

Analytické hodnocení výrobků z pohanky a prosa

Bc. Kateřina Malotová Předínská

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kateřina MALOTOVÁ PŘEDÍNSKÁ**
Osobní číslo: **T080506**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Analytické hodnocení výrobků z pohanky a prosa**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Popis pohanky -- složení, vlastnosti, zdravotní účinky, využití.
2. Popis prosa -- složení, vlastnosti, zdravotní účinky, využití.
3. Popis analytických metod využívaných pro stanovení bílkovin, NDF vlákniny a aminokyselinového složení.

II. Praktická část

1. Stanovení bílkovin, NDF vlákniny a aminokyselinového složení ve vybraných produktech z pohanky.
2. Stanovení bílkovin, NDF vlákniny a aminokyselinového složení ve vybraných produktech z prosa.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] Velíšek, J. **Chemie potravin. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999. 304s.**

[2] Prugar, J. a kol. **Kvalita rostlinných produktů na prahu 3.tisíciletí. 1. vyd. Praha: VÚPS, 2008. 327s.**

[3] Moudrý, J., Kalinová, J., Petr, J., Michalová, A. **Pohanka a proso.1. vyd. Praha: ÚZPI, 2005. 206s .**

[4] Holasová, M. et al.. **Buckwheat – the source of antioxidant activity in functional foods. Food Research International, roč. 35, č. 2-3, 2002, s. 207-211.**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Soňa Škrovánková, Ph.D.

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

4. ledna 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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

.....

¹⁾ 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 nevýdělečně 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.

²⁾ 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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ 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). Odpirá-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 popisem, chemickým složením, využitím a zdravotním působením pohanky a prosa, jáhel. Praktická část práce se zaměřuje na analytické hodnocení pohankových a prosných výrobků (např. mouka, kroupy, křupky, vločky) - stanovení obsahu sušiny, popela, celkového obsahu dusíkatých látek, neutrálně detergentní vlákniny a aminokyselinového složení.

Klíčová slova: pohanka, proso, dusíkaté látky, NDF, aminokyselinové složení

ABSTRACT

The thesis deals with the description, chemical composition, utilization and health effects of buckwheat and millet. The practical part is focused on analytical evaluation of buckwheat and millet products (e.g. flours, groats, flakes) – the determination of dry matter, ash, content of nitrogen substances, neutral detergent fiber and amino acids composition.

Keywords: buckwheat, millet, nitrogen substances, NDF, amino acids composition

Ráda bych poděkovala Ing. Soni Škrovánkové PhD. Za odborné rady a čas, který mi věnovala při sestavování této diplomové práce, bez níž by nevznikla. Děkuji též za praktické rady paní Ing. Martě Severové.

Motto: „Kazíme si život tím, že přijímáme všechno, místo abychom si vybírali pouze to nejlepší.“

Jacques Chardonne

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

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ALTERNATIVNÍ PLODINY, PSEUDOCEREÁLIE	12
2 POHANKA OBECNÁ	14
2.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA POHANKY	14
2.1.1 Pěstování pohanky.....	16
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ POHANKY	17
2.2.1 Bílkoviny pohanky	18
2.2.1.1 Aminokyseliny	18
2.2.2 Sacharidy pohanky	21
2.2.3 Lipidy pohanky.....	22
2.2.4 Minerální látky obsažené v pohance	24
2.2.5 Vitamíny v pohance.....	26
2.2.6 Antioxidanty pohanky	26
2.2.6.1 Rutin.....	27
2.2.7 Antinutriční látky v pohance	29
2.3 TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ POHANKY A JEJÍ VYUŽITÍ.....	29
2.3.1 Pohanka jako konvenční dietní potravina	31
2.3.2 Pohanka jako léčivá rostlina pro farmaceutický průmysl.....	32
2.3.3 Pohanka jako meziplodina	32
2.3.4 Pohanka jako krmivo.....	32
2.3.5 Pohanka jako medonosná plodina.....	32
2.4 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY POHANKY	33
3 PROSO SETÉ	35
3.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA PROSA SETÉHO	35
3.1.1 Pěstování prosa.....	38
3.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PROSA	38
3.2.1 Bílkoviny prosa	39
3.2.1.1 Aminokyseliny	40
3.2.2 Sacharidy prosa	42
3.2.3 Lipidy prosa.....	42
3.2.4 Minerální látky obsažené v prosu.....	43
3.2.5 Vitamíny v prosu	44
3.2.6 Antinutriční látky prosa.....	44
3.3 TECHNOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ PROSA A JEHO VYUŽITÍ.....	45
3.3.1 Proso v dietě při celiakii.....	46
3.3.2 Proso jako krmivo	46
3.4 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY PROSA	46
II PRAKTICKÁ ČÁST	48
4 CÍL PRÁCE	49

5	MATERIÁL A METODY	50
5.1	POUŽITÝ MATERIÁL	50
5.2	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A POMŮCKY	51
5.2.1	Stanovení sušiny a popela	51
5.2.2	Stanovení celkových dusíkatých látek.....	52
5.2.3	Stanovení neutrálně detergentní vlákniny	52
5.2.4	Stanovení aminokyselinového složení	53
5.3	METODIKA STANOVENÍ.....	54
5.3.1	Stanovení vlhkosti a sušiny pohanky a prosa	54
5.3.2	Stanovení obsahu popela pohanky a prosa.....	56
5.3.3	Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek pohanky a prosa metodou podle Kjeldahla s úpravou podle Winklera	57
5.3.4	Stanovení neutrálně detergentní vlákniny pohanky a prosa	59
5.3.5	Stanovení aminokyselinového složení pohanky a prosa	61
6	VÝSLEDKY A DISKUSE	65
6.1	STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY VÝROBKŮ Z POHANKY A PROSA	65
6.2	STANOVENÍ POPELA.....	66
6.3	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU DUSÍKATÝCH LÁTEK	68
6.4	STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY	70
6.5	STANOVENÍ AMINOKYSELINOVÉHO SLOŽENÍ POHANKY A PROSA	72
	ZÁVĚR	81
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	83
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ	94
	SEZNAM TABULEK.....	95

ÚVOD

Alternativní plodiny jsou rostliny, které se využívají vedle stávajících pěstovaných plodin jako uvědomělá alternativní volba. Jedná se o rostlinné druhy jejichž pěstování bylo z různých důvodů omezeno nebo zcela potlačeno, nejčastěji pro své nízké výnosy. Hlavním důvodem jejich pěstování je návrat ke zdravé výživě.

K alternativním plodinám se řadí proso, z pseudocereálií (pohanka, merlík a laskavec) je významným zástupcem pohanka. Mají nezastupitelné místo v racionální výživě a ve srovnání s běžnými cereáliemi je jejich nutriční zastoupení výhodnější (vysoký obsah lysinu, pomalu stravitelný a rezistentní škrob, vícenenasycené mastné kyseliny atd.). Pseudocereálie jsou využívány při léčebných dietách (např. celiakii) a jsou funkčními potravinami. Obsahují také zdravotně významné látky, např. rutin (pohanka), který má řadu pozitivních zdravotních účinků.

Obě tyto plodiny jsou nutričně důležité pro svůj vyvážený obsah bílkovin, sacharidů a lipidů, dále jsou doporučovanou plodinou pro diabetiky a celiatiky. Preventivní konzumace pohanky a prosa pozitivně působí při vysokém krevním tlaku, zvýšené hladiny cholesterolu v krvi a snižují riziko vzniku rakoviny tlustého střeva. Rutin obsažený v pohance působí léčivě na cévy v celém organismu. Vrací jim pružnost a spolu s vitamínem E léčí na cévách chorobné změny. Zmírňuje potíže s křečovými žilami na nohou. Rutin s vitamínem C snižuje riziko trombózy, infarktu či mozkové mrtvice, snižuje LDL.

Pohanka je dobrým zdrojem draslíku, fosforu, hořčíku a vápníku, proso je zdrojem železa, proto je proso doporučováno pacientům s problémy chudokrevnosti. Pohanka i proso obsahují vitamíny skupiny B.

Praktická část práce je zaměřena na analytické hodnocení vybraných pohankových a prosných výrobků – stanovení obsahu sušiny, popela, celkového obsahu dusíkatých látek, neutrálně detergentní vlákniny a aminokyselinového složení vybraných pohankových a prosných výrobků.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ALTERNATIVNÍ PLODINY, PSEUDOCEREÁLIE

Pojem alternativní potravinářské plodiny může být adekvátní termínu maloobjemové vzhledem k jejich menšímu rozsahu pěstování a využití oproti hlavním, nejrozšířenějším plodinám pšenici, ječmeni, řepce aj. Návrat k nim byl podmíněn hledáním cest ke zdravé výživě, přirozenému původu potravin a pestrosti stravy. Jsou to rostlinné druhy, které byly v minulosti pěstovány, ale z různých důvodů omezeny či potlačeny. Hlavními příčinami byly jejich nízké výnosy, slabá prošlechtěnost, malovýrobní technologie, změny stravovacích zvyklostí obyvatelstva, široký konzum industriálně připravených potravin a kromě toho ještě i řada dalších důvodů [1,2].

K alternativním plodinám patří především proso, které patří mezi pluchaté pšeničné druhy. Řadí se sem též pseudocereálie. Do této skupiny plodin jsou řazeny pohanka, merlík a laskavec [3].

Přes botanickou odlišnost mají semena pseudoobilovin obdobné složení (zvláště vyšší obsah škrobu) jako obiloviny, čemuž odpovídá i podobný způsob zpracování a využití [3].

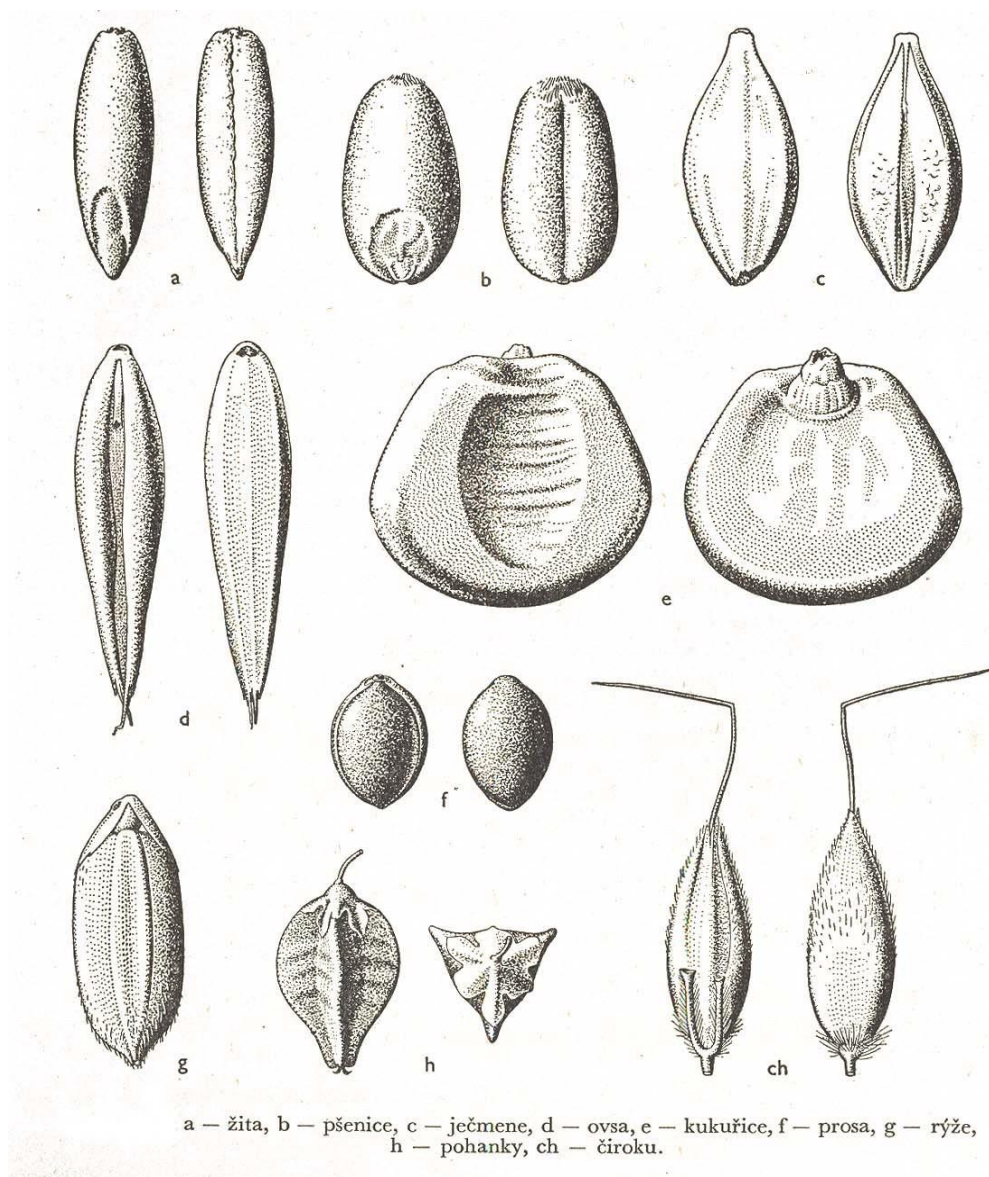
Pseudocereálie nahrazují a doplňují sortiment běžných obilovin a přispívají tak k rozšíření agrobiodiverzity a spektra rostlinné produkce. Všeobecně se vyznačují specifickými kvalitativními vlastnostmi (chuťové, nutriční, zdravotní aj.), jsou součástí racionální výživy, léčebných diet i tzv. funkčních potravin a mohou se dobře uplatnit i v přírodní farmacii či kosmetice [3].

Pseudocereálie jsou oproti obilovinám výrazně lepší z hlediska kvalitativního složení bílkovin. Obsahují 2-3x více lysinu než pšenice setá. Obsah lysinu u těchto obilovin se pohybuje v intervalu 46,2 - 95,8 g/kg bílkovin. U pšenice seté je to jen 29 g/kg bílkovin [2,3].

Obdobně vykazují maloobjemové plodiny větší množství tuku. Největší obsah tuku byl zjištěn v amarantu 7,39%. Nejmenší obsah vykazovala pohanka 2,34 % (pšenice setá 1,8 %). Obecně mají tyto plodiny i dobrou skladbu mastných kyselin s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin (pohanka a amarant obsahují více než 40 % kyseliny linolenové). Také obsah minerálních látek je ve srovnání s běžnými obilovinami výrazně větší. Kromě většího obsahu základních nutričních látek a jejich velmi příznivého složení je vý-

znamný i obsah specifických zdravotně významných látek (rutin u pohanky, flavonoidy u amarantu) [2,3].

Pohanka bývá označována také jako prebiotický produkt. Postupnou extrakcí pohankové mouky byly získány extrakty obsahující minimum škrobu, zvýšený obsah beta-glukanů a proteinů. U těchto izolátů byla prokázána pozitivní biologická aktivita zejména vůči kmenům *Enterococcus faecium* a *Bifidobacterium bifidum*. Bylo zjištěno, že dochází k ovlivnění rozpustnosti extraktu za přítomnosti žlučových kyselin, což potvrzuje předpokládanou interakci extraktů s těmito látkami. Tímto bylo potvrzeno, že pohankové extrakty mohou být perspektivním prebiotikem. Pohankové extrakty podporují růst a interagují se žlučovými kyselinami, které by mohly negativně ovlivnit buňky probiotik [4,5].



Obr. 1. Zrna obilovin a pseudoobilovin

2 POHANKA OBECNÁ

Pohanka (*Fagopyrum esculentum*) pochází z Asie. Při přesnějším určení původního výskytu pohanky se názory odborníků dosud lišily. Předpokládá se, že pohanka pochází ze severní Číny. Podle historických údajů pěstovaly národy severní Indie pohanku už před 2500 lety. V Japonsku je písemně zmiňována v roce 772 a v Číně kolem roku 1000 n. l. [2].

Koncem středověku ji přivezli do východní Evropy Mongolové, odkud se rozšířila dále na západ. Patří tedy k nejmladším kulturním rostlinám. Pěstuje se jako potravina nebo léčivá rostlina hlavně v Rusku, Číně, Japonsku, severní Indii, Polsku a Francii. U nás je méně rozšířená, pěstuje se hlavně v horských oblastech s nejchudší půdou (v oblasti beskydské, v karpatské oblasti) [6,7,8].

Zrno pohanky slouží k výrobě pohankových krup (příloha, do polévek, nádivek a nákypů), lámanky (pohanková kaše, do pomazánek, polévek a knedlíků), krupice (do kaší, zavářek, halušek). Semílá se také na mouku naředlé barvy, která se míchá i s dalšími druhy mouk pro přípravu různých druhů těstovin, chleba. Dalšími výrobky mohou být extrudované pohankové křupky a pohankové vločky. Pohankové slupky se využívají pro přípravu čaje s léčivými účinky. [6,9,10].

2.1 Botanická charakteristika pohanky

Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum*), i když se počítá vzhledem ke svému využití k obilovinám, nepřísluší k nim botanicky.

Pohanka patří do třídy dvouděložných (*Dicotyledoneae*), podtřídy prvoobalných (*Archichlamydae*), řádu rdesnokvětých (*Polygonales*), čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*), druhu *Fagopyrum* – pohanka [6].

Pohanka má kulovitý kořen, který se rozrůstá množstvím postraních kořenů převážně v ornici. Lodyha je přímá, podélně rýhovaná s 5 – 10 kolénky na hlavní lodyze, vysoká 60 – 140 cm, načervenalé barvy. Hlavní lodyha se rozvětňuje do 2 – 8 větví prvního pořadí, které se mohou dále větvit. Květenství je dvojí. Buď jsou květy uspořádány v hroznu, jehož květní stopka vyrůstá z úžlabí listů, nebo jsou v konečných okolíkovitých látech hroznů

obyčejně se 4 – 7 větvemi. Jednotlivé kvítky jsou středně velké, barva pěti korunních plátků bílá, růžová, nebo karmínově červená, tyčinek je osm, svrchní semeník má tři čnělky. Pod semeníkem jsou nektarie vylučující vonnou sladkou šťávu, vyhledávanou včelami. Pohanka se řadí k cizosprašným rostlinám [6].

Plody jsou trojboké nažky s hladkými, ostrými hranami. Kromě běžných nažek trojhranného tvaru, vyskytují se i nažky čtyřhranné (obyčejně do 4 %) a velmi ojediněle i dvojhřanné a pětihranné. Procento výskytu nažek odlišného tvaru není podle dosavadních pozorování pro odrůdu charakteristické. Podle velikosti zrna patří naše povolené krajové odrůdy k odrůdám se středně velkými zrny, jejichž délka se pohybuje v průměru od 5,3 do 6,8 mm. Barva oplodí bývá narezavělá nebo tmavě skořicová, světle šedá až tmavě šedá, a přitom je oplodí buď jednobarevné nebo mramorované.[6]

Povrch pohankové nažky je tvořen dvěma nesrostlými blánami – oplodím a osemením. Pod osemením se nachází endosperm bílé barvy, který tvoří cca 70 % hmotnosti plodu. Uprostřed endospermu je na průřezu patrný zárodek. Dále se nažka pohanky skládá z 20-25 % pevného plodového obalu, 1,5-2 % semenného obalu, 4-5 % aleuronové vrstvy a 15-20 % embrya. Oplodí, které těsně obaluje samotná semena, ale nesrůstá s nimi, se odstraňuje při loupání [2].



Obr. 2. Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum*)

2.1.1 Pěstování pohanky

Pohanka má poměrně krátkou růstovou dobu, která jí umožňuje dozrávat i v méně příznivých oblastech a ve vyšších polohách. Vegetační doba růstu pohanky trvá od 99 do 120 dnů [6,8].

Sklízí se v srpnu až září, když většina nažek již zhnědla, bez ohledu na to, že některé rostliny nebo části ještě kvetou. Sláma pohanky velice obtížně prosychá, skládá se do kopek - budek. Po vydrolení semene se nechává sláma doschnout. Výnos sklizně činí 8-12 g semene a 10-25 g slámy. [9]

Pohance se nejlépe daří na lehkých písčitých půdách s lehce dosažitelnými živinami, neboť má krátkou vegetační dobu. Daří se jí dobře na odvodněných rašeliništích. Nesvědčí jí vazké jílovité, slinité, břidlicovité nebo vápenaté půdy. Může se pěstovat v rovinatých oblastech, ale daří se jí také ve velmi vysokých polohách, musí být však později seta, neboť je choulostivá vůči mrazu. Pohanka se vysévá přímo bez krycí rostliny v polovině května až počátkem června. Zpoždění setby má význam hlavně na rašelinných odvodněných půdách. Seje se do hloubky 3-5 cm, do řádků 12 – 20 cm od sebe vzdálených [9].



Obr. 3. Loupaná pohanková nažka

2.2 Chemické složení pohanky

Pohanka je pro svoji vysokou výživovou hodnotu označována jako funkční potravina. Jde o potravinu, která obsahuje průkazně více některých fyziologicky významných složek nebo snižuje riziko chronických chorob ve větší míře než běžné potraviny. Pohanka je ceněna díky své vysoké biologické hodnotě bílkovin, vyváženému složení esenciálních aminokyselin, vysokému obsahu vlákniny a škrobu, příznivému zastoupení mastných kyselin v tuku. Semeno pohanky je cenným zdrojem minerálních látek a to draslíku, fosforu, vápníku, hořčíku, železa, mědi, zinku a manganu. Z vitamínů jsou v plodech pohanky zastoupeny především vitamíny B₁, B₂, B₃, B₆ a vitamín E. Velmi významnou složkou pohanky je flavonolový derivát rutin, který patří mezi přírodní antioxidanty. Protože pohanka neobsahuje lepek, je vhodná pro osoby trpící celiakií jako náhrada běžných obilovin [1,8,11,12].

