

Nutriční charakteristika rostliny pohanky seté

Bc. Kristýna Kmentová

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kristýna KMENTOVÁ**
Osobní číslo: **T09670**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Nutriční charakteristika rostliny pohanky seté**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Charakteristika rostliny pohanky seté.
- Popis chemického složení.
- Vybrané metody stanovení a jejich popis.

II. Praktická část

- Metodika stanovení jednotlivých charakteristik.
- Vlastní analýza květů, listů, stonku a kořenů rostliny pohanky.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] WIJNGAARD, H.H., ARENDT, E.K. Buckwheat, *Cereal Chemistry*, 2006, 83, 4, p. 391–401.

[2] CHRISTA, K., SORAL-SMIETANA, M. Buckwheat Grains and Buckwheat Products–Nutritional and Prophylactic Values of Their Components–a review, *Czech J. Food Sci.*, 2008, 26, 3, p. 153–162.

[3] ŠMAJSTRLA, Z. Pohanka ve mlýně a v kuchyni, 2. vydání, TNM, Rožnov pod Radhoštěm, 2000, 110s. ISBN 978–80–238–5383–4.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Vojtíšková

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

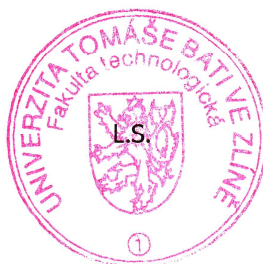
25. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

20. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, 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 vzdělávacímu 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). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

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

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá charakteristikou, chemickým složením, zpracováním, využitím a zdravotními účinky rostliny pohanky seté. Praktická část je zaměřena na analýzu jednotlivých částí pohanky, jako kořen, stonek, listy a květ. Dále byly zkoumány pohankové výrobky (slupky, kroupa a mouka). U všech vzorků bylo provedeno stanovení obsahu vlhkosti, dusíkatých látek, tuku a škrobu dle metod uvedených v Nařízení Evropské komise č. 152/2009.

Klíčová slova: chemické složení, pohanka, analýzy, zdravotní účinky

ABSTRACT

This diploma thesis deals with a characterization, chemical composition, processing and utilization and health effects of common buckwheat. The practical part is focused on the analysis of individual parts of the buckwheat plant, for example a root, footstalk, leaves and inflorescence. Then the buckwheat products (peelings, groats and flour) were examined. The content of the moisture, nitrogen substances, fat and starch was measured in all of the analysed samples, using the methods introduced in the Regulation of the European Commission no. 152/2009.

Key words: chemical composition, buckwheat, analyses, health effects

Ráda bych poděkovala vedoucí své diplomové práce Ing. Petře Vojtíškové za cenné rady, trpělivost a odbornou pomoc při zpracování této práce.

Také bych chtěla poděkovat svým rodičům a manželovi za podporu při studiu.

Motto

„Moudrý člověk mlčí o tom, co neví.“

Sofokles

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 POHANKA SETÁ (FAGOPYRUM ESCULENTUM)	12
1.1 DRUHY POHANKY	14
1.2 HISTORIE POHANKY	15
1.3 PŮVOD NÁZVU.....	16
1.4 PĚSTOVÁNÍ POHANKY	16
1.5 CHOROBY A ŠKŮDCI	18
1.5.1 Choroby	18
1.5.2 Škůdci.....	19
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ POHANKY	20
2.1 SACHARIDY	20
2.1.1 Vláknina	21
2.2 BÍLKOVINY	21
2.3 TUKY.....	22
2.4 VITAMINY	23
2.5 MINERÁLNÍ LÁTKY	24
2.6 FLAVONOIDY POHANKY.....	25
2.6.1 Rutin.....	25
2.7 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY	26
3 ZPRACOVÁNÍ POHANKY	28
3.1 MECHANICKÉ LOUPÁNÍ.....	28
3.2 TERMICKÉ LOUPÁNÍ.....	28
3.3 VÝROBKY.....	28
4 VYUŽITÍ POHANKY	30
4.1 KULINÁŘSKÉ VYUŽITÍ.....	30
4.1.1 Příprava a konzumace	30
4.2 POHANKA JAKO KRMIVO.....	31
4.3 POHANKA JAKO MEZIPLODINA	31
4.4 POHANKA JAKO MEDONOSNÁ ROSTLINA	32
5 VYBRANÉ METODY STANOVENÍ	33

5.1	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU DUSÍKATÝCH LÁTEK	33
5.2	STANOVENÍ TUKU EXTRAKCÍ PODLE SOXHLETA	33
5.3	STANOVENÍ ŠKROBU POLARIMETRICKY	33
II	PRAKTICKÁ ČÁST	35
6	METODIKA	36
6.1	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY	36
6.2	MATERIÁL	36
6.2.1	Vzorky pohanky	36
6.2.2	Použité roztoky a chemikálie	36
6.3	ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH VZORKŮ	37
6.3.1	Stanovení obsahu vlhkosti	37
6.3.2	Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek	38
6.3.2.1	Mineralizace vzorku	38
6.3.2.2	Destilace a titrace	39
6.3.3	Stanovení obsahu tuku	39
6.3.4	Stanovení obsahu škrobu	41
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	42
7.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU VLHKOSTI	42
7.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU CELKOVÉHO OBSAHU DUSÍKU	43
7.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU TUKU	45
7.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU ŠKROBU	47
	ZÁVĚR	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
	SEZNAM TABULEK	58

ÚVOD

Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum*) je znovu objevovanou potravinou, která v kuchyni našich babiček byla zcela běžná. V dnešní době zažívá pohanka svou renesanci zejména pozitivními zdravotními účinky a návratu ke zdravé výživě.

Pohanka se řadí k alternativním plodinám. Patří mezi pseudocereálie. Má nezastupitelné místo v racionální výživě a ve srovnání s běžnými cereáliemi je její nutriční zastoupení výhodnější (např. vysoký obsah rutinu, pomalu stravitelný resistantní škrob, vysoký obsah aminokyseliny lysinu). Pseudocereálie jsou vhodné a výživné pro pacienty, kteří potřebují dodržovat bezlepkovou dietu, při prevenci vysoké hladiny cholesterolu v krvi, vysokého krevního tlaku, snižují riziko vzniku rakoviny tlustého střeva, ale také posilují imunitní systém.

Vysoký obsah bioflavonoidu rutinu působí léčivě na cévy v celém organismu, vrací jim pružnost a spolu s vitamínem E léčí na cévách chorobné změny. Rutin s vitamínem C snižuje riziko vzniku trombózy, infarktu či mozkové mrtvice.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POHANKA SETÁ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM*)

Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum*) je dvouděložná rostlina patřící do čeledi *Polygonaceae*. Tradičně se pěstuje v Asii, střední a východní Evropě [1,2].

Pohanka je bylina s křovitým nebo větveným kořenem, lodyha je 80-140 cm vysoká, slabě větvená, hranatá, dutá, zelená až červená. Listy jsou dlouze řapíkaté, široce srdčité, vroubkované, horní listy krátce řapíkaté, vejčité kopinaté, dlouze zašpičatělé [3].

Na jedné rostlině se tvoří velké množství květů. Jejich počet se pohybuje v širokém rozmezí v závislosti na řadě faktorů, především na hustotě porostu. Pohanka zakvétá postupně od nejnižších větví směrem k vrcholu. Květy jsou drobné, bílé či narůžovělé, seskupené v květenstvích po 7 - 9 kvítcích (úžlabní hrozny nebo vrcholové chocholíky). Okvětí je pětídílné, narůžovělé, tyčinek je osm, semeník svrchní se třemi čnělkami. Květy jsou dimorfní, různocleonné. Jedná se o tzv. heterostylii, kdy jeden typ květu má dlouhé pylové tyčinky a krátké blizny a druhý typ krátké pylové tyčinky a dlouhé blizny. Opylení je zprostředkováno hmyzem [4].



Obr. 1. Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum*) [5]

Plodem je stříbřitě šedá až hnědá trojboká nažka. Hmotnost 1000 nažek činí 19-25 g, sypná hmotnost 55-70 kg. Typicky jsou vybarveny pouze plně vyvinuté a vyzrálé nažky. Barva oloupaných nažek se stárnutím mění ze světle zelené na hnědou. Nažka je na průřezu bílá [3,4].



Obr. 2. Loupaná pohanková nažka [6]

Zárodek je v semenu pohanky umístěn uprostřed endospermu. Perikarp (obal) má pevnou vláknitou strukturu a pevně obklopuje osemení, endosperm a zárodek. Buňky endospermu mají tenké buněčné stěny a obsahují zejména škrob. Semena pohanky jsou jedlá a obsahují neškrobovou aleuronovou vrstvu. Ačkoli mohou být i ostatní části pohanky využity pro lidskou výživu či jako krmivo pro zvířata, pěstuje se pohanka zejména pro semena [2].

