

Stanovení obsahu vlákniny ve vybraných druzích netradičních cereálií

Markéta Havranová

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta HAVRANOVÁ**
Osobní číslo: **T07066**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny ve
vybraných druzích netradičních cereálií**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Chemické složení cereálií a popis jejich fyziologie
2. Stručná charakteristika cereálií běžně pěstovaných na území České republiky a některých netradičních druhů

II. Praktická část

1. Stanovit obsah neutrálně detergentní vlákniny ve vybraných druzích netradičních cereálií a srovnat jej s obsahem neutrálně detergentní vlákniny u tradičních druhů

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ŠAŠKOVÁ, D., ŠTOLFA, V. Trávy a obilí. Praha: Arantia/Granit, 1993. 64 s. ISBN 80-85805-03-0

[2] KOVADLINKA, P. a kol. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2008. 65 s. ISBN 978-80-7394-116-1

[3] MORRIS, P.C.; BRYCE, J.H. Cereal Biotechnology. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000. 252 s. ISBN 1 85573 498 2. Dostupné z:

<http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=156>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zuzana Lazárková, Ph.D.

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

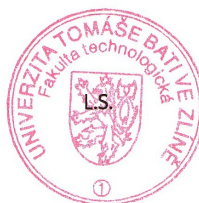
11. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2010

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Havranová Markéta

Obor: Chemie a technologie potravin

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby 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 20.5.2010


.....

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 nevydávalečně 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 nahlázení 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, užíje-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 užit 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 výdělků jim 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 přihlídnou k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Teoretická část bakalářské práce se zabývá charakteristikou běžně pěstovaných obilnin v České republice a charakteristikou některých vybraných druhů pseudocereálií a netradičních druhů cereálií. Je zde popsána morfologie obilovin a jejich chemické složení. Rovněž se práce zabývá vlákninou, a to její obecnou charakteristikou, významem ve výživě člověka, jejím rozdělením podle rozpustnosti ve vodě a metodami stanovení. V praktické části je popsáno stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny ve vybraných vzorcích tradičních a netradičních cereálií pomocí analyzátoru ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer. Největší množství neutrálně detergentní vlákniny obsahoval grünkern (14,32 %), nejnižší množství pak špaldové kernotto (8,93 %).

Klíčová slova: cereálie, pseudocereálie, netradiční cereálie, vláknina, neutrálně detergentní vláknina

ABSTRACT

Theoretical part of this bachelor thesis deals with the characteristics of commonly grown cereals in the Czech Republic and characteristics of some chosen varieties of pseudocereals and non-traditional cereals. There is described cereal morphology and chemical composition. The thesis also deals with the dietary fiber, its general characteristics, importance in human nutrition, division according to water solubility, and methods of determination. The practical part describes the determination of neutral detergent fiber in selected traditional and non-traditional cereal samples using ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer. The highest amount of neutral detergent fiber was determined in grünkern (14,32 %). On the other hand, the lowest content of fiber was assessed in spelt kernotto (8,93 %).

Keywords: cereals, pseudocereals, non-traditional cereals, dietary fiber, neutral detergent fiber

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Zuzaně Lazárkové, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a trpělivost při kompletaci mé bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 OBILOVINY	12
1.1 VYBRANÉ DRUHY OBILOVIN.....	12
1.1.1 Pšenice (Triticum).....	12
1.1.1.1 Pšenice setá (Triticum aestivum).....	12
1.1.1.2 Pšenice tvrdá (Triticum durum).....	14
1.1.1.3 Pšenice špalda (Triticum spelta).....	16
1.1.1.4 Pšenice jednozrnka (Triticum monococcum).....	18
1.1.1.5 Pšenice dvouzrnka (Triticum dicoccum).....	18
1.1.2 Ječmen (Hordeum L.).....	19
1.1.3 Žito (Secale).....	20
1.1.4 Oves (Avena).....	22
1.1.5 Proso (Panicum).....	23
1.1.6 Tritikale (Triticale).....	24
1.1.7 Pseudocereálie.....	25
1.1.7.1 Pohanka setá (Fagopyrum esculentum).....	26
1.1.7.2 Amarant – Laskavec (Amaranthus sp.).....	27
1.1.7.3 Quinoa – Merlík chilský (Chenopodium quinoa).....	29
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILOVIN.....	30
1.2.1 Sacharidy.....	30
1.2.2 Bílkoviny.....	31
1.2.3 Lipidy.....	32
1.2.4 Vitaminy a minerální látky.....	33
1.3 MORFOLOGIE OBILOVIN.....	34
2 VLÁKNINA	37
2.1 VÝZNAM VLÁKNINY VE VÝŽIVĚ.....	37
2.2 NEROZPUSTNÁ VLÁKNINA.....	39
2.3 ROZPUSTNÁ VLÁKNINA.....	40
2.4 METODY STANOVENÍ VLÁKNINY.....	41
2.4.1 Stanovení vlákniny metodou Hennebergovou – Stohmannovou	41
2.4.2 Stanovení vlákniny podle Mergenthalera.....	41
2.4.3 Stanovení vlákniny podle Scharrera – Kürschnera	41
2.4.4 Stanovení vlákniny podle Königa.....	42
2.4.5 Stanovení vlákniny podle Kiesela – Semiganovského	42
II PRAKTICKÁ ČÁST	43
3 CÍL PRÁCE	44
4 METODIKA	45
4.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A PŘÍSTROJE.....	45
4.1.1 Použité chemikálie.....	45
4.1.2 Použité přístroje a pomůcky.....	45

4.2	CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH CEREÁLÍ.....	46
4.3	STANOVENÍ POPELE A VLNKOSTI.....	46
4.3.1	Stanovení popele.....	46
4.3.2	Stanovení vlhkosti.....	47
4.4	STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY.....	48
5	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	50
5.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELE A VLNKOSTI.....	50
5.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY.....	51
	ZÁVĚR.....	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	60
	SEZNAM TABULEK.....	61

ÚVOD

Obiloviny (cereálie) jsou ušlechtilé trávy patřící k nejdůležitějším plodinám, které lidstvo využívá k výživě. Lze z nich připravit spoustu různých pokrmů a mohou se využít i jejich odpadní části, například jako stelivo v hospodářství [1].

Ve svých semenech obiloviny obsahují důležité živiny, které nezbytně potřebují všichni živočichové včetně člověka. V obilce najdeme v největším množství sacharidy (hlavně polysacharid škrob) a bílkoviny (důležitá je pšeničná bílkovina lepek), dále tuk, který se nachází především v klíčku, vitaminy a minerální látky, které najdeme hlavně v obalových vrstvách zrna [2].

Vlákninou nazýváme všechny látky potravy, které projdou trávicím ústrojím člověka beze změny, nejsou tráveny ani vstřebávány. Vlákna nemá žádnou výživnou hodnotu, ale prospívá lidskému zdraví a je důležitou součástí každodenního jídelníčku. Denně bychom měli přijmout až 30 g vlákniny. Vláknu nalezneme hlavně v ovoci, zelenině, luštěninách a v ořechách (vlákninu rozpustnou ve vodě), ale také v obilninách, semenech a ve výrobcích z nich (nerozpustnou vlákninu) [3].

Rozpustná vlákna přibírá nadbytečnou vodu ve střevech, zvětšuje objem stolice a změkčuje ji. Vyprazdňování je častější a pravidelnější. Váže cholesterol a tím snižuje jeho hladinu v krvi. Nerozpustná vlákna podporuje střevní peristaltiku, váže rakovinotvorné látky, toxiny a cholesterol a usnadňuje jejich vylučování z těla [3].

Tématem bakalářské práce bylo stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny a srovnání jejího obsahu u vybraných druhů cereálií. Teoretická část práce se zabývá charakteristikou obilovin běžně pěstovaných v České republice a některými druhy pseudocereálií a netradičních cereálií. Je zde popsáno chemické složení a morfologické znaky cereálií a obecná charakteristika vlákniny potravy. Praktická část práce pak popisuje stanovení neutrálně detergentní vlákniny ve vybraných vzorcích obilovin pomocí ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBILOVINY

Obiloviny nebo také cereálie provázejí lidskou společnost od nepaměti. Patří mezi trávy – botanicky nazývané lipnicovité (*Poaceae*). Jsou to jedny z nejdůležitějších kulturních rostlin, které slouží z velké části k výživě lidstva. Ceněny jsou kvůli své výživové hodnotě, dobré a jednoduché skladovatelnosti a velké rozmanitosti pokrmů, které z nich můžeme připravit. Na základě historických poznatků se předpokládá, že náznaky pěstování obilovin se datují do 12. až 10. tisíciletí před naším letopočtem. Obiloviny se udržely v průběhu tisíciletí výlučné postavení základní potraviny. Teprve později došlo k poklesu jejich přímé spotřeby. Obiloviny patřící mezi trávy jsou součástí zelené vegetace, která pohlcuje oxid uhličitý a produkuje kyslík. Přispívají k tvorbě humusu, poskytují stavební materiál a zpevňují půdu. Mají velkou adaptační schopnost, mohutnou životní energii a účinnou reprodukci. Jsou odolné vůči konkurenčním rostlinám a to jim umožňuje ovládnout půdu na velkých plochách, souvisle ji pokrýt a plně potlačit jiné rostliny, popřípadě nad nimi udržovat převahu [1], [2].

Vhodně zpracované obiloviny jsou v celosvětovém měřítku nejvýznamnějším energetickým zdrojem ve formě sacharidů. Kromě nich jsou také zdrojem mnoha dalších životně důležitých látek, které sice jsou v jiných potravinách obsaženy třeba i ve vyšších koncentracích, ale spotřebou se zdaleka obilovinám nevyrovnají [4].