Nažka pohanky obsahuje však i některé antinutriční látky jako jsou inhibitory proteas a taniny. Dalšími antinutričními složkami jsou fytáty. Obsahuje také fototoxický derivát hypericinu – fagopyrin, který patří do skupiny fotosenzibilizujících látek [1].

Chemické složení pohanky v porovnání s jinými obilovinami je uvedeno v tabulce 1.

Tab. 1. Složení pohanky v porovnání s jinými obilovinami [13]

Plodina	Energie (cal/100g)	Bílkoviny (g/100g)	Tuk (g/100g)	Sacharidy (g/100g)
Pohanka	355	12,0	7,4	72,9
Amarant	391	15,3	7,1	63,1
Kukuřice	335	9,2	3,9	73,7
Žito	334	12,1	1,7	73,4
Pšenice	333	13,3	2,0	71,0

Chemické složení se mění vlivem různých podmínek (podnebné podmínky, oblast pěstování, vlastnosti půdy atd.) v jednotlivých letech. U pohanky bylo zjištěno kolísání obsahu bílkovin 4-6 % v závislosti na podnebných podmínkách v jednotlivých letech sklizně [14].

2.2.1 Bílkoviny pohanky

Bílkoviny pohanky jsou důležitým faktorem odpovědným za kvalitativní vlastnosti, zvláště z pohledu mechanických a organoleptických vlastností. Obsah bílkovin je v úzkém vztahu s viskozitou a elasticitou a negativním vztahu s tvrdostí. Poměr mezi bílkovinami a škrobem ovlivňuje chutnost produktu [15,16].

Obsah bílkovin v nažce pohanky se pohybuje od 9,7 do 15 %, jako průměrná hodnota je udáváno 12 %. Bílkoviny pohanky mají vysokou biologickou hodnotu až 93 % AAS (aminokyselinové skóre), která se porovnává k hodnotě vaječné bílkoviny, jejíž hodnota je 100 %. Bílkoviny pohanky jsou vysoce stravitelné. Jednotlivé frakce bílkovin obsahují 50 % albuminů a globulinů, prolaminů 6,3 %, glutelinů 18,7 % a zbytek 25 % [8,17,18,19,20].

Bonafaccia et al. (1994) uvádí, že skladba bílkovinného komplexu je reprezentována vysokým podílem snadno rozpustných cytoplazmatických bílkovin (albuminy a globuliny) a minimálním obsahem prolaminů. Albuminy tvoří 18,15 až 18,80 % sušiny, globuliny 44,16-44,30 %, prolaminy 0,59-0,85 %, gluteliny 22,15 až 22,73 a dusíkatý zbytek 13,54 až.. 14,59 % [21].

Velmi podobné údaje uvádějí Javornik and Kreft (1984), Ikeda and Asami (2000), a to 18,2 % albuminů, 43,3 % globulinů, 0,8 % prolaminů, 22,7 % glutelinů a dusíkatý zbytek tvoří 5 % [15,22].

Protože pohanková mouka neobsahuje prolaminu toxické pro celiakické pacienty považuje se za vhodnou potravinu pro bezlepkovou dietu [23,24].

2.2.1.1 Aminokyseliny

Pohanka má ve srovnání s běžnými obilovinami téměř optimální zastoupení esenciálních aminokyselin, vysoký obsah zejména lysinu, threoninu, tryptofanu a sirných aminokyselin, a proto je výborným doplňkem ve výrobcích z běžných obilovin.

Z hlediska kvalitativního složení byl u pohanky nalezen vyšší obsah lysinu v porovnání s běžnými obilovinami. Obsah lysinu se u pohanky pohybuje v hodnotách až 95,8 g/kg bílkovin, u pšenice seté 29 g/kg bílkovin. Pohanka obsahuje také menší podíl kyseliny glutamové, základní neesenciální aminokyseliny, která je hlavním komponentem zásobních

bílkovin u obilovin. Aminokyselinová skladba je shodná se skladbou aminokyselin v luskovinách. Limitující aminokyselinou je leucin [2,25,26].

Obsah aminokyselin lyzinu, treoninu, prolinu, argininu v nažce pohanky modifikují i podmínky pěstování (oblast pěstování, podnebí, půda). Vyšší hodnoty všech aminokyselin s výjimkou lyzinu byly zaznamenány v teplejších lokalitách [2].

Porovnání obsahu jednotlivých aminokyselin pšenice a pohanky je uvedeno v tab. 2. Obsah lysinu v pšenici je nižší než u pohanky. J. Velíšek uvádí, že obsah lysinu v pšenici je 2,9 g/16 g N a v pohance 3,8 g/16g N, Pomeranz zjistil obsah lysinu v pohance vyšší - 6,1 g/16 g N [27,28].

Podle J. Velíška limitující aminokyselinou u pohanky je lysin a isoleucin. Tyto výsledky nekorelují s údaji, které uvedl ve své práci Pomeranz. Uvádí, že limitující aminokyselinou je methionin. Naopak podle tohoto vědce má lysin nejvyšší aminokyselinové skóre ze všech stanovovaných esenciálních aminokyselin, které činí 112,96 %. Podle J. Velíška má lysin aminokyselinové skóre jen 70,37 % a je nejnižší ze všech stanovovaných esenciálních aminokyselin [27,28].

Hodnota aminokyselinového skóre AAS bere v úvahu vždy jen jedinou aminokyselinu. Přesnější údaje o výživové hodnotě proteinů proto poskytuje index esenciálních aminokyselin (EAAI), který zahrnuje příspěvek všech esenciálních aminokyselin k výživové hodnotě proteinů [27,28].

Index esenciálních aminokyselin je u pohanky vyšší než u pšenice, a proto je pohanka výživově hodnotnější než je tomu u pšenice.

Hodnoty aminokyselinového skóre a indexu esenciálních aminokyselin jsou uvedeny v Tab. 3. [27,28]

Tab. 2. Porovnání obsahů aminokyselin v pšenici a pohance (g/16 gN) [27,28]

Aminokyselina	Pšenice (g/16gN) [27]	Pohanka (g/16gN) [27]	Pohanka (g/16gN) [28]
Ala	3,6	4,7	4,5
Arg	4,6	9,8	9,7
Asx	4,9	8,9	11,3
Cys	2,5	2,4	1,6
Glx	29,9	17,3	18,6
Gly	3,9	5,0	6,3
His	2,3	2,1	2,7
Ile	3,3	3,4	3,8
Leu	6,7	5,9	6,4
Lys	2,9	3,8	6,1
Met	1,5	1,5	2,5
Phe	4,5	3,8	4,8
Pro	9,9	4,3	3,9
Ser	4,6	5,0	4,7
Thr	2,9	3,6	3,9
Trp	0,9	1,4	-
Tyr	3,0	2,4	2,1
Val	4,4	6,7	5,1

Tab. 3. Porovnání aminokyselinového složení pšenice a pohanky [27,28]

	Pšenice [27]	Pohanka [27]	Pohanka [28]
Celkem EAA [g/16gN]	32,8	34,8	32,6
Celkem AA [g/16gN]	96,5	93,3	113,8
EAAI (%)	68	76	91,78
AAS (%)	44	51	71,43
Limitující AA	Lys	Lys,Ile	Met

EAA = esenciální aminokyseliny

AA = aminokyseliny [27].

2.2.2 Sacharidy pohanky

Pohanka obsahuje asi 63 % sacharidů, kde polysacharidy tvoří v nažce pohanky 99,6 % z celkového množství sacharidů (Tab.4) [29].

Hlavním sacharidem pohanky je škrob, který tvoří kolem 55 %. Jeho vlastnosti určují konzistenci a chuť pohankových produktů. Škrobová zrna jsou v porovnání s pšenicí, žitem nebo ječmenem malá, 50 % jich dosahuje velikosti 3-4,5 μm . To je důležitá vlastnost při kontrole kvality pohankové mouky. Pohankový škrob obsahuje velké množství amylozy (42-52 %), což je dvakrát vyšší obsah než u pšenice [26,30].

Tepelně upravená pohanka má méně stravitelných škrobů než pšenice (48 % - tepelně upravená pohanka, 50 % - bílý pšeničný chléb) [31].

Zbývající frakce škrobu – pomalu stravitelný a rezistentní škrob, má podobné účinky jako vláknina, proto může být nutričně důležitý pro diabetiky (zplošťuje glykemickou křivku) Tento škrob nelze štěpit amylázami, dostává se nestrávený do tlustého střeva a zde slouží jako výživa pro mikroorganismy. Fyziologicky tedy představuje substrát pro látkovou vý-

měnu střevních bakterií. Podporuje tvorbu máselnanů (butyrátů) v tlustém střevě, které podněcují látkovou výměnu střevních buněk. Rezistentní škrob také snižuje koncentraci sekundárních žlučových kyselin v trávicím traktu, zkracuje dobu průchodu a brzdí karcinogenezi v konečníku. Dále ovlivňuje celkový obsah cholesterolu a triacylglycerolu v krvi [1,2].

Celková kroupa pohanky obsahuje asi 2 % rozpustných sacharidů. Hlavním komponentem nízkomolekulárních cukrů je sacharóza. Je zde také zastoupena v malém množství arabinóza, xylóza, glukóza a disacharid melibióza. Ve vodě rozpustné polysacharidy z pohankového endospermu obsahují xylózu, manózu, galaktózu a kyselinu glukuronovou. Hlavní řetězec je pravděpodobně tvořen kyselinou glukuronovou, manózou a galaktózou. Obsah beta-glukanů v pohance je v porovnání s ostatními obilovinami velmi nízký. Mezi rozpustné sacharidy patří také látky D-chiro-inositol a fagopyritoly, které jsou významné pro zrání semen a jsou vhodné jako potravinový doplněk, které redukuje symptomy na insulinu nezávislé cukrovky. Fagopyritoly tvoří asi 40 % celkových rozpustných sacharidů v nažce pohanky. Jsou obsaženy především v zárodku a aleuronové vrstvě [1,2,32,33].

Tab.4. Obsah a složení sacharidů v pohance a dalších obilovinách [29]

Plodina	Polysacharidy (%)	Oligosacharidy (%)	Monosacharidy a disacharidy (%)
Pohanka	99,4	0,0	0,6
Proso	97,1	1,0	2,0
Oves	97,4	1,0	1,6
Ječmen	96,4	0,5	3,1

2.2.3 Lipidy pohanky

Obsah tuku v nažce pohanky, který se nachází v embryu a endospermu, se pohybuje mezi 1,5-3,7 %. J. Kalinová uvádí obsah tuku v pohance v rozmezí 1,5-3 % [25,34].

Podle Feldheima a Wiskera je celkový obsah lipidů v pohance 2,6 – 3,2 %, u pšenice je o něco nižší asi 2,2 %. V porovnání s pšenicí obsahuje pohanka téměř jednou tolik triglyceridů a to 2,2-2,6 %. Naopak pšenice obsahuje až trojnásobně více glykolipidů než je tomu u pohanky. Obsah fosfolipidů je srovnatelný. Procentuální zastoupení triglyceridů, glykolipidů a fosfolipidů v pohance a pšenicí je uvedeno v Tab. 5 [35].

Tab. 5. Procentuální zastoupení lipidů a mastných kyselin v pohance a pšenicí [35]

LIPIDY	Pohanka	Pšenice
Celkové lipidy (%)	2,6-3,2	2,2
Triglyceridy (%)	2,2-2,6	1,3
Glykolipidy (%)	0,1-0,2	0,6
Fosfolipidy (%)	0,2-0,3	0,3
MASTNÉ KYSELINY (% z celkového obsahu MK)		
Palmitová (%)	14	20
Olejová (%)	36	14
Linolová (%)	37	55

Ze zdravotního hlediska je pozitivní obsah vícenenasycených mastných kyselin, které mají ochrannou funkci proti kardiovaskulárním onemocněním a přispívají ke snížení hladiny cholesterolu v krvi. Nenasycené mastné kyseliny tvoří 82 % tuku, z toho je 32 % vícenenasycených [29].

Významnějšími mastnými kyselinami lipidů pohanky jsou kyselina palmitová, která patří do skupiny nasycených mastných kyselin, olejová (nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou-monoenová) a linolová kyselina (nenasycená mastná kyselina s 2 dvojnými vazbami – dienová), která patří do řady n-6 mastných kyselin. Průměrné hodnoty pro palmitovou, olejovou, linolovou kyselinu v celkových lipidech 4 typů pohanky byly zjištěny v tomto pořadí 14,0 %; 36,3 % a 37,0 % [36].

Pohanka obsahuje také kyselinu stearovou, která se vyskytuje v rozsahu do 2,1 %, α -linolenová (trienová, řada n-3) a arachidonová (tetraenová, řada n-6) kyselina byly v rozsahu od 1,3 do 4,2 a 0,1 až 1,7 % v tomto pořadí [36].

Mastné kyseliny jako EPA, DHA byly taktéž v pohance identifikovány, a to v rozsahu od 0,2 do 3,7 % [36].

Důležitý je také obsah fyziologicky aktivních sterolů (0,2 % - sitosterol, stigmasterol, kampesterol), které je významné pro nepřímé odbourávání cholesterolu z těla [1,2,27].

Obsah mastných kyselin a jejich procentuální zastoupení v lipidech pohanky loupané uvádí Tab. 6.

Tab. 6. Mastné kyseliny a jejich procentuální zastoupení v lipidech pohanky loupané [36]

Mastné kyseliny	16:0 palmitová	18:0 stearová	18:1 olejová	18:2 linolová	18:3 α-linolenová	20:4 arachidonová
[%]	14,5	1,9	38,2	34,6	2,3	1,4

2.2.4 Minerální látky obsažené v pohance

Pohanka představuje dobrý zdroj minerálních látek. Jejich celkový obsah je průměrně 2-2,5 %, z toho je asi 50 % minerálních látek obsaženo v klíčku a další významný podíl obsahují slupky [26].

Pohanková mouka je významným zdrojem zinku a mědi, je bohatá na draslík, hořčík, vápník a železo. Vysoký obsah draslíku, hořčíku, vápníku, mědi a fosforu je uváděn v pohankových kroupách. Pohankové nažky jsou také významným zdrojem stopových prvků jako je zinek, měď a mangan [2,16,25,34].

.V porovnání s jinými pseudocereáliemi (amarant,merlík) má pohanka nižší obsah vápníku. Obsah vápníku v pšeničné a pohankové mouce je přibližně stejný [2,37]. K hlavním funkcím vápníku patří kromě stavební funkce, účast na nervové a svalové činnosti [38,39,40,41].

Pohanková mouka je velmi bohatá na hořčík (2140 mg/kg), který je nezbytný pro všechny metabolické děje, při kterých se tvoří nebo se hydrolyzuje ATP. Účastní se stabilizace makromolekul DNA a je nutný pro aktivaci některých enzymů, např. fosfotransferas (kinas) a fosfatas. Koncentrace hořečnatých iontů v extracelulárních tekutinách má vliv na funkci nervových buněk. Vysoký obsah fosforu je uváděn v pohankových kroupách. Fosfor má zejména funkce stavební, funkce v energetickém metabolismu a dále funkce aktivační, regulační a katalytické. Fosfor je obsažen také v nukleových kyselinách, které zajišťují uložení a expresi genetické informace [1,38,39].

Obsah minerálních prvků v pohankové mouce v porovnání s hodnotami doporučených denních dávek minerálních prvků uvádí Tab. 7.

Tab. 7. Obsah minerálních prvků v pohankové mouce (mg/kg) a jejich doporučené denní dávky (mg) [36,39]

Prvek	Pohanková mouka (mg/kg) [36]	Pšenice (mg/kg) [39]	Doporučená denní dávka (mg) [39]
K	4400	3500	2000
P	3590	3000	800
Mg	2140	700	300
Ca	180,5	230	800
Fe	24,8	33	14
Zn	23,4	26	15
Mn	10,2	35	2-5
Cu	4,6	4,0	1,5-3,0

Podle J. Moudrého je obsah minerálních látek pohanky ve srovnání s běžnými obilovinami výrazně větší. U pšenice uvádí tyto hodnoty: Mg – 750 mg/kg, K – 2690 mg/kg, Ca – 370 mg/kg.

2.2.5 Vitamíny v pohance

V plodech pohanky je především obsažen vitamín B₁ (thiamin), B₂ (riboflavin), dále niacin, B₆ (pyridoxin) a vitamín E. Obsah jednotlivých vitamínů v pohance v porovnání s pšenici je uveden v Tab. 8. [42,43].

Největší koncentrace vitamínu B₁ je v aleuronové vrstvě (80 %), který hraje podstatnou roli při dekarboxylaci α -ketokyselin, podílí se rovněž na konečném odbourávání metabolických produktů tuků a bílkovin. Vitamín B₂ je v endospermu – v zóně kolem klíčku. Tento vitamín je významný proto, že zprostředkovává oxidoredukční děje a podílí se na detoxikačních procesech organismu. Niacin, který je potřebný k uvolnění energie ze sacharidů je bohatě zastoupen v obalových vrstvách semen. Vitamín B₆ (pyridoxin) obsažený v pohance je důležitý pro štěpení a uvolnění energie z proteinů. Významný je především pro správnou funkci nervového a imunitního systému. V plodech pohanky je také zastoupen vitamín E, který patří mezi významné přirozené antioxidanty [2,39,40,44,45,46].

Tab.8. Obsah vitamínů v pohance (mg/100 g) a pšenici (mg/kg) [39,42]

	Pohanka (mg/100g)	Pohanka (mg/100g)	Pšenice (mg/kg)	Doporučená denní dávka (mg)
Odrůda	Pyra	Gema		
B₁	0,43	0,39	0,6-5,5	1,4
B₂	0,11	0,11	0,2-1,2	1,6
Niacin	6,10	5,40	9,0-57	18
B₅	1,25	1,19	8,0-13	6
B₆	0,55	0,64	1,2-6,0	0,3-2,6
Vitamin E	0,87	0,83	15-50	15

2.2.6 Antioxidanty pohanky

Antioxidanty chrání organismus před volnými radikály. Jsou hlavním mechanismem, pomocí kterého tělo kontroluje oxidační procesy volných radikálů, které mohou být zhoubné a škodlivé pro tělesné tkáně. Antioxidanty chrání před oxidací DNA v buněčném jádru, zabraňují buněčné mutaci, které mohou být počátkem karcinogeneze. Zabraňují oxidaci cholesterolových částic v krvi, které mohou způsobit ukládání tukových látek ve stěnách

tepen, což může vést postupně k srdečnímu infarktu a mrtvici. Pravděpodobně zabraňují vzniku katarakty, imunodeficiencie, chorobných kloubních změn a předčasného stárnutí [45].

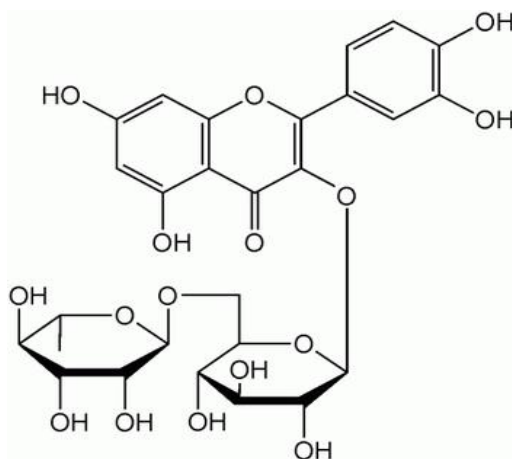
Flavonoidy představují hlavní skupinu přírodních antioxidantů v pohance (kolem 40 mg/g v sušině), dominantním je rutin [1].

V rostlině pohanky byly dále identifikovány další významné antioxidanty jako je katechin, epikatechin, myricetin, kvarcetin a jeho deriváty kvarcetin-3-D-galaktosid, kvarcetin-3-beta-D-glukosid a kyselina chlorogenová. Listy a květy jsou také významným zdrojem skvalenu [1].

2.2.6.1 Rutin

Rutin byl objeven v roce 1842 v listech routy vonné. V rostlinné říši je dost rozšířený. Mezi nejvýznamnější zdroje rutinu u nás patří právě pohanka obecná [47].

Rutin (kvarcetin 3- β -rutinosid) je chemická sloučenina patřící mezi bioflavonoidní glykosidy. Je to látka světle žluté barvy, částečně rozpustná ve vodě. Dříve byl rutin označován jako vitamín P [47].



Obr. 4. Strukturní vzorec rutinu

Obsah rutinu je v jednotlivých částech pohanky různý. Nejmenší množství rutinu je obsaženo v loupaných nažkách a postupně obsah rutinu roste v neloupaných zrnech, klíčících zrnech, kořeni, v lodyhách a stopkách, květech, mladé rostlině, nati a nejvíce rutinu je ob-

saženo v listech rostliny. Porovnání obsahu rutinu v jednotlivých částech pohankové rostliny je uvedeno v Tab. 9 [12,43].