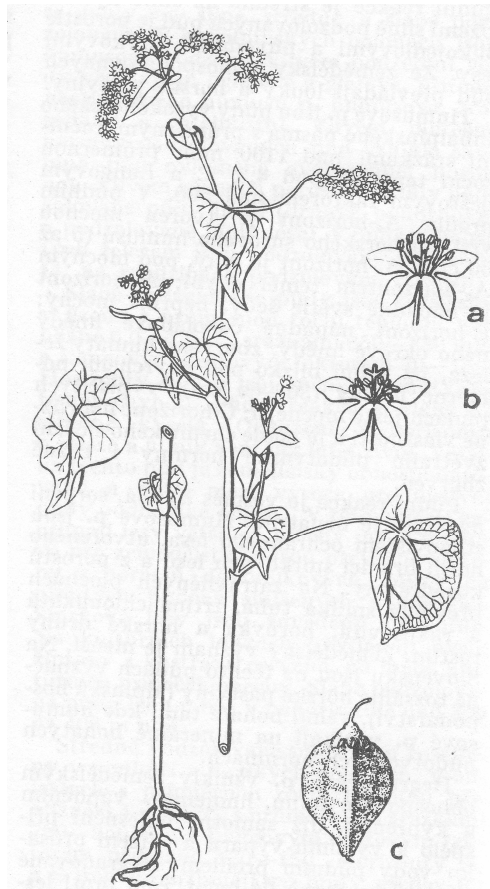
Semena pohanky jsou dobrým zdrojem minerálních látek, které musí být získávány z potravy, většinou z rostlin. Hlavní zásobní formou fosforu v semenech je kyselina fytová. Má schopnost vázat různé ionty kovů, zejména draslík, hořčík a vápník za tvorby fytátu. Kyselina fytová spolu s příslušnými minerálními látkami jsou uloženy v zárodku

a v aleuronové vrstvě. Zatímco kyselina fytoová umožňuje skladování minerálních látek v rostlinných pletivech, jako součást potravy je považována za antinutrient, díky své schopnosti snižovat vstřebávání minerálních látek [7].

Kořen je v porovnání s ostatními obilovinami velmi slabý, křivý a málo rozvětvený, ale je výkonný v odběru minerálních látek a vody. Sušina kořenů představuje méně než 4 % sušiny celé rostliny, což je zřejmě hlavní příčinou vadnutí rostlin pohanky za teplého a suchého počasí. Kořeny vylučují kyselinu mravenčí, octovou, citrónovou, šťavelovou. Pomocí kořenů rostliny přijímají živiny, zejména fosfor z těžko rozpustných forem [8,9].

1.1 Druhy pohanky

Pěstují se dva druhy, a to pohanka střelovitá neboli pohanka obecná (*Fagopyrum sagittatum*, syn. *F. vulgare*, *Polygonum fagopyrum*, *F. esculentum*) a pohanka tatarka (*Fagopyrum tataricum*, syn. *Polygonum tataricum*, *Fagopyrum subdentatum*). Pohanka střelovitá se pěstuje na semeno i na zelenou hmotu, pohanka tatarka ke krmení a na zelené hnojení, v Himálajích i na semeno. Je též významná medonosná rostlina a důležitá farmaceutická plodina (obsahuje 1,8 % alkaloidu rutinu). Pohanka střelovitá poskytuje užitek trojbokými nažkami, které se zpracovávají na mouku a kroupy. Nažky obsahují 11-12 % bílkovin, 3 % tuku, 59 % glycidů, 11 % celulózy a 2,5 % minerálních látek a 12-13 % vody. Pohanka tatarka se odlišuje od pohanky střelovité hlavně slabším vzrůstem, zelenou lodyhou bez anthokyanového zabarvení, drobnějšími zelenavými kvítky v chudších hroznech. Nažky jsou drobnější, hnědé, na hranách zubaté. Výnosy jsou podstatně nižší než u pohanky střelovité [3].



Obr. 3. Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum*): a-krátkočnělečný květ, b-dlouhočnělečný květ, c-nažka [3]

1.2 Historie pohanky

Historickou pravlastí pohanky seté je jihovýchodní Asie. V počátečním stadiu klíčení vyžaduje slunečné počasí a v době dozrávání je citlivá na kolísání teploty vzduchu. Pohanka má slabou kořenovou soustavu, nejvíce se jí tedy daří v provzdušněných půdách, které jsou dostatečně zásobeny živinami. Podrobnou analýzou vědci dospěli k závěru, že oblast původního výskytu pohanky seté se nachází v Himalájích, kde jsou pro ni lokality s vhodnými klimatickými i půdními podmínkami. Poté, co lidé tuto obilninu domestikovali, se její pěstování rozšířilo do Číny a Indie. Národy severní Indie ji znaly už před 2 500 lety. Na našem území byla pohanka známa již ve 12. století. Z Maďarska, Polska a Čech se pohanka šířila do Německa, Dánska, Francie a dalších zemí. Z Evropy se pohanka dostala také do Ameri-

ky, kde byla pro svou krátkou vegetační dobu a vysokou výživovou hodnotu důležitou plodinou při osídlování USA a Kanady [4,10].

V současnosti je Česká republika jedním z nejvýznamnějších producentů „bio“ pohanky v Evropě. Celková plocha pohanky (konvenční i ekologické) v ČR se odhaduje na cca 3000 ha, což je nejvíce v historii ČR, ale i bývalého Československa. Na ekologicky hospodařících farmách bylo v roce 2001 vyseto 900 ha této plodiny, což je 0,036 % z celkové osevní plochy [9].

1.3 Původ názvu

Původ názvu pohanky lze odvodit i od názvů v jednotlivých zemích. Číňané jí říkali ciao-maj, což je spojení slov ciao (pšenice) a maj (ječmen). Bulhaři, Rumuni, Estonci, Finové, Poláci, Slováci a Češi odvozují její název od slov Grečicha, Tatar, Tatarka. Tato pojmenování vznikla pravděpodobně v souvislosti s nájedzy Tatarů ve 13. století, kteří ji ve svých kožených měšcích zavěšených u koňských sedel do našich zemí dovezli. Původní domácí obyvatelstvo je považovalo za pohany a tento název se později ujal i pro obilninu [10].

1.4 Pěstování pohanky

Pohanka je teplomilná rostlina. Pro krátkou vegetační dobu 80 - 120 dnů je možné ji pěstovat i v severnějších oblastech, kde je dostatečně teplé léto. Při pozdějších výsevech je růst a vývoj této plodiny urychlen a vegetační doba se zkracuje, např. na jižní Moravě na 75 dní. Panují-li při kvetení vysoké teploty (nad 30 °C) při současné nízké vzdušné vlhkosti, dochází k opadávání květů, špatnému opylení, zasychání vyvíjejících se nažek a výnos je silně redukován. V době kvetení pohanky škodí též chladno, nektária produkují méně nektaru. Poupata a květy pozdě setých porostů při podzimním chladném počasí opadávají. Bouřkové počasí i silný vítr v době květu může mít za následek špatný výnos nažek, může dojít ke zhoršení práce opylovačů, vysychání nektaru [3,4].

Z živin je pohanka nejnáročnější na draslík. Dostatek draslíku zvyšuje výnos i jakost nažek. V našich podmínkách se doporučuje aplikovat na jaře na 1 ha 200 - 300 kg kombinovaného

hnojiva. Pohanka však nesnáší chlór, reaguje na něj skvrnitostí listů, snadnou lámavostí a zakrnělým růstem, proto je třeba hnojit draselnými hnojivy bez chlóru, např. síranem draselným. Předpokládaná dávka dusíku pro pohanku je 20 - 50 kg.ha⁻¹ v závislosti na předplodině a úrodnosti půdy. Pohanka má značné nároky na bór. Jeho nedostatek se projevuje skvrnitostí listů, zakrnělým růstem a sklonem k lámavosti. Při obsahu nižším než 0,4 mg B na 1 kg půdy je proto vhodné přihnojení boraxem (3 - 4 kg.ha⁻¹) nebo jiným hnojivem obsahujícím bór [4].

Po přípravě půdy, která se celkem shoduje s přípravou půdy pro jiné obilniny, se pohanka vysévá koncem dubna až v první polovině května do řádků 15 - 20 cm širokých. Nejvhodnější hloubka setí je 3 - 5 cm. Po vzejití se vláčí a širší řádky plečkují. Pohanka, jako strnisková meziplodina na semeno, se seje do poloviny července po raných bramborách, ozimé řepce, ozimém ječmeni a v nejteplejších polohách i po ozimém žitu a jarním ječmenu. Sušší půdy jsou vhodnější než vlhčí. Seje se do řádků 15 cm výsevem 80 - 90 kg/ha. Nažka začíná klíčit při teplotě 7 - 8 °C, optimální teplota klíčení je 15 - 20 °C. Na chlad je velmi citlivá. Vzcházející rostliny hynou při -2 °C, kvetoucí při +1 °C a dozrávající rostliny při +2 °C. Citlivost pohanky k nízkým teplotám je vysvětlována vysokým obsahem vody v listech [3,11].