1.1 Vybrané druhy obilovin

1.1.1 Pšenice (*Triticum*)

1.1.1.1 Pšenice setá (*Triticum aestivum*)

Patří k našim nejstarším kulturním plodinám a stavíme ji mezi obilovinami na první místo, protože zabezpečuje výživu lidstva [5]. Domovinou pšenice je jihozápadní Asie. Pšeničná mouka je na našem území základní potravinou. Dnes se pšenice šlechtí pro vysoký výnos, odolnost vůči chorobám a na kvalitní vlastnosti. Osevní plocha pšenice je ze všech plodin největší. Na celém světě je dnes pšenice po rýži druhou nejpěstovanější plodinou. Využívá se jako průmyslová surovina k výrobě škrobu, lihu, piva a pro výrobu speciálních potravinářských výrobků. Je též významným sacharidovým krmivem pro hospodářská

zvířata. Využívají se i vedlejší produkty jako jsou otruby, plevy či sláma [1], [6]. Lepek oddělený z pšeničné mouky lze využít k výrobě papíru, jako lepidlo, a jako výchozí materiál pro přípravu kyseliny glutamové a glutamátu sodného [7]. V současnosti se stala velmi populární šťáva vylisovaná z dvanáctidenního pšeničného osení, které obsahuje až 70 % chlorofylu a má maximální obsah enzymů. Semena pšenice obsahují 12 % bílkovin, 2 % tuků, 2 % hrubé vlákniny, 69 % sacharidů a vitaminy C, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆ a vitamin E. Z minerálních látek pak draslík, sodík, hořčík, fosfor, síru, chlor, železo, kobalt, zinek, jód a vápník. Obsah vitamínu C se v osení zvyšuje během klíčení a také narůstá obsah enzymů [5]. Pšenice ozimá je ze všech obilnin nejnáročnější na pěstování, proto se vysévá na nejúrodnější pozemky. Optimální teplota pro její růst je 25 – 30 °C. Nejnižší teplota pro vegetaci je 0 – 5 °C. Nejlépe pšenici vyhovují oblasti s průměrným množstvím srážek, proto se pěstuje převážně na severní polokouli. V Evropě mají největší osevní plochy pšenice Francie, Itálie, Rumunsko či Polsko [1].

Kuskus neboli couscous je tradiční jídlo původních obyvatel severní Afriky – Berberů. Jeden z prvních záznamů o této potravíně pochází už z počátku 13. století [8]. Kuskus je vyroben z tvrdozrné pšenice, která se nejdříve zpracovává na krupici a poté se upravuje do drobných kuliček, které jsou napařovány a vysušeny. Na trhu se můžeme setkat s kuskusem vyráběným z bílé pšenice, která je zbavena obalových vrstev a přichází tak o množství cenných látek. Proto je lepší celozrný kuskus, který je vyroben z celého zrna včetně obalových vrstev, a je tedy zdrojem vlákniny, vitaminů a minerálních látek [9].

Velkou předností kuskusu je snadná a rychlá příprava. Jelikož je napařovaný již v samotném výrobním procesu, není potřeba ho nijak dlouho vařit. Běžným způsobem jeho přípravy je zalití horkou vodou, která způsobí nabobtnání a změknutí kuliček. Díky nízkému obsahu tuku a dobré stravitelnosti se kuskus hodí i pro malé děti. Je vhodný do slaných i sladkých salátů, jako příloha či do rizota. Hotový kuskus se může dále upravovat marinováním, dušením s dalšími ingrediencemi či zapékáním. Lze jej také uvařit s mlékem jako dezert a doplnit ovocem [8], [9].

Dalším výrobkem z pšenice je bulgur. Tato potravina má původ v Turecku, odkud se rozšířila na celý Blízký a Střední Východ, do severní Afriky i Indie. Bulgur je vyráběn z pšeničného zrna (z běžné pšenice, ale také ze špaldy) tradiční zpracovatelskou technologií. Pšenice se nejdříve aktivuje vodou a teplem, nechá se částečně naklíčit, čímž vznikají v zrně enzymy, škrob se mění na jednodušší cukr a zrno se stává biologicky

aktivním. Dále se zrno párou vysuší, pak se hrubě drtí a třídí. Tak vzniká lehce stravitelný a nutričně velmi bohatý produkt [8].

Mezi nejznámější tradiční pokrmy z bulguru patří libanonský tabouleh (bulgurový lehký salát s rajčaty, citrónovou šťávou, olivovým olejem a směsí čerstvých bylinek – koriandr, šalvěj, estragon a máta). V české kuchyni se bulgur používá do nádivek, karbanátků, polévek nebo jako příloha k masům. Bulgur je již předvařený, a to usnadňuje jeho další využití v kuchyni. Mnohdy ho stačí jen nechat nabobtnat ve vodě a smíchat s dalšími ingrediencemi bez následného tepelného zpracování. Chutná po oříšcích a voní po obilí. Má příznivé nutriční složení, protože obsahuje vlákninu, vitamíny a minerály. Bulgur je surovinou pro výrobu kuskusu. Zatímco zrna kuskusu nesou stopy po zpracování, zrna bulguru jsou větší a nepravidelného tvaru [8], [10].

Z pšenice se také využívají otruby, což jsou to odpadní produkty, které přepadávají při vysévání meliva z posledních šrotů, vymílacích a domílkových chodů, dále od loupání a kartáčování obilí. Podle granulace se dělí na hrubé (od kartáčování a šrotů) a jemné (z vymílání a loupání). Obsahují nejen částice slupky, ale i částice klíčků a endospermu [11]. Pšeničné otruby se podílejí na snížení hladiny cholesterolu a riziku některých závažných onemocnění: divertikulitidy, karcinomu tlustého střeva, srdečních onemocnění a karcinomu prsu. Velkou část pšeničných otrub tvoří vláknina (43 %), jež se skládá z celulózy, hemicelulózy a ligninu, látek, kvůli kterým otruby mají tvrdou dřevnatou konzistenci. Otruby vykonávají ve střevě tři základní činnosti: zadržují vodu a zvětšují objem stolice, zrychlují pohyb stolice ve střevech, zadržují dráždivé a jedovaté látky, cholesterol, žlučové soli a karcinogeny, které se nacházejí ve střevech a zvyšují jejich vylučování stolicí. Otruby zabraňují zácpě. Při mletí pšenice se získává 17 – 18,5 % otrub (u žita 20 – 25 % a ječmene asi 22 % otrub). Otrub se využívá hlavně v krmivářství, ale díky novým poznatkům o tzv. balastních látkách, kam otruby bezesporu patří, jsou otruby využívány i k lidské výživě a v přiměřených dávkách mají příznivý dietetický vliv [12].

1.1.1.2 Pšenice tvrdá (*Triticum durum*)

Pšenice tvrdá patří do podrodu tetraploidních pšenic a reprezentuje méně než 8 % veškeré pěstované pšenice. Pšenice tvrdá je plodina velmi dobře adaptovaná na polosuché klimatické podmínky a jako taková se stala základním potravinovým zdrojem v suchých

oblastech jižní Evropy, severní Afriky a Středozeří. Teprve nedávno se pšenice tvrdá začala pěstovat v Austrálii, Argentině a částečně i v severní Americe. U nás se pěstuje v malém rozsahu [1], [13].

Tvrdá pšenice se od dalších druhů pšenice liší v řadě ukazatelů. Vykazuje vyšší objemovou hmotnost a hmotnost tisíce zrn, zrna jsou v porovnání s pšenicí obecnou větší, jsou jantarově zabarvená, mají mnohem tvrdší endosperm a vyšší obsah bílkovin (minimálně 14 %). Endosperm pšenice tvrdé má většinou vyšší obsah minerálních látek než endosperm pšenice seté. Těstoviny vyrobené z mouky získané semletím tvrdé pšenice (semoliny) mají vynikající vařivé vlastnosti, nejsou lepivé a po uvaření si uchovávají původní tvar. Mouka z tvrdé pšenice má ale řadu předností i pro výrobu chleba. Chléb z této mouky má delší trvanlivost než odpovídající tradiční výrobek, a mouka se může rovněž používat k výrobě speciálních druhů chleba [14].

Základní potravinou pro lidskou spotřebu, vyráběnou z tvrdé pšenice jsou těstoviny, konzumované v současné době téměř ve všech zemích světa [13]. Tvrdá pšenice se také používá k výrobě dalších výrobků jako je bulgur, kuskus, pufované cereálie, sníadaňové cereálie, dezerty či různé druhy speciálních chlebů. Ve středozeří oblastech, zejména v Itálii, se tvrdá pšenice používá v receptuře několika druhů chleba. Používání pšenice tvrdé pro výrobu chleba se stává v poslední době trendem i v ostatních částech světa a tato situace otevírá nové možnosti a trhy pro mlýnské podniky zpracovávající tvrdou pšenicí [14].

Kamut (*Triticum turgidum*) patří k nejstarším druhům obilí a pochází z divoce rostoucí pšenice. Dnes se jedná o kulturní formu pšenice tvrdé. Původním místem jeho růstu byla oblast úrodného púlměsíce sahajícího od Mezopotámie po Egypt. Kamut je oblíben pro svou přirozeně sladkou a ořechovou chuť, pro širokou všestrannost využití, velkou výživovou hodnotu a nezaměnitelnou jemnou strukturu. Mohou ho jíst i lidé citliví na moderní pšenicí. Dnes je kamut dostupný na mnoha místech po celém světě [15].

Zrno kamutu je dvakrát tak velké, než je normální pšeničné zrno a má vyšší obsah vitamínu E a selenu. Kamut obsahuje až o 40 % více bílkovin a prokazatelně více nenasycených mastných kyselin a minerálů než moderní druhy pšenice. Obsahuje také o 30 až 35 % více hořčíku a zinku než jiné druhy obilí. Kromě toho má kamut zvláště vysoký obsah stopového prvku selen, což je významný antioxidant [16], [17].

Zrno z minerálních látek nejvíce obsahuje vápník, železo, zinek, hořčík a sodík, z vitamínů vitamín E, B1 a PP (niacin). Z nenasycených mastných kyselin jsou nejvíce zastoupeny kyselina linolová, palmitová a olejová, z aminokyselin najdeme v největším množství prolin, leucin, kyselinu glutamovou a asparagovou. Ze sacharidů má největší zastoupení maltóza, sacharóza a laktóza [15].