Nejvyšší obsah byl nalezen v pohankových listech, ale pohankové natě se používají častěji jako zdroj rutinu, protože technologie sběru natě je jednodušší než u sběru listů. Sušené pohankové natě obsahují 100 krát více rutinu než pohankové nažky [12].

Rutin se extrahuje ze zelené nebo suché natě a na trh se dostává ve formě tablet, většinou v kombinaci s vitamínem C. Mnohem přirozenější formou jsou pohankové čaje, které jsou složeny z pohankových natí a slupek. Pohanka se pro čaj sbírá před květem, protože v tomto období obsahují pohankové natě nejvíce rutinu [48].

Tab. 9. Porovnání obsahu fenolických látek a rutinu v obilovinách a pohance [43].

	Celkový obsah fenolických látek (mg/kg)	Rutin (mg/kg)
Oves	1138	< 0,1
Ječmen	2168	< 0,1
Pohanka – loupaná nažky	3303	178
Pohanka - neloupané nažky	3903	184
Pohanka - listy	39514	23443

Obsah rutinu je značně ovlivněn podmínkami prostředí a v menší míře také odrůdou [49].

Suché počasí a vysoká intenzita UV-B záření podporují akumulaci rutinu v rostlině [50].

Při delší expozici denního světla (rozdílnost délky dne a noci mezi lokalitami) rostliny část polyfenolických látek přeměňuje na barviva a obsah rutinu plynule klesá [51].

Nejmenší ztráty rutinu jsou při krátkodobém sušení při vysoké teplotě. Loupání pomocí napařování nažek snižuje obsah rutinu o 1-21 % ve slupkách a o 17-75 % v kroupách [52].

Rutin má řadu zdravotních účinků, mezi jeho největší přínosy patří především jeho pozitivní vliv na křehkost krevních kapilár spojených s hypertenzí. Zvyšuje pružnost cév a snižuje LDL cholesterol. Rutin má účinky protizánětlivé a antimutagenní. U rutinu je významná jeho antioxidační aktivita a s tím související antikarcinogenní účinky a schopnost zhášet volné radikály. Zesiluje účinek vitamínu C [12,53,54,55,56,57,58].

Kromě toho mohou být rutin, kvercetin a některé jiné polyfenoly v malém množství potenciálními antikarcinogeny proti rakovině střeva a jiných orgánů a mohou snižovat hladinu krevního cukru. Rutin společně s dalšími polyfenoly může ovlivnit stravitelnost škrobu tak, že vznikají pomalu stravitelné škroby a částečně škroby nestravitelné [2,59].

V pohance obsažený rutin pozitivně ovlivňuje léčbu hemeroidů a používá se k léčbě při poruchách žil dolních končetin. [8,48,58].

Doporučená denní dávka rutinu pro dospělé je 60-100 mg, pro děti 20-60 mg [55].

2.2.7 Antinutriční látky v pohance

Nažka pohanky obsahuje také některé antinutriční látky. Vysoká hladina taninů patří k hlavním faktorům snižujícím stravitelnost bílkovin v různých pohankových produktech. Obsah taninu v nažce je 0,5-4,5 % v závislosti na odrůdě a ekologických podmínkách, nachází se hlavně v osemení a ve slupkách [1,60].

Dalšími antinutričními složkami jsou fytáty. Jsou obsaženy především v buňkách aleuronové vrstvy a jsou hlavní zásobní formou fosforu, draslíku, hořčíku a některých mikroprvků v zru. Tvoří nerozpustné komplexy s minerálními látkami, čímž snižuje jejich biologickou využitelnost. Toto snížení závisí na řadě faktorů, např. koncentraci kyseliny fytové, síle vazby, metodě výroby potravin, přítomnosti jiných látek, které se váží s minerálními látkami (vláknina, kyselina šřavelová, třísloviny), koncentraci bílkovin, přítomnosti enzymu fytáza aj. Vedle negativních účinků na organismus se kyselina fytová může projevovat i pozitivně. V pokusech na zvířatech se prokázalo, že snižuje riziko rakoviny tlustého střeva a prsu. Předpokládá se, že existuje několik mechanismů antikancerogenního působení kyseliny fytové. Celá nažka obsahuje asi 10 g/kg kyseliny fytové [1,61,62].

Pohanka obsahuje fototoxický derivát hypericinu fagopyrin, který patří do skupiny fotosenzibilizujících látek. V květech a listech byl fagopyrin zjištěn v koncentraci 0,02-0,08 %. Fagopyrin ale může být využit při léčbě cukrovky druhého typu [1,2,63].

2.3 Technologické zpracování pohanky a její využití

Pohankové zrna určené pro potravinářské účely musí být nejprve důkladně vyčištěno a zbaveno všech minerálních a organických příměsí. Znamená to, že pohankové nažky, které jsou na povrchu obaleny tvrdým tmavým oplodím (plevami), musí být těchto plev zbaveny.

V současné době se při loupání pohanky používá dvou technologických postupů a to mechanického a termického [8].

Mechanické loupání je založeno na opakovaném obrušování obalových vrstev nažky mezi mlýnskými kameny, nebo rotujícími kotouči s drsným povrchem. Pro dobrou výtěžnost je třeba zpracovávat pohanku tříděnou podle velikosti nažek (kalibrovanou). Technologický proces mechanického loupání pohanky nažek je energeticky méně náročný a zachovává původní chuťové vlastnosti pohanky včetně vysoké dietetické hodnoty. Nevýhodou jsou zvýšené nároky na přesnost dodržování technologického postupu, čímž se značně zvyšují výrobní náklady [2,8].

Při termickém loupání se nažky napařují horkou parou a následně se prudce usuší. Přitom oplodí praskne a kroupa se pak snadno mechanicky oddělí od oplodí. Výhodou tohoto způsobu je větší výtěžnost krup, nevýhodou energetická náročnost a některé chuťové změny. Vysoké teploty při sušení ničí vitaminy, obsažené v pohankovém zrně. Kromě těchto technologií zpracování pohanky existují ještě další, které jsou jejich kombinací [2,8].

Jedním z hlavních aspektů kvality potravinářské pohanky je čerstvost. Během dlouhého skladování se ztrácejí některé látky významné pro chuť a vůni. Tyto kvalitativní změny chuti a vůně mohou být redukovány při skladování semen při nižší teplotě a relativní vlhkost nižší než 45 % nebo uložením v kontrolované atmosféře (97 % N₂, 1,5 % O₂, 1,5 % CO₂). Čerstvé zrně má světle zelené osemení, u starých zrn je jeho barva tmavě narůžovělá. Vhodné je pohanku loupat postupně podle potřeby [2,64].

Pohanka, která je určena k potravinářskému zpracování, se nesmí míchat s pohankou, získanou sklizní v jiných letech [2,8].

Základním výrobkem při zpracování pohanky mletím jsou celá semena (endosperm), obchodně označovaná jako pohankové krupky celé, případně pohankové krupky lámané (lámanka). Mezi samostatné výrobky patří dále pohanková krupice a pohanková mouka. Kromě mlynářských výrobků určených pro potravinářské účely vznikají při vyloupávání pohanky i odpady, které lze použít ke krmení (semenné obaly, tj. plevy a krmná mouka) [8].

Pohanka se také využívá v několika dalších směrech zejména jako [2]:

- konvenční i dietní potravina,

- léčivá rostlina (bylinná droga) pro zpracování ve farmaceutickém průmyslu,
- meziplodina k obnově půdní úrodnosti, ke zlepšení půdní struktury pro následné plodiny,
- krmivo
- medonosná plodina.

2.3.1 Pohanka jako konvenční dietní potravina

Dříve byla pohanka potravou především chudé vrstvy obyvatelstva. Od 17. století byla konzumována nejčastěji jako kaše. V současné době je pohanka považována za dietní potravinu, která se uplatňuje zejména v racionální výživě [2,8].

V ČR je vyráběno více než 40 různých pohankových produktů, převážně v bio kvalitě, jako pohanka neloupaná, loupaná (kroupy 2-5 mm), lámanka (frakce nad 1 mm), krupice (0,3-1 mm), mouka světlá i tmavá, pohankovo-špaldové nebo pohankové těstoviny, směsi na omelety, lívance, instantní kaše s rýží, bramboráčky s pohankou, pohanka pufovaná, vločky (jemné, tepelně upravené vločky s vysokou trvanlivostí), pohankový nápoj (pohankový čaj se šípkem, slupky aj.). Na trhu jsou i různé pekárenské výrobky (pohankový chléb, křehký chléb s pohankou, pohankový toast), cukrárenské výrobky (sušenky) a speciální výrobky pro pacienty trpící celiakií [1,2].

Chutné a zdravé mohou být též pohankové klíčky, které svým vzhledem připomínají klíčky sojové, nemají však tak výraznou vůni. Obsahují hodně lysinu, rutinu, kvarcetin, fosforu, hořčíku, draslíku, sodíku, zinku, mědi a manganu, vitamínu B₂, B₆, niacinu a vitamínu C. Pohankové klíčky mohou být využívány jako vhodné funkční potraviny, čerstvá zelenina či lyofilizovaný prášek [1,2,65,66].

Jako zelenina se také využívají mladá nať s listy a jemné pohankové výhonky, a to jako čerstvé, sušené i nakládané nebo upravené do salátů. V Evropě se čaj z pohankových listů používá k léčbě otoků dolních končetin u pacientů s chronickým onemocněním cév. Mouka získaná umletím sušených částí rostlin, je používána například jako přírodní barvivo [1,2].

Kromě pohankového čaje z natě či slupek se vyrábějí také alkoholické nápoje, a to fermentací i destilací (např. v Nepálu). V ČR byly provedeny pokusy s výrobou piva. Devítistupňové nefiltrované pivo je vhodné pro osvěžení, a pro pacienty s celiakií, kteří jsou alergičtí

na lepek. Pohankové pivo se v malých objemech vyrábí například v Německu nebo v Anglii. Pivo je díky vysokému obsahu bílkovin kalné [2,67].

2.3.2 Pohanka jako léčivá rostlina pro farmaceutický průmysl

Pohanka se pěstuje k farmaceutickým účelům podobně jako na semeno. Sklízí se začátkem kvetení při výšce rostliny 20-25 cm, tj. asi 40 dní po zasetí, kdy obsahuje nejvíce účinných látek. Zpracovává se čerstvá nebo rychle vysušená nať při teplotě 60-80 °C nebo až 110 °C. Při těchto teplotách nedochází ke změnám barevnosti ani vůně drogy. Správné technologické postupy při sušení jsou velmi důležité, protože mají velký vliv na obsah rutinu v takto zpracované pohance. Rutin je součástí různých léčebných preparátů – Ascorutin (uplatňuje se při zvýšené lámavosti a prostupnosti krevních vlásečnic.) aj. [2]

2.3.3 Pohanka jako meziplodina

Pohanka může být použita jako zelené hnojení na málo úrodných půdách nebo neúrodných půdách, neboť je schopna v těchto půdách růst a vytvářet značné množství zelené hmoty v krátkém čase. Pohanka zvyšuje dostupnost živin, především fosforu a zlepšuje půdní strukturu. Pěstování pohanky jako meziplodiny lze využít v protierozní ochraně půdy a sít ji na svažitých lokalitách a v místech kde hrozí vyplavování dusíku [2].

2.3.4 Pohanka jako krmivo

Dříve se využívala pohanková sláma po vymláčení jako krmivo pro dobytek. Rovněž pohanka tatarská byla považována za vysoce kvalitní krmivo pro zvířata. Pohanka sklizená jako seno má podobný obsah proteinů jako kukuřičná siláž a vláknina a celková stravitelnost in vitro je podobná vojtěškovému senu, závisí ale na době zvolené ke sklizni. Zrno pohanky bylo v historii užíváno částečně i jako krmivo pro drůbež. Pohankový šrot je bohatý na bílkoviny, tuk a minerální látky a pokud se nekrmí ve velkém množství nebo jen jako koncentrát, je velmi dobrým krmivem pro skot [2].

2.3.5 Pohanka jako medonosná plodina

Pohanka nejlépe meduje v první třetině kvetení při teplotách 20-24 °C a vlhkosti vzduchu 60-80 %. Pohankový med je tmavý s velmi silnou specifickou kořeněnou chutí a výraznou pohankovou vůní. Obsah glukózy v pohankovém medu se pohybuje v rozmezí 58-78 %,

neobsahuje sacharózu. Pohankový med obsahuje řadu stopových prvků a působí antibakteriálně. Na rozdíl od ostatních medů vykazuje vysoký obsah vody. Pohankový med bývá proto doporučován jako podpůrný prostředek při léčbě cévních, srdečních, nervových a jiných onemocnění [2].

2.4 Zdravotní účinky pohanky

Řada studií prokázala pozitivní vliv pohanky na lidské zdraví, a to díky vysokému obsahu esenciálních živin a bioaktivních složek. Pohanka má vyváženou skladbu aminokyselin. Celkem pohanka obsahuje 18 různých aminokyselin. Obsah lysinu, který hraje významnou roli v prevenci aktivizace herpetických virů (původce oparů), je ve srovnání s ostatními obilovinami 3-4 násobně vyšší. Lysin zvyšuje obranyschopnost organismu i proti jiným virovým onemocněním a umožňuje snadnou obnovu bílkovin tělu vlastních. Bílkoviny pohanky jsou lehce stravitelné. Pohanka je dietní potravinou pro pacienty trpící celiakií, protože neobsahuje lepek, na který jsou tyto osoby alergické. [2,8,68].

Ze zdravotního hlediska jsou významné některé frakce škrobu. Patří zde pomalu stravitelný a rezistentní škrob, který má podobné účinky jako vláknina. Tyto frakce škrobu jsou nutričně důležité pro diabetiky, protože zplošťují glykemickou křivku [1,2,68].

Konzumace pohanky hraje důležitou úlohu v prevenci a léčení vysokého krevního tlaku a zvýšené hladiny cholesterolu, protože obsahuje vysoký podíl vlákniny [68].

Ze zdravotního hlediska je důležitý vysoký obsah vícenenasycených mastných kyselin. Největší podíl připadá na esenciální kyselinu linolovou, která se podílí na snižování hladiny krevního cholesterolu a prevenci proti ateroskleróze. Lipidy pohanky obsahují také fyziologicky aktivní rostlinné steroly, které snižují vstřebávání cholesterolu z potravy [8,68].

Loupaná pohanka obsahuje značné množství lecitinu (až 0,5 %), který podporuje regeneraci mozkové kůry [2].

Semeno pohanky obsahuje důležité minerální látky jako je např. zinek, měď a železo. Tyto prvky jsou esenciální tedy nepostradatelné pro lidský organismus. Zinek je důležitý pro udržování hladiny vitamínu A v krevní plazmě. Měďnaté ionty jsou součástí aktivních center řady enzymů. Železo se účastní transportu kyslíku krevním řečištěm a skladování kyslíku ve svalové tkáni. Draslík, vápník, hořčík a fosfor jsou taktéž důležitou součástí pohanky. Draslík spolu se sodíkem udržuje s chlorem jako protiiontem osmotický tlak tekutin vně i

uvnitř buněk a acidobazickou rovnováhu. Vápník kromě stavební funkce má účast na nervové a svalové činnosti. Vápník je nezbytný i pro srážlivost krve. Řada metabolických dějů je regulována vápenatými ionty prostřednictvím jejich vazby na sérový polypeptid kalmomodulin, který ovlivňuje aktivitu některých enzymů. Fosfor má kromě funkce stavební také velký význam v energetickém metabolismu a dále má funkci aktivační, regulační a katalytickou [1,8,38,39,40].

Mezi vitamíny obsažené v pohance patří hlavně vitamíny skupiny B. Obsah vitamínů B₁ a B₂ pomáhá tělu aktivovat energii podporující činnost nervů [39,46].

Další významnou látkou obsaženou v pohance je cholin, který regeneruje jaterní buňky po poškození chorobami a alkoholem. Zároveň napomáhá při odbourávání nahromaděného tuku v játrech [8,68].

Pohanka je ceněna pro svůj vysoký obsah bioflavonoidu rutinu, obsaženého v zelených částech rostliny, ale také v zrnech i slupkách. Působí léčivě na cévy v celém organismu. Vrací jim pružnost a spolu s vitamínem E léčí na cévách chorobné změny. Zmírňuje potíže s křečovými žilami na nohou. Účinek rutinu násobí vitamín C, proto je vhodné jíst k pohance syrovou zeleninu. Rutin s vitamínem C snižuje riziko trombózy, infarktu či mozkové mrtvice [8].

Méně jsou známy účinky při léčbě diabetu, působení na imunitu organismu a gastrointestinální trakt [69].

Z pohankových natí a slupek se vyrábějí čaje. Pohanka se pro čaj sbírá před květem, protože v tomto období obsahují pohankové natě nejvíce rutinu. Sušené pohankové natě obsahují 100 krát více rutinu než pohankové nažky [12,48].

3 PROSO SETÉ

Proso (*Panicum miliaceum* L.) je vedle pšenice a ječmene jednou z nejstarších kulturních rostlin. Jeho domovinou je střední a východní Asie. Jde o velmi starou plodinu. Její obilky byly nalezeny na různých místech Evropy v kolových stavbách a v sídlištích pocházejících již z doby kamenné. Používání prosa bylo doloženo již v období druhého a třetího století našeho letopočtu v dnešním Rusku, Ukrajině a Bělorusku. Proso je velmi rozšířené též v Číně, Mandžusku a jihovýchodním Mongolsku [6,70].

S expanzí Slovanů na západ se i na našem území stalo ve středověku proso jednou z hlavních plodin. Pozdější ústup pěstování prosa v 18. století souvisel se změnou struktury potravy. Od poloviny tohoto století se začaly pěstovat brambory, které vytlačily ze stolu kašovitě pokrmy, a tím i prosnou kaši z loupaných obilek – jáhel. Z prosa se sice připravoval chléb, který ale rychle vysychal, a tak nemohl konkurovat chlebu z žita a pšenice [1,2,70].

V období novověku bylo proso vytlačováno výnosnějšími plodinami především pšenicí a žitem, později rýží a kukuřicí [6,70].

Prosné obilky zbavené tvrdých obalů (pluch) se nazývají jáhly. Jáhly se mohou zpracovávat na prosnou mouku, ze které se dříve pekly placky a chléb. Drcením jáhel vzniká prosná krupice. Dalším výrobkem mohou být vločky, také extrudované výrobky z prosa. Dříve se z prosa vyrábělo i pivo a lihovina [9,70].

Jáhly jsou dobře stravitelné, výživné a chutné. Mají větší sytivost v porovnání s brambory a příznivý poměr živin, blížíci se doporučenému poměru bílkovin, tuků a sacharidů [1].

3.1 Botanická charakteristika prosa setého

Botanicky patří proso (*Panicum miliaceum* L.) do třídy rostlin jednoděložných (*Monocotyledoneae*), řádulipnicokvětých (*Poales*), čeledi lipnicovitých – Poaceae, (trav. *Graminae*), rodu *Panicum* – proso [6].

Rostlina prosa má kořeny, které se rozvětvují převážně v orniční vrstvě. Stéblo bývá válcovité až slabě zploštělé, pokryté chloupky. Kolénka rozdělují stéblo na články (internodia) se

žlábkovitou prohloubeninou, přikrytou poševní částí listu, pod níž se někdy vytvářejí postranní stébla s latou. Naše povolené odrůdy patří do skupiny odrůd středně vysokého až vysokého vzrůstu. Výška stébel kolísá od 85 do 145 cm. Pochvy listů s chlupy na bradavkách jsou přitisklé ke stéblu, čepele listů jsou ploché, čárkovitě kopinaté, zašpičatělé a hlavně nervem rozdělené na dvě souměrné části, jazýček je krátký s proužkem chlupů, ouška chybějí. Délka listů je značně kolísavá a pohybuje se v rozmezí 2č až 52 cm [6].

Stéblo nese na svém vrcholku květenství – latu. Délka laty kolísá od 23 do 32 cm. Lata je bohatá, složená z vlastní osy a z ní vyrůstajících větví, které se dále samy větví [6].



Obr. 5. Proso seté (*Panicum miliaceum* L.)

U basí větévek zaústujících do hlavní osy jsou parenchymatické ztlustěliny, tzv. polštářky. Větévky laty jsou tenké a drsné. Klásky mají tvar vejčitě eliptický, zbarveny jsou světlezeleně nebo jsou nafialovělá, jednokvěté (druhý květ zůstává zakrnělý). Plevy jsou tři, lysé, vynikle žilnaté, mázdřité, bezosinné. Kvítek má tři tyčinky a semeník se dvěma pérovitými bliznami [6].



Obr. 6. Zrno prosa setého

Zrno, které se vyvine z horního normálně plodného kvítka, je obaleno nepřirůstající pluchou, opadajícími při opracování zrna. Obě jsou chrupavčité, tvrdé, hladké, lesklé, různě zbarvené. Na rozdíl od našich hlavních obilovin nemá zrno prosa podélnou rýhu. Tvar zrna může být kulatý, oválný nebo podlouhlý (méně vyhovující pro větší odpad při loupání). Absolutní váha zrna povolených odrůd souvisí bezprostředně s velikostí zrna a pohybuje se v průměru od 5 do 6,3 g [6].

Obilka se skládá z oplodí, osemení a moučného jádra – endospermu. Ve spodní části obilky leží klíček, který tvoří asi 16,5 % hmotnosti obilky. U prosa se bere v úvahu i pevně přisedlé pluchy, které vytvářejí vnější vrstvu. Oplodí tvoří asi 8,4 % z hmotnosti obilky [2].