Pohanka začíná kvést 25 - 40 dnů po vzejití a postupně kvete od kvítků spodní části ke kvítkům na vrcholu rostliny, až do doby sklizně. Nažky dozrávají postupně od počátku květu za 20 - 25 dnů, takže dozrává značně nestejně, což podstatně zvyšuje sklizňové ztráty. Je třeba ji sklízet v době, kdy dvě třetiny nažek jsou zralé, tj. plně vybarvené (hnědě či šedě). I tak ztráty výdřelem činí 300 - 600 kg.ha⁻¹. Sklízí se přímo sklízecí mlátičkou. Je možné také uplatnit dvoufázovou sklizeň s dvojitým výmlatem. Výnos pohanky bývá 1 - 2 t.ha⁻¹. Ihned po sklizni se na předčističkách oddělí od nažek zbytky stonků a jiných částí rostlin s vysokým obsahem vody. Vzhledem k rozdílnému obsahu vody ve sklizených nažkách je třeba provést okamžité dosušení na 14 % vlhkosti. Sušení se provádí aktivním větráním neupraveným vzduchem nebo teplým vzduchem (60 - 65 °C) tak, aby teplota nažek nepřekročila 40 - 45 °C [3,4].

Pohanka je velmi náročná na vodu, nejvíce vody požaduje v období kvetení až zrání. K dobrému výnosu potřebuje pohanka dostatek světla. Požadavek dobrého osvětlení porostu je třeba respektovat již při jeho zakládání. Při nedostatku světla klesá výnos nažek a opěrná

pletiva se ve sloupcích tvoří jen omezeně. Rostliny se vytahují a porosty pak snadněji polehnou. Na půdu a předplodinu je pohanka málo náročná, pro následné plodiny je velmi vhodná. Po vzejití se porost rychle vyvíjí, rychle zakrývá půdu a zabraňuje růstu plevelů. Pohanka je také vhodná pro ekologické pěstování, bez použití umělých hnojiv a pesticidů [3,4,12].

Úspěšné pěstování pohanky není možné bez včel. Pohanka je hmyzosnubná a převážnou část opylení obstarává včela medonosná a jen malou část včely samotářky (1 - 7 %) a čmeláci (1 - 4 %). Již při záměru pro pěstování pohanky je nutné si ověřit pro daný pozemek možnosti návštěvnosti včel, případně mít možnost kočování včel. Na jeden hektar se doporučuje 2 - 5 včelstev. Návštěvnost hmyzu zvyšuje zcela průkazně výnos (o několik stovek kg), dále velikost a plnost nažek i jejich biologickou hodnotu [13].

Pro farmaceutické účely se pohanka vysévá v téže době jako při pěstování na semeno, někdy i později, než při pěstování pohanky jako strniskové meziplodiny. Sklízí se na počátku květu, kdy dosahuje výšky 20 cm a zelená hmota se přirozeně nebo uměle dosušuje [3].

1.5 Choroby a škůdci

Na rozdíl od mnohých zemědělských plodin je pohanka zřídka a málo napadána chorobami.

1.5.1 Choroby

Nejvýznamnější chorobou pohanky je peronospora (*Peronospora fagopyri*). Šíří se za vlhka a tvoří na listech žlutavé skvrny s šedofialovým povlakem na spodní straně. Výnos může klesnout až o 20 %. V pozdějších růstových fázích napadá pohanku plíseň šedá (*Botrytis cinerea*). Infikované rostliny se lámou a předčasně odumírají. Cerkosporiáza pohanková (*Cercospora fagopyri*) se projevuje listovou skvrnitostí po celou dobu vegetace. Z chorob trpí dále pohanka padlím (*Erysiphe communis f. fagopyri*), plísní pohankovou (*Phytophthora parasitica*), antraknózou (*Ascochyta fagopyri*) a bílou skvrnitostí listů [14].

Antraknóza (z řečtiny *anthrax* = uhlí) je nekrotický symptom způsobovaný některými deuteromycety projevující se tmavými skvrnami kruhovitěho vzezření na rostlinách. Ty

nabývají nejčastěji hnědou až černou barvu a jsou dosti velké. Podobnými symptomy jsou skvrnitost, tečkovitost a pihovitost. Pohanku mohou napadat i další houbové choroby. Jejich výskyt je však ojedinělý a lze jim předcházet vhodnou organizací porostu a dobrou agrotechnikou. Proti některým chorobám se v konvenčním způsobu hospodaření doporučuje moření osiva [14,15].

1.5.2 Škůdci

Ze škůdců nejvíce škodí larva chrousta a háďátko zhoubné, dále dřepčící, mšice a třásněnky. Mezi významné škůdce je nutné počítat i divokou zvěř jako bažanty, zajíce a drobné hlodavce [3,14].



Obr. 4. Larva chrousta [16]

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ POHANKY

Plody pohanky obsahují bílkoviny, sacharidy, tuky, vlákninu, dále rutin, větší množství esenciálních aminokyselin, zejména lysin, a významná množství vitaminů a minerálních látek. Chemické složení jednotlivých druhů pohanky se liší. V *Tab. 1* je uvedeno základní složení pohanky loupané [1].

Tab. 1: Základní složení pohanky loupané [g/100g] [10]

Živina	Množství
Sacharidy	72,4
Voda	12,6
Bílkoviny	9,77
Tuky	1,73
Minerální látky	1,72
Vláknina	1,58

2.1 Sacharidy

Hlavním sacharidem pohanky je škrob. Semeno ho obsahuje asi 54,5 %. Pohankový škrob má jedinečné vlastnosti, některé z nich se podobají vlastnostem škrobu v hlízách (vysoká viskozita), některé vlastnostem obilného škrobu (tvar a složení). Pohankový škrob obsahuje 42 - 52 % amylózy, což je dvakrát více než u pšenice a ječmene. Škrob je koncentrován ve středu endospermu. Během klíčení se hydrolyzuje na jednoduché sacharidy, které zajišťují energii pro růst rostliny. Pohanka, která je tepelně upravená obsahuje 6 % škrobu odolného vůči působení enzymu amyláza. Tento škrob, stejně jako vláknina, podporuje pocit sytosti a je nutričně důležitý pro diabetiky, protože omezuje výkyvy hladiny glukózy v krvi. Nestrávený škrob, který se dostává do tlustého střeva, zde slouží jako výživa pro mikroorganismy. Podporuje tvorbu máselnanů v tlustém střevě, které podněcují látkovou výměnu střevních buněk a mají vliv na postupné odumírání nádorových buněk. Vlastnosti škrobu určují konzistenci a chuť produktů z pohanky [2,18].

Jednoduché sacharidy pohanky jsou glukosa, sacharosa, fruktosa, maltosa, rhamnosa a rafinosa. Pohanková zrna dále obsahují přibližně 0,7 % redukujících sacharidů, 0,8 - 1,16 % oligosacharidů a 0,1 - 0,2 % neškrobových polysacharidů [2,17].

Pomalé uvolňování glukosy ze škrobu pohanky může prodloužit výdrž při fyzické námaze a také prodlužuje pocit sytosti v žaludku [11,18].

2.1.1 Vlákna

Obsah vlákniny v nažkách je 11 % a v kroupách 0,8 %. Pohanka má nižší obsah hrubé vlákniny, ale vyšší podíl rozpustné vlákniny. Pohankové slupky obsahují 80 % z celkové vlákniny, z toho je 60 % kyselá detergentní vlákna, 18 % hemicelulózy a 30 % celulózy [11].

Konzumace pohanky může mít tedy pro svůj obsah vlákniny důležitou úlohu v prevenci a léčení vysokého krevního tlaku a zvýšené hladiny cholesterolu [11,19,20].

2.2 Bílkoviny

Obsah bílkovin se v pohance mění od 7 do 21 %. Semeno pohanky seté obsahuje přibližně 64,5 % globulinů, 12,5 % albuminů, 8 % glutelinů a malé množství prolaminů. Obsah bílkovin je důležitým znakem nutriční hodnoty potravin. Bílkoviny v pohance mají biologickou hodnotu až 93 % AAS, která se srovnává s hodnotou vaječné bílkoviny, které hodnota je 100 %. Pohankové bílkoviny jsou vysoce stravitelné a obsahují široké spektrum aminokyselin. Ve srovnání s běžnými obilovinami je zde téměř ideální zastoupení esenciálních aminokyselin, a to obsah lysinu, tryptofanu, threoninu, a sirných aminokyselin. Nažky pohanky obsahují menší množství kyseliny glutamové, která je základní neesenciální aminokyselinou a je hlavní součástí zásobních bílkovin u obilovin. Limitující aminokyselinou je leucin. Obsah lysinu, argininu, threoninu, prolinu v pohance modifikují i podmínky pěstování (tj. oblast pěstování, podnebí, půda). V teplejších lokalitách byly například zaznamenány vyšší hodnoty všech aminokyselin s výjimkou lysinu [2,11,21]. Obsah esenciálních aminokyselin je uveden v *Tab. 2*.