Kamut neprošel procesem hybridizace či genetických úprav. Jeho pěstování nebylo dotčeno moderními zemědělskými postupy, a tak si zachoval své původní vlastnosti. Kamut představuje výbornou alternativu veškerých pečárenských výrobků, při jejichž přípravě se užívá běžná pšenice. Těsta z kamutu lze zpracovávat podobně jako žitná těsta. Svou lahodnou ořechovou chutí je obilí vhodné pro výrobu chleba a těstovin, v nichž se jinak zpracovává pšenice nebo špalda. Vědecký výzkum prokázal, že pro většinu lidí, kteří jsou přecitlivělí na běžnou pšenici, může být kamut vhodnou náhražkou, protože působí preventivně proti alergiím. Kamut je pěstován výhradně v ekologickém zemědělství a před případným šlechtěním a zneužitím je chráněn registrovanou značkou Kamut® [12], [16], [17].

1.1.1.3 Pšenice špalda (*Triticum spelta*)

Špalda je prastarý nešlechtěný druh pšenice. Je výjimečná svým složením i zajímavou ořechovou chutí. Tradičně je pěstována v německy mluvících zemích. Její popularita stoupá, a to také v České republice. Pěstuje se převážně forma ozimá. Její předností je vhodnost pro ekologické zemědělství, protože vykazuje větší konkurenceschopnost vůči plevelům, a to díky vyššímu vzrůstu a také silnějšímu kořenovému systému. Rostliny mají rozprostřený trs, lístky jsou užší, více chloupkaté než u pšenice seté. Klasy jsou dlouhé, řídké, rozlamující se na klásky [18], [19].

Jedná se o pluchatý druh, který se před zpracováním musí loupát. Je méně náročná na podmínky prostředí než pšenice setá. Dobře snáší i extrémní vlhkostní podmínky a nároky na teplotu jsou nízké. Špalda má dobrou odolnost proti zimě, neškodí jí ani teplotní extrémy. Špalda má dobrou schopnost získávat živiny z půdy, ale je velmi citlivá na přehnojení dusíkem [18].

Špalda je pěstitelsky málo ovlivněná obilnina. Je velmi starou plodinu, dá se říci, že jde o původní formu pšenice. Je odolná vůči chladu, daří se jí i v mělké půdě. Po staletí byla lidovou obilninou na území pod Alpami, ve Švýcarsku, Holandsku, USA i Česku, dnes je

seta jen omezeně. Klas špaldy se od pšenice liší tvarem i barvou. Plevy jsou dvojité a skládají se z krycí plevy a jejího protějšku. Plevy, nazývané otruby, jsou dále zpracovány na nepotravinářské výrobky [20].

Špalda překonává jakost pšenice. Ve srovnání s pšenicí setou se špalda vyznačuje vyšším obsahem bílkovin (kolem 20 %), minerálních látek, tuku, vlákniny, vitaminů a příznivějším aminokyselinovým složením. Bílkovina špaldy má vysokou nutriční hodnotu, obsahuje všech 8 esenciálních aminokyselin (cystein, leucin, izoleucin, valin, lyzin, metionin, fenylalanin, tryptofan). Zejména obsah leucinu, metioninu a fenylalaninu je u špaldy mnohem vyšší než u pšenice. Sacharidy tvoří v zrně 68 %, tuky 3 %, minerální látky 2 % a vitaminy 2 %. Zrno má velké množství celulózy (9 %). Špalda je bohatým zdrojem vitamínu B₁, B₂, B₃, B₅, A a E. Z minerálních látek je bohatá především na fosfor, draslík, železo a hořčík. V menším množství obsahuje i sodík, vápník, mangan, měď a nikl [20], [21].

Moderní medicína špaldě připisuje pozitivní účinky na stimulaci imunitního systému, špalda posiluje naši přirozenou obranyschopnost. Zároveň je lehce stravitelná a má mnohem nižší toxicitu pro alergické jedince. Proto ji mohou lidé s alergií na pšenici použít jako náhradu pšenice. Nesmíme ovšem zaměnit alergii na pšenici s celiakií. Špalda není bezlepková [21], [22].

Je známo velké množství špaldových produktů, které lze v kuchyni využít. Jsou to špaldová zrna (se slupkou, bez slupky), krupky, krupice, šrot, špaldová celozrnná mouka, bílá špaldová mouka, vločky, cornflakes, müsli, špaldová káva, která je bez kofeinu nebo špaldové pivo. Špaldová dieta se prokázala úspěšná při řadě nemocí, při střevních potížích, srdečních či objemových poruchách, při potravinových alergiích nebo u nemocí souvisejících s látkovou výměnou [20]. Známé je i jídlo tzv. špaldoto, připravené podobně jako rizoto. Ve Švýcarsku se špalda používá jako sladová přísada (pivo Dinkel Einsiedler bier) [21].

Jsou využívána i zelená zrna špaldy (grünkern), jejichž speciální přípravou se získává tzv. zelený kaviár. Grünkern vzniká ze špaldy tak, že se zrno sklízí ještě zelené v tzv. mléčné zralosti a dále se restuje nad ohněm z bukového dřeva. Tím se docílí výjimečně aromatické chuti a vůně. Používá se jako příloha, do polévek a nákytů [23].

Kernotto jsou kroupy z pšenice špaldy. Zrno špaldy je zbaveno broušením tvrdé obalové vrstvy. Oproti špaldovému zrnu je kernotto rychleji uvařené a je pro většinu lidí lépe stravitelné. Kernotto je vhodné do polévek, karbanátků, k dušení a je vynikající jako příloha [24].

Ze špaldy lze zužitkovat i „odpad“. Slupky (pluchy) z jejího obilného zrna jsou totiž využívány jako plnidlo do polštářů nebo slamníků. Pluchy jsou lehké a přizpůsobí se tvaru těla. Také špaldovou slámu můžeme využít k výrobě došků – původní střešní krytiny [21].

1.1.1.4 Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum*)

Pšenice jednozrnka je starobyrou pluchatou obilninou, která patří k velmi málo prošlechtěným druhům. Poskytuje na rozdíl od jiných druhů pšenice mouku bohatou na proteiny a lepek, proto se velmi dobře hodí k výrobě chleba a moučných výrobků. Zrna jednozrnky jsou většinou drobná s obsahem bílkovin mezi 17 až 23 %, v některých případech až 27 %. V dřívějších dobách se používala jako jadrné krmivo pro koně. V konvenčním zemědělství nemá pěstování jednozrnky vzhledem k pozdnímu dozrání a nízkým výnosům žádný význam. Rostliny jsou nenáročné na klima a půdu a jsou odolné vůči houbovým chorobám. Stéblo rostliny je tenké a značně poléhavé. Pěstuje se převážně v jarní formě, přestože má i formy ozimé. Ve dvacátém století se pěstovala na území Francie, Španělska, Německa a také v Turecku [18], [25].

1.1.1.5 Pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoccum*)

Pšenice dvouzrnka je spojována s počátky primitivního zemědělství. Její pěstování se šířilo z jihozápadní Asie do ostatních oblastí. Ještě nedávno se pěstovala i v bývalém Československu na moravsko-slezském pomezí [18]. Na našem území byla známá i jako „okryž“ nebo „polopolba“ a s oblibou se používala k přípravě aromatické a vysoce výživné kaše. Kroupy z ní se přidávaly do jelit nebo se vařila chutná polévka či jiné pokrmy. Vzhledem ke vzrůstající poptávce po pestrosti potravinářských výrobků, stejně tak jako po jejich kvalitě, zájem o tento druh pšenice opět stoupá. Pěstuje se zejména v ekologickém zemědělství, pro které je vhodná díky své odolnosti a nenáročnosti. Ve srovnání s pšenicí setou poskytuje nízký výnos, ale kvalita jejího zrna je vysoká. Oproti běžné pšenici obsahuje dvouzrnka více bílkovin, zinku a vápníku [16]. Stéblo je duté, pod klasem plné. Klas dvouzrnky je hustý, téměř vždy osinatý. Při mlácení se rozpadá na dvouzrné klásky.

Zrna jsou uzavřená v pluchách. Obsah bílkovin se pohybuje okolo 22 %, ale může dosáhnout až 24 %. Lepkové bílkoviny jsou málo bobtnavé a tudíž je mouka z dvouzrnky méně vhodná pro pekařské využití, hodí se spíše pro nekynuté výrobky. Je odolná k většině houbových chorob a je nenáročná na půdu i předplodinu. Vysévá se brzy na jaře i do na živiny chudých půd [18].

1.1.2 Ječmen (*Hordeum L.*)

Ječmen patří k nejstarším zemědělským plodinám, vyskytoval se již v čínské a indické mytologii. Na naše území se dostal z jihozápadní Asie. Pochází z divoké formy *Hordeum spontaneum* rostoucí pod Kavkazem, v Íránu a Etiopii. Je to jednoletá jarní nebo ozimá obilnina. Ječmen obecný má tři formy: ječmen víceřadý, dvouřadý a přechodný. U nás se pěstuje hlavně ječmen víceřadý ozimý šestiřadý, který se využívá pouze ke krmným účelům. Pro sladovnické účely se u nás pěstuje jarní ječmen dvouřadý. Rostlinka ječmene mělce kořenitá, má úzké listy, jejichž čepel bývá ojíňená s voskovým povlakem. Květenstvím je klas. Ječmen je rostlina samosprašná, to znamená, že se opyluje vlastním pylem. Obilky jsou obaleny pluchou. Ječmen je kosmopolitní plodina, je přizpůsoben různým klimatickým podmínkám. Pěstuje se jak v suchých, teplých oblastech, tak i v severním podnebí a horských oblastech. Pěstování ječmene je rozšířeno ve všech zemědělských oblastech. Nejvyšší výnosy kvalitního zrna najdeme v Polabí, kolem Slaného, na Lounsku, na Hané či na jižní Moravě [1], [6].

Jarní ječmen se vysévá co nejdříve na jaro. Je převážně dvouřadý, vyšlechtěný na nízký obsah dusíkatých látek a na vysoký obsah látek bezdusíkatých. Rostlina je náročná na půdu, na teplotu a vláhu však nikoliv. Nejvhodnějšími půdami jsou černozemě. Ječmen vyžaduje pozemek ve staré půdní síle s dostatkem živin v přípustné formě. Ozimý ječmen není vhodný pro ekologické zemědělství, je napadán řadou chorob, a proto se používá jako krmivo. Pro ekologické zemědělství se využívá ječmen jarní, který se používá pro sladovnické a potravinářské účely. Rostlina je relativně málo odolná vůči plevelům. Sklizeň ječmene se provádí zásadně až v plné zralosti zrna, kdy jsou zrna tvrdá a 75 % nejhornějších kolének je zaschlých. Předčasná i opožděná sklizeň má za následek ztráty výnosu i jakosti [18], [26].

