OD Prior ve Zlíně.

Tab. 11 Analyzované vzorky fazolí

Označení	Vzorek	Hmotnost balení	Výrobce	Země původu
1	Fazole strakatá velká	500g	Zdraví z přírody	Čína
2	Fazole adzuki	500g	Zdraví z přírody	Čína
3	Mungo fazole barevná	500g	Zdraví z přírody	Čína
4	Fazole pinto	500g	Zdraví z přírody	Kanada
5	Fazole červená ledvina	500g	Zdraví z přírody	Kanada
6	Černé oko fazole barevná	500g	Country life, s. r. o.	USA
7	Fazole navy bio	500g	Country life, s. r. o.	Čína

Vzorky k chemickým rozborům byly odebírány z prodejního, neotevřeného balení z PVC. Po rozbalení byly vzorky rozemlety pomocí elektrického mlýnku a nadále uchovávány při předepsaných podmínkách, tj. v temnu a suchu, do 25 °C a do 70% relativní vlhkosti.

#### 5.4 Stanovení sušiny

Do předsušených a zvážených hliníkových misek byl na analytických vahách navážen vzorek o hmotnosti 1 g, s přesností 0,0001 g. Misky byly vloženy do předehřáté elektrické sušárny. Sušení probíhalo při 105 °C cca 3 hodiny do konstantní hmotnosti. Po usušení byly misky vloženy do exsikátoru a po vychladnutí zváženy na analytických vahách. Výsledkem je průměr ze tří stanovení [76].

Obsah vlhkosti v % hm:

$$v = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \cdot 100$$

kde v – vlhkost vzorku v % hm

$m_0$  – hmotnost vysušené prázdné misky [g]

$m_1$  – hmotnost misky se vzorkem před vysušením [g]

$m_2$  – hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

Obsah sušiny v % hm.:

$$s = 100 - v$$

## 5.5 Stanovení popele

Do předem vyžíhaného a zváženého porcelánového kelímku byl navážen asi 1 g zkušební-  
ho vzorku s přesností 0,0001 g. Kelímek byl umístěn do muflové pece a vzorek byl spalo-  
ván po dobu 5 hodin při teplotě 550 °C. Po uplynutí této doby byl kelímek umístěn do ex-  
sikátoru a po vychladnutí byl zvážen na analytických vahách. Postup byl proveden podle  
normy ČSN ISO 2171 [77]. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení.

Obsah popele byl vypočítán ze vztahu:

$$p = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100$$

kde  $p$  – obsah popele v % hm.

$m_1$  – hmotnost prázdného vyžíhaného kelímku [g]

$m_2$  – navážka vzorku [g]

$m_3$  – hmotnost kelímku se vzorkem po spálení [g]

## 5.6 Stanovení tuku

Do extrakční patrony bylo naváženo 5 g vzorku, s přesností 0,0001 g. Patrona se vzorkem  
byla uzavřena smotkem vaty a vložena do střední části extrakčního přístroje. Do předem  
vysušené a zvážené (s přesností 0,0001 g) baňky se skleněnými kuličkami bylo nalito  
100 ml hexanu (extrakční činidlo), baňka byla umístěna na vyhřívací hnízdo a napojena na  
extraktor s chladičem. Extrakce probíhala 5 hodin. Po uplynutí této doby byla extrakce  
ukončena, byl uzavřen kohout a extrakční činidlo bylo oddestilováno. Střední část přístroje  
(s patronou) byla opatrně oddělena. Baňka s vyextrahovaným tukem (a látkami rozpustných  
v tucích) byla ponechána volně v digestoři k odpaření zbytků činidla. Poté byla baňka vlo-  
žena do sušárny a nechána k dosušení po dobu asi 30 minut při 105 °C. Po vychladnutí  
baňky v exsikátoru byla zvážena. Výsledkem je průměr ze čtyř provedených stanovení  
[78].

Obsah tuku v % se vypočítá:

$$t = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100$$

- kde  $t$  – obsah tuku v % (w/w)  
 $m_1$  – hmotnost prázdné baňky [g]  
 $m_2$  – hmotnost baňky s tukem [g]  
 $m$  – navážka vzorku [g]

## 5.7 Stanovení hrubé bílkoviny

### 5.7.1 Mineralizace vzorku

Mineralizace je první fází stanovení. Do mineralizační baňky bylo na analytických vahách naváženo 0,5 g vzorku fazolí s přesností 0,0001 g. Ke vzorku bylo v digestoři přidáno 10 ml koncentrované  $H_2SO_4$ , pár kapek peroxidu vodíku a lžička směsného katalyzátoru ( $Na_2SO_4 + CuSO_4$  v poměru 10:1). Baňka byla vložena do mineralizátoru a na ni bylo nasazeno zařízení na jímání par. Byl zapnut vyhřívací blok a pračka plynů. Teplota termobloku byla 400 °C a mineralizace probíhala 1 hodinu. Po vypnutí přístroje byla mineralizační baňka ponechána ve stojanu, aby vychladla, se zapnutou pračkou par. Vznikl čirý roztok světle zelené barvy [80].

### 5.7.2 Stanovení bílkovin metodou dle Kjeldahla (s úpravou podle Winklera)

Čirý a zchladlý mineralizát byl kvantitativně převeden do odměrné baňky o objemu 50 ml a postupně, za stálého chlazení, byl doplněn po rysku destilovanou vodou a důkladně promíchán.

Pro stanovení byla použita Parnas-Wagnerova aparatura. Do destilační baňky přístroje bylo odpipetováno 10 ml mineralizátu. Amoniak, uvolněný přidavkem 20 ml 30 hmot. % roztoku hydroxidu sodného, byl predestilovaný destilací s vodní parou a jímán do titrační baňky s 50 ml 2 hmot. % roztoku kyseliny borité. Ústí chladiče bylo ponořeno pod hladinou kyseliny. Destilace trvala 20 minut od počátku varu v destilační baňce. Po skončení destilace byl konec chladiče opláchnut destilovanou vodou do předlohy a titrační baňka byla odstraněna. Po skončení destilace byl vypnut ohřev, baňka na vyvíjení páry ochlazená (mokrá

hadr), takže snížením tlaku byla přečerpána tekutina z destilační baňky do baňky přečerpávací, odtud vypuštěna.

Do titrační baňky byly přidány 3 – 4 kapky Tashiro indikátoru. Destilát byl titrován  $0,025 \text{ mol.l}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$  do stálého červenofialového zbarvení. Z množství spotřebované kyseliny se vypočte obsah dusíku a ten se přepočítá na obsah hrubé bílkoviny vynásobením přepočítací faktorem. Výsledkem je průměr ze čtyř provedených stanovení [80].

Obsah hrubé bílkoviny v % se vypočítá:

$$B = \frac{V \cdot c \cdot M_N \cdot f_t \cdot f_z \cdot f_{př}}{m} \cdot 100$$

kde	B	– obsah hrubé bílkoviny [%]
	V	– spotřeba odměrného roztoku $\text{H}_2\text{SO}_4$ při titraci [l]
	c	– přesná koncentrace odměrného roztoku $\text{H}_2\text{SO}_4$ [ $0,0252 \text{ mol.l}^{-1}$ ]
	$M_N$	– molární hmotnost dusíku [ $14,01 \text{ g.mol}^{-1}$ ]
	$f_t$	– titrační faktor (2)
	$f_z$	– zředovací faktor (5)
	$f_{př}$	– přepočítací faktor podle druhu potraviny (6,25)
	m	– navážka vzorku [g]

## 5.8 Stanovení škrobu

Do 100 ml odměrné baňky bylo na předvážkách naváženo asi 5 g vzorku. Bylo přidáno 25 ml 1,124 % kyseliny chlorovodíkové. Krouživým pohybem byl obsah baňky promíchán a bylo přidáno dalších 25 ml roztoku HCl. Poté byla baňka vložena do vroucí lázně tak, aby byla celá ponořená, a zahřívání trvalo 15 minut. Během prvních 3 minut byla stále ponořená baňka ve vodní promíchávána. Po 15 minutách byla vyjmuta z vodní lázně, bylo přidáno 20 ml roztoku HCl a baňka byla ochlazena. Bylo provedeno číření podle Carreze. Nejprve byl přidán 1 ml Carreze I., vzorek důkladně promíchán a pak byl přidán 1 ml Carreze II. a opět promíchán. Po 5 minutách působení byla baňka doplněna po značku a roztok byl zfiltrován. První podíly filtrátu byly vráceny zpět na filtr. U čirého filtrátu byl na polarimetru

měřen úhel otočení  $\alpha$  při teplotě 20 °C. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení [83, 84].

Obsah škrobu v % hm. se vypočítá:

$$\check{s} = \frac{\alpha \cdot 100}{\alpha_{\lambda}^t \cdot l \cdot n} \cdot 100$$

kde  $\check{s}$  – obsah škrobu v % hm.