Tab. 2: Obsah esenciálních aminokyselin v pohance [g/16 g dusíku] [11]

Aminokyselina	Množství
Valin	4,8
Leucin	8,5
Isoleucin	3,8
Threonin	3,7
Lysin	8,5
Methionin	1,6
Fenylalanin	5,3
Tryptofan	1,8

2.3 Tuky

Lipidy tvoří malou část zrna pseudocereálií, ale mají významné fyziologické funkce. Také hrají roli při posuzování kvality potravin, neboť mohou způsobit kažení skladovaných semen a mouk. Lipidy jsou soustředěny v embryu. V pohance bylo identifikováno 18 mastných kyselin a 14 z nich se vyskytuje v celém semenu. Osm hlavních mastných kyselin (olejová, linolová, palmitová, linolenová, lignocerová, stearová, behenová a arachidonová) představuje asi 93 % celkových mastných kyselin. Embryo obsahuje většinou nenasycené mastné kyseliny, zatímco obal obsahuje více nasycených mastných kyselin [2].

Ze zdravotního hlediska je důležitý vysoký obsah vícenenasycených mastných kyselin. Největší podíl připadá na esenciální kyselinu linolovou (37 - 48 %), která se společně s kyselinou linolenovou (1,9 - 2,8 %) podílí na snižování hladiny krevního cholesterolu a prevenci aterosklerózy. Lipidy z pohanky obsahují 0,2 % fyziologicky aktivních rostlinných sterolů, sitosterolu a campesterolu, které snižují vstřebávání cholesterolu z potravy [10,11].

Tab. 3: Porovnání obsahu mastných kyselin v pohance seté a tatarské [%] [22]

Mastná kyselina	Pohanka setá	Pohanka tatarská
Linolová	39,0	36,6
Olejová	37,0	35,2
Palmitová	15,6	19,7
Stearová	2,0	3,0
Eikosapentaenová	2,3	2,0
Arachidonová	1,8	1,8
α -linolenová	1,0	0,7
Behenová	1,1	0,8

2.4 Vitaminy

Mezi vitaminy obsažené v pohance patří hlavně vitaminy skupiny B. Obsah vitaminů B₁ a B₂ pomáhá tělu aktivovat energii podporující činnost nervů. Příznivě ovlivňuje stavy podrážděnosti, nechutenství a bolesti hlavy. Velmi důležitým vitamínem obsaženým v pohance je cholin, který regeneruje jaterní buňky po poškození chorobami a alkoholem. Zároveň napomáhá při odbourávání nahromaděného tuku v játrech [10].

Zastoupení jednotlivých vitaminů v pohance uvádí *Tab. 4*.

Tab. 4: Obsah vitaminů v pohance [mg/100g] [11]

Vitamin	Množství
Cholin	44,0
Rutin	6,5
Niacin	2,1
B1	4,2
B2	1,1
B6	0,2
E	4,1

2.5 Minerální látky

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 ve slupkách. Pohanková mouka je významným zdrojem zinku a mědi, draslíku, hořčíku, vápníku a železa. 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 draslíku, hořčíku, vápníku, mědi a fosforu je přítomen také 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. Také pohankové nažky jsou významným zdrojem stopových prvků, jako je zinek, měď a mangan [21].

Tab. 5: Obsah minerálních látek v pohance [mg/100g] [10]

Minerální látka	Množství
Draslík	450,0
Hořčík	390,0
Fosfor	320,0
Vápník	120,0
Železo	4,0
Mangan	3,5
Měď	1,0
Zinek	0,9

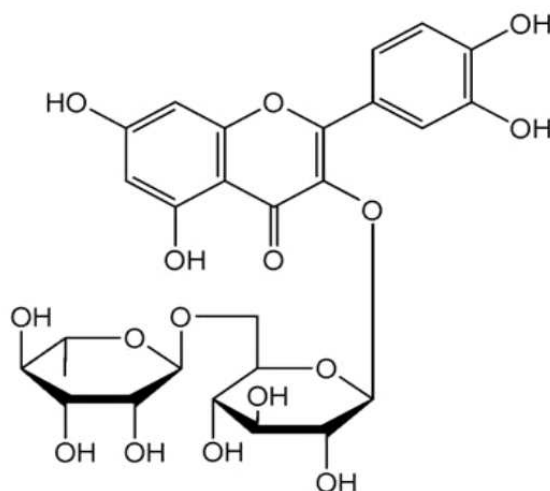
2.6 Flavonoidy pohanky

Flavonoidy představují hlavní skupinu přírodních antioxidantů v pohance (kolem 40 mg/g v sušině), dominantní je rutin. 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 [21].

2.6.1 Rutin

Na našem území je pohanka nejvýznamnějším zdrojem rutinu. Rutin (quercetin-3-rutinosid) je glykosid flavonolu syntetizovaný ve vyšších rostlinách jako ochrana proti ultrafialovému záření a chorobám. Fenolická část molekuly je spojena s cukrem-hydrofilní částí molekuly. To mírně snižuje jeho biologický účinek, ale umožňuje lepší rozpustnost molekuly. Množství rutinu závisí na odrůdě pohanky a také na množství přijatého slunečního záření. Obsah rutinu se v pohance v různých částech rostliny liší. Nejvíce rutinu

se nachází v květech (až 400 mg/100 g sušiny), následují listy, semena, stonek, nejméně rutinu je v kořenech. V loupaných semenech, tzv. kroupách, se nachází okolo 20 mg rutinu ve 100 g sušiny. Zpracováním pohanky však obsah rutinu klesá [23,24].



Obr. 5. Strukturální vzorec rutinu [26]

2.7 Zdravotní účinky

Nejvíce je pohanka ceněna pro vysoký obsah bioflavonoidu rutinu, obsaženého ve slupkách i v semenech. Působí léčivě na cévy v celém organismu. Vrací jim pružnost a spolu s přítomným vitamínem E léčí na cévách chorobné změny. Zmírňuje potíže s křečovými žilami na nohou. Účinek rutinu ještě násobí vitamín C. Rutin s vitamínem C působí blahodárně na obranyschopnost organismu, prevenci srdečních chorob, snižuje riziko trombózy, infarktu či mozkové mrtvice, má protizánětlivé, antimutagenní a antikarcinogenní účinky a působí na uvolnění hladkého svalstva. Společně s dalšími polyfenoly může ovlivnit stravitelnost škrobu, snižuje jaterní cholesterol a hladinu plazmových lipidů. Významná je i jeho antioxidační aktivita a s tím související antikarcinogenní účinky a schopnost zhaset volné radikály [11,19,23].

Složky vlákniny v potravě mají pozitivní účinky na gastrointestinální trakt a také významně ovlivňují metabolismus dalších látek [25].

Ze zdravotního hlediska jsou významné některé frakce škrobu. Patří sem pomalu stravitelný a rezistentní škrob, který má podobné účinky jako vláknina. Tyto frakce škrobu jsou nutričně důležité pro diabetiky, protože zplošťují glykemickou křivku [21].

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 těla vlastních. Bílkoviny pohanky jsou lehce stravitelné [21].

Semeno pohanky obsahuje také důležité minerální látky jako je např. měď, zinek a železo. Tyto prvky jsou esenciální tedy nepostradatelné pro lidský organismus. Měďnaté ionty jsou součástí aktivních center řady enzymů. Zinek je důležitý pro udržování hladiny vitamínu A v krevní plazmě. 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, se účastní na nervové a svalové činnosti. Taktéž je nezbytný pro srážlivost krve [21].

Jako vynikající lék hodnotí lékaři také pohankový med, který obsahuje velké množství rutinu. Pohanka je bezlepkovou obilninou. To ocení zejména pacienti s celiakií, pro které je bezlepková dieta životní nutností [10].

Pohanka, která je domovem v chladných stepích Ruska, kde plní tzv. zahřívací funkci. Pohanka přináší velmi silnou a kvalitní energii až do nitra buněk. Z energetického pohledu je velmi JANG, otepluje, zrychluje a stahuje. Proto se hodí všude tam, kde je chlad. Má své místo tam, kde nemoc vede k rozšíření, dilataci a otoku orgánů (např. ledvin). Dále také podporuje sexuální funkce a svým obsahem rutinu je lékem na cévní stěny, jak už bylo uvedeno [27].

Nať pohanky je toxická, obsahuje fagopyrin (fotosenzibilní látku), který při akumulaci pod pokožkou způsobuje tzv. fagopyrismus, neboli hyperfotosenzitivitu. Projevuje se toxickou reakcí při vystavení kůže slunečnímu záření, pokožka během pár minut zrudne až zčervená a svědí. Tento stav je doprovázen silnou přecitlivělostí na chlad a může trvat až několik dní [11,19,20].

3 ZPRACOVÁNÍ POHANKY

Pohankové zrna určené pro potravinářské účely musí být nejprve důkladně vyčištěno a zbaveno všech minerálních a organických příměsí, pohankové nažky musí být zbaveny tvrdého oplodí, tzv. plev. V současné době se při loupání pohanky používá dvou technologických postupů, mechanického a termického. Kromě těchto technologií zpracování pohanky existují ještě další, které jsou jejich kombinací [10].

3.1 Mechanické loupání

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. Technologický proces mechanického loupání pohankových 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. Takto loupaná pohanka má světlou barvu [10].

3.2 Termické loupání

Při termickém loupání se nažky napařují horkou párou 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 vitamíny, obsažené v pohankovém semenu, a umožňují vznik karcinogenních sloučenin. Takto loupaná pohanka je tvrdá a tmavá [10].