Ječmen má pro nás velký hospodářský i agrotechnický význam nejen proto, že pěstujeme obě formy – ozimý a jarní – ale i proto, že ho můžeme využívat jak v potravinářství,

tak i ke krmným účelům [26]. Většina vypěstovaného ječmene se používá ke krmným účelům a nejkvalitnější část produkce slouží k výrobě sladu. Nejznámějším produktem jsou ječné kroupy a krupky, které se přidávají do polévek a dušených jídel. Ječné kroupy se získávají ze zrna ječmene odstraněním vnějšího nestravitelného obalu (plev), otrub a větší část klíčku. Kromě běžných krup se produkují ječné celozrnné vločky, lupínky, ječná mouka se přidává do těstovin, knedlíků, zavářek, kroket, omáček, cukrářských výrobků, pudinků a krémů. Ječmen není chlebovinou, obsahuje málo lepku, ale používá se na pečení plochých chlebů a placek. Pro zvýšení svěžesti je možné ječnou mouku až do 20 % přidávat do mouky na přípravu různého pečiva. Z ječmene se připravuje náhražka kávy – melta [6].

Ječmen v jakékoliv formě – čištěné celé zrna, vločky, kroupy, celozrnná mouka a sladové zrna – snižuje hladinu cholesterolu a triacylglycerolů [12]. Pravidelná konzumace ječmene velmi dobře prospívá lidskému tělu. Snižuje výskyt srdečních onemocnění, snižuje koncentraci celkového cholesterolu v krvi, je výborným prostředkem proti zácpě, ječná semena obsahují látky s protirakovinným působením a pozitivně působí u vředové žaludeční choroby [6]. Šťáva z ječného osení zlepšuje trávení, snižuje stres a potlačuje záněty, nabízí hojnost antioxidantů vůči volným radikálům a vhodně působí jako prevence kardiovaskulárních chorob. Obsahové látky v ječmeni také brání tvorbě trombů, koronárních chorob srdečních a infarktu. Ve šťávě z mladého ječmene se vyskytují látky, které podporují uvolňování růstového hormonu prolaktinu. Ten hraje důležitou roli pro udržení imunitního systému a rovnováhy v organismu [5]. Ječná vláknina pomáhá předcházet zácpě a všem komplikacím s ní spojeným – včetně karcinomu tlustého střeva. Ječmen má podobné složení jako pšenice, na rozdíl od pšenice však obsahuje méně glutenu (pečivo z ječné mouky je proto hutnější a těžší) [12].

1.1.3 Žito (*Secale*)

Žito je kulturní jednoletá i vytrvalá klasnatá obilnina. Nejrozšířenější je žito seté. Počátky pěstování se kládou do Turkestánu, odkud jej přinesli do Evropy Slované, kteří ostatní evropské národy žito naučili pěstovat. Rostlina není náročná na půdu, pěstuje se hlavně v podhorských a horských oblastech. Největší plochy žita jsou ve středním a severním Rusku, v Polsku, v severním Německu a ve Skandinávii [1], [5], [27].

Žitné zrno obsahuje 14 % vody, 72 % sacharidů, 12 % bílkovin, 1,5 % tuku a 2 % vlákniny a popelovin [28]. Vysoký obsah albuminů a globulinů, které jsou bohatší na esenciální aminokyseliny, naznačuje, že biologická hodnota žitných bílkovin je lepší než u pšenice. Žito obsahuje především škrob. Glukóza se v žitě téměř nevyskytuje. Zrno však obsahuje větší množství sacharózy a fruktózy než je u pšenice. Maltóza vzniká při klíčení. Žito má také nižší obsah tuku než u pšenice, ale zato má vyšší obsah kyseliny linolové [27].

Nejdůležitějším výrobkem ze žita je žitná mouka k přípravě chleba. Žitný chléb je velmi výživný, zůstává dlouho vláčný a má povzbuzující vliv na zažívání. Je však méně stravitelný než chléb pšeničný, protože má vyšší obsah vlákniny. Dnes se vyrábí smíšený chléb pšenično-žitný. Žitná mouka je bohatá na vitaminy skupiny B, je vhodná k přípravě speciálních výrobků určených pro nemocné cukrovkou, pro lidi trpící avitaminózou nebo podvýživou. Vyrábí se z ní také perník. Žito je důležitou surovinou pro výrobu žitné kávy a destilátů (whisky, Prostějovská starorežná) [18]. Konzumace žita příznivě působí na pružnost artérií a krevní oběh. Přestože jsou tyto vlastnosti společným rysem všech obilnin, zdá se, že účinek žita je výraznější. Je to zřejmě dáno vyšším obsahem vitamínu E a selenu, které působí jako antioxidanty, jakož i obsahem vláken celulózy. Škrobové částice v žitě jsou dobře obaleny celulózą, díky čemuž je uvolňování molekul glukózy pomalejší. Z toho důvodu žito nezpůsobuje náhlé zvýšení hladiny glukózy v krvi a diabetici ho dobře snášejí [12]. Ve výživě hospodářských zvířat se kromě mlynářských odpadů využívá žito ve směsích jako zelené krmení a žitná sláma jako podestýlka. Jde také o hostitelskou rostlinu pro umělou produkci námelu [18]. Námel pro farmaceutický průmysl se získává umělou infekcí houbou paličkovice nachová v době květu vybraných porostů žita [28].

Žito je typická větrosnubná rostlina, která mělce koření a není náročná na půdu. Obilka žita je podlouhlá, štíhlejší než obilka pšenice, je zelenavé až modrozelené barvy se stříbrným odleskem. Ze všech obilnin je žito nejméně náročné na podnebí, vyhovuje mu mírné nebo chladnější pásmo, velmi dobře snáší mrazy a jiné nepříznivé klimatické podmínky. Ze všech obilnin snáší při klíčení nejnižší teplotu, až 1 – 2 °C. Rostlina má mohutné kořeny, proto ji lze pěstovat i na chudých půdách. Je však citlivá na přílišnou vlhkost. Oproti ostatním obilninám vyniká svou konkurenční schopností vůči plevelům. Na území České republiky je výhradně pěstována ozimá odrůda. K pícninářským účelům se však často využívá odrůda tetraploidní nebo Svatojánské žito. Technologická kvalita zrna je vhodná pro mlynářské i pekárenské zpracování a tím i pro produkci

žitných bioproduktů [5], [18]. Ke krmným účelům se používá zrno, které nesplňuje kritéria potravinářské jakosti. Do krmných směsí se přidává jen malý podíl, protože má některé nepříznivé dietetické účinky. Porosty žita se uplatňují i jako první jarní pícní plodina sklízená na zelené krmení, i když se jedná o velmi krátké období, protože fytomasa rychle stárne [28].

1.1.4 Oves (*Avena*)

Oves je díky svým vysokým nutričním vlastnostem řazen mezi dietetické a léčivé potraviny [1]. Zrno ovsa se také uplatňuje v krmných dávkách některých hospodářských zvířat – mladých a plemenných zvířat a koní. Oves vytváří velké množství nadzemní biomasy, která se sklízí na zelené krmení nebo na senáž (konzervovaná píce) [29].

Tato obilnina je málo náročná na teplotu a živiny, které umí dobře přijímat z půdy. Často však trpí na nedostatek vláhy. Oves dobře reaguje na zelené hnojení a organická hnojiva. Rostlina vytváří mohutný kořenový systém a ze všech našich obilnin proniká nejhluběji do půdy. Nároky na půdu jsou skromné, daří se mu na všech půdách. Potřebuje však hodně vláhy, a proto mu vyhovuje chladnější a vlhčí podnebí. Oves je plodinou podhorskou a horskou. Je značně otužilý, proto se pěstuje daleko na severu i vysoko v horách. Jen výjimečně se vysévá jako ozim, jde o jarní obilninu [1].

V současné době se oves pěstuje ve střední a severní Evropě, v severní Asii a Severní Americe. Zrno slouží zejména ke krmení koní, skotu a drůbeže. Významným krmivem je i kvalitní ovesná sláma a plevy. Ovesné zrno obsahuje více stravitelných tuků a bílkovin než pšenice a žito a také má vyšší podíl esenciálních aminokyselin. Je bohaté na lecitin, což příznivě působí na nervovou soustavu, zejména u duševně pracujících lidí [18]. Nejvíce zastoupenou živinou v ovsu jsou sacharidy, které se díky struktuře zrna lehce asimilují a pomalu vstřebávají. V ovsu se nachází v malém množství i fruktóza. Její předností je, že k vniknutí do buněk nepotřebuje inzulín – proto se oves doporučuje diabetikům. Oves obsahuje rozpustnou vlákninu, která změkčuje trávicí trakt a tak lze využít jako doplněk léčby gastritidy a kolitidy. Pravidelnou konzumací ovsa v jakékoliv formě se dosahuje velmi dobrých výsledků i při prevenci a léčbě arteriosklerózy a hypertenze. Díky velké nutriční hodnotě a lehké stravitelnosti představuje oves jednu ze základních potravin lidské stravy [12]. Zrno ovsa pluchatého obsahuje 12,5 % dusíkatých látek, 40 % škrobu, 12 % hrubé vlákniny a 3,5 % tuku. Zrno ovsa nahého obsahuje 16,5 % dusíkatých látek,

56 % škrobu, 1,5 % hrubé vlákniny a 8 % tuku [29]. Nutriční hodnota původních semen ovsa se po vyklíčení výrazně zvýší [18].