$[\alpha]_{\lambda}^t$  – specifická otáčivost při teplotě  $t$  a vlnové délce  $\lambda$  [+ 184,0 °]

$l$  – tloušťka vrstvy (délka polarizační trubice) [1 dm]

$n$  – navážka vzorku [g]

## 5.9 Stanovení fosforu

### 5.9.1 Mineralizace vzorku

Mineralizace je první fází stanovení. Do mineralizační baňky bylo na analytických vahách naváženo 0,5 g vzorku fazolí s přesností 0,0001 g. Ke vzorku bylo v digestoři přidáno 5 ml koncentrované  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , na mineralizační baňku byl nasazeno ocelové závaží a chladič, jehož zábrus byl předem namazán. Baňka byla vložena na topnou desku mineralizátoru, který byl vyhřátý na 430 °C. Obsah mineralizační baňky byl ponechán 20 minut ve varu. Po této době bylo přes chladič pomocí nálevky s úzkou kapilárou opatrně přikapáno 5 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  (katalyzátor). Obsah mineralizační baňky byl nechán vřít tak dlouho, dokud neskončila bouřlivá reakce a mineralizát nebyl čirý. Poté byl opatrně odstraněn chladič a mineralizační baňka byla položena na termoizolační podložku, aby zchladla. Mineralizát musí zůstat po zchladnutí čirý. V případě zakalení by bylo nutno přidat dalších 5 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  a opakovat výše uvedený postup [84].

### 5.9.2 Vlastní stanovení fosforu

Čirý a zchladlý mineralizát byl kvantitativně převeden do odměrné baňky o objemu 250 ml a postupně, za stálého chlazení, byl doplněn po rysku destilovanou vodou a důkladně promíchán (= zásobní roztok).

Do 50 ml odměrné baňky bylo napipetováno 25 ml zásobního roztoku, bylo přidáno 15 ml reagenční směsi (viz níže), zamícháno a doplněno po rysku. Byl připraven také slepý vzorek, stejným způsobem, jako u vzorků zkoušených, akorát místo 25 ml zásobního roztoku bylo přidáno 25 ml destilované vody. Slepý vzorek slouží k nastavení nulového bodu spektrofotometru a ke kontrole měření. Měření na spektrofotometru bylo prováděno při 442 nm. Při přípravě kalibrační křivky byl použit standardní roztok (viz níže) s následujícím ředěním: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 9,0; 11,0; 13,0; 15,0; 17,0 20,0 a 21,0 ml (dle absorbance vzorku). Toto množství bylo pipetováno do 100 ml odměrných baněk, bylo přidáno 15 ml reagenční směsi, protřepáno a doplněno po rysku. Výsledek je průměr z šesti provedených stanovení.

Před stanovením fosforu byly připraveny tyto reakční činidla:

- $\text{HNO}_3$  – ředěná 1:2 destilovanou vodou.
- Roztok vanadičnanu amonného – 2,5 g  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  se rozpustí v 500 ml vařící vody, po ochlazení se přidá 20 ml koncentrované  $\text{HNO}_3$  a doplní do 1000 ml.
- 5 % roztok molybdenanu amonného – 50 ml  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  se rozpustí v 800 ml vody při cca 50 °C, po rozpuštění a ochlazení se doplní do 1000 ml.
- Reagenční směs – kyselina dusičná (ředěná 1:2), roztok vanadičnanu amonného a roztok molybdenanu amonného se v uvedeném pořadí smísí v poměru 1:1:1.

Standardní roztok – 0,4394 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  se rozpustí v destilované vodě a doplní do 1000 ml. 1 ml standardního roztoku obsahuje 0,1 mg fosforu [84].

Obsah fosforu [ $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ] se vypočítá:

$$P = \frac{x \cdot f}{m}$$

kde P – koncentrace fosforu [ $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ]

x – množství fosforu ve vzorku [ $\text{mg} \cdot \text{ml}^{-1}$ ] vypočítané z kalibrační křivky

f – faktor ředění (10)

m – navážka vzorku [g]



## 5.10 Stanovení titrační kyselosti

Do kádinky bylo na předvážkách naváženo 10 g vzorku. Bylo přidáno 50 ml destilované vody a vzorek byl dokonale rozmíchán. Rozmíchaný vzorek byl kvantitativně převeden do 250 ml odměrné baňky a doplněn po rysku. Poté byl vniklý roztok zfiltrován.

K potenciometrické titraci bylo odpipetováno 50 ml filtrátu. Titrace byla prováděna odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ . Byla měřena potenciometrická křivka, která představuje závislost EMN (mV) na objemu (ml) přidaného roztoku NaOH. Proměření základní potenciometrické křivky bylo provedeno jednou orientačně, s přidavky NaOH po 0,5 ml. Z tohoto měření byla určena oblast, kdy dochází k největšímu skoku EMN, oblast okolí bodu ekvivalence. Při dalších měřeních bylo nutné, ve zjištěném okolí bodu ekvivalence, přidávat odměrný roztok po malých dávkách, a to po 0,1 ml v rozmezí 2 ml okolí bodu ekvivalence.

Standardizace odměrného roztoku byla provedena na kyselinu šťavelovou následovně:

- na analytických vahách bylo naváženo vypočítané množství (s přesností 0,0001g) kyseliny šťavelové
- navážka byla převedena do titrační baňky a byla zředěna destilovanou vodou
- bylo přidáno několik kapek indikátoru Tashiro a titrováno odměrným roztokem  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  NaOH z fialového zbarvení do šedého nádechu
- poté bylo přidáno 10 ml 20 % chloridu vápenatého a vzorek byl dotitrován do zeleného zbarvení [85].

Vypočítaná kyselost je průměr ze tří provedených stanovení.

Výpočet titrační kyselosti vztahovaný na sušinu vzorku:

$$tk = \frac{1000 \cdot V \cdot c}{m} \cdot \frac{100}{100 - v}$$

kde  $tk$  – obsah titrovatelných kyselin v sušině vzorku [ $\text{mmol.kg}^{-1}$ ]

$V$  – spotřeba odměrného roztoku  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  NaOH [ml]

$c$  – přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH [ $0,09713 \text{ mol.l}^{-1}$ ]

$m$  – navážka vzorku [g]

v – obsah vlhkosti ve vzorku [%]

### **5.11 Statistické hodnocení výsledků**

Veškeré výsledky stanovení základních chemických charakteristik byly podrobeny statistickému hodnocení s použitím parametrického testu srovnávajícího střední hodnoty dvou nezávislých výběrů (Studentův t-test). Statistická analýza byla provedena pomocí programu StatK25 na hladině významnosti 5 %.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Výsledky stanovení sušiny

Sušina, resp. vlhkost byla stanovena podle metody uvedené v kapitole 5.4. Výsledky vyjádřené v % hm pro jednotlivé vzorky fazolí jsou uvedené v Tab. 12.

Tab. 12 Obsah sušiny a vlhkosti v % hm.

Vzorek	Sušina	Vlhkost
1. fazole strakatá velká	89,59 ± 0,34 <sup>a</sup>	10,41 ± 0,34 <sup>a</sup>
2. fazole adzuki	89,67 ± 0,29 <sup>a</sup>	10,33 ± 0,29 <sup>a</sup>
3. fazole mungo	90,38 ± 0,15 <sup>b</sup>	9,62 ± 0,15 <sup>b</sup>
4. fazole pinto	89,12 ± 0,08 <sup>c</sup>	10,88 ± 0,08 <sup>c</sup>
5. fazole červená ledvina	90,08 ± 0,03 <sup>a</sup>	9,92 ± 0,03 <sup>a</sup>
6. fazole černé oko	88,46 ± 0,17 <sup>d</sup>	11,54 ± 0,17 <sup>d</sup>
7. fazole navy	85,41 ± 0,21 <sup>e</sup>	14,59 ± 0,21 <sup>e</sup>

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr ± SD (n = 3). Průměrné hodnoty ve sloupcích s alespoň jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty s různým horním indexem se statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Obsah sušiny (Tab. 12) byl stanoven vázkovou metodou usušením vzorku v elektrické sušárně do konstantního úbytku hmotnosti. Obsah sušiny se pohyboval v rozmezí 85,41 – 90,38 %. Nejnižší průměrný obsah sušiny byl stanoven u fazole navy bio, a to 85,41 % ( $P < 0,05$ ), nízký obsah sušiny byl analyzován i u vzorku fazole černé oko – 88,46 % ( $P < 0,05$ ). U ostatních vzorků byla sušina vyšší a nejvyšší obsah sušiny vykazovala fazole mungo, a to 90,38 % ( $P < 0,05$ ). Z obsahu sušiny byla vypočítána vlhkost ( $100 - s$ ), aby získané hodnoty mohly být porovnány s vyhláškou č. 418/2000 Sb. na smyslovou, fyzikální a chemickou jakost luštěnin, která uvádí maximální přípustné hodnoty pro vlhkost pro bílé a barevné fazole nejvýše 16 % [86]. Jak je patrné z Tab. 12, všechny vzorky fazolí požadavkům vy-

hlášky vyhověly, obsah vlhkosti se pohyboval v rozmezí 9,62 – 14,59 %. Tab. 4 – 10 udávají průměrné hodnoty vlhkosti pro jednotlivé druhy fazolí. Největší rozdíl mezi hodnotou naměřenou a hodnotou uvedenou v tabulce vykazovala fazole navy, u které byla změřena vlhkost 14,59 % ( $P < 0,05$ ) a hodnota v Tab. 9. je 12,10 %. Takto vysoký rozdíl může být způsoben špatným skladováním fazolí. Ostatní hodnoty vlhkosti téměř odpovídají hodnotám uvedených v Tab. 4 – 10.