Barva oplodí je převážně žlutá, což souvisí s obsahem karotenů. Osemení pokrývá endosperm, je tenké, tvoří je vrstva buněk barevných a vrstva buněk skelných. Vlastní endosperm pak tvoří 75 % z hmotnosti obilky a je složen z aleuronové vrstvy, která není tak mohutná jako u jiných obilovin. Volně rozmístěné velké buňky endospermu jsou vyplněny škrobovými zrny a zrněčky bílkovin [2].

3.1.1 Pěstování prosa

Délka růstové doby je významnou hospodářskou vlastností. U prosa činí určení plné zralosti, a proto i délky růstové doby značné obtíže pro nestejněmorné dozrávání. V popise odrůd se proto rozumí plnou zralostí to stádium, kdy na hlavní latě začíná hnědnout její horní část, zrna jsou již vyvinutá do odpovídajícího tvaru, dobře vybarvená a lesklá, zatím co ve střední části laty jsou zrna ve voskové zralosti [6].

Rozhodující vliv na délku vegetační doby má délka dne a teplota vzduchu v dané oblasti. Pro proso je optimální teplota 25-30 °C, pro délku vegetace je významná teplota na začátku vegetace. Klíčení prosa začíná při teplotě 8-10 °C, s rostoucí teplotou se urychluje [2].

Proso se vysévá většinou až v květnu nebo i v červnu, kdy jsou vhodné teplotní podmínky pro vyklíčení [9].

Na délku růstové doby působí ve větší míře tepelné a půdní podmínky, na něž je proso jako teplomilná rostlina mnohem citlivější než ostatní obiloviny. Naše povolené odrůdy patří do skupiny raných odrůd, s kolísáním růstové doby od 76 do 116 dnů [6].

Proso není na půdu příliš náročné, ale nejlépe se mu daří v lehčí, písčitohlinité půdě [9].

3.2 Chemické složení prosa

Proso je díky své nutriční hodnotě, která převyšuje v průměru všechny ostatní běžné cereálie, stále více vyhledávanou obilovinou. Nachází uplatnění jako funkční potravina. Proso je bohaté na bílkoviny a esenciální aminokyseliny a má vyšší podíl esenciálních aminokyselin než pšenice, žito, ječmen a oves. Proso obsahuje vysoký podíl škrobu a vlákniny, je ceněno

pro své zastoupení zdravotně významných mastných kyselin v tuku. Poměr základních živin jako jsou bílkoviny, sacharidy a tuky se blíží doporučenému optimu. Proso neobsahuje lepek a tudíž je vhodné pro bezlepkovou dietu [1,2,71].

Za významné minerální prvky se v jáhlech považuje fosfor a draslík, dále pak vápník, sodík, hořčík, železo, měď a zinek. Proso obsahuje vitamíny skupiny B, kromě vitamínu B₁₂ [1,2].

Chemické složení prosa (od různých autorů) je uvedeno v Tab. 10.

Tab. 10. Chemické složení prosa podle různých autorů [1,2]

Autor, původ vzorku, rok	Bílkoviny (%)	Tuky (%)	Vláknina (%)
KALINOVÁ, [92], průměr 8 odrůd	13,1	4,0	9,9
KALINOVÁ, [92], tříletý průměr	13,0	4,0	9,7
OELKE et al., [93], USA	12,0	4,0	8,0
MICHALOVÁ, [26]	10-11	3,7-4,6	9-11

Chemické složení prosa závisí na podnebných podmínkách v roce sklizně, oblasti pěstování, vlastnostech půdy. Obsah aminokyselin v prosu je dáno odrůdou, místem pěstování a počasím v daném roce [2].

3.2.1 Bílkoviny prosa

Obsah bílkovin u prosa se pohybuje v rozmezí 10-14 %. Starší údaje uvádějí kolem 10-11 %, novější 13-14 % [1,2].

Petr et al. (2003) zjistili vyšší podíl rozpustných frakcí albuminů a globulinů v obilkách prosa (13,1 %), než nerozpustných frakcí – protaminů 6,6 % a glutelinů 12,6 %. Rozpustné frakce jsou nositeli esenciálních aminokyselin a předurčují možnost využití prosných jáhel k dietě při celiakii [18,72].

3.2.1.1 *Aminokyseliny*

Proso má vyšší podíl esenciálních aminokyselin než pšenice, žito, ječmen i oves. Má vyšší aminokyselinové skóre než pšenice, žito a kukuřice. Rozdíl v obsahu jednotlivých aminokyselin je dán odrudovými rozdíly, místem pěstování a průběhem počasí v daném roce. Hnojení se na obsahu aminokyselin u prosa neprojevalo [1,2].

Ačkoli bílkovinný obsah je podobný pšenici, je v prosu významně vyšší obsah esenciálních aminokyselin jako je leucin, isoleucin a methionin. Vysoký obsah byl zjištěn také u valinu, avšak nízké množství bylo zjištěno u esenciálních aminokyselin lysinu, threoninu, argininu, glycinu a také tryptofanu, který byl obsažen marginálně [73].

Aminokyselinové složení prosa uvádí Tab. 11. (podle různých autorů). Celkové množství esenciálních aminokyselin je 41,1 g/kg a celkové množství všech aminokyselin je 98,1 g/kg. Index esenciálních aminokyselin odpovídá 67 % a aminokyselinové skóre pro limitní aminokyselinu je 53 %. Limitující aminokyselinou prosa je lysin [1,2,25,26,74].

Tab. 11. Skladba aminokyselin prosa [25,26,74]

Aminokyseliny	Serna-Saldivar, Rooney [74] (g/kg)	Michalová [26] (g/kg)	Kalinová [25] (g/kg)
Valin	4,0-6,5	3,7-5,6	4,7-6,6
Leucin	10,6-15,4	13,9-17,1	12,5-13,9
Isoleucin	3,1-6,5	3,4-4,8	4,2-6,0
Threonin	2,3-4,5	3,1-3,9	3,9-4,3
Methionin	1,3-2,6	2,7-3,6	2,1-2,3
Lysin	1,4-4,3	1,8-2,2	2,9-3,4
Fenylalanin	4,3-5,6	6,6-7,8	5,6-6,8
Tryptofan	0,6-1,7	-	-
Arginin	3,7-6,3	3,6-4,7	4,1-4,6
Histidin	1,8-2,9	2,1-2,9	2,3-3,9
Glycin	1,7-2,5	2,6-3,2	4,0-4,7
Alanin	3,9-12,2	12,1-14,0	9,7-10,6
Serin	4,8-6,9	5,5-7,1	4,4-5,2
Cystein	0,5-2,8	1,1-1,6	-
Asparagová kyselina	6,5-10,0	10,4-12,5	10,6-12,0
Glutamová kyselina	6,5-10,0	10,4-12,5	10,6-12,0
Tyroxin	1,8-4,0	2,4-4,0	3,3-6,3
Prolin	5,3-10,4	9,0-10,6	1,8-2,2

3.2.2 Sacharidy prosa

Podle Janovské a kol. [75] obsahuje proso 70-73 % sacharidů z toho činí 9-11 % vláknina a škrob tvoří 62-66 % [75].

Moudrý a kol. [2] uvádějí, že obsah škrobu v prosu činí 68-76 %, který se skládá z amylosy (26,3-28,4 %) a amylopektinu (72,0-73,7 %). Má vysokou vaznost vody. Škrobová zrna jsou šestihránná o velikosti 1,3-17,5 μm . Proso obsahuje 0,04 – 0,12 % rafinózy a 0,48-0,90 % sacharózy [1,2].

Podle FAO je obsah amylasy v prosu 28,2 %. Obsah rafinózy činí 0,08 g/100 g a sacharózy 0,66 g/100 g [76].

3.2.3 Lipidy prosa

Obsah tuku v prosu v podmínkách ČR se pohybuje kolem 4 %. Michalová [34] u 6 odrůd prosa zjistila průměrně 4,3 % tuku [1,2,26].

Obsah tuků v prosné mouce je podstatně vyšší než v mouce pšeničné. Obsah volných lipidů v prosné mouce se pohybuje v rozmezí 3,20-4,06 % a v otrubách prosa 3,45–6,84 %. Vázané lipidy prosné mouky jsou obsaženy v množství 0,47–0,89 % a u prosných otrub je to 0,30-0,70 %. Významně jsou v prosné mouce zastoupeny triacylglyceridy. V menším množství jsou obsaženy diglyceridy, steroly, volné mastné kyseliny a estery sterolů [77].

Nejvýznamněji zastoupenou mastnou kyselinou volných lipidů v prosné mouce a otrubách je linolová kyselina, dále olejová a palmitová kyselina. Tyto tři mastné kyseliny reprezentují přes 90 % mastných kyselin prosné mouky a otrub. Linolová a olejová kyselina jsou zastoupeny v nepatrně větším množství a palmitová kyselina je obsažena v nepatrně menším množství v otrubách při porovnání s prosnou moukou. Rozdíly v obsahu mastných kyselin mezi odrůdami prosa jsou malé. Obsah jednotlivých mastných kyselin v prosné mouce a otrubách je uveden v Tab. 12 [77].

Michalová u šesti odrůd prosa zjistila 4,3 % tuku s následující skladbou mastných kyselin: kyselina palmitová 6,6 %, palmitoolejová 0,24 %, stearová 1,43 %, olejová 22,7 %, linolová 66,7 %, α -linolenová 1,22 %, arachidonová 0,52 % a eikosenová 0,55 % [1,2,26].

Tab. 12. Obsah mastných kyselin (%) v prosné mouce a otrubách [77]

Mastné kyseliny	16:0 palmitová	18:0 stearová	18:1 olejová	18:2 linolová	18:3 α -linolenová	20:4
Prosná mouka	7,16	1,63	24,15	63,57	2,16	0,36
Prosné otruby	6,30	1,49	25,27	63,88	1,74	0,14

3.2.4 Minerální látky obsažené v prosu

Za významné esenciální prvky prosa se považují železo, měď a zinek. Obsah železa je vyšší než u ostatních obilovin [1,2,25,26,75].

Obsah jednotlivých minerálních látek v jáhlech prosa v porovnání s doporučenými denními dávkami uvádí Tab. 13 [1,2].

Tab. 13. Obsah minerálních látek v pohankových jáhlech (mg/kg) a doporučené denní dávky minerálů (mg) [2]

Prvek	Fe	Cu	Zn
Prosné jáhly[mg/kg]	46,8	6,1	25,6
Doporučená denní dávka [mg]	14	1,5-3,0	15

Z tabulky je patrné, že proso je bohaté na železo, a proto je doporučováno pro pacienty se sklonem k chudokrevnosti. Obsah železa v prosu je 46,8 mg/kg. U pohanky je obsah železa podstatně nižší a to 24,8 mg/kg. Proso je také velmi dobrým zdrojem mědi a zinku. Obsah mědi a zinku v prosu je vyšší než u pohanky, která obsahuje 4,6 mg/kg mědi a 23,4 mg/kg zinku. Měďnaté ionty jsou součástí aktivních center řady enzymů a zinek se podílí na katalýze reakcí v mnoha metabolických drahách. Zinek také tvoří komplexy s peptidovým hormonem pankreatu insulinem. Naopak proso obsahuje v porovnání s pšenicí a pohankou malé množství vápníku, draslíku a hořčíku.

3.2.5 Vitaminy v prosu

Proso je významným zdrojem vitaminů skupiny B, kromě vitaminu B₁₂. Proso má vyšší obsah vitaminů B₁ a B₂ než v ostatních obilovinách. Tyto vitaminy jsou obsaženy hlavně v aleuronové vrstvě. Vitaminy rozpustné v tucích jsou obsaženy v klíčku. Proso má větší množství vitaminu A než ostatní obiloviny [1,2,75].

Porovnání obsahu jednotlivých vitaminů v prosu, pohance a pšenici je popsáno v tabulce 14.

Tab.14. Porovnání obsahu vitaminů v prosu, pohance a pšenici [2,39,42]

	Proso seté (mg/kg)	Pohanka (mg/kg)	Pohanka (mg/kg)	Pšenice (mg/kg)	Doporučená denní dávka (mg)
		Odrůda Pyra	Odrůda Gema		
B₁	6,3	4,3	3,9	0,6-5,5	1,4
B₂	2,2	1,1	1,1	0,2-1,2	1,6
Niacin	18,2	61,0	54,0	9,0-57	18
B₅	11,0	12,5	11,9	8,0-13	6

Z uvedené tabulky vyplývá, že obsah vitaminu B₁ v pohance je nižší než u prosa a pšenice. Vitamin B₂ je v největším množství zastoupen v prosu. Naopak v prosu je podstatně méně niacinu než v pšenici a pohance. Zastoupení kyseliny pantotenové (B₅) v prosu, pohance a pšenici je vyrovnané.

3.2.6 Antinutriční látky prosa

Údaje o obsahu antinutričních látek se u jednotlivých literárních zdrojů liší. Moudrý a kol. uvádí, že v prosu nejsou antinutriční látky zastoupeny. Naopak Kopáčková uvádí, že v prosu byly zjištěny trypsinové inhibitory, které mohou negativně ovlivnit stravitelnost bílkovin [2,71].

3.3 Technologické zpracování prosa a jeho využití

Technologicky se zpracovávají prosná zrna, která odpovídají požadované jakosti. Pro dodávky prosa z domácí produkce mezi tuzemskými organizacemi platí oborová norma ON 46 1251. Kromě požadavků v této normě musí proso odpovídat požadavkům uvedených v ČSN 46 1010 [2].

Proso musí být zdravé, vyzrálé, bez škůdců a cizích pachů, schopné obvyklého způsobu použití [2].

Loupání prosa se provádí obrušováním na kašníku (jahelce) a leštěním krup na polírce. Zbaví se tak přebytečného tuku v klíčcích a dostanou pěkný vzhled. Matné jáhly jsou většinou žluté. Tyto procesy tvoří základní výrobní operaci, jejich cílem je odstranit povrchové vrstvy prosa a dokonale upravit povrch jáhel. Prosná mouka se vyrábí mletím jáhel na válcových stolicích. Před balením se provádí kontrola feromagnetických nečistot všech jahelných výrobků [2,78].

Hlavním výrobkem mlynářského zpracování prosa jsou jáhly, dále prosná mouka, krupice a vločky. Na trhu jsou ještě další výrobky jako např. extrudované výrobky z prosa. Jakostní jáhly musí odpovídat těmto parametrům: vlhkost 15 %, nečistoty (minerální) 0,15 %, cizí semena max. 0,2 %, neoloupaných obilí max. 2 % [1,2,78].

Vedlejším produktem je krmné proso, prosné otruby, prosná krmná mouka, prosný prach a pokrutiny [2].

Důležitým údajem je výtěžnost jáhel, která závisí na podmínkách pěstování a průběhu počasí. Ve vlhkých letech je menší, v sušších vyšší. Michalová uvádí výtěžnost 45-68 %, u tříděného prosa i více [2,79].

Proso, které se zpracovává na jáhly, mouku, vločky a jiné potravinářské produkty má i jiná využití [2]:

- používá se v dietě při celiakii
- má vysokou krmnou hodnotu

3.3.1 Proso v dietě při celiakii

Celiakie (celiakální spue, glutensenzitivní enteropatie) je onemocnění, které v ČR postihuje asi 100 000 lidí. Jde o celoživotní postižení, při kterém je nutno dodržovat bezlepkovou dietu. Znamená to vyloučení potravin z hlavních obilných druhů tzv. I. skupiny obilnin, jako je pšenice, žito, ječmen a oves. Naopak obiloviny II. skupiny (teplomilné a krátkodenní) mají takovou skladbu proteinů, že jsou vhodné pro tuto dietu, např. kukuřice a rýže. Petr et al. sledovali široký soubor odrůd čiroku, prosa, bėru vlašského, rosičky a ježatky právě k využití pro dietu v celiakii. Pro dietu při celiakii je stanoven limit obsahu gliadinů v potravinách do 10 mg na 100 g sušiny vzorku. Z analýz se potvrdilo, že proso a výše uvedené teplomilné obilniny jsou pro bezlepkovou dietu vhodné [1,2,17].

3.3.2 Proso jako krmivo

Použití obilok prosa k přímému krmení není běžné. V minulosti se používalo ke krmení koní, prasat a plemenných zvířat. V malých hospodářstvích se proso využívalo ke krmení kuřat. Nelze opomenout využití prosa ke krmení exotických ptáků. Ke krmným účelům se používá i prosná sláma, která je podle krmivářů hodnotná a blíží se horšímu senu. Proso jako jednoletá pícnina poskytuje zelené krmení, seno i siláž [2].

3.4 Zdravotní účinky prosa

Proso je ceněno pro svoji vysokou výživovou hodnotu a některé zdravotní účinky na lidský organismus. Poměr základních živin jako jsou bílkoviny, sacharidy a tuky se blíží doporučenému optimu. Proso je bohaté na bílkoviny a obsahuje velmi důležité a pro život nezbytné esenciální aminokyseliny. Podíl esenciálních aminokyselin je vyšší než je v pšenici, žitu, ječmeni a ovsu. Je bohaté zejména na leucin, isoleucin a methionin. Proso má vhodné složení bílkovinych frakcí obsahuje velmi nízké množství gliadinů a to méně než 10 mg ve 100 g sušiny prosa, proto je vhodné pro pacienty postižené celiakií.

Proso má nízký obsah jednoduchých cukrů a naopak vysoký obsah škrobu, což je důležité, neboť tyto vlastnosti mají pozitivní vliv na glykemický index. Proso obsahuje také vlákninu, která má pozitivní vliv na motilitu (pohyblivost) střev a zlepšuje zažívání, zvětšuje objem potravy, zabraňuje obezitě, snižuje cholesterol a preventivně chrání proti rakovině tlustého střeva.

Obsah tuků v prosné mouce je vyšší než u mouky pšeničné. Proso je bohaté na obsah lino-
lové kyseliny, která je důležitá ve výživě proto, že snižuje hladinu LDL frakce. Proso bývá
doporučováno pro výživu při rekonvalescenci, výživu dětí v období růstu, studujících a
těžce pracujících.

Proso obsahuje důležité minerální látky. Má velmi vysoký obsah železa v porovnání s po-
hankou a běžnými obilovinami, proto je doporučováno pro pacienty s chudokrevností. Vy-
niká také vysokým obsahem mědi a zinku. Měďnaté ionty jsou součástí aktivních center
enzymů. Zinek tvoří komplexy s peptidovým hormonem pankreatu insulinem.

Proso je bohaté na vitaminy skupiny B, které jsou nepostradatelné pro správnou činnost
nervové soustavy, zabraňují zánětlivým změnám kůže a sliznic, poruchám funkce trávicího
ústrojí a mentálním poruchám.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo stanovení analytických parametrů ve vybraných pohankových a jáhlových výrobcích.

1. Formou literární rešarže zpracovat téma o pohance a prosu - jejich popis, složení, vlastnosti, zdravotní účinky a využití.
2. Stanovit analytické parametry – obsah sušiny, popela, celkový obsah dusíkatých látek, obsah neutrálně detergentní vlákniny v 7 vybraných pohankových produktech (pohankové vločky, pohanka loupaná kroupy, pohankové vločky instantní, pohankové křupky, pohanková mouka, pohanková mouka celozrnná, pohanka ve varných sáčcích) a v 4 produktech z prosa (jáhlové vločky instantní, jáhly Bio, vločky jahelné Bio, jáhlové pukance).
3. Stanovit aminokyselinové složení u 3 pohankových výrobků (pohanka ve varných sáčcích, pohanková mouka, pohanková mouka celozrnná) a 2 jahelných výrobků (jáhly celé, jahelná mouka).

5 MATERIÁL A METODY

5.1 Použitý materiál

Vzorky použité pro jednotlivá stanovení byly zakoupeny v prodejnách zdravé výživy. Označení vzorků, jejich komerční název, výrobce a původ udává Tab. 15.