Ovesné vločky podmiňují dobrou tělesnou kondici a jsou vhodnou potravinou pro sportovce a těžce pracující lidi. V současné době obliba ovesných vloček a výrobků z nich stoupá. Kromě ovesných vloček existuje řada dalších produktů – vločky z řezaných ovesných krup nebo sněhové a dětské vločky, instantní vločky a polotovary z vloček. Ovesná mouka se přidává do pekařských výrobků, které jsou pak jemnější, trvanlivější, ale drobnější a méně objemné. Ovesná mouka je také surovinou pro výrobu dětských mouček a různých dietních přípravků. Dalšími produkty z ovsa je ovesná rýže, kroupy, otruby, proteinové izoláty (vznikají extrakcí bílkovin z ovsa), expandované obilky a extrudované produkty, jedlé oleje, plnidla do jogurtu [6], [18].

Ovesná mouka se také využívá v kosmetickém průmyslu jako součást pleťových masek a mýdel. Její uklidňující účinek je nejspíše způsoben β -glukanem nebo ovesným olejem. Ovesné otruby jsou bohaté na pentózy a jejich kondenzační produkty, které jsou spojeny s celulózou a tvoří součást buněčné stěny zrna [7].

V praxi rozeznáváme tři formy ovsa: původní divoká, kulturní pluchatá forma a nahá forma. Kulturní pluchatá forma vznikla z formy divoké a řadíme do ní oves setý a oves byzantský. Nahá forma vznikla z formy kulturní pluchaté. V České republice se pěstuje pouze jarní oves setý. Oves nahý se pěstuje hlavně v Číně. Ozimý oves je výnosnější než oves jarní, protože jeho velkou nevýhodou je náchylnost k vymrzání. Pěstuje se především ve Velké Británii a ve Francii [5], [18].

1.1.5 Proso (*Panicum*)

Proso pochází z asijské i evropské části bývalého SSSR, Persie, Turecka, Afghánistánu a Mongolska, Mandžuska a Číny [30]. Je převážně samosprašné. Má velké nároky na teplo, začíná klíčit až při teplotě plus 10 °C, je velmi citlivé i na nejmenší mrazíky, je to rostlina teplomilná. Sucho snáší lépe než ostatní obilniny a na půdu nemá zvláštní nároky. Má krátkou vegetační dobu. Proso se pěstuje především pro zrno [1].

Proso má bohatou latu s tenkými větvičkami, na nich jsou drobné klásky. Pluchy jsou hladké, bezosinné. Obilka je kulatá, uzavřená v různě barevných lesklých pluchách. Rostlina má chlupaté stébla i listy, pochva je zakončena místo jazýčku štětinatým

límečkem. Kořen je svazčitý, mělce uložený do šířky. Stéblo je v horní části plné, vyplněné dřeví a je poměrně slabé. Kolénka jsou viditelně ztlustělá. Charakteristickým znakem prosa je bohaté ochlupacení dolní a střední části stébla a listů [30].

Hlavním výrobkem mlýnského zpracování prosa jsou jáhly, prosná mouka, krupice a vločky. Jáhly vznikají z prosa odstraněním semenné slupky z obilky. Z jáhel se připravují různé pokrmy (například jáhelné kaše). Jáhly se také melou na mouku, která se pro vysoký obsah tuku nemůže dlouho skladovat, protože snadno žlukne. Chléb ze směsi prosné a žitné mouky je velmi chutný. Proso je možné využít i v celiatické dietě. Vedlejším produktem je krmné proso, prosné otruby, prosná krmná mouka, prosný prach a pokrutiny. Proso je také krmivem pro exotické ptactvo a ke krmení se využívá i sláma a plevy [5], [12], [30].

Semeno prosa obsahuje 10 – 15 % bílkovin, včetně 8 esenciálních aminokyselin, 4 % tuků (z biologického hlediska jsou nejdůležitější vícenenasycené mastné kyseliny PUFA) a 71 % sacharidů (až 75 % škrobu, z cukrů nejvíce rafinózu a sacharózu). Z vitaminů je ve větším množství obsažen vitamin A a B-komplex (zejména vitamin B₂). Z minerálních látek má proso vysoký obsah fosforu, draslíku, fluoru, železa, síry, hořčíku, vápníku, sodíku, mědi a kyseliny křemičité [5], [30].

Po pšenici a ječmeni je to jedna z nejstarších plodin. Proso se do Evropy dostalo v době stěhování národů. V našich zemích bylo proso významnou obilninou až do začátku 20. století. Jáhelná kaše byla tehdy národním pokrmem. Po první světové válce proso vytlačila chutnější dovážená rýže. Dnes se u nás proso pěstuje v nepatrném rozsahu. S propagací racionální výživy se v posledních letech zvyšuje poptávka po loupaném prosu. Největší plochy prosa jsou v Indii, Pákistánu nebo Číně [1], [5].

1.1.6 Tritikale (*Triticale*)

Je obilným druhem záměrně vytvořeným člověkem, který se neobyčejně rychle rozšířil. Tritikale nebo také žitovec je mezidruhový kříženec pšenice seté a žita setého. Plodný hybrid získal v roce 1888 německý šlechtitel W. Rimpau. Po prokázání vysoké výnosnosti se tritikale ve většině zemí rychle rozšířilo. U nás byly první odrůdy povoleny v roce 1988. V praxi jsou odrůdy genotypicky tzv. pšeničné nebo žitné, přičemž u nás mají největší rozšíření pšeničné typy [1], [31].

Tritikale má 3 – 4 zárodečné kořínky. Jazyček je krátký, vroubkovaný, ouška malá většinou bez řas. Květenstvím je klas, který tvoří dvou až čtyřkvěté klásky umístěné vždy po jednom na článku. Květy jsou většinou samosprašné. Kláskové plevy jsou široké s kýlem a často kratší osinou, pluchy jsou většinou hladké a osinaté [31].

Je to jednoletá jarní i ozimá trsnatá rostlina. Tritikale je tolerantní k horším půdním a klimatickým podmínkám. Má menší nároky na hnojení a ochranu proti chorobám a škůdcům než pšenice. Tritikale má některé vlastnosti, které jsou výhodné pro ekologické zemědělství, zejména menší náročnost na obohacování půdy hnojivy, než mají obilniny se srovnatelným výnosem [18].

Tritikale je plodinou určenou pro obilnářskou, bramborářskou a píceňářskou oblast. Jako hybrid žita a pšenice má nároky na prostředí menší než pšenice, větší než žito. Tritikale lze pěstovat okrajově i ve výrobní oblasti kukuřičné a řepářské, ale pro pěstování na výrobu etanolu tyto oblasti nejsou vhodné [31]. Pekařská kvalita tritikale je dosud velmi nízká, zrno se využívá zejména ke krmným účelům. Hlavně se však pěstuje na zelenou píci [1]. Tritikale lze využít i nepotravinářsky. Sláma se využívá jako energetická surovina, případně k výrobě stavebních panelů. Zrno se využije jako zdroj škrobu k průmyslovému zpracování nebo spalování [31]. Tritikale má u nás zatím nedoceněnou vysokou krmnou hodnotu, která je dána vyšším obsahem bílkovin a příznivou skladbou aminokyselin, především vyšším obsahem lyzinu. Využití bílkovin při zkrmování je vyšší než u pšenice [32]. Největší plochy oseté tritikale jsou v USA, kde se pěstuje zejména na krmení. V Evropě se pěstuje tritikale ve Francii a Maďarsku. V současné době se u nás pěstují odrůdy tritikale vyšlechtěné v bývalém Československu [1].

1.1.7 Pseudocereálie

Pseudocereálie jsou dvouděložné rostliny, které botanicky nepatří mezi obilniny (trávy), ale jejich použití je velmi podobné, proto je k obilninám řadíme. Neobsahují lepek, a tak se hodí pro bezlepkovou dietu [33]. Mají výrazně vyšší obsah nutričně důležitých minerálních látek než obiloviny. Např. obsah hořčíku, který často ve stravě chybí, dosahuje vysoké hodnoty (amarant má 0,5 % hořčíku), rovněž obsah vápníku je velmi vysoký [34].

1.1.7.1 Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum*)

Pohanka je kulturní rostlina pocházející z Himalájí, kde se dodnes nalézá velké množství jejích forem. Náleží mezi medující rostliny a z jejích květů se získává tmavý med. Pohanka je náročnější na vláhu než základní druhy obilí, na živiny je však nenáročná a osidluje i velmi neúrodné půdy. Je citlivá vůči mrazu, její růst nepříznivě ovlivní již teplota 1 – 2 °C. Pro její pěstování jsou vhodné chladnější a vlhčí oblasti. Pohanka roste rychle a dobře odolává plevelům, je velmi odolná vůči plísňovým chorobám. Jde o velmi vhodnou předplodinu pro obilniny [5], [18], [35].

Plody pohanky jsou trojboké nažky. Velikost nažky závisí na odrůdě a podmínkách pěstování. Její barva závisí na odrůdě, ale většinou bývá stříbřitě šedá, mramorovaná hnědá až fialově černá. Na hranách nažek u některých odrůd se tvoří tzv. křídla, která jsou však nežádoucí, protože zmenšují hustotu nažek [30]. Zrno je náchylné k přijímání pachů, proto se skladuje odděleně. Dozrává velmi nerovnoměrně, proto ji sklízíme, když je asi 60 % nažek dozrálých. Při pozdní sklizni jsou nejlepší nažky již opadané a při sklizni předčasné dochází taktéž ke ztrátám. Oloupané nažky je možné skladovat delší dobu, protože tuk v nich obsažený je stabilní a nepodléhá snadno žluknutí [18].

Pohanka se řadí k dietním potravinám. Pokrmy z pohanky jsou výživné a vhodné pro pacienty, kteří potřebují obnovit svoji původní váhu. Významnou roli hraje pohanka v celiatické dietě, při prevenci vysokého krevního tlaku, vysoké hladiny cholesterolu v krvi a dalších kardiovaskulárních rizikových faktorů či v posílení imunitního systému. Látky extrahované z pohanky slouží dokonce k léčbě omrzlin a nemoci z ozáření [35].