## 6.2 Výsledky stanovení popele

Metoda stanovení popele byla popsána v kapitole 5.5. Výsledky stanovení vyjádřené v % hm. jsou uvedeny v Tab. 13.

Tab. 13 Obsah popele v % hm.

Vzorek	Popel
1. fazole strakatá velká	3,81 ± 0,03 <sup>a</sup>
2. fazole adzuki	3,15 ± 0,05 <sup>b</sup>
3. fazole mungo	2,62 ± 0,05 <sup>c</sup>
4. fazole pinto	3,65 ± 0,06 <sup>d</sup>
5. fazole červená ledvina	3,52 ± 0,08 <sup>e</sup>
6. fazole černé oko	3,06 ± 0,06 <sup>b</sup>
7. fazole navy	3,54 ± 0,08 <sup>d,e</sup>

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr ± SD ( $n = 3$ ). Průměrné hodnoty ve sloupcích s alespoň jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty s různým horním indexem se statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Pro stanovení obsahu popele byly vzorky spáleny v muflové peci. Ve zkoušených vzorcích se obsah popele pohyboval v rozmezí 2,62 – 3,81 %. Nejnižší obsah popele byl stanoven ve vzorku fazole mungo – 2,62 % ( $P < 0,05$ ), u všech ostatních vzorků fazolí byly zjištěny hodnoty popele vyšší než 3 %. Nejvyšší obsah popele vykazovala fazole strakatá velká –

3,81 % ( $P < 0,05$ ). Průměrný obsah popele ve fazolích je podle Prugara [9] 3,5 %. Průměrný obsah popele v analyzovaných vzorcích byl 3,34 %, což uvedené hodnotě odpovídá.

### 6.3 Výsledky stanovení tuku

Postup stanovení tuku byl popsán v kapitole 5.6. Průměrné hodnoty stanovení uvádí Tab. 14.

Tab. 14 Obsah tuku v % hm.

Vzorek	Tuk
1. fazole strakatá velká	2,64 ± 0,03 <sup>a, b</sup>
2. fazole adzuki	2,74 ± 0,13 <sup>a</sup>
3. fazole mungo	2,54 ± 0,10 <sup>b</sup>
4. fazole pinto	1,57 ± 0,09 <sup>c</sup>
5. fazole červená ledvina	1,91 ± 0,03 <sup>d</sup>
6. fazole černé oko	1,85 ± 0,08 <sup>d, e</sup>
7. fazole navy	1,80 ± 0,09 <sup>e</sup>

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr ± SD ( $n = 4$ ). Průměrné hodnoty ve sloupcích s alespoň jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty s různým horním indexem se statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Tuk byl stanoven extrakční metodou dle Twisselmana. Prugar [9] uvádí průměrný obsah tuku 1,3 % a zdroje [1, 25, 26] 0,8 – 2,8 %. Obsah tuku se ve fazolích pohyboval v rozmezí 1,57 – 2,74 %. Nejmenší obsah tuku byl stanoven u fazole pinto, a to 1,57 % ( $P < 0,05$ ), což zhruba odpovídá průměrné hodnotě, kterou uvádí Prugar [9]. Naopak nejvyšší hodnota byla zjištěna u vzorku fazole adzuki (2,74 %), strakaté velké (2,64 %) a mungo (2,54 %) ( $P \geq 0,05$ ). Tyto hodnoty se přibližují k horní hranici průměru, který uvádí Hrabě [1]. Podle USDA [59] fazole strakatá velká obsahuje 0,83 % tuku, naměřeno bylo 2,64 % ( $P \geq 0,05$ ). Změřená hodnota Tab. 4 neodpovídá, což může být způsobeno vysokým podílem složek

rozpuštěných v tucích. Také u fazole adzuki je naměřená hodnota vyšší, než uvádí tabulka. Naopak u fazole pinto a navy, naměřené hodnoty téměř odpovídají.

Extrakční metodou nezískáme pouze čistý tuk, ale i složky či látky v tuku rozpustné, jako jsou např. vitaminy či barviva. Vitaminy rozpustné v tucích jsou A, E, D, K, z čehož fazole obsahují vitamin A, E a K, ale pouze některé druhy. Z barviv rozpustných v tucích to mohou být karoteny, xantofyly a chlorofyly. Karoteny jsou většinou červené a je možné, že bychom je našli ve fazolích červená ledvina, adzuki, strakatá velká či pinto. Xantofyly bývají žluté a ty bychom snad mohli stanovit ve fazolích navy nebo černé oko. U fazole mungo se zřejmě vyskytují chlorofyly, jelikož mají zelené zbarvení. Ale to nebylo hlavním úkolem stanovení, pouze se snažíme vysvětlit zvýšený obsah tuku ve zkoušených druzích fazolí [87].

#### 6.4 Výsledky stanovení hrubé bílkoviny

Obsah hrubé bílkoviny (celkový obsah dusíkatých látek) byl stanoven podle metody, kterou uvádí kapitola 5.7. V Tab. 15 jsou uvedeny průměrné hodnoty stanovení v % hm.

Tab. 15 Obsah hrubé bílkoviny v % hm.

Vzorek	Hrubá bílkovina
1. fazole strakatá velká	18,46 ± 0,71 <sup>a</sup>
2. fazole adzuki	18,99 ± 0,52 <sup>a</sup>
3. fazole mungo	21,50 ± 0,08 <sup>b, c</sup>
4. fazole pinto	22,40 ± 0,77 <sup>b</sup>
5. fazole červená ledvina	19,05 ± 0,15 <sup>a</sup>
6. fazole černé oko	20,51 ± 0,63 <sup>c</sup>
7. fazole navy	21,61 ± 0,60 <sup>b</sup>

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr ± SD (n = 4). Průměrné hodnoty ve sloupcích s alespoň jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty s různým horním indexem se statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Bílkoviny byly stanoveny pomocí destilační metody dle Kjeldahla. Obsah hrubé bílkoviny se v analyzovaných vzorcích fazolí pohyboval v rozmezí 18,46 – 22,40 %. Největší obsah hrubé bílkoviny byl stanoven u vzorku fazole pinto (22,40 %), navy (21,61 %) a mungo (21,50 %) ( $P \geq 0,05$ ) a nejnižší pak u vzorku fazole strakaté velké (18,46 %) a adzuki (18,99 %) ( $P \geq 0,05$ ). Prugar [9] uvádí průměrný obsah bílkovin ve fazolích v rozmezí 20 – 25 % a Velíšek [18] 20 – 45 %. Pouze fazole strakatá velká, adzuki a červená ledvina vykazovaly nižší celkový obsah dusíkatých látek než výše zmíněných 20 %. Ostatní vzorky uvedeným rozmezím vyhovovaly. USDA [59] uvádí u fazole strakaté velké obsah bílkovin 23,58 % a naměřená hodnota byla o 5 % nižší. U vzorku fazole mungo byl naměřen obsah bílkovin 21,50 %, Tab. 6 uvádí obsah 25,21 %, čímž zkoumaný vzorek nevyhovuje, jelikož naměřená hodnota je o 3,7 % nižší. Také u vzorků fazolí červená ledvina a černé oko byl obsah bílkovin stanoven nižší, než uvádí USDA [59]. U fazolí adzuki, pinto a navy naměřené hodnoty odpovídaly hodnotám tabelovaným.

## 6.5 Výsledky stanovení škrobu

Kapitola 5.8 popisuje metodu, kterou byl stanoven obsah škrobu ve zkoušených vzorcích fazolí. Naměřené průměrné hodnoty v % hm. uvádí Tab. 16.

Tab. 16 Obsah škrobu v % hm.

Vzorek	Škrob
1. fazole strakatá velká	43,58 ± 0,25 <sup>a</sup>
2. fazole adzuki	49,54 ± 0,26 <sup>b</sup>
3. fazole mungo	52,14 ± 0,25 <sup>c</sup>
4. fazole pinto	51,42 ± 0,00 <sup>d</sup>
5. fazole červená ledvina	53,56 ± 0,25 <sup>e</sup>
6. fazole černé oko	49,67 ± 0,25 <sup>b</sup>
7. fazole navy	44,03 ± 0,26 <sup>f</sup>

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr ± SD (n = 3). Průměrné hodnoty ve sloupcích s alespoň jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty s různým horním indexem se statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Škrob byl stanoven polarimetrickou metodou dle Ewerse. Obsah škrobu se pohyboval v rozmezí 43,58 – 53,56 %. Nejnižší zjištěný obsah škrobu byl u fazole strakaté velké, a to 43,58 % ( $P < 0,05$ ). Nejvyšší obsah škrobu pak byl stanoven u vzorku fazole červená ledvina, a to 53,56 % ( $P < 0,05$ ). Průměrný obsah škrobu byl u analyzovaných vzorků fazolí 49 %. Průměrná hodnota obsahu škrobu, kterou uvádí Prugar [9] je 50 %, Velíšek [18] uvádí 30 – 70 % a Benda [20] 46 – 54 %. Naměřené hodnoty tedy odpovídají autorům.