Tab. 15. Seznam a označení použitých vzorků

Komerční název	Označení vzorku	Výrobce Země původu
Pohankové výrobky		
Pohankové vločky	1	Bio harmonie PRO-BIO, Staré Město. Původ: Čína
Pohanka loupaná kroupy	2	Bio harmonie PRO-BIO, Staré Město. Původ: Čína
Pohankové vločky instantní	3	Arax, Inter Areal, Humpolec. Původ: Ukrajina
Pohankové křupky natural	4	Šmajstrla, Frenštát pod Radhoštěm. Původ: ČR
Pohanková mouka	5	Šmajstrla, Frenštát pod Radhoštěm. Původ: ČR
Pohanková mouka celozrnná	6	Šmajstrla, Frenštát pod Radhoštěm. Původ: ČR
Pohanka ve varných sáčkích	7	Natural, Jihlava. Původ: ČR

Jahelné výrobky		
Jáhlové vločky instantní	8	Arax, Inter Areal Humpolec. Původ: Ukrajina
Jáhly Bio	9	Country life s.r.o, Beroun. Původ: Čína
Vločky jahelné Bio	10	Country life s.r.o, Beroun. Původ: Rakousko
Jáhlové pukance	11	Bio harmonie PRO-BIO, Staré Město. Původ: Nizozemsko
Jahelná mouka hrubá	12	Natural, Jihlava. Původ: Slovensko

5.2 Použité chemikálie a pomůcky

5.2.1 Stanovení sušiny a popela

Pomůcky a přístroje:

- hliníkové misky
- spalovací porcelánové misky
- laboratorní sušárna (Venticell, BMT ČR)
- elektronická muflová pec (Elektrické pece Svoboda, typ 018 LP)
- exikátor
- analytické váhy (OHAUS)

5.2.2 Stanovení celkových dusíkatých látek

Chemikálie:

- H_2SO_4 (p.a., výrobce: Fischer Scientific)
- H_2O_2 (p.a., výrobce: Fischer Scientific)
- směsný katalyzátor $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ (poměr 10:1)
- NaOH (p.a., výrobce: Fisher Scientific)
- destilovaná voda
- H_3BO_3 (p.a., výrobce: Fisher Scientific)
- Tashirův indikátor
- HCl (p.a., výrobce: Fisher Scientific)

Pomůcky a přístroje

- analytické váhy (OHAUS)
- mineralizační zkumavky
- mineralizátor Bloc Digest 12
- automatická destilační jednotka Pro – Nitro 1430

5.2.3 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Chemikálie:

- aceton
- neutrálně detergentní roztok
- destilovaná voda
- α -amylasa

Pomůcky a přístroje:

- filtrační sáčky (ANKON)
- analytické váhy (OHAUS)

- zařízení na zatavení filtračních sáčků
- Fiber analyzer ANKOM technology
- elektrická sušárna (Venticell, BMT ČR)
- muflová elektrická pec (Elektrické pece Svoboda, typ 018 LP)
- porcelánové spalovací misky

5.2.4 Stanovení aminokyselinového složení

Chemikálie:

- fyziologický roztok
- H_2SO_4 (p.a., výrobce: Fischer Scientific)
- H_2O_2 (p.a., výrobce: Fischer Scientific)
- NaOH (p.a., výrobce: Fisher Scientific)
- H_3BO_3 (p.a., výrobce: Fisher Scientific)
- pufr sodnocitrátový (pH 2,2)
- kyselina mravenčí
- Tashirův indikátor
- HCl (p.a., výrobce: Fisher Scientific)

Přístroje:

- analytické váhy (OHAUS)
- automatický aminokyselinový analyzátor AAA 400 (Ingot, Praha)
- olejová lázeň
- vakuová rotační odparka

5.3 Metodika stanovení

Před vlastním stanovením byly vzorky vyžadující úpravu homogenizovány v mixeru, pro dosažení rovnoměrné konzistence a homogenity vzorku.

5.3.1 Stanovení vlhkosti a sušiny pohanky a prosa

Obsah sušiny nebo vlhkosti je základní charakteristickou hodnotou. ČSN pro jednotlivé výrobky předepisuje buď nejnižší obsah sušiny (většina výrobků), nebo nejvyšší obsah vody.

Mezi obsahem sušiny udávaným v procentech (p_s) a vlhkostí (p_v) platí vztah:

$$p_s = 100 - p_v$$

Sušina reprezentuje zbytek získaný vysušením navážky vzorku při předepsané teplotě za podmínek metody. Odpařená část se označuje jako vlhkost.

Přesné určení sušiny nebo vlhkosti je analyticky poměrně obtížné, protože voda je ve výrobcích jednak volná, jednak různě vázaná. Odpaření volné vody, která představuje hlavní podíl, je poměrně snadné. Vázaná voda je buď koloidně vázaná (hlavně na bílkoviny), nebo je vázaná krystalicky. Vázaná voda se odpaří neúplně. Navíc výsledek stanovení ovlivňují vysoušecí teploty: některé těkavé složky těkají současně s vodní parou, jiné složky mohou spolu reagovat (jde hlavně o Maillardovy reakce mezi cukry a bílkovinami, případně o oxidaci probíhající na dvojných vazbách nenasyčených mastných kyselin v tukové složce). Tyto změny probíhají v různé míře v závislosti na vysoušecích teplotách a na době jejich působení [80].

Používané metody jsou vesměs definiční neboli uzanční, a proto se musí dodržovat metodický návod, a u výsledků se musí uvádět použitá metoda.

Podle zvoleného postupu a principu lze metody rozdělit do několika skupin [80]:

1. Metody, při kterých se navážka vzorku vysouší při přesně určené tzv. konstantní teplotě v sušárně v přesně vymezených podmínkách a úbytek hmotnosti se zjišťuje vážením. Patří sem metody přesné, které jsou současně metodami rozhodčími.
2. Metody používající k vysoušení vyšších teplot, popř. i jiných zdrojů tepla (kahan, vařič, lampy s infračerveným zářením). Úbytek hmotnosti se rovněž zjišťuje váže-

ním, ale s nižším nárokem na přesnost. Jsou to metody technické a provozní s nižším nárokem na reprodukovatelnost, jsou však rychlejší.

3. Nepřímé metody, které určují obsah sušiny (vlhkosti) z jiných stanovených fyzikálně chemických hodnot nebo vlastností, které s obsahem sušiny (vlhkosti) korespondují.

Při volbě metody je nutné uvádět požadovanou přesnost a účel použití získaných výsledků [80].

Princip:

Obsah sušiny a vlhkosti u pohanky a prosa byl stanoven přesnou vázkovou metodou. Jde o metodu rozhodčí, definiční (uzanční), při níž se navážka vzorku vysouší v předepsaném rozmezí teplot a při dodržení předepsaných podmínek do konstantní hmotnosti kontrolované v určených časových intervalech [80].

Pracovní postup:

Do zvážených hliníkových misek, které byly nejdříve vysušeny při 105 °C, bylo naváženo 10 g vzorku s přesností na 0,0001 g. Vzorek pohanky nebo prosa byl rozprostřen do stejnoměrné vrstvy na dno misky a miska se umístila v sušárně s odklopeným víčkem. Vzorky byly sušeny při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Po vysušení byly misky ještě v sušárně uzavřeny a vloženy do exikátoru. Po ochlazení v exikátoru byly zváženy s přesností na čtyři desetinná místa [81,82].

Výpočet:

Obsah vlhkosti v hmot. % se vypočítal podle vzorce:

$$p_v = [(m_1 - m_2)/(m_1 - m_0)] * 100$$

kde m_0 – hmotnost vysušené prázdné misky [g]

m_1 – hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením [g]

m_2 – hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

Sušina pohanky a prosa v hmot. %:

$$p_s = 100 - p_v$$

5.3.2 Stanovení obsahu popela pohanky a prosa

Obsah popela souvisí se stupněm vymletí. Proto pod pojmem popeloviny se rozumí zpravidla obsah minerálních látek přenesených do mouky ze zrna, a to převážně z jeho obalových partií. Jsou to především draselné, sodné, vápenaté a hořečnaté soli fosforečnanů, hydrogenfosforečnanů, dihydrogenfosforečnanů, síranů, chloridů, uhličitanů, křemičitanů apod [81].

Princip:

Popelem se rozumí množství nespalitelných anorganických látek, které zůstanou po spálení zkoušeného vzorku. Spálení se provádí v elektrické peci při teplotě $900 \pm 50^\circ\text{C}$. Zkoušený vzorek se spálí bez přísad (rozhodčí stanovení). Nespálený zbytek se zváží [81].

Pracovní postup:

Předem vyžíhaný vychladlý porcelánový kelímek se zvážil na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Pak se do něj navázilo s přesností na 4 desetinná místa asi 1 g vzorku. Miska se vložila dovnitř pece, nejdříve se však musel její obsah spálit, a pak se zpopelnil při teplotě 900°C asi 3 hodiny, bez výskytu černých částí, které charakterizují nedokonalé spálení. Po dokonalém spálení se kelímek v exikátoru nechal vychladnout. Pak se zvážil na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa [81].

Výpočet:

Obsah popela v hmot. % se vypočítal podle vzorce:

$$p = [(m_p - m_0)/(m_v - m_0)] * 100$$

kde m_p – hmotnost kelímku s popelem [g]

m_0 – hmotnost prázdného kelímku [g]

m_v – hmotnost kelímku s navážkou vzorku [g]

Obsah popela se vyjadřuje vztažený na sušinu.

Obsah popela v sušině se vypočítá [%]:

$$p_s = (p/S) * 100$$

kde p – obsah popela [hmot. %]

S – sušina [hmot. %]

5.3.3 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek pohanky a prosa metodou podle Kjeldahla s úpravou podle Winklera

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky (biopolymery), které jsou složeny z dusíkatých látek. Základem jejich molekuly je polypeptidový řetězec vytvořený stem až několika tisíci aminokyselin. V bílkovinách se nachází zhruba 90 % aminokyselin přítomných v organismu [46,83]

Všechny analytické metody stanovení obsahu bílkovin jsou založeny na přepočtu z empirických vztahů. Klasickou a rozhodčí metodou je mineralizace vzorku koncentrovanou kyselinou sírovou podle Kjeldahla s následujícím stanovením dusíku ve zmineralizovaném podílu vzorku. K přepočtu obsahu dusíku na bílkoviny se používá korekční součinitel, který vychází z průměrného obsahu dusíku v příslušné bílkovině [80].

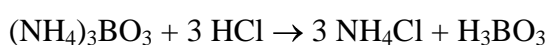
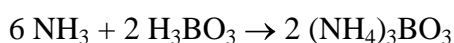
U bílkovin obilovin, mouky, chleba a těstovin se uvádí korelační součinitel 6,25. Tento korelační součinitel uvádí také VÚPP ve svých výzkumných zprávách u pohanky [84].

Přepočtem celkového dusíku na bílkoviny se stanoví tzv. hrubá bílkovina [80].

Princip:

Mineralizace probíhá za varu s koncentrovanou H_2SO_4 , dochází k hydrolytickému rozkladu bílkovin, která se urychluje použitím katalyzátoru.

Z mineralizátu vzorku, připraveného podle Kjeldahla, se amoniak, uvolněný ze síranu amonného koncentrovaným roztokem NaOH, předestiluje s vodní parou v destilačním přístroji do roztoku kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové na indikátor Tashiro.



Z množství spotřebované kyseliny se vypočítá obsah dusíku. Výsledek se pře počítá na navážku a vynásobením faktorem 6,25 (faktor pro obiloviny, mouku, chléb a těstoviny) se určí % hrubé bílkoviny v analyzovaném materiálu.

Pracovní postup:

Mineralizace mokrou cestou je první fází stanovení. Do mineralizační zkumavky bylo na analytických vahách naváženo přibližně 0,25 g zhomogenizovaného vzorku s přesností na 0,0001 g. Ke vzorku bylo přidáno 10 ml koncentrované 96 % H_2SO_4 , pár kapek H_2O_2 a jedna malá lžička směšného katalyzátoru ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$, 10:1) a zkumavka se vložila na topnou desku mineralizátoru Bloc Digest 12 s přídatným zařízením umožňujícím odsávání par vznikajících zplodin. Byl zapnut vyhřívací blok a pračka plynů. Teplota ohřevu byla nastavena na 400 °C. Po zahřátí topného zařízení probíhala mineralizace 1 hodinu. Po skončení mineralizace byly zkumavky ochlazeny se zapnutou pračkou par. Po zchlazení byla do zkumavek přidána destilovaná voda do objemu 25 ml a před analýzou byly protřepány.

Pro vlastní stanovení byla použita automatická destilační jednotka Pro – Nitro 1430. Pro kontrolu byl proveden slepý pokus s 25 ml destilované vody (spotřeba HCl – nulová). Do přístroje se vložila zkumavka se zmineralizovaným vzorkem doplněným destilovanou vodou na objem 25 ml. Z mineralizátu se amoniak uvolnil ze síranu amonného 30 % roztokem NaOH , který byl přístrojem nadávkován. V přístroji se předestiloval s vodní parou a destilát se jímá do předem nadávkovaného roztoku kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný byl titrován standardizovaným odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové o $c = 0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ na indikátor Tashiro.

Výpočet:

Procentuální obsah hrubé bílkoviny byl vypočítán pomocí vzorce:

$$\% \text{ hrubé bílkoviny} = (\text{D/n}) * 100 * \text{F}$$

kde D – obsah dusíku [mg]

n – navážka vzorku [mg]

F – přepočítávací faktor (pro obiloviny, mouku, chléb a těstoviny je to hodnota 6,25)

5.3.4 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny pohanky a prosa

Vlákninu potravy tvoří látky, které nejsou stráveny či vstřebávány v tenkém střevu člověka, s chemickou strukturou sacharidů či látek obdobných, ligninu a příbuzných látek [85].

Látky zahrnované do nerozpustné vlákniny podporují peristaltiku střev, urychlují tak průchod tráveniny střevem a zvětšují objem stolice. Odborníci z Kanady a Spojených států dospěli nezávisle na sobě k velmi podobným závěrům, doporučují dávku asi 25-35 g pro dospělého člověka, při němž poměr nerozpustné a rozpustné vlákniny by měl být 3:1, tak jak tomu je v přirozených potravinách [85].

Neutrálně-detergentní vláknina (NDF) je zbytek buněčných stěn (celulóza, hemicelulóza a lignin) získaný po mírné hydrolyze ze varu v pufovaném neutrálním roztoku detergentu laurylsulfátu sodného [86].

Princip:

Za neutrálně detergentní vlákninu se považují nerozpustné frakce - celulósa, lignin a hemicelulósa. Pro její stanovení se využívá přístroje ANKOM, který udržuje stálou teplotu... 100 °C v neutrálním roztoku laurylsulfátu sodného, který nerozpouští celulósu, lignin a hemicelulósu. Vzorek se naváží do speciálního filtračního sáčku. Všechny rozpustné složky vzorku se z filtračního sáčku vymyjí a ve filtračním sáčku zůstává jen nerozpustná vláknina. Sáček se po vyjmutí z přístroje vysuší v sušárně a zpopelní v elektrické peci.

Pracovní postup:

Nejdříve byly připraveny speciální filtrační sáčky, které byly promyty acetonem a nechaly se na vzduchu volně odvětrat. V další fázi byly sáčky zváženy na analytických vahách na 4 desetinná místa. Do filtračních sáčků bylo naváženo asi 0,5 g vzorku s přesností na 4 desetinná místa a sáčky byly zataveny. Obsah sáčku byl rovnoměrně rozprostřen, a pak vložen do přístroje ANKOM. Jeden sáček byl ponechán prázdný - korekční sáček.

Do přístroje byl nalit neutrálně detergentní roztok, bylo zapnuto míchání a topení (100 °C). Čas analýzy byl nastaven na 75 minut. Po uplynutí této doby bylo vypnuto míchání a ohřev

a neutrálně detergentní roztok byl vypuštěn. Na promytí byly do přístroje nality 2 l horké vody a 4 ml α -amylázy pro první a druhé propláchnutí. Třetí proplach byl proveden pouze horkou vodou bez přídavku α -amylázy a nakonec byl proveden proplach studenou vodou. Po každém naplnění bylo zapnuto míchání na 5 minut. Sáčky byly potom vyňaty na filtrační papír a jemně byl vytlačen zbytek vody. Tento proces byl opakován ještě jednou za použití nového filtračního papíru.

Poté byly filtrační sáčky vloženy do kádinky s acetonem na dobu 3 minut. Po 3 minutách byly sáčky vyňaty na filtrační papír a přebytek acetonu byl vytlačen. Sáčky se nechaly odvětrat.

Pak následovalo jejich vysušení v sušárně při teplotě 105 °C po dobu 4 hodin. Po vysušení byly uloženy do exsikátoru a po vychladnutí zváženy a spáleny v elektrické peci při 525 °C. Zpopelněný obsah byl zchlazen v exsikátoru na teplotu kolem 20 °C a následovalo jejich zvážení na 4 desetinná místa.

Výpočet:

Neutrálně detergentní vláknina NDF v hmot. % byla vypočítána pomocí vzorce:

$$\text{NDF} = [(W_3 - W_4)/W_{vz}] * 100$$

$$\text{kde } W_3 = W_h - (W_1 \cdot C_1) \quad \text{kde } C_1 = W_{S_{po}}/W_S$$

$$W_4 = W_P - (W_1 \cdot C_2) \quad \text{kde } C_2 = W_{S_{Popel}}/W_S$$

kde W_1 – hmotnost prázdného sáčku [g]

W_{vz} – hmotnost navážky vzorku [g]

W_S – hmotnost sáčku – slepý pokus před hydrolýzou [g]

$W_{S_{po}}$ – hmotnost sáčku – slepý pokus po hydrolýze [g]

C_1 – korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze

W_h – hmotnost sáčku se vzorkem po hydrolýze [g]

W_3 – hmotnost vzorku po hydrolýze [g]

W_4 – hmotnost popela vzorku po hydrolýze [g]

W_P – hmotnost popela po spálení vzorku a sáčku po hydrolýze [g]

C_2 – korekce hmotnosti sáčku po spálení

$W_{S\text{ Popel}}$ – hmotnost popela sáčku – slepý pokus [g]

5.3.5 Stanovení aminokyselinového složení pohanky a prosa

Standardně se v proteinech vyskytuje 20 základních aminokyselin, které jsou označovány pojmem kódované aminokyseliny. Mezi tyto základní kódované aminokyseliny patří: glycin, alanin, valin, leucin, isoleucin, serin, treonin, cystein, methionin, asparagová kyselina, glutamová kyseliny, asparagin, glutamin, lysin, arginin, histidin, fenylalanin, tyrosin, tryptofan, prolin [27,87,38].

Člověk není schopen určité aminokyseliny syntetizovat a musí je získávat potravou. Tyto aminokyseliny se nazývají esenciálními aminokyselinami. Patří zde: valin, leucin a isoleucin, fenylalanin a tryptofan, dále treonin, methionin a lysin. Histidin a arginin jsou poloesenciální aminokyseliny, esenciální jen pro děti [27,88,89,90].

Při určování nutriční hodnoty proteinů se vychází ze skutečnosti, že organismus není schopen syntetizovat esenciální aminokyseliny, zatímco skladbu ostatních aminokyselin může regulovat téměř libovolně podle potřeby. Proto se v proteinech stanovuje složení esenciálních aminokyselin a výsledky se vztahují k obsahu esenciálních aminokyselin přítomných v určeném referenčním proteinu. Tím je protein, který má z hlediska výživy optimální složení esenciálních aminokyselin. K hodnocení se dnes běžně používá dvou různých kritérií, a to aminokyselinového skóre AAS a indexu esenciálních aminokyselin EAAI.

Aminokyselinové skóre se vypočte:

$$AAS = 100 A_i/A_{si}$$

kde A_i = obsah dané esenciální aminokyseliny v testovaném proteinu [g/16 gN]

A_{si} = obsah téže aminokyseliny ve standardním (referenčním) proteinu [g/16 gN]

Tab. 16. Obsah esenciálních aminokyselin ve standardním proteinu (g/16 g dusíku) a denní potřeba těchto aminokyselin [27].

Aminokyselina	Protein FAO/WHO	Denní potřeba [g]
Valin	5,0	11-14
Leucin	7,0	11-14
Isoleucin	4,0	10-11
Methionin a cystein	3,5	11-14
Threonin	4,0	6-7
Lysin	5,4	9-12
Fenylalanin a tyroxin	6,1	13-14
Tryptofan	1,0	3-3,5
Celkem	36,0	

Esenciální aminokyselina, která má ze všech esenciálních aminokyselin nejnižší hodnotu kritéria AAS, určuje nutriční hodnotu proteinu a nazývá se limitující aminokyselina.

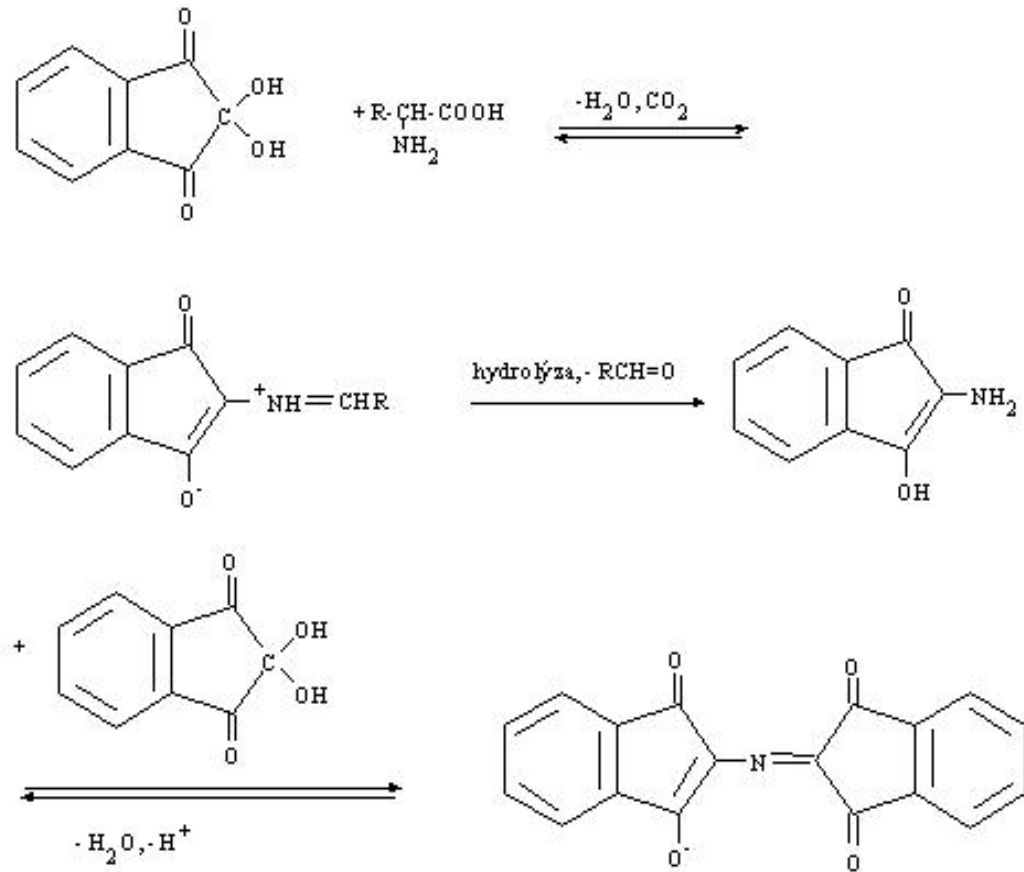
Přesnější údaje o výživové hodnotě proteinů poskytuje index esenciálních aminokyselin EAAI, který zahrnuje příspěvek všech esenciálních aminokyselin k výživové hodnotě proteinů. Pro každou esenciální aminokyselinu se určí hodnota AAS a vypočte se geometrický průměr těchto hodnot [27].