3.3 Výrobky

Základním výrobkem při zpracování pohanky mletím jsou celá semena (endosperm), obchodně označovaná jako pohankové krupky celé, případně pohankové krupky lámané, tzv. 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) [2,10].



Obr. 6. Stroj na loupání pohanky [28]

4 VYUŽITÍ POHANKY

Pohanka se využívá pro lidskou výživu, dále jako krmivo, jako meziplodina k obnově půdní úrodnosti, nebo jako medonosná rostlina.

4.1 Kulinářské využití

Kulinářské využití pohanky je opravdu široké. U nás se z pohanky vyrábí těstoviny, pečivo a kroupy. Používá se i pro výrobu piva, lihových nápojů a v Číně k výrobě octa. V horských oblastech jihovýchodní Asie je pohanka základní potravinou, v jiných zemích, jako například v Japonsku se z ní vyrábí nudle. Masa lze podle chuti obměňovat, přílohy mohou být kořeněné i úplně přírodní. Kromě nažek pohanky je možno využívat mladé natě s listy, klíčky či výhonky, které se považují za zeleninu. Lze z nich připravit saláty i teplé pokrmy. Klíčky mají totiž mnohem více lysinu a rutinu, než samotné nažky [29,30,31,32].

Pokrmy lze upravit i podle toho, zda je konzumují děti, dospělí, starší lidé či nemocní. Pohanka chutná i léčí. Je dietní, bezlepková. Pohanku lze bez nadsázky nazvat „Královnou zdravé výživy“. V poslední době zájem o pohanku vzrůstá, a to nejen mezi vegetariány a makrobiotiky. Nejvíce je rozšířena v Rusku, Indii, Číně, Japonsku, Polsku, Francii nebo Kanadě, kde jsou velmi oblíbené pohankové lívance s javorovým sirupem [10].

4.1.1 Příprava a konzumace

Z důvodu zachování důležitých látek se pohanka se nevaří, pouze se spaří vařící vodou a nechá nabobtnat. Připravovat lze tímto způsobem pohanku, která je loupaná mechanicky. Pohanka loupaná termicky se při přípravě jídla musí dlouho vařit a nezůstávají v ní zachovány žádné vitamíny či jiné hodnotné látky. Chuťově je velice specifická a především ji poznáme dle typické aromatické vůně – zejména po jejím spaření, kdy se rozvine [10,11,19,20].



Obr. 7. Sladká kaše připravená z pohanky [10]

4.2 Pohanka jako krmivo

Pohankové zrno se využívá jako krmivo pro drůbež. Pohankou lze částečně nahradit jiné obilniny v krmivu hospodářských zvířat. Šrot z pohanky je bohatý na tuk, bílkoviny, minerální látky. Využívá se jako krmivo pro skot [29].

Zkrmování produktů z pohanky (pohanková sláma a zelené krmivo) může vyvolat vyrážky při pobytu na slunci, svrbění i zažívací poruchy. Jedná se o tzv. fagopyrismus, alergickou reakci na fagopyrin. Dochází k tomu při obsahu pohanky více než 30 % v krmné dávce, či při dlouhodobém zkrmování pohanky [11,29].

4.3 Pohanka jako meziplodina

Po sklizni se rostlina využívá jako zelené hnojivo pro obnovu úrodnosti půdy. Pohanka se zaorává před začátkem tvorby nažek. Po zaorání se rychle rozkládají části rostlin a tím se do půdy uvolňují dusíkaté a minerální látky, které jsou pak přístupné následující plodině. Zaorání slámy zvyšuje produkci následné plodiny o 20 % [11,32].

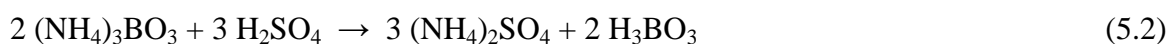
4.4 Pohanka jako medonosná rostlina

Opylovačem pohanky je včela medonosná. Více nektaru je produkováno květy, které jsou nejlépe vyvinuté. Nejvíce nektaru produkuje v první třetině kvetení při teplotě asi 20 – 24°C a vlhkosti vzduchu 60 – 80 %. Med pohanky je tmavý, má kořeněnou chuť a typickou vůni po pohance. Obsahuje 30 % vody a 58 – 78 % glukózy, stopové prvky a má významnou antioxidační schopnost a působí antimikrobiálně [11].

5 VYBRANÉ METODY STANOVENÍ

5.1 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

Metoda umožňuje stanovení obsahu dusíkatých látek na základě stanovení obsahu dusíku metodou podle Kjeldahla. Princip metody spočívá v mineralizaci vzorku horkou kyselinou sírovou za přítomnosti katalyzátoru. Z mineralizátu vzorku připraveného podle Kjeldahla je amoniak, uvolněný ze síranu amonného koncentrovaným roztokem NaOH, predestilován s vodní parou v destilačním přístroji do roztoku kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové na indikátor Tashiro [33].



.

5.2 Stanovení tuku extrakcí podle Soxhleta

Extrakce je separační proces, při kterém jsou v kontaktu dvě vzájemně nemísitelné fáze. Látky (analyty) se mezi tyto fáze rozdělují na základě rozdílných rozdělovacích koeficientů v použitých rozpouštědlech. Cílem extrakce je selektivní až specifické oddělení analytu od ostatních složek. Stanovení tuku podle Soxhleta je metoda kontinuální extrakce [34].

5.3 Stanovení škrobu polarimetricky

Polarimetrická metoda využívá významné vlastnosti sacharidů – optické aktivity, tj. schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel. Úhel otočení je úměrný koncentraci sacharidů podle vztahu:

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^t \cdot l \cdot c \quad (5.3)$$

kde: $[\alpha]_{\lambda}^t$... specifická otáčivost při teplotě t a vlnové délce λ [°]

l ... tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice) [dm]

c ... koncentrace stanovované látky [g.ml⁻¹]

Úhel otočení roviny polarizovaného světla závisí na povaze analyzované látky, na povaze rozpouštědla, na teplotě a vlnové délce. Specifická otáčivost je charakteristickou konstantou opticky aktivních látek. U kapalných látek i roztoků je to úhel, o který vrstva 1 dm roztoku, obsahujícího 1 g látky v 1 ml, stáčí rovinu polarizovaného světla za daných podmínek (t , λ). Úhel otočení roviny polarizovaného světla se měří na polarimetrech. Běžně se měření provádí při vlnové délce 589,3 nm a teplotě 20 °C. Roztoky, u nichž se měří úhel otáčení, musí být dokonale čiré, proto se musí u analyzovaných vzorků provádět čiření. Nejpoužívanější je čiření podle *Carreze*. Čiřícího účinku je zde dosaženo vytvořením objemné sraženiny hexakvanoželeznatánu zinečnatého. Vysokou účinnost má zvláště v kyselém prostředí. Dokonale odstraňuje bílkoviny. Škrob se stanovuje pomocí Ewersovy metody polarimetricky po hydrolýze zředěnou kyselinou chlorovodíkovou na glukosu [35].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 METODIKA

6.1 Použité přístroje a pomůcky

- analytické váhy (EP214CM, USA)
- předvážky (KERN, Germany)
- mineralizační blok Digest 12 (BIO PRO, Praha)
- destilační jednotka PRO NITRO 1430 (BIO PRO, Praha)
- digestoř (MERCİ s.r.o.)
- vodní lázeň (GFL, Germany)
- vakuová odparka (INGOS, RVO 400A)
- Soxhletova extrakční aparatura
- exsikátor
- laboratorní sušárna
- filtrační papír (ø 125 mm, Papírna Perštejn s.r.o., ČR)
- polarimetr (POL 1 kruhový, OPTIKA microscopes)
- běžné laboratorní sklo a pomůcky

6.2 Materiál

6.2.1 Vzorky pohanky

Vzorek rostliny pohanky byl získán přímo od pěstitele z oblasti Slezské Rudoltice. Dále byly k analýze použity pohankové slupky, kroupy a mouka, které byly dodány přímo výrobcem.

6.2.2 Použité roztoky a chemikálie

- destilovaná voda
- H₂SO₄ (Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

- NaOH (PENTA, Ing. Petr Švec, Chrudim)
- H₂O₂ (CHEMAPOL, Praha)
- směsný katalyzátor (Na₂SO₄+CuSO₄ v poměru 10:1)
- H₃BO₃ (PENTA, Ing. Petr Švec, Chrudim)
- indikátor (Fluka, Germany)
- HCl (PENTA, Ing. Petr Švec, Chrudim)
- ZnSO₄
- K₄[Fe(CN)₆]
- n-hexan (Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

6.3 Analýza jednotlivých vzorků

Vzorky pohanky (rostlina i výrobky) byly před analýzami vysušeny, pomlety a přesety přes síto s velikostí ok 1 mm.