## 6.6 Výsledky stanovení fosforu

Průměrné hodnoty obsahu fosforu (viz Tab. 17) byly stanoveny podle metody, kterou uvádí kapitola 5.9.

Tab. 17 Obsah fosforu v  $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$

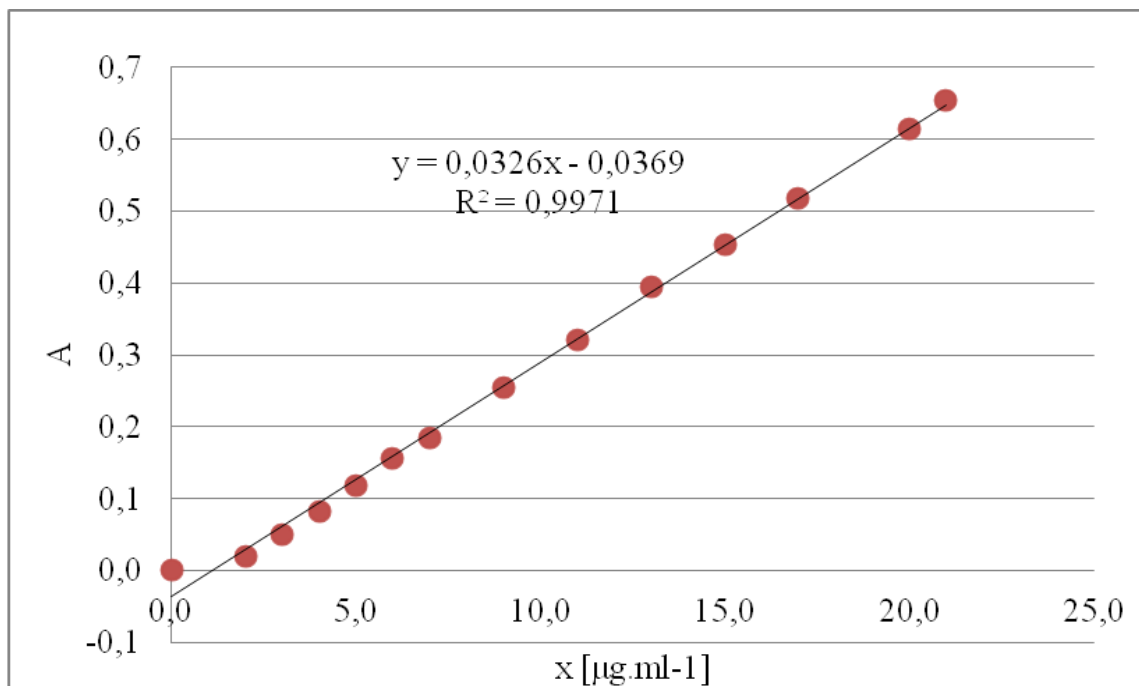
Vzorek	Obsah fosforu
1. fazole strakatá velká	$557,28 \pm 6,48^a$
2. fazole adzuki	$517,99 \pm 3,85^b$
3. fazole mungo	$432,54 \pm 3,85^c$
4. fazole pinto	$343,34 \pm 2,47^d$
5. fazole červená ledvina	$462,96 \pm 3,94^e$
6. fazole černé oko	$455,71 \pm 7,26^f$
7. fazole navy	$391,22 \pm 6,10^g$

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr  $\pm$  SD ( $n = 6$ ). Průměrné hodnoty ve sloupcích s alespoň jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty s různým horním indexem se statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Fosfor byl stanoven spektrofotometricky vanadičnanovou metodou. Nejvyšší obsah fosforu byl stanoven u vzorku fazole strakaté velké, a to  $557,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  ( $P < 0,05$ ), nejnižší obsah fosforu pak u fazole pinto ( $343,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) ( $P < 0,05$ ). Obsah fosforu je různý podle druhu fazole. Různé zdroje uvádí různé hodnoty, např. Prugar [9] uvádí průměrný obsah fosforu  $427,2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , Velíšek [32] 370 – 430  $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  a Davídek [36]  $429 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Námi stanovený průměrný obsah fosforu byl  $451,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  a uvedeným hodnotám se



blíží. Jednotlivé druhy fazolí mají průměrný obsah fosforu uveden v Tab. 4 – 10 a od naměřených hodnot se v některých případech poměrně liší. U fazole mungo, pinto, červená ledvina, černé oko a navy se obsah fosforu od hodnot uváděných USDA [59] odlišoval průměrně o  $45 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . V případě fazole strakatá velká a adzuki byly odchylky od hodnot uváděných USDA [59] vyšší, konkrétně o 150 a  $137 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Obsah fosforu byl počítán z kalibrační křivky (Ob. 12).



Obr. 12 Kalibrační křivka

## 6.7 Stanovení titrační kyselosti

V Tab. 18 jsou uvedeny průměrné hodnoty celkového obsahu titrovatelných kyselin (titrační kyselosti), které byly stanoveny metodou, kterou uvádí kapitola 5.9.

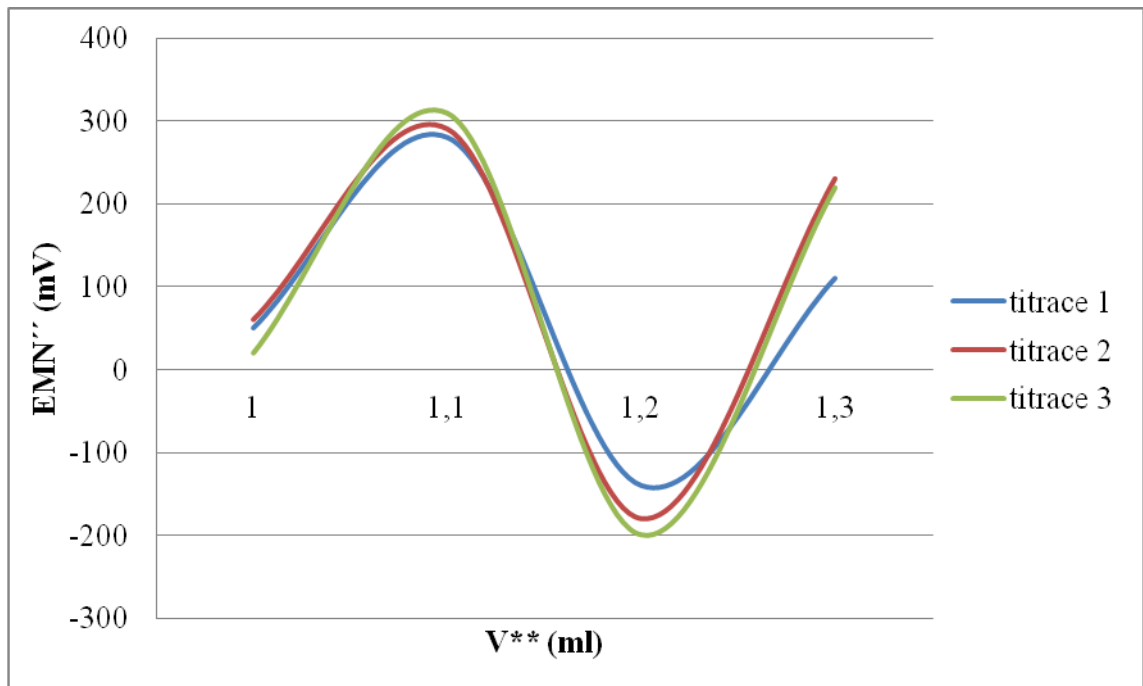
Tab. 18 Obsah titrovatelných kyselin v  $\text{mmol.kg}^{-1}$

Vzorek	Titrační kyselost
1. fazole strakatá velká	$12,59 \pm 0,05^{\text{a, d}}$
2. fazole adzuki	$7,82 \pm 0,42^{\text{b}}$
3. fazole mungo	$10,01 \pm 0,05^{\text{c}}$
4. fazole pinto	$11,42 \pm 0,90^{\text{a, c}}$
5. fazole červená ledvina	$8,60 \pm 0,49^{\text{b}}$
6. fazole černé oko	$12,78 \pm 0,94^{\text{a, d}}$
7. fazole navy	$13,39 \pm 0,96^{\text{d}}$