Princip:

Nejdříve je provedena kyselá a oxidativní hydrolyza vzorků. Kyselá hydrolyza vzorků pro stanovení aminokyselin se provádí 6 M HCl v olejové lázni po dobu 24 hodin při 118 °C. Sírné aminokyseliny (methionin, cystein) se stanovují pomocí oxidativně kyselá hydrolyzy ve směsi 85 % kyseliny mravenčí a 30 % peroxidu vodíku [91].

Získaný hydrolyzát se přefiltruje a následně odpařuje. Po přidání sodnocitrátových pufrů se provádí chromatografická analýza hydrolyzátu přístrojem AAA 400 (automatický analyzátor aminokyselin) s ninhydrinovou derivatizací a spektrofotometrickou detekcí při 570 nm.

Molekula aminokyselin reaguje se dvěma molekulami ninhydrinu za vzniku tzv. Ruhemannova purpuru jehož maximum absorbance je při 570 nm (prolin a hydroxyprolin – max. absorbance při 440 nm). Tato reakce je znázorněna na obr. 5.



Obr. 7. Mechanismus reakce ninhydrinu s aminokyselinou

Pracovní postup:

Vzorky pohanky a prosa byly nejdříve hydrolyzovány kyselou a oxidativní hydrolyzou.

Kyselá hydrolyza:

Na analytických vahách byl navážen 1 g vzorku s přesností na 4 desetinná místa.. K navážce vzorku bylo přidáno 150 ml 6 M HCl a pod zpětným chladičem byla zahřívána v olejové lázni, kde probíhala kyselá hydrolyza po dobu 24 hodin při teplotě 118 °C. Po provedené hydrolyze byl obsah baňky kvantitativně převeden s 0,1 M HCl přes skládaný filtrační papír do 250 ml odměrné baňky. Z filtrátu byla odebrána alikvotní část 25 ml a odpařena na vakuové rotační odparce (max. 50 °C) do sirupovité konzistence. Odparek byl rozpuštěn v několika ml redestilované vody a znovu byl odpařen. Odparek byl kvantitativně převeden puřem (sodnocitrátový, pH 2,2) do 25 ml odměrné baňky. Z jednoho filtrátu byly vždy odpařeny 2 vzorky.

Oxidativní hydrolyza:

Pro oxidativní hydrolyzu byla připravena oxidativní směs: 30 % peroxid vodíku a 85 % kyselina mravenčí v poměru 1:9 (tj. 7 ml peroxidu a 63 ml kyseliny mravenčí – celkem 70 ml). Směs byla ponechána v digestoři 2 hodiny a poté byla umístěna na 15 minut do chladničky. Byl navážen 1 g vzorku s přesností na 4 desetinná místa a přidáno 15 ml oxidační směsi. Baňka byla umístěna na 16 hodin do ledničky. K oxidovanému vzorku bylo přidáno 1-2 ml koncentrované HCl a po vyšumění 150 ml 6 M HCl. Poté byla baňka umístěna do olejové lázně a další postup byl stejný jako u kyselé hydrolyzy.

Připravený hydrolyzát vzorku byl vložen do analyzátoru aminokyselin AAA 400. Tento přístroj pracuje na principu středotlaké kapalinové chromatografii s ionexovou kolonou, ninhydrinovou deprivatizací a spektrofotometrickou detekcí.

Bylo sledováno množství jednotlivých aminokyselin vyjádřené v g/kg a g/16 g N. Z těchto hodnot bylo stanoveno aminokyselinové skóre AAS a index esenciálních aminokyselin EAAI.

6 VÝSLEDKY A DISKUSE

Cílem diplomové práce bylo stanovení sušiny, popela, celkového obsahu dusíkatých látek, neutrálně detergentní vlákniny u 7 pohankových produktů (pohankové vločky, pohanka loupaná kroupy, pohankové vločky instantní, pohankové křupky natural, pohanková mouka, pohanková mouka celozrnná, pohanka ve varných sáčcích) a 4 produktech z prosa (jáhlové vločky instantní, jáhly Bio, vločky jahelné Bio, jáhlové pukance) a aminokyselinového složení u 3 pohankových výrobků (pohanka ve varných sáčcích, pohanková mouka, pohanková mouka celozrnná) a 2 jahelných výrobků (jáhly celé, jahelná mouka hrubá).

6.1 Stanovení vlhkosti a sušiny výrobků z pohanky a prosa

U všech pohankových a jahelných výrobků byly hodnoty obsahu sušiny a vlhkosti vypočítány podle vztahu uvedeného v kapitole 5.3.1.

Průměrné hodnoty obsahu sušiny a vlhkosti z pěti stanovení vedle sebe jsou u jednotlivých výrobků uvedeny v Tab. 17 (pohankové výrobky) a 18 (prosné výrobky).

Tab. 17. Průměrné hodnoty obsahu sušiny a vlhkosti výrobků z pohanky

Komerční název	Vzorek	Vlhkost [%]	Sušina [%]	S
Pohankové vločky Bio	1	12,0	88,0	0
Pohanka loupaná kroupy	2	12,2	87,8	0
Pohankové vločky Instant	3	10,7	89,3	0
Pohankové křupky	4	7,5	92,5	0
Pohanková mouka	5	13,6	86,4	0,1
Pohanková mouka celozrnná	6	12,7	87,3	0
Pohanka ve varných sáčcích	7	9,5	90,5	0,1

Tab.18. Průměrné hodnoty obsahu sušiny a vlhkosti výrobků z prosa

Komerční název	Vzorek	Vlhkost [%]	Sušina [%]	S
Jahelné vločky Instant	8	11,1	88,9	0
Jáhly Bio	9	11,5	88,5	0,1
Vločky jahelné Bio	10	9,5	90,5	0,1
Jáhlové pukance	11	8,1	91,9	0

Nejvyšší zjištěná hodnota sušiny byla ve výrobcích č. 4 a 11 - pohankové křupky a jáhlové pukance. Tyto výrobky jsou zpracovávány procesem, který se nazývá extruze. Surovina mění strukturu na základě spolupůsobení vysoké teploty a vysokého tlaku. Tímto procesem ztrácí svoji vlhkost a zvyšuje se tak sušina hotového výrobku.

Vzorky s č. 7, 10 a 3 – pohanka ve varných sáčcích a jahelné vločky Bio, pohankové instantní vločky měly také poměrně vysoké sušiny. Vzorek s č. 1 – pohankové vločky Bio má nižší hodnotu sušiny než vzorek č. 3 (vločky instantní), které jsou tepelně zpracovávány.

Nižší hodnota sušiny výrobků z pohanky byla stanovena v pohankových moukách – běžné i celozrnné. Pohanková mouka se technologicky zpracovává mletím a hodnota sušiny je tedy závislá i na kvalitě skladování.

6.2 Stanovení popela

Průměrné hodnoty obsahu popela získané ze tří stanovení provedených vedle sebe jsou uvedeny v Tab. 19 (pohankové výrobky) a 20 (prosné výrobky). Obsah popela se vypočítal podle vztahu, který je uveden v kapitole 5.3.2.

Zjištěné hodnoty obsahu popela v jednotlivých pohankových výrobcích kolísá v závislosti od toho, zda byla z pohanky odstraňována slupka. U výrobků, kde byla slupka ponechána zcela nebo jen částečně (vzorky č. 6, 7) byl obsah popela jednoznačně vyšší. Nejvyšší obsah popela byl u pohankové mouky celozrnné a pohanky ve varných sáčcích. Dále následuje vzorek pohankových vloček (1,70 %) a pohanky loupané (1,64 %).

Tab. 19. Průměrné hodnoty obsahu popela v pohankových výrobcích

Komerční název	Vzorek	Obsah popela [%]	S
Pohankové vločky Bio	1	1,70	0,01
Pohanka loupaná kroupy	2	1,64	0,01
Pohankové vločky INSTANT	3	1,14	0,01
Pohankové křupky	4	1,06	0
Pohanková mouka	5	1,40	0,01
Pohanková mouka celozrnná	6	2,24	0,01
Pohanka ve varných sáčcích	7	1,88	0,01

Nejnižší obsah popela byl stanoven v pohankových křupkách (1,06 %), které se vyrábějí ze suroviny prosté slupky a je zpracovávána extruzí za vysokého tlaku a teploty. Tímto technologickým zpracováním dochází k významnému úbytku minerálních látek.

Tab. 20. Průměrné hodnoty obsahu popela v jáhlových výrobcích

Komerční název	Vzorek	Obsah popela [%]	S
Jahelné vločky Instant	8	0,42	0
Jáhly Bio	9	0,64	0
Jahelné vločky	10	0,95	0
Jáhlové pukance	11	1,04	0

Ve vzorcích jahelných výrobků se obsah popela snižuje v závislosti na tom, zda došlo k úplnému či částečnému odstranění slupky prosa při technologické úpravě.

Nejnižší obsah popela byl stanoven v jahelných instantních vločkách (0,42 %), které se technologicky zpracovávají teplem tak, aby po zalití horkou vodou rychle nabobtnaly a

mohly být konzumovány. Tímto technologickým zpracováním u instantních vloček došlo k prudkému úbytku minerálních látek. Jáhly Bio (0,64 %) byly jako druhé v pořadí s nejnižším obsahem popela. Nízký obsah popela výrobku byl způsoben technologickým zpracováním prosa, které bylo zbaveno slupky, a tím přišlo o podstatnou část přítomných minerálních látek.

6.3 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

Všechny vzorky pro stanovení celkového obsahu dusíkatých látek byly upraveny rozemletím a důkladně zhomogenizovány. Stanovení bylo u každého vzorku provedeno vždy třikrát vedle sebe. Hodnoty celkového obsahu dusíkatých látek byly vypočítány podle vzorce uvedeného v kapitole 5.3.3.

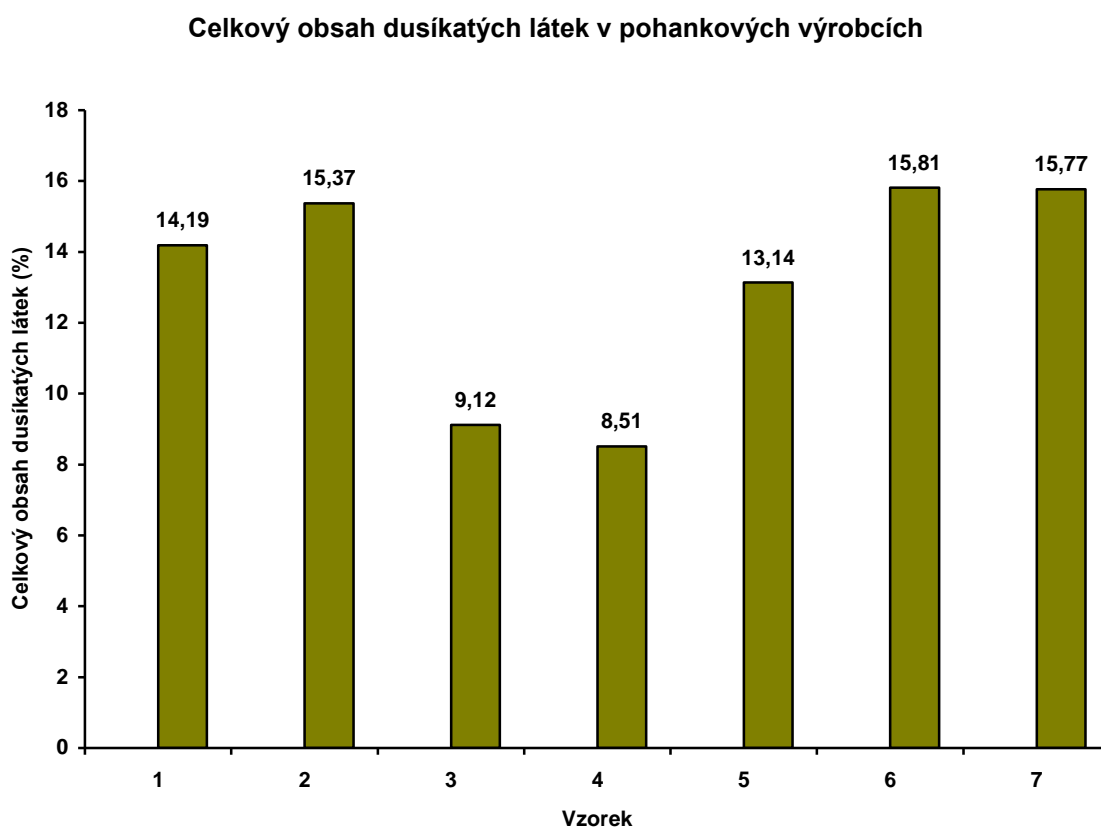
Ze tří hodnot stanovení byl vypočten průměr. Obsah dusíkatých látek je uveden v Tab. 21 (pohankové výrobky) a na Obr. 8 a Tab. 22 (prosné výrobky).

Tab. 21. Průměrné hodnoty celkového obsahu dusíkatých látek v pohankových výrobcích

Komerční název	Vzorek	Obsah dusíku [mg]	Celkový obsah dusíkatých látek [%]	S
Pohankové vločky Bio	1	5,830	14,19	0,09
Pohanka loupaná kroupy	2	6,336	15,37	0,01
Pohankové vločky Instantní	3	3,685	9,12	0,27
Pohankové křupky	4	3,477	8,51	0,05
Pohanková mouka	5	5,327	13,14	0,15
Pohanková mouka celozrnná	6	6,456	15,81	0,16
Pohanka ve varných sáčcích	7	6,439	15,77	0,12

Celkový obsah dusíkatých látek bývá ovlivněn geneticky a také růstovými podmínkami (podnebné podmínky, oblast pěstování, vlastnosti půdy). U této pseudocereálie působí sucho v období tvorby semen nouzové dozrávání, při němž zůstává část cukrů ve stonku, a

v semeni se tak relativně zvyšuje obsah dusíkatých látek. Proto se obsah dusíkatých látek liší v jednotlivých letech sklizně v závislosti na růstových podmínkách (podnebí). Obsah dusíkatých látek v hotových pohankových výrobcích se tak může mírně měnit, i když byly výrobky vyrobeny stejnou technologií. To může být způsobeno tím, že nažky, které byly výrobcem použity, byly získány z rostlin, které se nepěstovaly ve stejné oblasti se shodnými půdními a podnebnými podmínkami.



Obr. 8. Průměrné hodnoty celkového obsahu dusíkatých látek v pohankových výrobcích

Z výsledků analýz je patrné, že celkový obsah dusíkatých látek u pohankových výrobků závisí i na technologickém zpracování. Důležitým faktorem, který ovlivnil obsah dusíkatých látek bylo mechanické opracování pohankové nažky tzn. zda došlo k úplnému či částečnému odstranění slupky.

Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl stanoven v pohankové mouce celozrnné (15,81 %), dále v pohance ve varných sáčcích (15,77 %) a pohance loupané (15,37 %). Nejnižší obsah dusíkatých látek byl stanoven v pohankových křupkách (8,51 %).

Tab. 22. Průměrné hodnoty celkového obsahu dusíkatých látek v jáhlových výrobcích

Komerční název	Vzorek	Obsah dusíku [mg N]	Celkový obsah dusíkatých látek [%]	S
Jahelné vločky Instant	8	4,240	10,49	0,04
Jáhly Bio	9	5,523	13,49	0,09
Jahelné vločky	10	5,335	13,26	0,21
Jáhlové pukance	11	4,834	11,83	0,02

Podobně jako u pohanky a pohankových výrobků je nejvyšší obsah celkových dusíkatých látek v jáhlech nezpracovaných (13,49 %), nejnižší u byl stanoven u jáhlových vloček instantních (10,49 %). Růstové podmínky, stejně jako u pohanky, mají vliv na celkový obsah dusíkatých látek u prosa v závislosti na oblasti ve které je proso pěstováno, na podnebných podmínkách a vlastnostech půdy.

6.4 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Vzorky pro stanovení neutrálně detergentní vlákniny byly před vlastním stanovením roze-mlety a důkladně zhomogenizovány. Stanovení bylo u jednotlivých vzorků prováděno vždy dvakrát vedle sebe a z výsledků byly vypočteny průměrné hodnoty obsahu neutrálně detergentní vlákniny. Hodnoty byly vypočteny podle výpočetních vztahů uvedených v kapitole 5.3.4.

Průměrné hodnoty NDF jsou uvedeny v Tab. 23 (pohankové výrobky) a graficky na Obr. 9 a Tab. 24 (jáhlové výrobky).

Obsah neutrálně detergentní vlákniny v jednotlivých vzorcích závisí na rozsahu odstranění slupek pohanky. Jestliže pohankový produkt obsahoval slupky, pak obsah vlákniny byl vyšší než u produktů, které byly zbaveny slupky zcela.

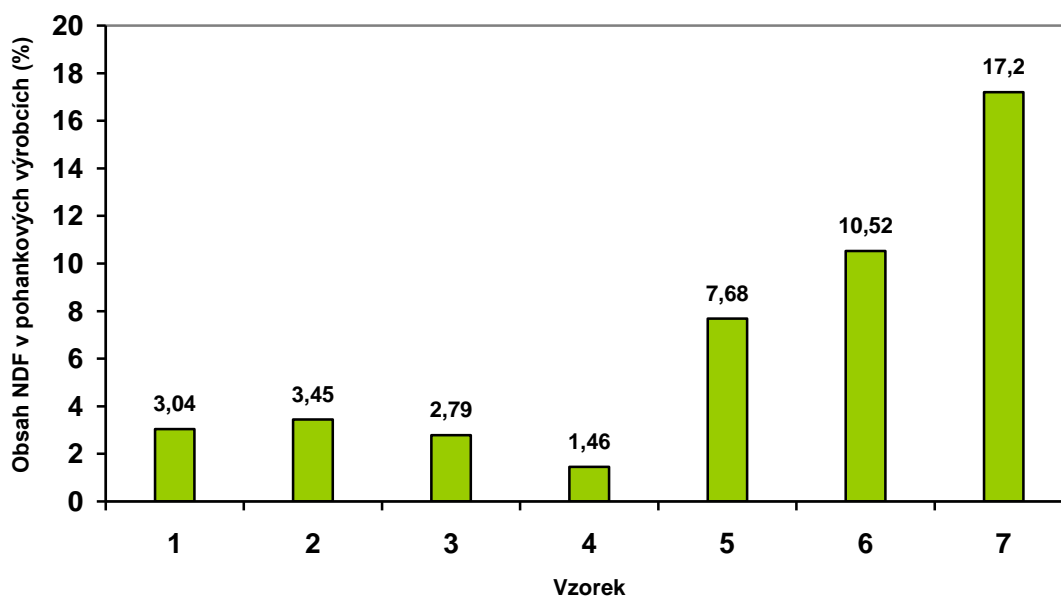
Nejvyšší obsah ND vlákniny byl zjištěn ve výrobku s č. 7 (pohanka ve varných sáčcích). U pohankové mouky celozrnné byl obsah ND vlákniny o 2,84 % vyšší než u pohankové mouky obyčejné. Pohanka loupaná – kroupy (č. 2) měla podstatně nižší obsah vlákniny než

tomu bylo u pohankových mouk, protože její slupka byla zcela odstraněna. Nejméně ND vlákniny bylo obsaženo v pohankových křupkách (1,46%).

Tab. 23. Průměrný obsah NDF v pohankových výrobcích

Komerční název	Vzorek	NDF [%]	S
Pohankové vločky Bio	1	3,04	0,05
Pohanka loupaná kroupy	2	3,45	0,41
Pohankové vločky Instant	3	2,79	0,31
Pohankové křupky	4	1,46	0,14
Pohanková mouka	5	7,68	0,01
Pohanková mouka celozrnná	6	10,52	0,47
Pohanka ve varných sáčcích	7	17,20	0,02

Průměrné hodnoty obsahu NDF v pohankových výrobcích



Obr. 9. Průměrné hodnoty NDF v pohankových výrobcích

Tab. 24. Průměrný obsah NDF v jáhlech a jáhlových výrobcích

Komerční název	Vzorek	NDF [%]	S
Jáhlové vločky Instant	8	3,23	0,01
Jáhly Bio	9	7,62	0,09
Vločky jahelné	10	6,30	0,01

Obsah neutrálně detergentní vlákniny v jáhlech Bio byl vyšší než u jáhlových výrobků po technologickém zpracování. Z analyzovaných jahelných vzorků bylo nejvíce vlákniny obsaženo v jáhlech (7,62 %) a nejméně v jahelných vločkách instantních (3,23 %).