Pohanková semena jsou velmi hodnotná, obsahují až 72 % sacharidů, 12 % bílkovin, 3 % tuků (až 82 % tuku tvoří nenasycené mastné kyseliny) a vysoký podíl esenciální aminokyseliny lyzinu, dále pak rutin a organické kyseliny – citronovou, jablečnou a šťavelovou. Z vitaminů obsahuje B₁, B₂, B₃ a vitamin E. Z minerálních látek pak fosfor, draslík, vápník, měď, hořčík, železo a fluor. Bílkoviny jsou plnohodnotné, s vysokým obsahem nepostradatelných aminokyselin. Aminokyselinová skladba pohanky je shodná s aminokyselinovým složením v luskovinách. Kompletní skladba bílkovinného komplexu je zastoupena vysokým podílem snadno rozpustných bílkovin albuminu a globulinu a minimálním obsahem prolaminů. Hlavním sacharidem pohanky je škrob, který tvoří 50 – 60 % hmotnosti nažky. Škrob je koncentrován ve středu endospermu a jeho kvalita určuje konzistenci a chuť pohankové kaše [5], [30].

Pohanka je ceněna zejména pro svůj obsah rutinu a lecitinu. Obsahuje asi 2 % rutinu, což je látka patřící mezi flavonoidy. Rutin se vyznačuje významnými účinky na lidský organizmus. Snižuje křehkost krevních kapilár spojenou s hypertenzí, vykazuje antioxidační aktivitu, má protizánětlivé, antimutagení a antikarcinogení účinky. Pro tyto vlastnosti se rutin využívá ve farmaceutických preparátech, kosmetických přípravcích a potravinářských výrobcích. Rutin chrání kyselinu askorbovou před rychlým rozkladem a má příznivý vliv na stav oběhového systému [30].

V současnosti je na trhu celá řada pohankových produktů (kroupy, lámanka, krupice, mouka, těstoviny, vločky, chléb či čaj). Pohankové slupky se používají jako plnidlo do polštářů a k výrobě čaje. Pohanku lze využít i na zelené hnojení jako významný zdroj fosforu a draslíku [35].

1.1.7.2 Amarant – Laskavec (*Amaranthus sp.*)

Amarant neboli laskavec patří mezi nejstarší rostliny pěstované pro lidskou obživu. Má svůj původ v tropických pásmech Ameriky. Jméno bylo odvozeno z řeckého slova maranein – nevadnoucí. V předkolumbovských dobách byl jednou ze základních potravin amerického kontinentu. Pěstovali jej Mayové, Aztékové a Inkové, kteří jej považovali za posvátnou plodinu – „svaté zrno“. Rostlina byla také součástí rituálních obřadů, kdy se její semena mísila s medem a lidskou krví. V 16. století byl převezen do Asie, kde se rozšířil do horských oblastí Indie, Pákistánu, Nepálu, Tibetu a Číny. U nás byl amarant znovuobjeven před několika lety jako obilí pro běžnou potřebu a od té doby se stává stále oblíbenější [5].

V současnosti je pěstování laskavce na semeno nejvíce rozšířeno v Americe (USA, Mexiko, Jižní Amerika), zeleninové formy se pěstují především v Asii a v Africe. V Evropě se jeho pěstováním na zrno zabývají nejvíce na Slovensku, v Maďarsku a Itálii. V ČR je pěstován na ploše asi 400 ha [36].

V přírodě se dosud zachovalo více než 60 druhů rodu *Amaranthus*. Pro produkci semen je nejvíce využíván *Amaranthus hybridus* L. ssp. *hypochondriacus* a *Amaranthus cruentus* L., naopak druhy *A. tricolor* L., *A. hybridus* L., *A. lividus* jsou využívány jako listová zelenina [36]. Přes 50 druhů tohoto rodu roste v Indii, Africe a jižní Americe, některé druhy se zde pěstují jako obilniny. Amarant se také pěstuje jako okrasná

rostlina; v evropských zahradách se vyskytuje už od 16. století, a to zejména rody laskavec latnatý *Amaranthus paniculatus* a laskavec trojbarevný *Amaranthus tricolor* [37].

Kulturní formy patří mezi jednoleté rostliny. Většina forem vytváří hluboko pronikající mohutný kořen. Lodyha je až 2,5 m vysoká a více či méně se větví. Listy jsou řapíkaté, čepele velké, lysé, nejčastěji vejčité, s výraznou špičkou na konci. Listy jsou většinou zelené, u některých odrůd s fialovou kresbou ve tvaru podkovy nebo na okraji listů. Květy jsou jednopohlavní, seskupené v klubičkách, která jsou složená v podlouhlý, latnatě rozvětvený vzpřímený lichoklas. Plod je nejčastěji vejčitá tobolka, v níž jsou okrouhle elipsovité, čočkovité semena s hladkým a lesklým povrchem. Barva je nejčastěji žlutozelená nebo načervenalá. Z jedné rostliny je možno získat až 50 000 semen [5], [36].

Amarant je rostlinou teplomilnou. Pro svůj rychlý vývoj vyžaduje hlavně teplo a světlo. Nesnáší zastínění v rané fázi růstu. Optimální teplota pro růst rostlin je 21 – 28 °C. Rostliny amarantu krátkodobě vydrží nízké jarní mrazíky do -1 až -2 °C. Mrazíky -3 až -4 °C způsobí zmrznutí mladých i vzrostlých rostlin. Laskavec potřebuje pro růst méně vody než ostatní plodiny. Snáší i dočasný deficit kyslíku v půdě. Nejvhodnější jsou půdy humózní, kypré s dobrou strukturou. Amarant je citlivý na zaplevelení [36], [38].

Semena laskavce obsahují 17 – 18 % bílkovin, které se vyznačují vysokou kvalitou a svým aminokyselinovým složením se blíží bílkovinám živočišného původu (vysoký obsah lyzinu, albuminů a sirných aminokyselin). V porovnání se sójou má semeno amarantu o 100 % více esenciálních aminokyselin. Až 65 % obsahu bílkovin je soustředěno v klíčku. Obsah tuku se pohybuje mezi 7 – 8 %. Z mastných kyselin převládají kyseliny olejová, linolová a linolenová. Tuk (olej) obsahuje 6 – 7 % skvalenu – látky, která snižuje riziko vzniku rakoviny, zpomaluje proces stárnutí kůže, reguluje látkovou přeměnu tuků a pozitivně ovlivňuje obranyschopnost organismu. Olej z laskavce má proto vysokou farmaceutickou hodnotu a využívá se také v kosmetickém průmyslu. Amarant dále obsahuje 57 % sacharidů a kolem 2 % vlákniny. Zvláštností laskavce je vysoký obsah škrobu. Možnosti využití laskavcového škrobu byly zjišťovány ve farmaceutické technologii. Stmelovací efekt laskavcového škrobu vyjádřený pevností zrn je porovnatelný s účinkem bramborového škrobu a je evidentně vyšší než efekt želatiny. Svým složením a vlastnostmi je laskavcový škrob vhodný pro biodegradovatelné plastické hmoty, pro zásypové prášky ve farmacii, škrobení prádla či na povrchovou úpravu papíru. Amarantový škrob dodává potravinám jemnou krémovitou texturu, soudržnost a stabilitu,

je lehce stravitelný a je v těle pětikrát rychleji metabolizován než kukuřičný škrob. Co se týká vitaminů, vyniká vysokým obsahem riboflavinu (B₂) a důležitými antioxidanty patřícími do skupiny vitaminů E. Z minerálních látek se v obilkách laskavce vyskytuje velké množství především vápníku, hořčíku, draslíku, fosforu, zinku a železa. Některé druhy lze využít pro produkci přírodních barviv [5], [34], [36].

Amarant je svými vlastnostmi důležitý jako prevence chorob pro všechny věkové kategorie. Zvláštní význam má pro malé děti, díky vysokému obsahu lyzinu, který podporuje tvorbu mozkových buněk, a pro sportovce díky obsahu minerálů, vitaminů, nenasycených mastných kyselin a kvalitním bílkovinám, které podporují růst svalové hmoty. U starší generace podporuje regeneraci buněk a významně ovlivňuje látkovou výměnu [5], [34].

Semena amarantu slouží k přípravě kaší nebo se rozemílají na mouku, ze které se pečou chléb, sušenky a další druhy pečiva. Prudkým ohřátím se ze semen získávají pukance. V Indii se smícháním semen s medem připravují placky „laddoss“, které jsou oblíbenou cukrovinkou [5]. Kromě širokého potravinářského využití zrna i mouky lze laskavec uplatnit i jako krmivo pro hospodářská zvířata. Senáž je kvalitou blízká vojtěškové. Vzrůstné formy jsou využitelné jako zelené hnojení, energetické plodiny i pro výrobu papíru, některé druhy zase poskytují surovinu pro produkci barviv a kosmetických přípravků [38].

1.1.7.3 Quinoa – Merlík chilský (*Chenopodium quinoa*)

Quinoa patří do čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*) a je blízce příbuzná cukrovce a špenátu, dokáže růst i za extrémně nepříznivých podmínek. Hlavními produkčními oblastmi jsou dnes Bolívie, Ekvádor a Peru [34]. Quinoa pochází z jihoamerických And, kde se pěstovala až do výše 4 000 metrů. Pro andské civilizace byla po bramborách (a před kukuřicí) druhou nejdůležitější plodinou. Inkové ji nazývali „matkou všech obilnin“. Americká NASA s ní vzhledem k jejím speciálním vlastnostem počítá jako s jednou ze základních potravin pro vesmírné lety s lidskou posádkou [12].

Jde o jednoletou dvouděložnou rostlinu, jejíž semena se podobají prosu. Je to nenáročná a odolná vysokohorská plodina. Semena quinoi jsou obalena ochrannou vrstvou, obsahující tzv. saponiny. Jsou to hořké látky, které chrání semena před ptáky a hmyzem. Těchto látek se však musíme před úpravou zbavit. Jde to zcela jednoduše dvěma způsoby. Buď semena

několikrát důkladně propláchneme vodou, nebo je namočíme přes noc, vodu slijeme a uvaříme je v nové vodě [39], [40].

Quinoa představuje vhodnou alternativu k rýži či kuskusu. Vařená quinoa má jemnou chuť, dá se použít všemi možnými způsoby – naslano jako příloha k masu a omáčkám, jako ingredience do salátů s masem či zeleninou, podobně jako kuskus. Nebo nasladko, třeba k snídani smíchaná s medem, ořechy, ovocem či jogurtem. Mouka z této plodiny se hodí k přípravám těsta při bezlepkové dietě [12], [41].