6.3.1 Stanovení obsahu vlhkosti

Obsah vlhkosti ve vzorcích byl stanoven sušením do konstantního úbytku hmotnosti. Do předsušených a zvážených hliníkových misek bylo naváženo 5 g vzorku s přesností 0,0001 g. Váženky byly vloženy do sušárny a při teplotě 105 °C sušeny po dobu 6 hodin. Po vychladnutí v exsikátoru byly zváženy. Stanovení bylo provedeno třikrát.

$$V = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad (6.1)$$

kde: m_0 – hmotnost vysušené prázdné misky [g]

m_1 – hmotnost misky se vzorkem před sušením [g]

m_2 – hmotnost misky se vzorkem po sušení [g]

Sušina v % (w/w) byla vypočtena podle vzorce:

$$S = 100 - V \quad (6.2)$$

Aby bylo možné porovnat jednotlivé vzorky, byly všechny hodnoty převedeny na 100% sušinu. Koeficient (zaokrouhlený na 5 desetinných míst) pro přepočítání byl vypočítán podle vzorce [36]:

$$k = \frac{100}{S} \quad (6.3)$$

6.3.2 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

Stanovení celkového obsahu dusíku bylo provedeno metodou podle Kjeldahla, s úpravou podle Winklera. Stanovení u každého druhu vzorku bylo provedeno třikrát.

6.3.2.1 Mineralizace vzorku

Z připravených vzorků rostliny pohanky a pohankových výrobků bylo naváženo 0,15 g do mineralizačních tubusů (zkumavek). Navážka byla provedena s přesností 0,0001 g. Ke každému vzorku bylo přidáno 10 ml koncentrované H_2SO_4 , 2 - 4 kapky H_2O_2 a směsný katalyzátor. Tubusy byly poté umístěny do mineralizátoru Bloc Digest 12. Mineralizace probíhala hodinu při teplotě 400 °C. Po skončení mineralizace byl blok vypnut, po zchladnutí zkumavek byla přidána destilovaná voda do celkového objemu 25 ml a zkumavky byly před analýzou protřepány.



Obr. 8. Mineralizační blok Digest 12 [37]

6.3.2.2 Destilace a titrace

Uvolněný amoniak byl následně vydestilován do přebytku roztoku kyseliny borité a ztitrován roztokem kyseliny chlorovodíkové na indikátor Tashirol. Výpočty byly provedeny podle vzorce:

$$\% \text{ bílkoviny} = \frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F \quad (6.4)$$

kde P_2 – obsah dusíku (mg)

n – navážka (mg)

F – přepočítávací faktor (5,7)



Obr. 9. Destilační jednotka Pro Nitro 1430 [38]

6.3.3 Stanovení obsahu tuku

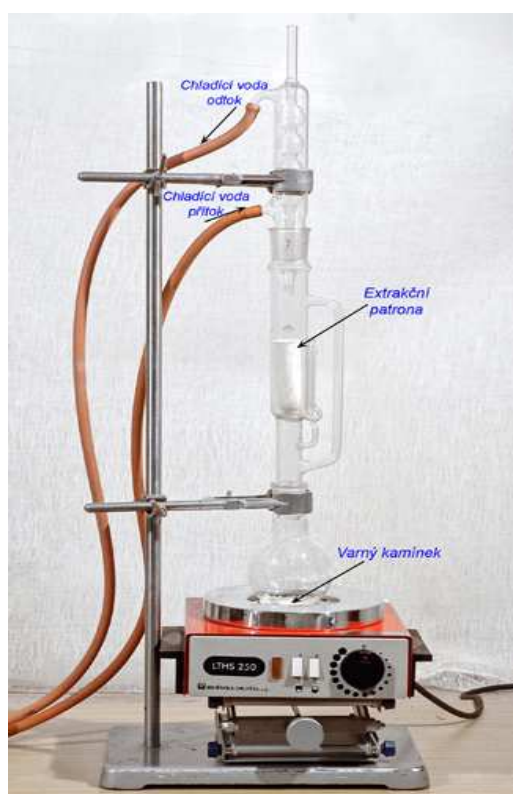
Předem vysušené varné baňky s kuličkami byly zváženy s přesností 0,0001 g. Do extrakční patrony byl navážen 1 g připraveného vzorku. Navážka byla provedena s přesností

0,0001 g. Patrona byla ucpána kouskem vaty. Do každé varné baňky bylo odměřeno 120 ml n-hexanu, patrona byla vložena do nástavce extraktoru. Extraktor byl nasazen na baňku, upevněn a na něj byl nasazen chladič. Extrakce probíhala 6 hodin. Po skončení extrakce a po zchladnutí baněk bylo rozpouštědlo oddestilováno, poslední zbytky rozpouštědla byly odstraněny v sušárně a po vychladnutí v exsikátoru byla baňka zvážena. Výpočet obsahu tuku v % (w/w) byl proveden dle vzorce:

$$X = \frac{a}{n} \cdot 100 \quad (6.5)$$

a – hmotnost vyextrahovaného tuku [g]

n – navážka předsušeného vzorku [g]



Soxhletův extraktor

Obr. 10. Soxhletova extrakční aparatura [39]

6.3.4 Stanovení obsahu škrobu

Z připravených vzorků rostliny pohanky bylo naváženo do 100 ml odměrných baněk 5 g s přesností 0,0001 g. Do každé baňky bylo přidáno 25 ml roztoku HCl (1,128%) a po promíchání bylo přidáno dalších 25 ml HCl. Baňky byly následně vloženy do vroucí vodní lázně, na 15 min. Poté bylo přidáno dalších 20 ml HCl. Po ochlazení na laboratorní teplotu bylo provedeno čiření podle Carreze přidáním 3 ml Carreze I a 3 ml Carrez II. Po promíchání a pětiminutovém působení byly baňky doplněny destilovanou vodou po rysku a zfiltrány přes suchý filtr. Nakonec byla roztokem naplněna polarimetrická trubice a byla změřena optická otáčivost zkoumaného vzorku. Stanovení u každého druhu vzorku bylo provedeno třikrát.

Výpočet obsahu škrobu v % (w/w) byl proveden dle vzorce:

$$S_s = \frac{\alpha_1 \cdot 10^4}{[\alpha]_{\lambda}^t \cdot l \cdot n} \quad (6.6)$$

kde

l - tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice) [1 dm]

n - navážka [g]

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



Obr. 11. Polarimetr [40]

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Výsledky stanovení obsahu vlhkosti

Stanovení obsahu vlhkosti bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 6.3.1. Ze získaných hmotností byl vypočten obsah vlhkosti (w/w) v % podle vzorce (6.1). Sušina v % (w/w) byla vypočtena podle vzorce (6.2). Aby bylo možné porovnat jednotlivé vzorky, byly všechny hodnoty převedeny na 100% sušinu podle vzorce (6.3).

Vzorový výpočet:

$$\text{Kořen 1: } V = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 = \frac{29,2541 - 29,1236}{29,2541 - 26,2538} \cdot 100 = 4,35 \%$$

$$S = 100 - 4,35 = 95,65 \%$$

Tab. 6: Průměrný obsah sušiny ve vzorcích [%]

Vzorek	Průměrný obsah sušiny
Kořen	95,68
Stonek	92,27
List	92,51
Květy	93,49
Slupky	93,94
Kroupa	91,67
Mouka	88,49

V *Tab. 6.* je uveden obsah sušiny v jednotlivých vzorcích pohanky. Nejvyšší zjištěná hodnota sušiny byla v kořeni (95,68 %), slupkách (93,94 %) a květu (93,49 %). Ve stonku, listu a kroupě byla sušina přibližně stejná (kolem 92 %). Nejnižší sušina byla zjištěna u pohankové mouky (88,49 %). Technologicky se pohanková mouka zpracovává mletím pohankové krupky celé, či lánané a hodnota sušiny je tak i závislá na kvalitě skladování.

Výpočet koeficientu:

$$k = \frac{100}{95,68} = 1,04515$$

Tab. 7: Koeficienty pro přepočet na 100% sušinu

Vzorek	Koeficient
Kořen	1,04515
Stonek	1,08378
List	1,08096
Květy	1,06963
Slupky	1,06451
Kroupa	1,09087
Mouka	1,13007

7.2 Výsledky stanovení obsahu celkového obsahu dusíku

Stanovení celkového obsahu dusíku bylo provedeno dle postupu uvedeného v kapitole 6.3.2. Z množství spotřebované kyseliny byl vypočítán obsah dusíku a přepočítán na navážku. Po vynásobení faktorem 5,7 (pro obiloviny, mouku, chléb, a těstoviny) bylo určeno % bílkoviny v analyzovaném materiálu. Výpočty byly provedeny podle vzorce (6.4).