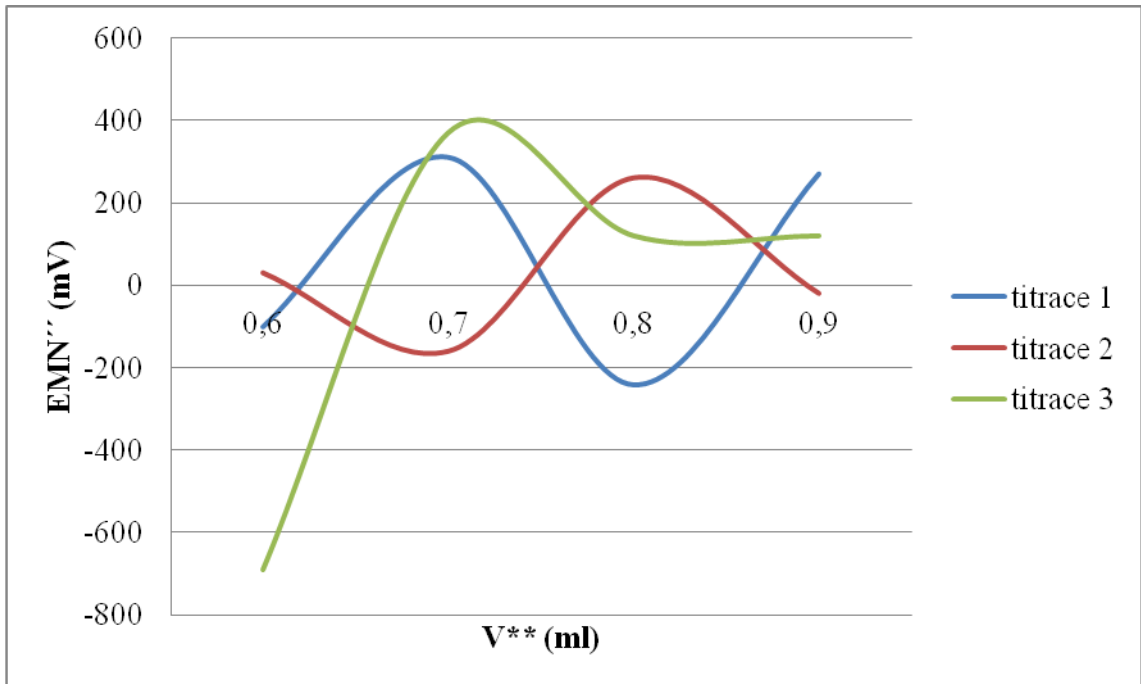
Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr  $\pm$  SD ( $n = 3$ ). Průměrné hodnoty ve sloupcích s alespoň jedním stejným horním indexem se statisticky významně neliší ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty s různým horním indexem se statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Titrační kyselost byla stanovena alkalimetrickou titrací s potenciometrickou indikací bodu ekvivalence. Titrace vzorku odměrným roztokem NaOH na indikátor fenolftalein nebyla možná, jelikož vzorky připravené na titraci byly barevné a barevný přechod indikátoru z bezbarvého na růžovou nebylo možné rozeznat. Před vlastním stanovením titrační kyselosti byla provedena standardizace odměrného roztoku NaOH na kyselinu šťavelovou. Tak byla stanovena jeho přesná koncentrace –  $0,0971 \text{ mol.l}^{-1}$ . Titrační kyselost se v analyzovaných vzorcích fazolí pohybovala v rozmezí  $7,82 - 13,39 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . Nejnižší obsah titrovatelných kyselin byl stanoven u vzorku fazole adzuki ( $7,82 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ) a červená ledvina ( $8,60 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ) ( $P \geq 0,05$ ). Nejvyšší obsah kyselin byl stanoven u fazole navy ( $13,39 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ) a černé oko ( $12,78 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ) ( $P \geq 0,05$ ). V dostupné literatuře bohužel údaje o titrační kyselosti fazolí nebyly nalezeny, a proto dané výsledky nelze srov-

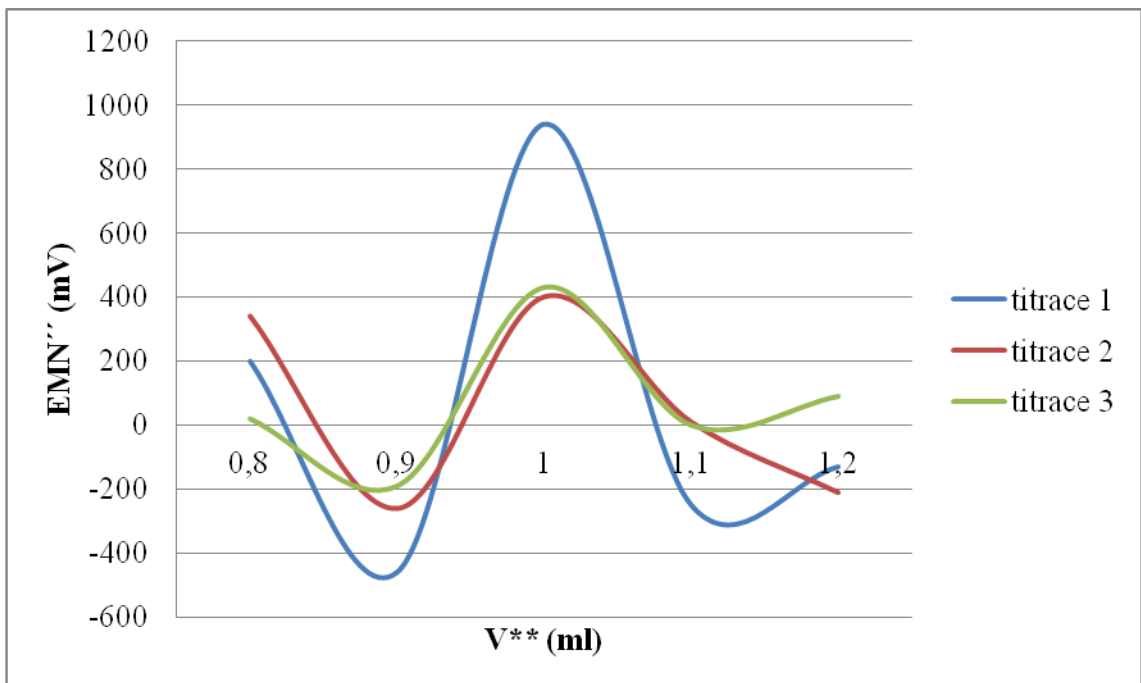
nat. Grafické znázornění závislosti  $EMN'' = f(V^{**})$ , tj. 2. derivace potenciometrické křivky jsou znázorněny na Obr. 13 – 19. Pro vyšší přehlednost je zobrazeno jen okolí blízké bodu ekvivalence.



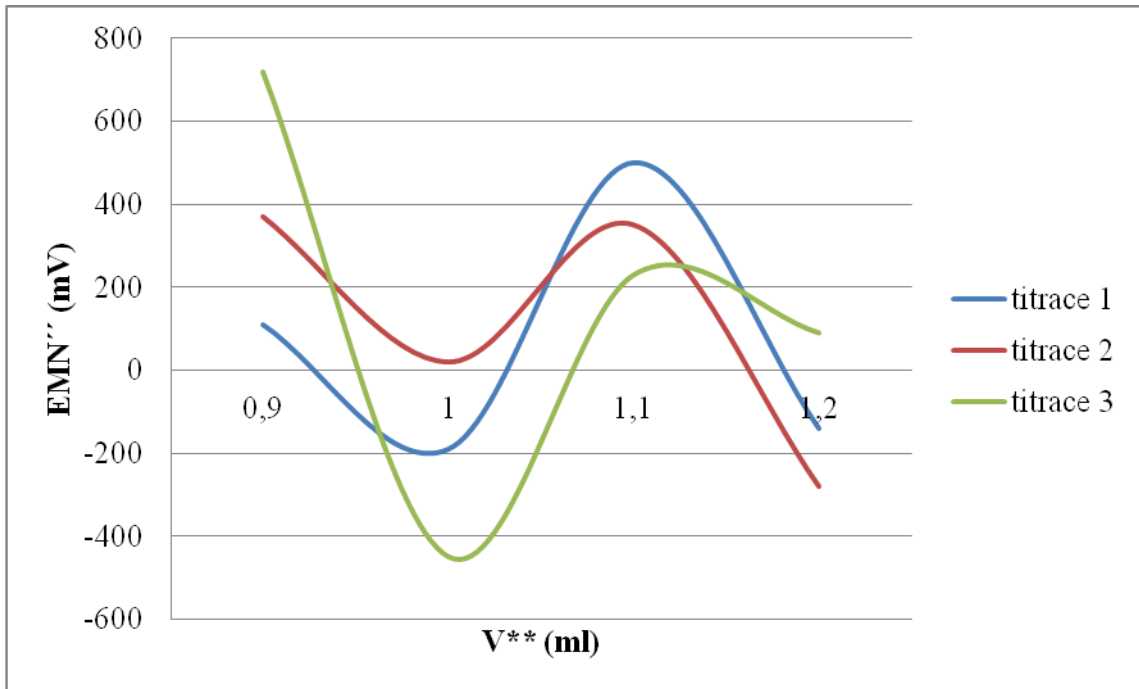
Obr. 13 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole strakaté velké