Z nutričního hlediska patří merlík mezi nejhodnotnější potravinářské plodiny, které jsou v současné době známy. Bílkovina merlíku má vysoký obsah esenciálních aminokyselin lyzinu, metioninu a treoninu, tj. aminokyselin, jejichž obsah je v řadě cereálií a luštěnin nízký. Vyniká vysokým obsahem bílkovin (vyšším než u ostatních obilovin), neobsahuje lepek a je velmi snadno stravitelná. Je velice bohatá na minerální látky a mastné kyseliny. Uvádí se, že 89 % mastných kyselin je nenasycených. Je zdrojem vitamínu A, B₂ a E, vápníku, železa, mědi a zinku. Pro vysoký obsah hořčíku a železa je vhodná i jako prevence chudokrevnosti [12], [41], [42].

1.2 Chemické složení obilovin

1.2.1 Sacharidy

Hlavní podíl jednotlivých složek obsažených v obilovinách tvoří sacharidy. Jejich množství se pohybuje v rozmezí 55 – 70 % hmot. v závislosti na druhu obilniny. Sacharidy můžeme rozdělit na monosacharidy, disacharidy a koloidně disperzní sacharidy, kde jsou hlavními zástupci škrob, dextriny, celulóza, hemicelulózy, pentózany a pektinové látky. Mezi monosacharidy patří pentózy, které jsou základními částicemi pentózanů, což jsou důležité složky podpůrných pletiv. Dále je to glukóza a fruktóza. Z disacharidů je nejdůležitější sacharóza, která je obsažena v klíčku, dále pak maltóza [2].

Nejdůležitější zásobní látkou v obilce je škrob, jehož obsah je mezi 50 – 80 % v sušině. Škrob je ve studené vodě nerozpustný, pouze v ní bobtná. Při teplotě nad 60 °C mazovatí a zvyšuje se viskozita vzniklého mazu [2]. Škrob se skládá ze dvou polysacharidů, z amylozy s přímým řetězcem glukózových zbytků a z amylopektinu [43]. Molekula

amylopektinu má rozvětvený řetězec, ve kterém se kromě vazeb mezi uhlíky 1→4 vyskytují i vazby 1→6, a proto lépe odolává amylolytickým enzymům, než molekula amylozy. Dále škrob obsahuje minerální látky a vyšší mastné kyseliny [4]. Uplatňuje se zejména v technologickém procesu, kdy po nabobtnání, zmazovatění a zcukření umožní činnost kvasinkám a rozhodujícím podílem se účastní na tvorbě střídky tím, že váže vodu uvolněnou po denaturaci bílkovin [2].

V obilovinách najdeme i rostlinné slizy, což jsou neškrobové polysacharidy, které mají strukturu zesíťovaných makromolekul; jde o xylany a arabany. Slizy jsou součástí buněčných stěn a zúčastňují se metabolismu. Pro rostlinu mají slizy zejména význam ochranný a zásobní, případně vážou zásoby vody. Slizy se používají ve farmacii i v lékařství. Jejich účinek je podmíněn jejich fyzikálními a chemickými vlastnostmi [2], [44].

Pentózy jsou obsaženy především v žitné mouce a jsou příčinou nemožnosti vyprání bílkovin ze žitného těsta. Pro dobrou jakost těsta je důležitý poměr mezi obsahem škrobu a slizů [2].

1.2.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější dusíkatou látkou obilovin. Zvláštní postavení má bílkovina pšeničná, která s vodou vytváří pružný gel tzv. lepek, jehož fyzikální vlastnosti určují jakost pečiva. Obsah bílkovin v pšenici se pohybuje v rozmezí 10 – 16 %, u žita 8 – 15 %. Pšenice s obsahem lepku nad 13 % se považují za velmi dobré, s obsahem pod 12 % za střední až slabé [2]. Obsah bílkovin kolísá v různých částech zrna, relativně nejvyšší je v aleuronové vrstvě a v klíčku. V endospermu ubývá obsah bílkovin směrem do středu. Tyto bílkoviny přecházejí do mouky a jsou hlavními nositeli technologických vlastností. V zrně obilnin najdeme také zastoupení osmi esenciálních aminokyselin (valin, leucin, izoleucin, metionin, fenylalanin, lyzin, tryptofan, treonin) a to v různém množství podle odrůdy zrna [4], [43].

Prolaminy jsou lepkové bílkoviny. Obilné prolaminy jsou pšeničný a žitný gliadin, ječný hordein, ovesný avenin, kukuřičný zein. Obsah gliadinu v pšenici se pohybuje kolem 5 %. V obilninách jsou dále obsaženy gluteliny a gliadiny. Známější je pšeničný glutenin a rýžový oryzein. V obilninách se vyskytují jak bílkoviny jednoduché, tak složené. Obiloviny obsahují také protoplastické bílkoviny albuminy a globuliny [2]. Lepek je tvořen

lepkovými bílkovinami gliadinem a gluteninem. Podíl lepkových bílkovin činí kolem 80 % z veškerých bílkovin pšeničného zrna a v těstě tvoří elastický a tažný hydratovaný gel složený ze dvou frakcí: gliadinu s nižší molekulovou hmotností, který má charakter sirupovité hmoty a dodává lepkovému komplexu tažnost a gluteninu tvořícího frakci o vyšší molekulové hmotnosti, který má vláknitou strukturu a je nositelem pružnosti. Ostatní obilné bílkoviny gel netvoří [4]. Gluteninová frakce představuje asi 40 % celkového obsahu bílkovin a je považována za hlavní faktor při výrobě těsta a pečiva. Jakost lepku určuje sílu mouky. V lepku se nachází také vláknina, škrob, cukry, kyselina fosforečná a další látky. Lepek vytváří konstituci těsta tím, že vytváří trojrozměrnou síť peptidických řetězců. Denaturace lepku nastává při teplotě 60 °C [2], [43].

Pšeničné bílkoviny mohou u některých jedinců vyvolávat vážně zdravotní poruchy. Jedná se o chorobu zvanou celiakie, kterou způsobují prolaminy obilného zrna, tedy gliadin pšenice, sekalín žita, hordein ječmene a avenin ovsa. Toxicita klesá v uvedeném pořadí, takže nejvyšší je právě u pšenice. Postihuje především děti, kterým v tenkém střevě chybí enzym *peptidáza*, štěpící nízkomolekulární peptidy, které vznikají na začátku trávení gliadinu. Nemohou-li se tyto peptidy dále odbourat, hromadí se ve střevním traktu a po dosažení určité koncentrace vyvolávají onemocnění celiakii. Toto onemocnění je nevyléčitelné, její účinky lze pouze zmírnit celoživotní bezlepkovou dietou [4].

1.2.3 Lipidy

Hlavní podíl lipidů je soustředěn do klíčkové části zrna. I přes nízké kvantitativní zastoupení v celkové skladbě zrna nelze význam lipidů podceňovat. Jsou důležité pro skladování obilí a mouk. Oxidační změny lipidů pak způsobují nežádoucí zhoršení sensorických vlastností – žluknutí. Nenasycené mastné kyseliny ovlivňují reologické vlastnosti těsta. Část lipidů se váže na molekuly škrobu, bílkovin a kovových iontů a uplatňují se v biochemických procesech v průběhu kynutí a pečení [4].

Tuky obilnin jsou nažloutlé olejovité kapaliny, které obsahují nasycené mastné kyseliny (18 – 25 %), kyselinu olejovou (kolem 17 %), linolovou (48 – 57 %) a linolenovou (5 %). Podíl esenciální mastné kyseliny linolové je velmi vysoký. Tuk v obilce nemá větší technologický význam, klíčky jsou před mletím odstraňovány, protože v případě špatného skladování by způsobily žluknutí mouky. Z fosfatidů je přítomen především fosfatidylcholin (neboli lecitin) a fosfatidyletanolamin (neboli kefalín). Z fosfatidů

se během skladování vlhkého obilí uvolňuje působením enzymu kyselina fosforečná, která zvyšuje kyselost. Velké množství fosforu v zrně představuje fyтин, což je sůl kyseliny fytové, která je nežádoucí vzhledem k možnosti odnímání vápníku z organismu. Fyтин je důležitým zdrojem kyseliny fosforečné [2].

V zrně najdeme také lipofilní barviva, mezi která patří karotenoidy. Karotenoidy jsou žluté, oranžové, červené až fialové pigmenty, které najdeme nejen v rostlinách. Dělíme je na dvě základní skupiny, na karoteny (což jsou uhlovodíky) a xantofyly (což jsou kyslíkaté sloučeniny odvozené od karotenů). Nejvýznamnější z karotenoidů v obilovinách je xantofyl obsažený v pšenici [2], [45].

1.2.4 Vitaminy a minerální látky

Vitaminy jsou nahromaděny především v klíčku a v aleuronové vrstvě zrna. Tyto části při mlýnském zpracování přecházejí většinou do otrub a tmavých krmných mouk, světlé mouky určené pro výživu jsou o vitamínový podíl ochuzené. Úbytek může představovat i více než polovinu původního obsahu v zrně [4]. Najdeme zde vitamin A ve formě β -karotenu, vitaminy B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₉, vitaminy C a E. Obiloviny jsou jedním z hlavních zdrojů vitamínu tiaminu (B₁). V pšenici je obsah vyšší než v žitu. Niacin (B₃) je termostabilní a stálý vůči oxidaci. Je obsažen v pšenici a ječmeni ve značném množství a přechází do otrub. Vitamin B₆ (pyridoxin) se nachází kromě aleuronové vrstvy také ve štítku. Obsah vitamínu C se zvyšuje ve vyklíčeném obilí, ve zralém obilí se nevyskytuje. Vitamin E se nachází pouze v klíčku, v endospermu se nevyskytuje [2].