6.5 Stanovení aminokyselinového složení pohanky a prosa

Stanovení aminokyselinového složení bylo provedeno u třech vybraných pohankových výrobků (pohanková mouka, pohanková mouka celozrnná, pohanka ve varných sáčcích) a dvou prosných výrobků (jáhly, jáhlová mouka).

Hodnoty obsahu jednotlivých aminokyselin byly naměřeny v g/kg a přepočteny na g/16 g N. Údaje v g/16 g N jsou důležité pro další výpočty jako je aminokyselinové skóre AAS a index esenciálních aminokyselin EAAI. Z nejnižší hodnoty kritéria AAS byla určena nejnižší nutriční hodnota proteinu, která se nazývá limitující aminokyselina. Vztahy pro výpočet AAS a EAAI jsou uvedeny a popsány v kapitole 5.3.5.

Průměrné hodnoty obsahu aminokyselin ze tří stanovení jsou uvedeny v tabulkách 25 (pohanka ve varných sáčcích vzorek č.7), 26 (pohanková mouka č. 5), 27 (pohanková mouka celozrnná č. 6), 28 (jáhly celé – jáhly Bio č. 9) a 29 (jahelná mouka č. 12).

Porovnání zjištěných hodnot aminokyselinového skóre AAS a indexu esenciálních aminokyselin EAAI, limitujících aminokyselin u pohankových a jahelných výrobků jsou uvedeny v tabulce 30.

Tab. 25. Aminokyselinové složení pohanky ve varných sáčcích

Aminokyselina	Obsah aminokyseliny [g/kg]	S	C [%]	Obsah aminokyseliny [g/16 g N]	AAS [%]
ESENCIÁLNÍ					
Valin	2,54	0,03	1,1	1,65	33,0
Leucin	2,87	0,05	1,6	1,87	26,7
Isoleucin	2,71	0,08	3,1	1,76	44,0
Threonin	2,47	0,07	2,8	1,61	40,3
Methionin	2,16	0,04	1,8	1,41	40,3
Lysin	2,99	0,11	3,8	1,95	36,1
Fenylalanin	2,12	0,10	4,9	1,38	22,6
SEMIESENCIÁLNÍ					
Arginin	7,48	0,39	5,2	4,87	
Histidin	1,15	0,02	1,4	0,75	
NEESENCIÁLNÍ					
Glycin	3,91	0,13	3,3	2,54	
Alanin	2,88	0,15	5,1	1,87	
Serin	2,96	0,10	3,4	1,93	
Cystein	1,97	0,04	1,9	1,28	
Asparagová kyselina	6,38	0,10	1,5	4,15	
Glutamová kyselina	15,40	0,82	5,3	10,02	
Tyrosin	1,62	0,03	1,8	1,05	
Prolin	3,13	0,16	4,9	2,04	

Tab. 26. Aminokyselinové složení pohankové mouky

Aminokyselina	Obsah aminokyseliny [g/kg]	S	C [%]	Obsah aminokyseliny [g/16 g N]	AAS (%)
ESENCIÁLNÍ					
Valin	3,49	0,10	2,8	2,66	53,2
Leucin	4,72	0,30	6,3	3,59	51,3
Isoleucin	2,75	0,13	4,8	2,09	52,3
Threonin	2,06	0,03	1,3	1,57	39,3
Methionin	2,77	0,07	2,5	2,11	60,3
Lysin	3,34	0,12	3,5	2,54	47,0
Fenylalanin	3,61	0,19	5,3	2,75	45,1
SEMIESENCIÁLNÍ					
Arginin	7,02	0,23	3,3	5,34	
Histidin	1,91	0,06	3,1	1,45	
NEESENCIÁLNÍ					
Glycin	4,62	0,09	2,0	3,52	
Alanin	2,16	0,05	2,5	1,64	
Serin	2,80	0,08	3,0	2,13	
Cystein	2,57	0,09	3,5	1,96	
Asparagová kyselina	5,86	0,08	1,4	4,46	
Glutamová kyselina	10,18	0,71	7,0	7,75	
Tyrosin	1,87	0,09	4,7	1,42	
Prolin	1,99	0,06	3,1	1,51	

Tab. 27. Aminokyselinové složení pohankové mouky celozrnné

Aminokyselina	Obsah aminokyseliny [g/kg]	S	C [%]	Obsah aminokyseliny [g/16 g N]	AAS (%)
ESENCIÁLNÍ					
Valin	3,44	0,13	3,8	2,18	43,6
Leucin	5,12	0,19	3,8	3,24	46,3
Isoleucin	2,45	0,04	1,4	1,55	38,8
Threonin	3,20	0,10	3,1	2,02	50,5
Methionin	2,00	0,05	2,3	1,27	36,3
Lysin	4,74	0,10	2,1	3,00	55,6
Fenylalanin	3,73	0,14	3,9	2,36	38,7
SEMIESENCIÁLNÍ					
Arginin	10,30	0,15	1,4	6,51	
Histidin	2,00	0,05	2,3	1,27	
NEESENCIÁLNÍ					
Glycin	5,16	0,04	0,7	3,26	
Alanin	3,30	0,05	1,4	2,09	
Serin	4,84	0,15	3,2	3,06	
Cystein	2,29	0,03	1,2	1,45	
Asparagová kyselina	9,36	0,22	2,3	5,92	
Glutamová kyselina	11,73	0,11	1,0	7,42	
Tyrosin	2,01	0,02	0,9	1,27	
Prolin	4,01	0,08	2,0	2,54	

AAS = aminokyselinové skóre

EAAI = index esenciálních aminokyselin

C = relativní směrodatná odchylka (podíl směrodatné odchylky a aritmetického průměru vyjádřený v %)

Celkový obsah aminokyselin v pohance ve varných sáčcích je 64,74 g/kg z toho 17,86 g/kg (27,6 %) jsou esenciální aminokyseliny. Nejvyšší aminokyselinové skóre měl isoleucin (44,0 %), dále pak methionin (40,3 %) a threonin (40,3 %). O něco nižší aminokyselinové skóre bylo stanoveno u lysinu (36,1 %). Nejnižší aminokyselinové skóre bylo zjištěno u fenylalaninu (22,6 %) a fenylalanin je v tomto výrobku aminokyselinou limitující. Index esenciálních aminokyselin je 33,89 %. J. Velíšek [27] uvádí u pohanky jako limitující aminokyseliny lysin a isoleucin, což nekoreluje s výsledkem našeho stanovení.

Pohanková mouka má celkový obsah aminokyselin 63,72 g/kg z toho 22,74 g/kg (35,7 %) jsou esenciální aminokyseliny. Nejvyšší aminokyselinové skóre měl methionin (60,3 %), valin (53,2 %) a isoleucin (52,3 %). O něco nižší aminokyselinové skóre měl leucin (51,3 %). Nejnižší aminokyselinové skóre měl threonin, je tedy v pohankové mouce aminokyselinou limitující. Index esenciálních aminokyselin u pohankové mouky byl stanoven na 49,38 %.

Pohanková mouka celozrnná má především vysoký obsah lysinu - jeho aminokyselinové skóre je 55,6 %, proto by mohla být pohanková mouka celozrnná doporučována např. vegetariánům, kteří mohou trpět právě nedostatkem této esenciální aminokyseliny, která se běžně v obilovinách nenachází. Dále obsahuje threonin s aminokyselinovým skórem 50,5 % a leucin 46,3 %. Nejnižší aminokyselinové skóre má v pohankové mouce celozrnné methionin a to 36,3 % a tudíž je limitující aminokyselinou. Index EAAI činí u pohankové mouky celozrnné 43,78 %.

Tab.28. Aminokyselinové složení jáhlů Bio

Aminokyselina	Obsah aminokyseliny [g/kg]	S	C [%]	Obsah aminokyseliny [g/16 g N]	AAS [%]
ESENCIÁLNÍ					
Valin	4,24	0,10	2,4	3,14	62,8
Leucin	11,57	0,05	0,4	8,58	122,6
Isoleucin	3,23	0,04	1,3	2,39	59,8
Threonin	2,56	0,08	3,2	1,90	47,5
Methionin	1,45	0,02	1,3	1,07	30,6
Lysin	1,09	0,02	2,2	0,81	15,0
Fenylalanin	5,04	0,19	3,7	3,74	61,3
SEMIESENCIÁLNÍ					
Arginin	6,09	0,09	1,4	4,51	
Histidin	1,95	0,09	4,4	1,45	
NEESENCIÁLNÍ					
Glycin	1,77	0,05	2,7	1,31	
Alanin	9,91	0,36	3,7	7,35	
Serin	5,90	0,15	2,5	4,37	
Cystein	2,20	0,10	4,4	1,63	
Asparagová kyselina	5,59	0,20	3,6	4,14	
Glutamová kyselina	10,50	0,47	4,5	7,78	
Tyrosin	2,43	0,06	2,5	1,80	
Prolin	3,67	0,04	0,9	2,72	

Tab. 29. Aminokyselinové složení jahelné mouky

Aminokyselina	Obsah aminokyseliny [g/kg]	S	C [%]	Obsah aminokyseliny [g/16 g N]	AAS (%)
ESENCIÁLNÍ					
Valin	1,80	0,045	2,5	1,33	26,6
Leucin	4,29	0,170	4,0	3,18	45,43
Isoleucin	1,29	0,033	2,6	0,96	24,00
Threonin	1,14	0,050	4,4	0,85	21,25
Methionin	1,50	0,030	2,0	1,11	31,71
Lysin	0,76	0,012	1,5	0,56	10,37
Fenylalanin	1,94	0,062	3,2	1,44	23,61
SEMIESENCIÁLNÍ					
Arginin	1,26	0,027	2,2	0,93	
Histidin	0,85	0,009	1,1	0,63	
NEESENCIÁLNÍ					
Glycin	0,97	0,056	5,8	0,72	
Alanin	3,73	0,210	5,6	2,77	
Serin	2,26	0,102	4,5	1,68	
Cystein	1,55	0,044	2,8	1,15	
Asparagová kyselina	2,79	0,078	2,8	2,07	
Glutamová kyselina	7,22	0,118	1,6	5,35	
Tyrosin	1,38	0,015	1,1	1,02	
Prolin	1,78	0,030	1,7	1,32	

Celkový obsah esenciálních aminokyselin u jáhlů činí 29,18 g/kg (36,9 %) z 79,19 g/kg celkového množství aminokyselin. Nejvyšší aminokyselinové skóre bylo zjištěno u leucinu (122,6 %). Podobné aminokyselinové skóre měli valin (62,8 %) a fenylyalanin (61,3 %). Jako limitující aminokyselinou u jáhel byl stanoven lysin, který měl aminokyselinové skóre pouze 15 %.

Celkový obsah aminokyselin v jahelné mouce byl 36,51 g/kg, z toho bylo 12,72 g/kg (34,8 %) esenciálních aminokyselin. Největší aminokyselinové skóre měl leucin a to 45,4 %, dále pak methionin (31,7 %) a valin (26,6 %). Nejmenší aminokyselinové skóre měl lysin s 10,4 %. Index esenciálních aminokyselin u jahelné mouky byl stanoven na 24,15 %.

U prosa výsledky stanovení limitující aminokyseliny korelují s literárními zdroji, ale uvedené hodnoty jednotlivých aminokyselin se v literárních zdrojích Veliška [27], Kalinové [25], Michalové [26], Serna-Saldivar, Rooney [74] nepatrně liší (např. u lysinu je to rozmezí 1,4 – 3,4 g/kg). Naše naměřené hodnoty aminokyselin u jáhlů se nejvíce shodují s literárním zdrojem Serna-Saldivar, Rooney [74], liší se pouze ve stanoveném prolinu, kde je naměřená hodnota rozdílná (uvádí se rozmezí 5,3 – 10,4 g/kg prolinu, naše hodnota 3,68 g/kg).

Tab. 30. Srovnání výsledků AAS a EAAI, limitujících aminokyselin u pohankových a jahelných výrobků

	Pohanka celá	Pohanková mouka	Pohanková mouka celozrnná	Jáhly celé	Jahelná mouka
Celkem EAA [g/kg]	17,86	22,74	24,68	29,18	12,72
Celkem AA [g/kg]	64,74	63,72	79,68	79,19	36,51
EAAI (%)	33,89	49,38	43,78	48,31	24,15
AAS (%)	22,62	39,25	36,29	15	10,27
Limitující AA	Phe	Thr	Met	Lys	Lys

V tabulce 30 je uvedeno srovnání výsledků AAS a EAAI, limitujících aminokyselin pohankových a jahelných výrobků. U pohanky celé je limitující aminokyselinou fenylalanin, který má aminokyselinové skóre 22,62 %. Jáhly obsahují oproti pohance velmi malé množství lysinu neboť aminokyselinové skóre odpovídá 15 %, zatím co u pohanky je aminokyselinové skóre lysinu více než dvojnásobné.

Z výsledků je patrné, že největší celkové množství esenciálních aminokyselin uvedených v g/kg je v pohankové mouce celozrnné a činí 24,68 g/kg z celkového množství aminokyselin 79,68 g/kg.

Index esenciálních aminokyselin je vyšší u pohankové mouky obyčejné než u pohankové mouky celozrnné a pohanky celé. Ve srovnání s pohankovou moukou je index esenciálních aminokyselin u mouky jahelné téměř poloviční.

Limitující aminokyselinou pohankové mouky obyčejné je threonin jehož aminokyselinové skóre AAS je 39,3 %, u pohankové mouky celozrnné je to methionin, který má aminokyselinové skóre 36,3 %. Jahelná mouka má limitující aminokyselinu s AAS 10,37 % - lysin.

Při porovnání obsahu aminokyselin v moukách je pro konzumaci vhodnější pohanková mouka (č.5), která je z nutričního hlediska nejvýznamnějším zdrojem esenciálních aminokyselin z porovnávaných druhů mouk.

Ze všech pěti analyzovaných výrobků měla pohanková mouka obyčejná nejvyšší index esenciálních aminokyselin. Následují jáhly Bio (jáhly celé), které měly index esenciálních aminokyselin 48,31 %. Nejnižší EAAI měla jahelná mouka a to oproti pohankové mouce obyčejné téměř až o polovinu tedy 24,15 %.

Při porovnání hodnot z různých literárních zdrojů jsou naměřené hodnoty podobné. Rozdíly mohou být způsobeny různými faktory jako je např. oblast pěstování, povětrnostní podmínky v daném roce sklizně, způsob technologického zpracování, metodika stanovení aminokyselinového složení atd.

ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na charakteristiku a analytické hodnocení pohankových a prosných výrobků.

V teoretické části je charakterizována pohanka a proso, popsány základní složky pohanky a prosa jako bílkoviny, sacharidy a lipidy, minerální látky, vitamíny, antioxidanty a jejich zdravotní účinky. Řada studií prokázala pozitivní vliv pohanky a prosa na lidské zdraví, a to díky vysokému obsahu esenciálních živin a bioaktivních složek.

Pohanka má vysoký obsah lysinu, který je důležitý v prevenci vzniku herpetických virů a zvyšuje obranyschopnost organismu. Důležité jsou některé frakce škrobu, které mají podobný účinek jako vláknina, která je důležitá v prevenci a léčbě vysokého krevního tlaku a zvýšené hladiny cholesterolu. Pohanka je bohatá na zinek, měď a železo, obsahuje vitamíny skupiny B. Je ceněna také pro vysoký obsah rutinu, který působí pozitivně na cévy v celém organismu. Rutin spolu s vitamínem C snižuje riziko trombózy, infarktu a mozkové mrtvice.

Proso je zdrojem esenciálních aminokyselin a to zejména leucinu, isoleucinu a methioninu. Pohanka i proso mají vhodné složení bílkovinných frakcí a proto jsou vhodné pro pacienty s celiakií. Protože má proso nízký obsah jednoduchých cukrů a naopak vysoký obsah škrobu, je vhodné pro výživu diabetiků. Proso obsahuje kyselinu linolovou, která snižuje hladinu LDL frakce. Má vysoký obsah železa, a proto je doporučováno pro léčbu chudokrevnosti.

Praktická část diplomové práce se zabývá analytickým hodnocením vybraných produktů pohanky a prosa – stanovení celkových dusíkatých látek, neutrálně detergentní vlákniny a aminokyselinového složení.

Celkový obsah dusíkatých látek může být ovlivněn různými faktory a to zejména genetickými a růstovými podmínkami (podnebné podmínky, oblast pěstování, vlastnosti půdy). Dalším faktorem, který ovlivňuje celkový obsah dusíkatých látek je technologické zpracování pohanky a prosa (mechanické opracování zrna – např. loupání). Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl stanoven v pohankové mouce celozrnné (15,81 %) a pohance ve varných sáčkách (15,77 %), nejnižší obsah byl stanoven v pohankových křupkách (8,51 %). Podob-

ně jako u pohanky je nejvyšší obsah celkových dusíkatých látek také v jáhlech nezpracovaných (13,49 %) a nejnižší obsah v technologicky upravených jáhlových instantních vločkách (10,49 %).

Obsah neutrálně detergentní vlákniny závisí na rozsahu odstranění slupek pohanky a prosa. Nejvyšší obsah ND vlákniny byl stanoven u pohanky ve varných sáčcích (17,20 %) a druhá v pořadí byla pohanková mouka celozrnné s obsahem ND vlákniny 10,52 %. V pohankových křupkách byl obsah ND vlákniny nejmenší (1,46 %), to bylo způsobeno technologickým zpracováním. Z analyzovaných jahelných vzorků byl nejvyšší obsah ND vlákniny stanoven v jáhlech (7,62 %) a nejmenší množství bylo v jahelných instantních vločkách (3,23 %).

Rozdíl v obsahu jednotlivých aminokyselin je dán odrůdovými rozdíly, místem pěstování a průběhem počasí v daném roce. U pohanky měl nejvyšší aminokyselinové skóre isoleucin (44,0 %), dále pak methionin (40,3 %) a threonin (40,3 %). Nejvyšší aminokyselinové skóre jáhel bylo zjištěno u leucinu (122,6 %). Podobné aminokyselinové skóre měli valin (62,8 %) a fenylalanin (61,3 %).

Byl zjištěn i rozdíl v limitujících aminokyselinách pohanky a prosa. U pohanky je limitující aminokyselinou fenylalanin, který má aminokyselinové skóre 22,62 %. Limitující aminokyselinou jáhlů je lysin s aminokyselinovým skóre 15 %, zatím co u pohanky je AAS lysinu více než dvojnásobné. Vysoký obsah lysinu v pohance je výhodný proto, že by pohanka mohla být doporučována např. vegetariánům, kteří mohou trpět právě nedostatkem této esenciální aminokyseliny, která se běžně v obilovinách nenachází.

Při porovnávání údajů z různých literárních zdrojů s námi naměřenými výsledky, byly tyto hodnoty podobné, avšak v žádné literatuře nejsou uváděny zcela shodně. Tyto rozdíly mohou být způsobeny různými faktory jako jsou např. genetické faktory, oblast pěstování, povětrnostní podmínky v daném roce sklizně, způsob technologického zpracování, metodika stanovení aminokyselinového složení a další.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PRUGAR, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, a. s., 2008. 336 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [2] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., PETR, J., MICHALOVÁ, A. *Pohanka a proso*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005. 206 s. ISBN 80-7271-162-8.
- [3] KONVALINA, P., MOUDRÝ, J. *Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. České Budějovice: JU ZF, 2007. 118 s., ISBN: 978-80-7394-031-7
- [4] PRESTAMO, G., PEDRAZUELA, A., PENAS, E., LASUNCION, M. A., ARROYO, G.: Role of buckwheat diet on rats as prebiotic and healthy food. *Nutrition Research*, 2003, 23 (6), s. 803-814.
- [5] ERBA, V., KOMÁRKOVÁ, E. Pohankové extrakty jako prebiotika a jejich rozpustnost. VÚPP. [online].[cit.2010-03-23]. Dostupný z WWW:
<<http://www.vupp.cz/czvupp/publik/06poster/06sdVE4.pdf>>
- [6] SOBOTKA, M., JELÍNKOVÁ – PAROULKOVÁ, D. *Atlas obilovin*. 1. vyd. Praha: SZN, 1958. 284 s.
- [7] BULÁNKOVÁ, I. *Léčivé rostliny na naší zahradě*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 84 s. ISBN 80-247-1274-1.
- [8] ŠMAJSTRLA, Z. *Pohanka ve mlýně a v kuchyni*. 2. vyd. Rožnov pod Radhoštěm: TNM, 2000. 110 s. ISBN 978-80-238-5383-4.
- [9] RYCHLÍK, J., A. *Strava jako lék – Jáhly, kroupy, kukuřice, ovesné vločky, pohanka, slunečnice, sója a vláknina ze sušených řepných řízků v naší kuchyni*. 1. vyd. Vizovice: Nakladatelství Lípa, 1991. 267 s. ISBN 80-285-0011-2.
- [10] *Pohanka – vydatný zdroj rutinu*. [online].[cit. 2009-11-16] Dostupný z WWW:
<<http://www.agronavigatori.cz/service.asp?act=print&val=4012>>
- [11] *Pohanka*. [online].[cit. 2009-11-12] Dostupný z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pohanka>>

- [12] PAULÍČKOVÁ, I. Rutin: an effective component of functional food. Food Institute Prague, Czech Republic. [online].[cit.2010-03-05] Dostupný z WWW: <http://www.funktionalfoodnet.org/images/site/assets/9_IVANA_Rutin>
- [13] CAMPBELL, C. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), IPRGI, Rome, Italy, 1997, 93 s.
- [14] FESENKO, N. Selekcija i semenovodstvo grečichi. Kolos, Moskva. 1983. 191 s.
- [15] JAVORNIK, B., KREFT, I. Characterization of buckwheat proteins. *Fagopyrum*. 1984, 4, 30-38 s.
- [16] IKEDA, S., YAMASHITA, Y. Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese, *Fagopyrum*. 1994, 14, 29-34 s.
- [17] PETR, J., MICHALÍK, I., TLASKALOVÁ-HOGENOVÁ, H., CAPOUCHOVÁ, I., FAMĚRA, O., URMINSKÁ, D., TUČKOVÁ, L., KNOBLOCHOVÁ, H.: The utilisation of grain sorghum (*Sorghum bicolor moench*) and sweet sorghum (*Sorghum saccharatum* L. Moench, var. *saccharatum*) for gluten-free diet in coeliac disease. *Scientia Agriculturae Bohemica* 2003 a, 34 (1), s. 8-15.
- [18] PETR, J., MICHALÍK, I., TLASKALOVÁ-HOGENOVÁ, H., CAPOUCHOVÁ, I., FAMĚRA, O., URMINSKÁ, D., TUČKOVÁ, L., KNOBLOCHOVÁ, H.: Extension of the Spektra of Plant Products for the Dietin Coeliac Disease. *Czech J. Food Sci.* 2003 b, 21 (2), s. 59-70.
- [19] EGGUM, B. O., KREFT, I., JAVORNIK, B. Chemical composition and protein quality of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Qual. Plant. Foods Hum.* 1981. Nur. 30. 175-179.
- [20] KREFT, I., ŠKRABENJA, V., OSVALD, J., BONAFACCIA, G. Funkcional value buckwheat in comparison to wheat and beans. *Cereal for human health and preventive nutrition – session III.* 1998. 111-117 s.
- [21] BONAFACCIA, G., ACQUISTUCCI, R., LUTHAR, Z. Proximate chemical composition and protein characterization of the buckwheat cultivated in Italy. 1994. *Fagopyrum* 17. 43-48 s.