Vzorový výpočet:

$$\text{Kořen: 1) \% bílkovin} = \frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F = \frac{1,47364}{150,9} \cdot 100 \cdot 5,7 = 5,5664 \% = 5,57 \%$$

Tab. 8: Navážka jednotlivých vzorků [g]

Vzorek	Navážka		
	1	2	3
Kořen	0,1509	0,1571	0,1515
Stonek	0,1511	0,1526	0,1527
List	0,1501	0,1513	0,1528
Květy	0,1508	0,1517	0,1515
Slupky	0,1568	0,1611	0,1523
Kroupa	0,1679	0,1656	0,1592
Mouka	0,1586	0,1564	0,1505

Tab. 9: Zjištěný obsah dusíku [mg]

Vzorek	Obsah dusíku		
	1	2	3
Kořen	1,47364	1,45961	1,55785
Stonek	1,71223	1,72626	1,75433
List	5,89457	6,16509	6,03492
Květy	5,02442	5,08056	5,13670
Slupky	0,96326	0,94867	0,93674
Kroupa	3,86766	3,81152	3,63189
Mouka	3,59036	3,56117	3,40147

Tab. 10: Obsah bílkovin ve zkoumaných vzorcích [%]

Vzorek	Obsah bílkovin			Průměrný obsah bílkovin přepočtený na 100% sušinu
	1	2	3	
Kořen	5,57	5,30	5,86	5,83
Stonek	6,46	6,45	6,55	7,03
List	22,38	23,23	22,51	24,54
Květy	18,99	19,10	19,33	20,47
Slupky	3,51	3,36	3,51	3,68
Kroupa	13,13	13,12	13,00	14,27
Mouka	12,90	12,98	12,88	14,60

V Tab. 8 a 9 je uvedena navážka jednotlivých vzorků a zjištěný obsah dusíku. Po přepočtu na bílkoviny (viz Tab. 10) bylo zjištěno, že nejvyšší obsah bílkovin byl v listech (24,54 %) a květech (20,47 %). Ve výrobcích z pohanky byl nejvyšší obsah bílkovin v pohankové mouce (14,60 %) a v pohankové kroupě (14,27 %). Nejnižší obsah bílkovin byl zjištěn v pohankových slupkách (3,68 %). Celkový obsah bílkovin je ovlivněn jak geneticky, tak i oblastí pěstování, počasím a půdou. U pohanky působí sucho v období tvorby semen předčasné dozrávání, při němž zůstává část cukrů ve stonku a v semeni se tak relativně zvyšuje obsah dusíkatých látek.

7.3 Výsledky stanovení obsahu tuku

Stanovení obsahu škrobu bylo provedeno dle postupu uvedeného v kapitole 6.3.3. Z množství vyextrahovaného tuku a pomocí navážky předsušeného vzorku byl vypočítán celkový obsah tuku podle vzorce (6.5).

Vzorový výpočet:

$$a = 130,3585 - 130,3144 = 0,0441 \text{ g}$$

$$\text{Kořen: } X = \frac{a}{n} \cdot 100 = \frac{0,0441}{1,0194} \cdot 100 = 4,3261 \% = 4,33 \%$$

Tab. 11 : Navážka vzorků a hmotnost baňky před a po vyextrahování tuku [g]

Vzorek	Navážka		Hmotnost baňky před extrakcí		Hmotnost baňky po extrakci	
	1	2	1	2	1	2
Kořen	1,0194	1,0025	130,3144	130,3245	130,3585	130,3681
Stonek	1,0144	1,0156	99,5195	99,5201	99,5460	99,5468
List	1,0014	1,0314	112,6284	112,6286	112,6596	112,6609
Květy	1,0348	1,0811	130,1583	99,5265	130,2174	99,5881
Slupky	1,0551	1,0521	130,3994	130,4025	130,4052	130,4084
Kroupa	1,3710	1,0358	112,6353	112,6521	112,6812	112,6873
Mouka	1,0659	1,1005	130,3072	99,4503	130,3511	99,4958

Tab. 12 : Obsah tuku ve zkoumaných vzorcích [%]

Vzorek	Obsah tuku		Průměrný obsah tuku přepočtený na 100% sušinu
	1	2	
Kořen	4,33	4,35	4,54
Stonek	2,61	2,63	2,84
List	3,12	3,13	3,38
Květy	5,71	5,70	6,11
Slupky	0,55	0,56	0,60
Kroupa	3,35	3,40	3,69
Mouka	4,12	4,13	4,67

Navážky jednotlivých vzorků pohanky jsou uvedeny v Tab. 11 spolu s hmotnostmi baněk před a po extrakci, rozdílem je tedy množství vyextrahovaného tuku. Obsah tuku (viz Tab. 12) byl vypočten dle výše uvedeného vzorce. Nejvíce tuku bylo stanoveno v květu - 6,11 % a v mouce - 4,67 %. Nejnižší množství bylo pak v pohankových slupkách, a to 0,60 %.

7.4 Výsledky stanovení obsahu škrobu

Stanovení obsahu škrobu bylo provedeno dle postupu uvedeného v kapitole 6.3.4. Výpočet obsahu škrobu v % (w/w) byl proveden dle vzorce (6.6).

Vzorový výpočet:

$$\text{Stonek: } S_s = \frac{\alpha_1 \cdot 10^4}{[\alpha]_{\lambda}^t \cdot l \cdot n} = \frac{0,10 \cdot 10^4}{184 \cdot 1 \cdot 5,0054} = 1,086 \% = 1,09 \%$$

Tab. 13 : Navážka vzorků [g]

Vzorek	Navážka
Kořen	4,9280
Stonek	5,0054
List	5,0213
Slupky	5,0316
Kroupa	5,0308
Mouka	5,0610

Tab. 14: Zjištěná optická otáčivost u zkoumaných vzorků [°]

Vzorek	Optická otáčivost vzorku		
	α_1	α_2	α_3
Kořen	0	0	0
Stonek	0,10	0,10	0,10
List	0,55	0,55	0,55
Slupky	0	0	0
Kroupa	5,80	5,80	5,80
Mouka	5,55	5,60	5,55

Tab. 15 : Obsah škrobu v analyzovaných vzorcích [%]

Vzorek	Obsah škrobu			Průměrný obsah škrobu přepočtený na 100% sušinu
	1	2	3	
Kořen	0	0	0	0
Stonek	1,09	1,09	1,09	1,18
List	5,95	5,95	5,95	6,43
Slupky	0	0	0	0
Kroupa	62,66	62,66	62,66	68,35
Mouka	59,95	60,49	59,95	67,95

Podle navážky jednotlivých vzorků a změřené optické otáčivosti (viz. Tab. 13 a 14) byl vypočítán obsah škrobu (Tab. 15). Obsah škrobu se v jednotlivých vzorcích velmi lišil. Zatímco v rostlině se obsah pohyboval přibližně od 0 do 6 %, tak v pohankové mouce a kroupě byl obsah škrobu kolem 68 %.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce byla zaměřena na popsání nutriční charakteristiky rostliny pohanky seté a na její analytickém hodnocení. Jako vzorky byly také použity pohankové slupky, kroupy a mouka.

V teoretické části je uveden popis rostliny, její druhy, historie, pěstování, dále pak chemické složení, a v neposlední řadě také zpracování a využití pohanky.

Mnoho výzkumů již prokázalo pozitivní účinky pohanky na lidské zdraví, mezi něž patří výrazně vyšší obsah škrobu, vlákniny a minerálních látek, než má řada jiných obilovin. Mezi další zdravotně významné látky pohanky patří tuky, které mají dobrou skladbu mastných kyselin s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, a to hlavně kyseliny linolové. Pohanka také obsahuje velké množství rutinu. Léčebně zajímavý je i obsah cholinu a skutečnost, že pohankové nažky obsahují řadu plnohodnotných bílkovin.

Pohanka se využívá při artritidách a má posilující účinek na imunitní systém. Je vhodná i pro ženy v těhotenství, pro diabetiky a protože neobsahuje lepek, tak i pro nemocné celiakií. Konzumace pohanky chrání před srdečními chorobami, protože snižuje LDL cholesterol a zvyšuje HDL cholesterol.

Praktická část byla zaměřena na analytické hodnocení částí pohanky - kořen, stonek, listy a květy, dále byla provedena analýza slupek pohanky, pohankových krup a mouky. Bylo provedeno stanovení vlhkosti, celkového obsahu dusíkatých látek, tuku a škrobu.

Nejvyšší zjištěná sušina byla v kořeni - 95,68 % a slupkách - 93,94 %. Ve stonku, listu a kroupě se sušina pohybovala kolem 92 %. Nejnižší sušina byla u pohankové mouky, a to 88,49 %. Hodnota sušiny je závislá na kvalitě skladování, protože technologicky se pohanková mouka zpracovává mletím pohankové krupky.

Nejvyšší obsah bílkovin byl stanoven v listech (24,54 %) a květech (20,47 %). Ve výrobcích z pohanky byl nejvyšší obsah v pohankové mouce (14,60 %) a v pohankové kroupě (14,27 %). Nejnižší obsah byl v pohankových slupkách (3,68 %). Obsah dusíkatých látek bývá ovlivňován řadou různých faktorů jak podnebnými podmínkami, vlastností půdy, hnojením, oblastí pěstováním, tak genetickými podmínkami. Dále ovlivňuje celkový obsah dusíkatých látek technologické zpracování (např. loupání – mechanické opracování zrna pohanky).

Obsah tuku se pohyboval v rozmezí 0,6 – 6,11 %. Nejvíce bylo tuku v květu 6,11 % a mouce 4,67 % v kořeni pak 4,54%. Nejmenší množství bylo pak v pohankových slupkách, a to 0,60 %.