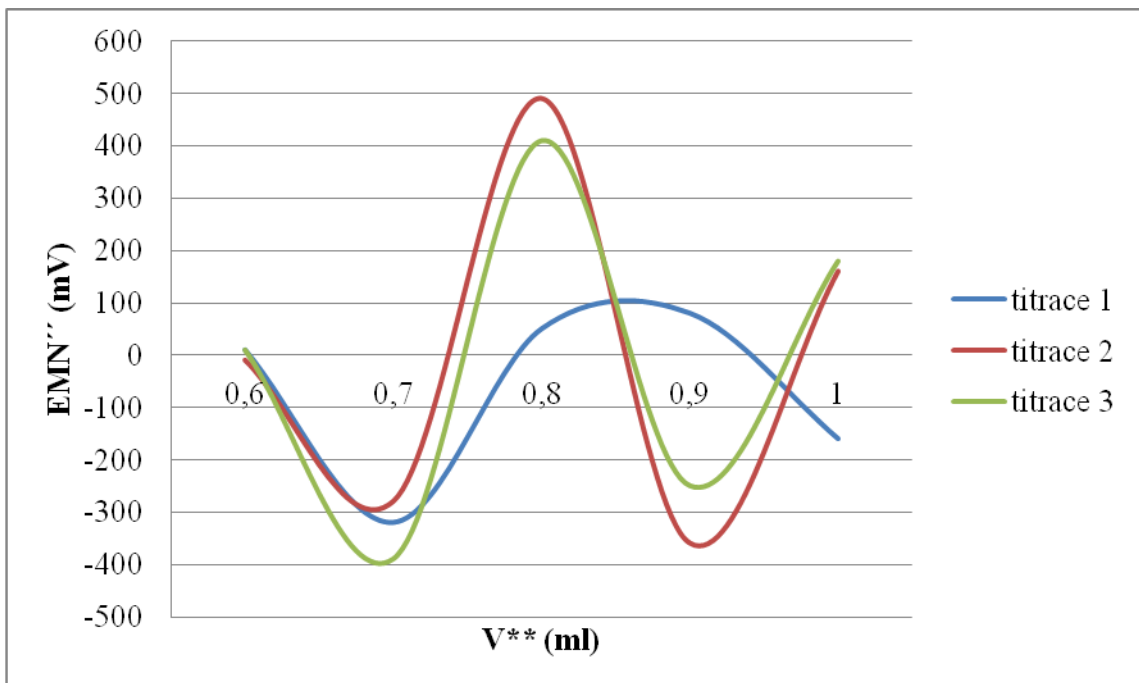
Obr. 14 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole adzuki



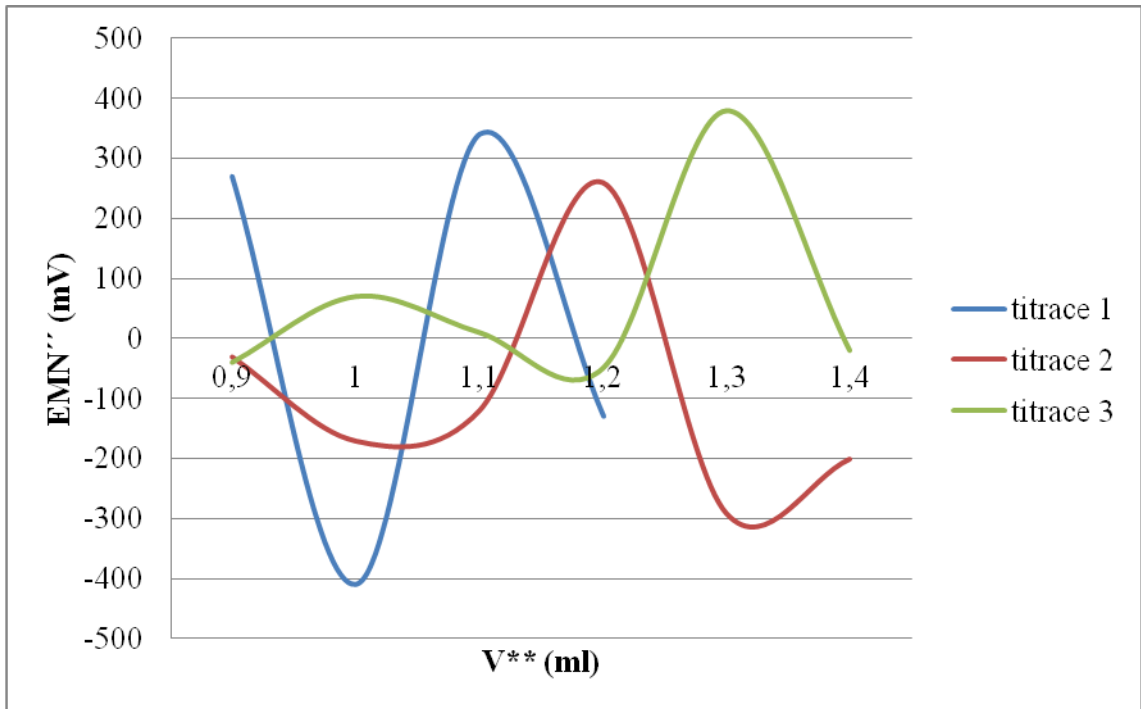
Obr. 15 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole mungo



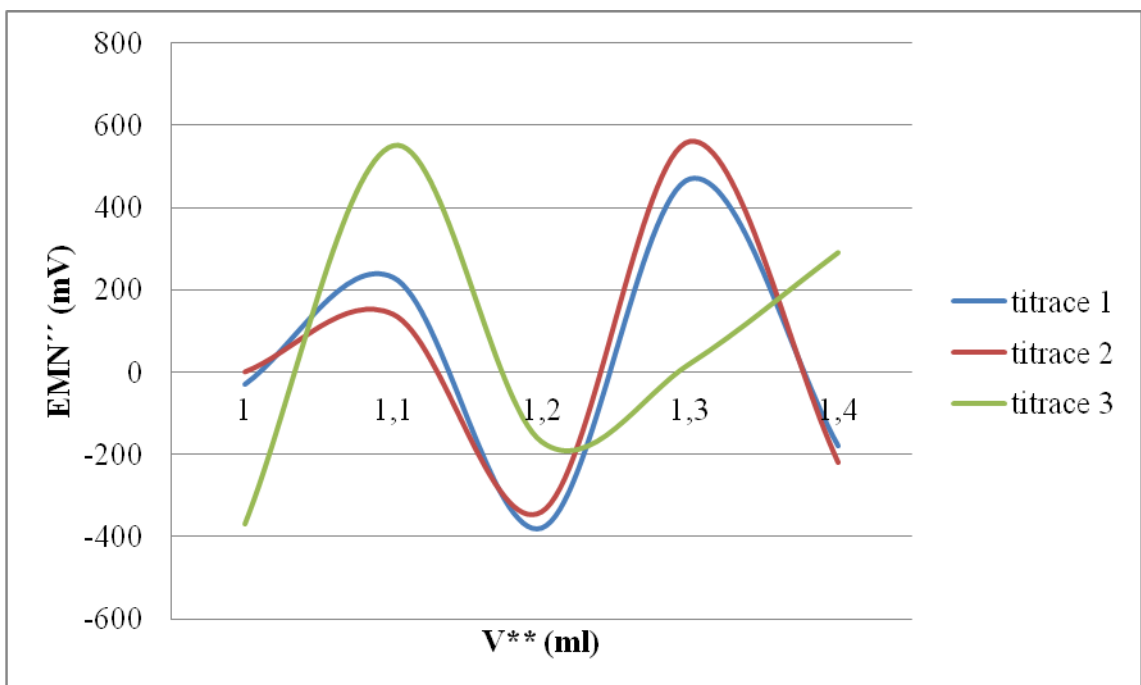
Obr. 16 Potenciometrická křivka pro vzorek vzorku fazole pinto



Obr. 17 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole červená ledvina



Obr. 18 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole černé oko



Obr. 19 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole navy bio

## ZÁVĚR

Fazole patří do čeledi bobovité – *Fabaceae*, dříve vikvovité či motýlokvěté. Již před 6 000 lety pěstovali fazole indiáni v Jižní Americe. Odtud, díky Kolumbovi, byly rozšířeny do celého světa. Do střední Evropy se fazole dostaly v 16. století. V našich podmínkách se pěstuje fazol obecný (*Phaseolus vulgaris* L.). Je okrajovou plodinou, jehož produkce se samostatně již nesleduje. Pro účely potravinářů se fazole dováží ze zahraničí.

Z výživového hlediska jsou fazole velmi hodnotnou potravinou. Jsou významným zdrojem bílkovin, které se svou kvalitou řadí hned za bílkoviny živočišného původu. Také obsahují hodně sacharidů, ze kterých je nejdůležitější polysacharid škrob. Díky vysokému obsahu oligosacharidů, které způsobují nadýmání, se musí fazole před vařením několik hodin máčet. Důvodem pro konzumaci fazolí je i nízký obsah tuků (nenasyčené mastné kyseliny) a vysoký obsah minerálních látek (Mg, K, P, Ca, atd.) Důležitý je i obsah vlákniny, která je vhodná jako součást prevence onemocnění tlustého střeva.

V diplomové bylo analyzováno 7 vzorků fazolí: fazole strakatá velká, fazole adzuki, mungo fazole barevná, fazole pinto, fazole červená ledvina, černé oko fazole barevná a fazole navy bio, které byly zakoupeny v běžné obchodní síti. U těchto vzorků byl stanoven obsah sušiny (vlhkosti), popele, tuku, hrubé bílkoviny, škrobu, fosforu a titrovatelných kyselin.