- [22] IKEDA, S., ASAMI, Y. Mechanical characteristics of buckwheat noodles. *Fagopyrum*, 2000. 17, 67-72 s.
- [23] RADOVIC, R.S., MAKSIMOVIC, R.V., BRKLJACIC, M.J., VARKONJIGASIC, I.E., SAVIC, P.A. 2S Albumin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999. 47, s. 1467-1470.
- [24] AUBRECHT, E., BIACS, P.A. Characterization of buckwheat grain proteins and its products. *Acta Alimentaria*, 2001. 30 (1), s. 71-80.
- [25] KALINOVÁ, J.:. Porovnání produkčních schopností a kvality pohanky a prosa. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 2002. 175 s.
- [26] MICHALOVÁ, A., ČEJKA, L. Variabilita agronomických a nutričních znaků v genofondech pohanky, prosa a laskavce – možnosti jeho využití. In: Alternativní a maloobjemové plodiny pro lidskou výživu. VÚRV, Praha. 1996. 37-50 s.
- [27] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [28] POMERENZ, Y., ROBBINS, G. S. Amino acid composition of buckwheat. *J.Agr. Food Chemistry* 1972. 20 (2), 271 s.
- [29] BECKER, H. G. Buchweizen, Dinkel, Gerste, Hafer, Hirse und Reis – die Schäl- und Spelzgetreide und ihre Bedeutung für die Ernährung. AID-Verbraucherdienst. 1994. 39 (6). 123-130 s.
- [30] MICHALOVÁ, A., Čejka, L. Hodnocení nutriční hodnoty u vybraných genotypů pohanky. Pohanka setá – význam ve zdravé výživě, výzkum, pěstování a tržní realizace. Sborník. VÚRV, Praha. 1997. 26-35 s.
- [31] SKRABANJA, V., LAERKE, H. N., KREFT, I. Effects of hydrothermal processing of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats on starch enzymatic availability in vito and in vivo in rats. *Journal of Cereal Science*. 1998. 28, s. 209-214

- [32] STEADMAN, K.J., BURGOON, M. S., SCHUSTER, R. L., LEWIS, B. A., EDWARDSON, S. E., OBENDORF, R. L. Fagopyritols, D-chiro-inositol, and other soluble carbohydrates in buckwheat seed milling fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000. 48 (7), s. 2843-2847.
- [33] BELTON, P.S., Taylor, J.R.N. Pseudocereals and less common cereals – Grain properties and utilization potential. Springer Berlin. 2002. 267 s.
- [34] MICHALOVÁ, A., HUTAŘ, M. Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum*). *Výživa a potraviny*. 1998. 53 (5) 138-140 s.
- [35] FELDHEIM, W., WISKER, E. Die Verwendung von Buchweizen (*Fagopyrum* spp. In der menschlichen Ernährung. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 93 (2). 1997. 49-52.
- [36] MAZZA, G. Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed. *Cereal Chem.* 65 (2), 1987. 122-126 s.
- [37] AUFHAMMER, W. *Pseudogetreidearten-Buchweizen, Reismelde und Amaranth*. Stuttgart, Ulmer. 2000. 262 s.
- [38] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J., KOHOUT, P. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: Svoboda Servis, 2002. 205 s. ISBN 80-86320-23-5
- [39] VELIŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 1. Vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 328 s. ISBN 80-902391-4-5
- [40] BENCKO, Vladimír a kolektiv. *Hygienu. Učební text k seminářům a praktickým cvičením*. 2.vyd. Praha: Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum, 2002. 205. S. ISBN 80-7184-551-5
- [41] BRAZDOVÁ, Z. *Výživa člověka*. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 1995. 146 s.
- [42] GABROVSKÁ, D., FIEDLEROVÁ, V., HOLASOVÁ, M., MAŠKOVÁ, J., OUHRABKOVÁ, J., RYSOVÁ, J., WINTEROVÁ, R., MICHALOVÁ, A. Nutriční kvalita minoritních obilovin a pseudoobilovin. In: *Výzkum minoritních obilovin v ČR a jejich uplatnění v lidské výživě*. 18.8.2003, VURV Praha, s. 19-23

- [43] HOLASOVA, M., FIEDLEROVA, V., SMRCINOVA, H., ORSAK, M., LACHMAN, J., VAVREINOVA, S. Buckwheat-the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Research International* . 2002. 32, s. 207-211.
- [44] HLUBÍK, Pavel, OPLTOVÁ, Libuše. *Vitaminy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. 232 s. ISBN 80-247-0373-4
- [45] DVOŘÁKOVÁ, Alena, PERGLAROVÁ, Eva, KANTA, Jiří, KŘEŠŤANOVÁ, Dominika. *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*. 1. Vyd. Praha: Reader's Digest Výběr, 1998. 400 s. ISBN 80-247-1057-9.
- [46] ŠÍCHO, V., VODRÁŽKA, Z., KRÁLOVÁ, B. *Potravinářská biochemie*. 2. vyd. Praha: SNTL. 1981. 360 s.
- [47] *Rutin*. [online].[cit.2010-02-23] Dostupný z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Rutin>>
- [48] KVASNIČKOVÁ, A. /Pohanka – vydatný zdroj rutinu. /*BIO*, 5, 2001, č. 11, s.7
- [49] KALINOVÁ, J., DADÁKOVÁ, E. Varietal and year changes of rutin content in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Cereal Research Communication*. 2006. 35 (2), s. 1315-1321.
- [50] KREFT, S., SRUKELJ, B., GABERSCIK, A., KREFT, I. Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method. *Journal of Experimental Botany* 2002. 53 (375), s. 1801-1804.
- [51] HRADECKÁ, D. Příspěvek k ekologii pohanky. Pohanka setá – význam ve zdravé výživě, výzkum, pěstování a tržní realizace. In: *Sborník referátů z odborné konference s mezinárodní účastí*, Praha. 1997. s. 36-47.
- [52] DIETRYCH-SZOSTAK, D., OLESZEK, W. EFFECT of processing on the flavonoid content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grain. *J. Agric. Food Chem.* 1999. 47, s. 4384-4387.
- [53] FABJAN, N., RODE, J., KOSIR, I. J., WANG, Z. H., ZHANG, Z., KREFT, I. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and

- quercitrin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003. 51 (22), 6452-6455 s.
- [54] JE, H. D., SHIN, C. Y., PARK, S. Y., YIM, S. H., KUM, C., HUH, I. H., KIM, J. H., SOHN, U. D. Combination of vitamin C and rutin on neuropathy and lung damage of diabetes mellitus rats. *Archives of Pharmacal Research*. 2002. 25 (2), 184-190 s.
- [55] PAULÍČKOVÁ, I. Pohanka – nejbohatší zdroj rutinu. *Výživa a potraviny*, 2003. 58, 151-2 s.
- [56] LAPČÍK, O. Pohanka a krevní tlak. *Vesmír*, 2006. 85, s. 644
- [57] PAULÍČKOVÁ, I., ADÁMEK, L. Využití pohankové natě jako přírodního zdroje rutinu. VUPP. [online].[cit.2010-03-05]
Dostupný z WWW: <<http://www.frip.cz/czvupp/publik/06sdIP3.pdf>>
- [58] MIKULAJOVÁ, A., TAKÁCSOVÁ, M., ALEXY, P., BRINDZOVÁ. Optimalizácia extrakcie fenolových zložiek z pohánky na základe výsledkov plánovaného experimentu. *Chem. listy* 2007. 101, s. 563-568.
- [59] KREFT, I., BONAFACCIA, G., ŽIGO, A. Secondary metabolites of buckwheat and their importance in human nutrition. *Prehrambeno-technol. Biotechnol. Rev.* 1994. 32(4). 195-197.
- [60] STEADMAN, K., BURGOON, M.S., LEWIS, B. A., EDWARDSON, S. E., OBENDORF, R. L. Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *Journal of Cereal Science*, 2001. 33, s. 271-278.
- [61] EGLI, I., DAVIDSSON, M. A., JUILLERAT, D., BARCLAY, D., HURELL, R. Phytic acid degradation in complementary foods using phytase naturally occurring in whole grain cereals. *Journal of Food Science*, 2003. 68, s. 1855-1859.
- [62] Bezpečnost potravin. Fytová kyselina. [online].[cit. 2010-03-29]. Dostupný z WWW: <http://agronavigator.cz/az/viz.aspx?id=76776>
- [63] HAGELS, H., WAGENBRETH, D., SCHILCHER, H. Phenolic compounds of buckwheat herb and influence of plant and agricultural factors (*Fagopyrum*

- esculentum* Moench and *Fagopyrum tataricum* Gartner). Current Advances in Buckwheat research. 1995. s. 801-809.
- [64] MAZZA, G. T., CONTRELL, L., MALCOMSON, B., GIRARD, B. D., OOMAH, D., ESKIN, N. A. M. Headspace gas chromatography and sensory analyses of buckwheat stored under controlled atmosphere. *J. Food Qual.*, 1999. 22, s. 342-351.
- [65] LINTSCHINGER, J., FUCHS, N., MOSER, H., JÄGER, R., HLBEINA, T., MARKOLIN, G., GÖSSLER, W. Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods and Human Nutrition*, 1997. 50, s. 223-237.
- [66] KIM, S. J., KAWAHARADA, C., SUZUKI, T., SAITO, K., HASHIMOTO, N., TAKIGAWA, S., NODA, T., MATSUURA-ENDO, C., YAMAUCHI, H. Effect of natural light periods on rutin, free amino acid and vitamin C contents in the sprouts of common (*Fagopyrum esculentum* Moench) and tartary (*F. tataricum* Gaertn). *Food Science and Technology Research*, 2006. 12 (3), s. 199-205.
- [67] *Pohankové pivo bez lepku*. [online][cit.2010-03-07]. Dostupný z WWW:
<http://www.lidovky.cz/pohankove-pivo-bez-lepku-0xn-/ln_noviny.asp?c=A080627_00012_ln_noviny_sto&klic%226222&mes=080627_0>
- [68] *Proč jíst pohanku?* [online].[cit.2010-03-07]. Dostupný z WWW:
<<http://www.bezlepkovadieta.cz/roslinneho-puvodu/988-3/proc-jist-pohanku>>
- [69] RYSOVÁ, J., PAULÍČKOVÁ, I., JANOVSÁ, D., OUHRABKOVÁ, J., GABROVSKÁ, D. *Pohanka tatarská a její využití v potravinách*. VÚPP. [online].[cit 2010-03-01]. Dostupný z WWW:
<<http://www.frip.cz/czvupp/08poster/08rysovaSD3.pdf>>
- [70] BODLÁL, J., *Zdraví máme na talíři. Léčivé i škodlivé účinky potravin*. 1. vyd. Praha: Granit, s.r.o., 2002. 160 s. ISBN 80-7296-016-4.

- [71] KOPÁČOVÁ, O. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. UZPI. 2007. [online].[cit. 2010-03-30]. Dostupný z WWW:
<http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFile/File/Kopov_Cerelie%20web.pdf>
- [72] OLDŘICHOVÁ, T. /Rozšíření spektra rostlinných produktů pro dietu při celiakii./ Czech J. Food Sci., 21, 2003, č. 2, s. 59–70
- [73] Proso Millet – *Panicum miliacium*. [online][cit. 2010-04-02]. Dostupný z WWW: http://www.egerbil.com/millet.html#proso_millet
- [74] SERNA-SALDIVAR, S., ROONEY, L. W. Structure and chemistry of sorghum and Miller. In: Dendy, D.A.V. (ed.): Sorghum and Millets. Chemistry and Technology. Am. Assoc. of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, 1995. 69-124 s.
- [75] JANOVSÁ, D., KALINOVÁ, J., MICHALOVÁ, A. *Metodika pěstování prosa setého v ekologickém a konvenčním zemědělství. Metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i. 2009. 17 s. ISBN 978-80-87011-99-7
- [76] Sorghum and millets in human nutrition. Carbohydrate. [online].[cit. 2010-04-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.fao.org/DOCREP/T0818e/T0818E0e.htm>>
- [77] LORENZ, K., HWANG, Y. S. Lipids in proso millet (*Panicum miliaceum*) flours and brans. Cereal Chem. 1986. 63 (5), 387-390 s.
- [78] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlynářská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT 2004. 203 s. ISBN 80-7080-530-7.
- [79] MICHALOVÁ, A., LEHKÁ, E. Pěstování a využití prosa a bérů. Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR. In: Sborník referátů a posterů z odborné konference VÚRV Praha: 2001. 24-26 s.
- [80] INDRA, Z., MIZERA, J. *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka. Učebnice pro střední průmyslové školy potravinářské*. 1. vyd. Schválilo ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR pod č.j. 13 197/92 dne 12. března 1992 jako učebnici pro střední průmyslové školy potravinářské.

- [81] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P. *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin*. Vyškov: VVŠPV Vyškov, 1998. 83 s. ISBN 80-7231-022-4.
- [82] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd I. díl*. 1. vyd. Brno: ÚKZÚZ, 2000. 173 s. ISBN 80-86051-70-6.
- [83] VODRÁŽKA, Z., KRECHL, J. *Bioorganická chemie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1991. 480 s. ISBN 80-03-00547-7
- [84] GABROVSKÁ, D., VAVREINOVÁ, S., RYSOVÁ, J., OUHRABKOVÁ, J., PAULÍČKOVÁ, I., HOKE, K., HOUŠKA, M., PROKEŠ, J., HELÁNOVÁ, A. Nutriční hodnocení pohanky a její potravinářské využití. VÚPP. [online].[cit-2010-03-11] Dostupný z WWW:
<http://www.frip.cz/czvupp/publik/06sdJ05.pdf>.
- [85] KALAČ, P. *Soudobý pohled na vlákninu potravy*. České Budějovice: ZF JCU
- [86] LUTOVSKÝ, P., PICHL, I. *Vláknina (chemické složení, metody stanovení, význam vo výžive)*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1983.
- [87] HOZA, Ignác, KRAMÁŘOVÁ, Daniela, BUDÍNSKÝ, Pavel. *Potravinářská biochemie I. pro studenty kombinované formy studia*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2006. 159 s. ISBN 80-7318-495-8.
- [88] DAVÍDEK, Jiří, JANÍČEK, Gustav, POKORNÝ, Jan. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. 630 s.
- [89] VODRÁŽKA, Z., *Biochemie 2*. 1.vyd. Praha: Academia, 2002. 123 s. ISBN 80-200-0441-6.
- [90] KARLSON, P., *Základy biochemie*. 3. vyd. Praha: Academia. 1981. 432 s.
- [91] ANDASEK, J., KRÁČMAR, S., MILERSKI, M. et al. Comparison of the contents of intramuscular amoni in different lamb hybrids. *Czech Journal of Animal Science*. 2003.
- [92] KALINOVÁ, J., MOUDRÝ, J. Evaluation of frost resistance in varieties of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant Soil Environ*. 2003. 49 (9). 410-413 s.

- [93] OELKE, E. A., OPLINGER, E. S., PUTNAM, D. H. et al. Millets alternative field crops. Manual. University of Wisconsin Internet Index. 1999.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AA	aminokyseliny
AAA 400	automatický analyzátor aminokyselin
AAS	aminokyselinové skóre
ATP	adenosintrifosfát
C	variační koeficient
cal	kalorie
DHA	dokosahexaenová kyselina
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EAA	esenciální aminokyseliny
EAAI	index esenciálních aminokyselin
EPA	eikosapentaenová kyselina
FAO	organizace spojených národů pro výživu a zemědělství
LDL	lipoproteiny o nízké hustotě
mg	miligram
S	směrodatná odchylka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Zrna obilovin a pseudoobilovin.....	13
Obr. 2. Pohanka obecná (<i>Fagopyrum esculentum</i>).....	15
Obr. 3. Loupaná pohanková nažka.....	16
Obr. 4. Strukturní vzorec rutinu.....	27
Obr. 5. Proso seté (<i>Panicum miliaceum</i> L.).....	36
Obr. 6. Zrno prosa setého.....	37
Obr. 7. Mechanismus reakce ninhydrinu s aminokyselinou.....	63
Obr. 8. Průměrné hodnoty celkového obsahu dusíkatých látek v pohankových výrobcích.....	69
Obr. 9. Průměrné hodnoty NDF v pohankových výrobcích.....	71

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Složení pohanky v porovnání s jinými obilovinami.....	17
Tab. 2. Porovnání obsahů aminokyselin v pšenici a pohance (g/16gN).....	20
Tab. 3. Porovnání aminokyselinového složení pšenice a pohanky.....	21
Tab. 4. Obsah a složení sacharidů v pohance a dalších obilovinách.....	22
Tab. 5. Procentuální zastoupení lipidů a mastných kyselin v pohance a pšenici.....	23
Tab. 6. Mastné kyseliny a jejich procentuální zastoupení v lipidech pohanky loupané.....	24
Tab. 7. Obsah minerálních prvků v pohankové mouce (mg/kg) a jejich doporučené denní dávky (mg).....	25
Tab. 8. Obsah vitamínů v pohance (mg/100 g) a pšenici (mg/kg).....	26
Tab. 9. Porovnání obsahu fenolických látek a rutinu v obilovinách a pohance.....	28
Tab. 10. Chemické složení prosa podle různých autorů.....	39
Tab. 11. Skladba aminokyselin prosa.....	41
Tab. 12. Obsah mastných kyselin (%) v prosné mouce a otrubách.....	43
Tab. 13. Obsah minerálních látek v pohankových jáhlech (mg/kg) a doporučené denní dávky minerálů (mg).....	43
Tab. 14. Porovnání obsahu vitamínů v prosu, pohance a pšenici.....	44
Tab. 15. Seznam a označení použitých vzorků.....	50
Tab. 16. Obsah esenciálních aminokyselin ve standardním proteinu (g/16 g dusíku) a denní potřeba těchto aminokyselin.....	62
Tab. 17. Průměrné hodnoty obsahu sušiny a vlhkosti výrobků z pohanky.....	65
Tab. 18. Průměrné hodnoty obsahu sušiny a vlhkosti výrobků z prosa.....	66
Tab. 19. Průměrné hodnoty obsahu popela v pohankových výrobcích.....	67
Tab. 20. Průměrné hodnoty obsahu popela v jáhlových výrobcích.....	67
Tab. 21. Průměrné hodnoty celkového obsahu dusíkatých látek v pohankových výrobcích.....	68

Tab. 22. Průměrné hodnoty celkového obsahu dusíkatých látek v jáhlových výrobcích.....	70
Tab. 23. Průměrný obsah NDF v pohankových výrobcích.....	71
Tab. 24. Průměrný obsah NDF v jáhlech a jahelných výrobcích.....	72
Tab. 25. Aminokyselinové složení pohanky ve varných sáčcích.....	73
Tab. 26. Aminokyselinové složení pohankové mouky.....	74
Tab. 27. Aminokyselinové složení pohankové mouky celozrnné.....	75
Tab. 28. Aminokyselinové složení jáhlů Bio (č. 9).....	77
Tab. 29. Aminokyselinové složení jahelné mouky.....	78
Tab. 30. Srovnání výsledků AAS a EAAI, limitujících aminokyselin u pohankových a jahelných výrobků.....	79