Obsah škrobu v pohance se velmi lišil. V samotné rostlině byl nejvyšší obsah škrobu v listech (6,43 %). V kořeni a slupkách, kde bývá obsah škrobu malý, nebyl naměřen žádný obsah škrobu. Snížení obsahu škrobu až na nulu, mohlo být ovlivněno skladováním. Naopak v pohankové mouce a kroupě byl obsah škrobu kolem 68 %.

Naměřené hodnoty sušiny, bílkovin, tuku a škrobu byly, po porovnání s různými literárními zdroji, podobné. Rozdíly mohou být způsobeny různými faktory, oblastí, kde se pohanka pěstuje, počasím, způsobem zpracování, způsobem a délkou skladování, genetickými faktory apod.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HALBRECQ, B., ROMEDENNE, P., LEDENT, J. F. Evolution of flowering, ripening and seed set in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): quantitative analysis. *Europ. J. Agronomy*, 2005, vol. 23, s. 209-224.
- [2] WIJNGAARD, H. H., ARENDT, E. K. Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 2006, vol. 83, no. 4, s. 391-401.
- [3] ŠILHÁN, O. *Naučný slovník zemědělský*. Ústav vědeckotechnických informací. SZN, Praha, 1976, 1. vydání, 743 s.
- [4] *Pohanka setá*. [online], [cit. 2010-10-15], dostupné z internetu: <<http://www.fytomasa.cz/cz/page/99/pohanka.html>>.
- [5] *Pohanka setá* (obrázek), dostupné z internetu: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skrip-ta/2/pohanka_set.html>.
- [6] *Loupaná pohanková nažka* (obrázek), dostupné z internetu: <<http://www.mlyn-uveselych.cz/Vodni-mlyn/Obiloviny.aspx>>.
- [7] STEADMAN, K. J., BURGOON, M. S., LEWIS, B. A., EDWARDSON, S. E., OBENDORF, R. L. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001, vol. 81, s. 1094-1100.
- [8] HONERMEIER, B. *et.al.* Buchweizen. In: *Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen*. Güterfelde, 1994, 71 s.
- [9] ŠKEŘÍK, J., MICHALOVÁ, A. Pohanka, špalda a proso v ekologickém zemědělství. In: *Poradenské listy svazu Pro-Bio*, 2002, ročník 6, 12 s.
- [10] ŠMAJSTRLA, Z. *Pohanka ve mlýně a v kuchyni*, TNM, Rožnov pod Radhoštěm, 2000, 2. vydání, 110 s. ISBN 978-80-238-5383-4.
- [11] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., PETR, J., MACHALOVÁ, A. *Pohanka a proso*. ÚZPI, Praha, 2005, 1. vydání, 206 s. ISBN 80-7271-162-8.
- [12] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny*. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno, 1. vydání, 2006, 41s.

- [13] PETR, J. *Pěstování pohanky a prosa*. ÚZPI, Praha, 1995, 1. vydání, 35 s. ISBN 0231-9470.
- [14] JANOVSÁ, D., KALINOVÁ, J., MICHALOVÁ, A. *Metodika pěstování pohanky obecné v ekologickém a konvenčním zemědělství*, [online], [cit. 2010-10-20], dostupné z internetu: <<http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-7427-000-0.pdf>>.
- [15] *Antraknóza*. [online], [cit. 2010-10-20], dostupné z internetu:<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Antraknóza>>.
- [16] *Larva chrousta* (obrázek), dostupné z internetu: <<http://biom.cz/cz/obrazek/ponrava-larva-chrousta>>.
- [17] GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E. Biologické, chemické a nutrično – zdravotné charakteristiky pekárenských cereálií. In: *Nova Biotechnologica*, Trnava, 2004, s.146-149.
- [18] KREFT, I., GERM, M. Organically grown buckwheat as a healthy food and a source of natural antioxidants. *Agronomski glasnik*, 2008, vol. 4, s. 397-406.
- [19] KOUKOLOVÁ, A. *Praktická bezlepková kuchařka*. Nakladatelství MOMČILOVÁ, Čestlice, 1999, 57s.
- [20] KOHOUT, P., PAVLÍČKOVÁ, J. *Celiakie dieta bezlepková*. Nakladatelství MOMČILOVÁ, Čestlice, 1998, 128s.
- [21] MALOTOVÁ PŘEDÍNSKÁ, K. *Analytické hodnocení výrobků z pohanky a prosa*. Diplomová práce, UTB ve Zlíně, Zlín, 2010, 96 s.
- [22] BONAFACCIA, G., MAROCCHINI, M., KREFT, I. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*. 2003, roč. 80, č. 1. s. 9-15.
- [23] *Pohanka obecná*. [online], [cit. 2010-10-20], dostupné z internetu: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pohanka_obecná>.
- [24] KREFT, I., FABJAN, N., YASUMOTO, K. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry*, 2006, vol. 98, s. 58-512.

- [25] SKRABANJA, V., KREFT, I., GOLOB, T., MODIC, M., IKEDA, S., IKEDA, K., KREFT, S., BONAFACCIA, G., KNAPP, M., KOSMELJ, K. Nutrient Content in Buckwheat Milling Fractions. *Cereal Chemistry*, 2004, vol. 81, no. 2, s. 172-176.
- [26] *Strukturní vzorec rutinu*. Dostupné z internetu: <<http://eo.wikipedia.org/wiki/Dosiero:Rutin.png>>.
- [27] STRNADELOVÁ, V., ZERZÁN, J. *Radost z jídla. Nejen makrobiotika očima lékaře a pacienta*. ANAG, Olomouc, 5.vydání, 189 s. ISBN 978-80-7263-473-6.
- [28] *Loupačí stroj na pohanku*, dostupné z internetu: <<http://www.trenev.cz/obr/pvl.jpg>>.
- [29] JANOVSÁ, D. a kol. *Metodika pěstování pohanky obecné v ekologickém a konvenčním zemědělství*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 2009, 13 s. ISBN 978-80-7427-000-0.
- [30] PRUGAR, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů, Praha, 2008, 327 s. ISBN 80-7271-162-8.
- [31] TŮMOVÁ, L. a kol. *Pohanka obecná a její terapeutické využití*. Praktické lékařství. 2007.
- [32] CAMPBELL, C.G. *Buckwheat Fagopyrum Esculentum Moench*. IPGRI, Rome, 1997, 93 s. ISBN 92-9046-345-0.
- [33] Nařízení Evropské komise č.152/2009 o odběru vzorků laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv. *Úřední věstník Evropské unie*, 2009. ISSN 1725-5074.
- [34] *Extrakce*. [online], [cit. 2011-04-18], dostupné z internetu: <<http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/extrakce.pdf>>.
- [35] *Polarimetrie*. Návod do laboratorních cvičení, UTB ve Zlíně.
- [36] KRÁČMAR, S. Ústní sdělení.
- [37] *Mineralizační blok Digest 12*, dostupné z internetu: <http://www.alibaba.com/product-free/115011183/Block_digest.html>.
- [38] *Destilační jednotka pro nitro 1430*, dostupné z internetu: <<http://www.biotrade.cz/analyzatory/pro-nitro-37/>>.

[39] *Soxhletova extrakční aparatura*, dostupné z internetu:

<<http://ustavchemie.sci.muni.cz/laboratore/app/app13.html>>.

[40] *Polarimetr*, dostupné z internetu: <http://www.vitrum.cz/polarimetr-kruhovy-pol1_k733_p1812.html>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- AAS aminokyselinové skóre
- ATP adenosintrifosfát
- DNA deoxyribonukleová kyselina
- HDL lipoproteiny o vysoké hustotě
- LDL lipoproteiny o nízké hustotě

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Pohanka setá.....	12
Obr. 2. Loupaná pohanková nažka	13
Obr. 3. Pohanka setá (<i>Fagopyrum esculentum</i>).....	15
Obr. 4. Larva chrousta	19
Obr. 5. Strukturní vzorec rutinu	26
Obr.6. Stroj na loupání pohanky	29
Obr. 7. Sladká kaše připravená z pohanky	31
Obr.8. Mineralizační blok Digest 12	38
Obr. 9. Destilační jednotka Pro Nitro 1430	39
Obr. 10. Soxhletova extrakční aparatura	40
Obr. 11. Polarimetr	41

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Základní složení pohanky loupané	20
Tab. 2: Obsah esenciálních aminokyselin v pohance	22
Tab. 3: Porovnání obsahu mastných kyselin v pohance seté a tatarské	23
Tab. 4: Obsah vitaminů v pohance	24
Tab. 5: Obsah minerálních látek v pohance	25
Tab. 6: Průměrný obsah sušiny ve vzorcích	42
Tab. 7: Koeficienty pro přepočet na 100% sušinu	43
Tab. 8: Navážka jednotlivých vzorků	44
Tab. 9: Zjištěný obsah dusíku	44
Tab. 10: Obsah bílkovin ve zkoumaných vzorcích	45
Tab. 11 : Navážka vzorků a hmotnost baněk před a po vyextrahování tuku	46
Tab. 12 : Obsah tuku ve zkoumaných vzorcích	47
Tab. 13 : Navážka vzorků	48
Tab. 14: Zjištěná optická otáčivost u zkoumaných vzorků	48
Tab. 15 : Obsah škrobu v analyzovaných vzorcích	49