Sušina byla stanovena vázkovou metodou a průměrný obsah ve fazolích byl 88,96 % (vlhkost 11,04 %). Obsah popele byl stanoven spálením vzorku v muflové peci a jeho průměrný obsah byl 3,33 %. Extrakční metodou dle Twissellmanna byl stanoven tuk, jehož průměrné množství ve fazolích bylo 2,15 %. Hrubá bílkovina byla stanovena podle Kjeldahla a průměrný obsah byl 20,36 %. Polarimetricky dle Ewerse byl změřen obsah škrobu, jehož průměrný obsah byl 49,13 %. Fosfor byl stanoven spektrofotometricky vanadičnanovou metodou, průměrný obsah byl 451,57 mg.100g<sup>-1</sup>. Alkalimetrickou titrací s potenciometrickou indikací bodu ekvivalence byla zjištěna titrační kyselost, která byla průměrně 10,96 mmol.kg<sup>-1</sup>.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] HRABĚ, Jan a Aleš KOMÁR. *Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin*. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska ve Vyškově, 2003. ISBN 80-7231-107-7.
- [2] HOUBA, Miroslav a kol. *Luskoviny: pěstování a využití*. České Budějovice: Kurent, 2009. ISBN 978-80-87111-19-2.
- [3] CHADIM Vlastimil. *Luštěniny*. [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.nutricoach.cz/lusteniny--c39>.
- [4] AKIBODE, Sitou a Mywish MAREDIA. *Global and Regional Trends in Production, Trade and Consumption of Food Legume Crops*. [online]. [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://impact.cgiar.org/sites/default/files/images/Legumetrendsv2.pdf>.
- [5] ODBOR ROSTLINNÝCH KOMODIT Mze ČR. *Situační a výhledová zpráva luskoviny*. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2007. ISBN 978-80-7084-609-4.
- [6] SILVA-CRISTOBAL, L. a kol. Chemical composition, carbohydrate digestibility, and antioxidant capacity of cooked black bean, chickpea, and lentil Mexican varieties. *Cyta - Journal of Food*. 2010, roč. 8, č. 1, s. 7 – 14.
- [7] TICHÁ, Markéta a Petra VYZÍNOVÁ. *Polní plodiny*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2006.
- [8] KRIŠTÍN, Ján. *Technologie rostlinné výroby I*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988.
- [9] PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2008. ISBN 978-808-6576-282.
- [10] GRAMAN, Josef a Vladislav ČURN. *Šlechtění zemědělských plodin: (obiloviny, luskoviny)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1998. ISBN 80-704-0300-4.
- [11] Český statistický úřad. *Analýza spotřeby potravin v roce 2010*. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/1e01747a199f30f4c1256bd50038ab23/4100f5e146962c05c12579d8003ba05f/\\$FILE/cpotr041012analyza.pdf](http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/1e01747a199f30f4c1256bd50038ab23/4100f5e146962c05c12579d8003ba05f/$FILE/cpotr041012analyza.pdf).



- [12] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin I*. Praha: VŠCHT, 2002. ISBN 80-708-0509-9.
- [13] *Fazol obecný* [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.dieteticaonline.es/plantas-medicinales/3396-judias-vainas-cortadas-phaseolus-vulgaris-1.html>.
- [14] NIEUWENHUIS Rienke a Joke NIEUWELINK. *Cultivation of soya and other legumes*. Wageningen: Agromisa Foundation, 2005. ISBN 90-8573-011-2.
- [15] HUMA, Nuzhat a kol. Effect of soaking and cooking on nutritional quality and safety of legumes. *Nutrition & Food Science*. 2008, roč. 38, č. 6, s. 570 – 577. ISSN 0034-6659.
- [16] THARANATHAN, R. N. and C. MAHADEVAMMA. Grain legumes – a boon to human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*. 2003, roč. 14, č. 12, s. 507 – 518. ISSN 0924-2244.
- [17] KOLEKTIV AUTORŮ. *Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer: a global perspective: a project of World Cancer Research Fund International*. Washington: American Institute for Cancer Research, 2007, 25, ISBN 09-722-5222-3.
- [18] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin I*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-866-5903-8.
- [19] BROUGHTON, W. J. a kol. Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and soil*. 2003, roč. 252, č. 1, s. 55 – 128. ISSN 1573-5036.
- [20] ŽĎÁRSKÝ, Josef a Vladimír BENDA. *Biologie II*. Praha: VŠCHT, 1992. ISBN 80-708-0168-9.
- [21] GUILLON, F. a M. M. J. CHAMP. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*. 2002, roč. 88, č. 3, s. 293 – 306. ISSN 0007-1145.
- [22] SHARMA, A., B. S. YADAV a B. Y. RITIKA. Resistant starch: Physiological Roles and Food Applications. *Food Reviews International*. 2008, roč. 24, č. 2, s. 193 – 234. ISSN 1525-6103.

- [23] AGUILERA, Yolanda a kol. Changes in carbohydrate fraction during dehydration process of common legumes. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009, roč. 22, č. 7, s. 678 – 683. ISSN 0889-1575.
- [24] FRIAS, Juana a kol. New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. *European Food Research and Technology*. 2002, roč. 215, č. 6, s. 472 – 477. ISSN 1438-2385.
- [25] STROSSEROVÁ, Alena a Jana DOSTÁLOVÁ. Luštěniny. *Výživa a potraviny*. 2009, č. 5, s. 66 – 67. ISSN 1211-846X.
- [26] HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-731-8372-2.
- [27] BLATTNÁ, Jarmila. *Výživa na začátku 21. století aneb o výživě aktuálně a se zárukou*. Praha: Společnost pro výživu, 2005. ISBN 80-239-6202-7.
- [28] AUNE, D. a kol. Legume intake and the risk of cancer: a multisite case – control study in Uruguay. *Cancer Causes & Control*. 2009, roč. 20, č. 9, s. 1605 – 1615. ISSN 1573-7225.
- [29] HAN, I. H. a B. K BAIK. Oligosaccharide Content and Composition of Legumes and Their Reduction by Soaking, Cooking, Ultrasound, and High Hydrostatic Pressure. *Cereal Chemistry*. 2006, roč. 83, č. 4, s. 428 – 433. ISSN 0009-0352.
- [30] SOUTH PACIFIC COMMISSION. *Legumes: exciting new foods* (South Pacific foods leaflet; 16). Auckland: South Pacific Commission, 1991. ISBN 982-203-440-7.
- [31] U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE and U. S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *Dietary Guidelines for Americans*. 7th Edition, Washington: U. S. Government Printing Office, 2010.
- [32] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-866-5903-8.
- [33] MESSINA, Mark J. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1999, roč. 70, č. 3, s. 439 – 450. ISSN 1938-3207.

- [34] TRINIDAD, T. P. a kol. The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. *British Journal of Nutrition*. 2010, roč. 103, č. 3, s. 569 – 574. ISSN 0007-1145.
- [35] PÁNEK, Jan. *Základy výživy a výživová politika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-708-0468-8.
- [36] DAVÍDEK, Jiří, Gustav JANÍČEK a Jan POKORNÝ. *Chemie potravin*. Praha: SNTL, 1983.
- [37] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [38] *Fazole bílé sušené* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.czfcdb.cz/potraviny/?id=90>.
- [39] *Vitamin B<sub>9</sub>* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.celysvet.cz/recepty-potraviny-fazole-kalorie-slozeni-nutricni-hodnoty>.
- [40] *Vláknina* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.magazinzdravi.cz/fazole-20090121>.
- [41] *Vláknina* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.eufic.org/article/cs/nutrition/fibre/artid/vlaknina-zdravy-stravovani/>.
- [42] NORTON, G. Proteins inhibitors. In: D'MELLO, J. P. F., C. M. DUFFUS a J. H. DUFFUS. *Toxic substance in crop plants*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1991, s. 68 – 106.
- [43] KALAČ, Pavel. Přirozené škodlivé látky v pícech. *Krmivářství*. 2003, č. 1, s. 28 – 30.
- [44] KONVIČNÁ-PIPALOVÁ, Sylva. *Studium nutriční hodnoty vybraných luštěnin*. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Fakulta agronomická, Ústav výživy zvířat a pícninářství, 2010.
- [45] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 3*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-02-X.
- [46] KALAČ, Pavel a Václav MÍKA. *Přirozené škodlivé látky v rostlinných krmivech*. Praha: ÚZPI, 1997.

- [47] GRAF, Ernst a John W. EATON. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radical Biology and Medicine*. 1990, roč. 8, č. 1, s. 61 – 69. ISSN 0891-5849.
- [48] CAVADA, B. S. a kol. Primary structures and function of plant lectins. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. roč. 5, č. 2, 1993, s. 193 – 201. ISSN 0103-3131.
- [49] PUSZTAI, A. a kol. Kidney bean lectin induced Escherichia coli overgrowth in small intestine is blocked by GNA, a mannose specific lectin. *Journal of Applied Bacteriology*. roč. 75, č. 4, 1993, s. 360 – 368. ISSN 1365-2672.
- [50] PEUMANS, W. J and E. J. M DAMME. Prevalence, biological activity and genetics manipulation of lectins in foods. *Trends in Foods Science & Technology*. roč. 7, č. 4, 1996, s. 132 – 138. ISSN 0924-2244.
- [51] *Lektiny* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/99113>.
- [52] BULKOVÁ, Věra. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011, ISBN 978-807-0135-327.
- [53] STRATIL, Pavel. *Antinutriční a toxické látky* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: [http://share.centrax.cz/CPO-9-13\\_Antinutricni\\_a\\_toxicke\\_latky,\\_str\\_337-378.pdf](http://share.centrax.cz/CPO-9-13_Antinutricni_a_toxicke_latky,_str_337-378.pdf).
- [54] PAMPLONA ROGER, Jorge D. *Encyklopedie léčivých potravin*. Praha: Advent-Orion, 2004. ISBN 80-717-2542-0.
- [55] *Potravinářská technologie I* [online]. 2007 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: [http://utbfiles.cepac.cz/moduly/M0001\\_potravinarska\\_tehnologie\\_I/distančni\\_text/M0001\\_potravinarska\\_tehnologie\\_I\\_distančni\\_text.pdf](http://utbfiles.cepac.cz/moduly/M0001_potravinarska_tehnologie_I/distančni_text/M0001_potravinarska_tehnologie_I_distančni_text.pdf).
- [56] SUCHÁNKOVÁ, Michaela. *Luštěniny – nutriční a zdravotní aspekty*. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita. Lékařská fakulta, 2012.
- [57] *Fazole strakatá* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.foodish.eu/sortiment-vyrobyku/lusteniny/fazole/fazole-purpurova-cerna-strakata>.
- [58] *Fazole strakatá* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.az-recepty.cz/fazole-bile-i-barevne-d133/>.
- [59] *USDA National Nutrient Database for Standard References, Release 25* [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://ndb.nal.usda.gov/>.

- [60] STROSSNEROVÁ, Alena a Jana DOSTÁLOVÁ. *Luštěniny*. [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/clanky-casopis/lusteniny.html>.
- [61] *Fazole adzuki* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.foodish.eu/sortimentvyrobku/lusteniny/fazole/fazole-cervena-adzuki>.
- [62] *Fazole adzuki* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: [http://www.aev-vs.cz/product.php?id\\_product=374254](http://www.aev-vs.cz/product.php?id_product=374254).
- [63] *Adzuki beans* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://survivalacres.com/information/beans.html>.
- [64] *Mungo beans* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://survivalacres.com/information/beans.html>.
- [65] *Fazole mungo* [online]. [cit. 2013-05-11]. Dostupné z: <http://www.dietologie.cz/vyziva/potraviny-wiki/lusteniny/luskoviny.html>.
- [66] BRINK, M. Plant Resources of Tropical Africa. *Cereals and pulses*. Wageningen: PROTA Foundation, 2006. ISBN 90-5782-170-2.
- [67] *Pinto beans* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://survivalacres.com/information/beans.html>.
- [68] *Fazole pinto* [online]. [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: <http://www.foodish.eu/sortiment-vyrobku/lusteniny/fazole/fazole-barevna-zihana>.
- [69] *Fazole červená ledvina* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://survivalacres.com/information/beans.html>.
- [70] *Fazole červená ledvina* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.aso-online.cz/cervene-fazole>.
- [71] *Fazole černé oko* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.countrylife.cz/fazole-cerne-oko-500-g-country-life>.
- [72] *Fazole černé oko* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.foodish.eu/sortiment-vyrobku/lusteniny/fazole/fazole-cerne-oko>.
- [73] MAROUNEK, Ivo. *Luštěniny – druhy luštěnin a jejich úprava*. [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.receptyonline.cz/lusteniny-druhy-lustenin-a-jejich-uprava-2475.html>.

- [74] *Fazole navy bio* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.bombastus.cz/Potraviny/Lusteniny/Bio-fazole-navy.html>.
- [75] *Fazole navy bio* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.countrylife.cz/fazole-navy-500-g-bio-country-life>.
- [76] ČSN 46 1011 – 26 *Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin*. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [77] ČSN ISO 2171. *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich. Stanovení obsahu popela spalováním*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [78] SKOUPIL, Jan a Zdenka LECJAKSOVÁ. *Chemické kontrolní metody*. Praha: SNTL 1988.
- [79] *Twisselmannova extrakční aparatura* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: [http://www.verrerie-laboratoire.com/Twisselmann\\_Extractors\\_Condenser\\_with\\_Receiver.asp](http://www.verrerie-laboratoire.com/Twisselmann_Extractors_Condenser_with_Receiver.asp).
- [80] ČSN EN ISO 20483. *Obiloviny a luštěniny. Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu dusíkatých látek – Kjeldahlova metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [81] *Parnas-Wagnerova destilační aparatura* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.thermofisher.cz/produkty/pristroj-parnas-wagner-mikrodestilacni-kompletni>.
- [82] *Polarimetr* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.bdl-cee.com/polarimetr-pl1>.
- [83] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. 2. upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. ISBN 8086369072.
- [84] NOVOTNÝ, František. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd: jednotné pracovní postupy*. 2. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, Odbor odrůdového zkušebnictví, 2006. ISBN 80-86548-81-31-4.
- [85] POSPIECH, Matej a Vladimír PAŽOUT. *Hygiena a technologie vegetabilních produktů: Hygiena a technologie mlýnských obilných výrobků, pekárenských výrobků, těst a těstovin, brambor, škrobů a výrobků z nich, luštěnin, olejnatých semen a tuků rostlinného původu. Návodů do cvičení*. Brno: Veterinární a Farmaceutická Univerzita Brno, 2012.

[86] Vyhláška č. 418/2000 Sb. na smyslovou, fyzikální a chemickou jakost luštěnin [online]. [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://vfu-www.vfu.cz/vetleg/CD/predpisy/Potraviny/329-1997.htm>.

[87] *Laboratorní cvičení z biologie* [online]. [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: [http://www.sci.muni.cz/botany/rotreklova/pokusy/Rostlinna\\_barviva.PDF](http://www.sci.muni.cz/botany/rotreklova/pokusy/Rostlinna_barviva.PDF).

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ČSN	Česká státní norma
ČSÚ	Český statistický úřad
EMN	Elektromotorické napětí
FAD	Flavinadenindinukleotid
FMN	Flavinmononukleotid
HTS	Hmotnost tisíce semen
PHA	Fytohemaglutinin
PVC	Polyvinylchlorid
SD	Směrodatná odchylka
USA	Spojené Státy Americké
USDA	Americké ministerstvo zemědělství



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Fazol obecný.....	13
Obr. 2 Fazole strakatá velká .....	24
Obr. 3 Fazole adzuki .....	25
Obr. 20 Fazole mungo .....	27
Obr. 5 Fazole pinto .....	28
Obr. 6 Fazole červená ledvina .....	29
Obr. 7 Fazole černé oko .....	30
Obr. 8 Fazole navy .....	31
Obr. 9 Twisselmannova extrakční aparatura .....	34
Obr. 10 Parnas – Warnerova destilační aparatura .....	35
Obr. 11 Polarimetr .....	36
Obr. 12 Kalibrační křivka .....	57
Obr. 13 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole strakaté velké .....	59
Obr. 14 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole adzuki .....	60
Obr. 15 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole mungo .....	60
Obr. 16 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole pinto .....	61
Obr. 17 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole červená ledvina .....	61
Obr. 18 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole černé oko .....	62
Obr. 19 Potenciometrická křivka pro vzorek fazole navy bio .....	62

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 19 Průměrné složení semen fazolí ve 100 g .....	14
Tab. 20 Průměrný obsah minerálních látek a stopových prvků ve fazolích (mg.100g <sup>-1</sup> ) ...	16
Tab. 21 Průměrný obsah vitaminů skupiny B ve fazolích (mg.100g <sup>-1</sup> ) .....	17
Tab. 22 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu strakaté fazole .....	24
Tab. 23 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole adzuki .....	26
Tab. 24 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole mungo .....	27
Tab. 25 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole pinto .....	28
Tab. 26 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole červená ledvina .....	29
Tab. 27 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole černé oko .....	31
Tab. 28 Průměrný obsah živin ve 100 g jedlého podílu fazole navy bio .....	32
Tab. 29 Analyzované vzorky fazolí .....	43
Tab. 30 Obsah sušiny a vlhkosti v % hm. ....	51
Tab. 31 Obsah popele v % hm. ....	52
Tab. 32 Obsah tuku v % hm. ....	53
Tab. 33 Obsah hrubé bílkoviny v % hm. ....	54
Tab. 34 Obsah škrobu v % hm. ....	55
Tab. 35 Obsah fosforu v mg.100 g <sup>-1</sup> .....	56
Tab. 36 Obsah titrovatelných kyselin v mmol.kg <sup>-1</sup> .....	58

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I      Fotografie analyzovaných vzorků fazolí

## PŘÍLOHA P I: FOTOGRAFIE ANALYZOVANÁCH VZORKŮ FAZOLÍ



Fazole strakatá velká



Fazole adzuki



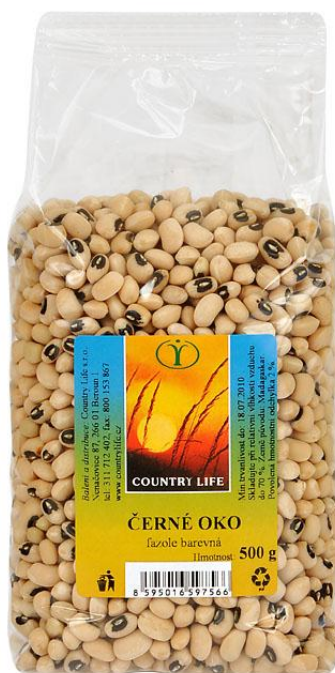
Fazole mungo



Fazole pinto



Fazole červená ledvina



Fazole černé oko





Fazole navy bio