Minerální látky tvoří v obilninách malý podíl, který je ovlivněn půdou, odrůdou obilniny, agrotechnikou a podmínkami v průběhu vegetace. Obsah těchto látek je v obilovinách v rozmezí 1,5 – 3 % [4]. V žitě i pšenici najdeme asi 2 % minerálních látek. Maximální obsah minerálních látek byl zjištěn v osemeni a v aleuronové vrstvě, endosperm je na minerály chudý. Největší podíl minerálních látek tvoří oxid fosforečný, většinou ve formě fyтину. Dále jsou ve větším množství obsaženy oxid draselný, hořečnatý a vápenatý. Najdeme zde i malé množství oxidu sodného a křemičitého. Minerální látky mají technologický význam, protože se mlýnsko-technologický proces a příprava mouky řídí obsahem popela [2]. Obsah popelovin je ukazatelem stupně vymletí mouky, tedy oddělení obalových vrstev a klíčků od endospermu. Z celkového množství biogenních

minerálií přítomných v zrně přechází do konzumních mouk kolem 75 % vápníku, 50 % fosforu a 20 % železa. Čím světlejší je mouka, tím je tato bilance horší [4].

1.3 Morfologie obilovin

Kořenový systém rostliny je velmi jemný a mohutný a na rozdíl od dvouděložných rostlin nevytváří hlavní křovitý kořen, ale početné, dále se větvící vedlejší kořeny, které pronikají do půdy [46]. Většina trav koření mělce v povrchové půdní vrstvě, zhruba do hloubky 20 cm, zde se rozkládá 70 – 90 % všech kořenů [1].

Stoněk trav nazýváme stéblo. Stéblo je většinou duté, na průřezu okrouhlé nebo jen slabě smáčknuté, rozdělené plnými kolénky na články (internodia). V těchto částech dochází k prodlužování, k růstu celé rostliny. Vzdálenost mezi kolénky se směrem k bázi stébela zmenšuje a pod povrchem půdy jsou kolénka těsně u sebe. Z kolének skrytých v půdě rostliny odnožují. Stonková kolénka jsou důležitá při vzpřimování poléhavých stébel. Pletivo v kolénkách totiž roste intenzivněji na spodní straně poléhavého stébela, a tak se zvedá celé stéblo i s květenstvím. Tuto vlastnost oceňujeme zejména u poléhavého obilí [1], [46].

List trav je tvořen listovou pochvou a listovou čepelí. Listová pochva objímá stéblo od kolénka nahoru a u některých druhů je otevřená, u jiných uzavřená či srostlá. V horní části přechází pochva v různě dlouhou čárkovitou čepel, která je zakončena většinou špičkou nebo člunkovitě. Listová čepel je většinou plochá, u suchomilných druhů štětinovitá. Čepel trav je čárkovitá, stejně široká, ke konci pomalu sbíhavá nebo náhle zakončená. Může být hladká nebo ochlupená, v mládí bývá svinutá. Na rozhraní čepele a pochvy vyrůstá blanitý nebo třásnitý jazýček. U převážné většiny trav přiléhá jazýček těsně ke stéblu a tak zabraňuje zatékání vody za pochvu. Tím chrání mladá pletiva článků před zahníváním. Pochva, která většinou přiléhá ke stéblu, chrání stéblo před mechanickým poškozením. U některých druhů staré odumřelé pochvy chrání mladé vyrůstající výhonky před uschnutím. Stavba čepele listů je důležitým znakem pro určování trav před vymetáním [1], [46].

Květenství trav je lata nebo klas. Klas je jednoduché květenství s přímým větvením, na kterém v úžlabí listenů přisedají květy. Typologicky jde o obdobu hroznovitého

květenství, rozdíl je v chybějících květních stopkách, čímž květy přisedají přímo na vřetenem. Lata je složené hroznovité květenství s dlouhým hlavním vřetenem, zakončeným květem, vytvořené hroznem hroznů [47]. Lata bývá rozvětvená a má velký počet klásků. Některé druhy mají latu jednoduchou, vytvářejí lichoklas (např. pšenice nebo ječmen). Drobné květy jsou sestaveny do vícekvětých klásků, které bývají podepřeny plevami. Květ je většinou dvoupohlavní, skládá se z pluchy, proti které stojí pluška. Mezi nimi jsou tyčinky (obvykle tři), semeník se dvěma bliznami a lodykuly, což jsou dvě šupinky na bázi kvítku, které při rozkvétání zduří a tím dojde k oddálení pluchy a plušky. Uvolní se místo pro tyčinky a bliznu a může dojít k opylení větrem. Květy rozkvétají velmi rychle zejména v dopoledních hodinách [1], [46].

Plodem trav je obilka, která je buď okoralá, pluchatá (tj. srostlá s pluchou a pluškou) nebo nahá (tj. volná, z pluch vypadávající). Většinou zůstává obalena pluchami, ale u některých druhů z ní vypadá. Obilky se šíří větrem, k tomu jim pomáhá dlouhá chlupatá osina pluchy nebo jiné části klásku pevně spojených s obilkou. Mohou se také rozšiřovat v srsti některých zvířat, mají proto na povrchu různé chloupky či zoubky, aby se v ní zachytily. Zrna jednotlivých obilnin se liší především tvarem, velikostí, hmotností a podílem jednotlivých vrstev. Obilka může být vřetenovitá, kulatá nebo hranatá a její povrch může být lysý, hladký, lesklý nebo chlupatý [1], [46], [48].

Každá obilka se skládá z endospermu, klíčku a obalových vrstev. Hmotnostní podíl jednotlivých částí obilky je ovlivněn druhem obiloviny a řadou vnějších faktorů, jako jsou půdní a klimatické podmínky, hnojení či agrotechnika [2].

Obaly tvoří asi 14 % hmotnosti zrna. Jsou tvořeny několika vrstvami buněk, které chrání endosperm a klíček před vysycháním a mechanickým poškozením. Obalové vrstvy se skládají z oplodí a osemení [2]. Oplodí je nejvrchnější vrstva zrna, která je tvořena nerozpustnými materiály, především celulózu. Oplodí je určeno k mechanické ochraně zrna před vnějším prostředím a před krátkodobými účinky vody. Osemení jsou podpovrchové vrstvy obsahující barviva, která určují vnější barevný vzhled zrna [48].

Endosperm tvoří asi 85 % hmotnosti zrna, je tvořen hranolovitými buňkami obsahuje především škrob a bílkoviny [2]. Na rozhraní obalových vrstev a endospermu se nachází aleuronová vrstva. Aleuronová vrstva obsahuje vysoký podíl bílkovin (30 %) a minerálních látek [48]. Dále obsahuje velké množství tuků a vitaminů. Endosperm zajišťuje výživu

zárodku a při zpracování tvoří podstatnou složku finálního výrobku a při výživě a krmení je hlavním zdrojem energie a bílkovin [2].

Klíček tvoří nejmenší část obilky, zato obsahuje velké množství živin a tuku, protože slouží jako zárodek pro novou rostlinku. Kromě jednoduchých cukrů obsahuje klíček bílkoviny, aminokyseliny, vitaminy rozpustné ve vodě (hlavně vitamin B₁) a velké množství vitamínu E. Klíček má také hodně tuku [2]. Před mlýnským zpracováním zrna se proto celý klíček odstraňuje, protože by jinak velmi rychle podléhal oxidačním a enzymovým změnám a zhoršoval by sensorickou kvalitu výrobku [48].

2 VLÁKNINA

Vláknina je definována jako všechny substance rostlinného původu, jež nejsou rozkládány enzymy lidského trávicího ústrojí. Vláknina tedy prochází žaludkem a střevy v nezměněné podobě. Nejčastěji se pod pojmem vláknina zařazují tyto látky – celulóza, hemicelulóza a lignin, jež dohromady vytvářejí skupinu zvanou hrubá vláknina. Pokud k nim přiřadíme i pektiny, říká se této skupině vláknina potravy [49], [50].

Vláknina se vyskytuje v naprosté většině poživatin a krmiv rostlinného původu. Pro člověka se jako významné zdroje uplatňují hlavně obiloviny, luštěniny, zelenina, ovoce a brambory. Vlákninu také najdeme v houbách, mořských řasách, v semenech a ořeších. Nejvíce vlákniny obsahují některé druhy ovoce, jako jsou hrozny, angrešt, rybíz a další druhy bobulovitého ovoce [50]. Obilné zrno obsahuje vlákninu především v povrchových vrstvách, proto tmavá, málo vymletá mouka nebo celozrnná mouka obsahuje větší množství vlákniny než vysoce vymílaná mouka bílá [49].

Podle rozpustnosti vlákniny ve vodě ji dělíme na rozpustnou a nerozpustnou. Příjem obou typů vlákniny potravou je pro naše zdraví nezbytný, poměr rozpustné vůči nerozpustné vláknině by měl být 1:3.

Vláknina je důležitou složkou potravy, která má být obsažena v našem každodenním jídelníčku. Zdravý dospělý člověk by měl přijmout asi 30 gramů vlákniny denně. Většina lidí však konzumuje pouze poloviční množství této doporučené denní dávky, což vede k náchylnosti ke vzniku některých onemocnění, například cukrovky, srdečních chorob, zažívacích problémů, hemoroidů a rakoviny tlustého střeva. Česká republika bohužel zaujímá evropské prvenství v množství lidí, kteří ročně onemocní rakovinou tlustého střeva. Přitom by stačilo přidat do jídelníčku více celozrnných výrobků, salátů či ovoce [51].

2.1 Význam vlákniny ve výživě

Vláknina nemá žádnou výživovou hodnotu, ale hraje velice důležitou roli v udržování dobrého zdravotního stavu a štíhlé linie. Lidé s nadváhou ztratí na váze, pokud ve svém jídelníčku zvýší množství vlákniny. Princip nespočívá ve spalování tuků, ale v tom, že jídla s vlákninou se pomaleji dostávají ze žaludku do střev a proto se pocit hladu dostaví

později, takže pak sníme méně a vstřebá se méně tuků a cukrů a tedy i méně kalorií z nich [51].

Fyziologické účinky vlákniny se projevují na celém těle nebo na organismu jakožto celku, jiné jsou zřetelné pouze na trávicí ústrojí, zejména na střevě. Strava s velkým obsahem vlákniny je objemnější, nežli strava s nedostatkem vlákniny. V ústech vyžaduje strava s větším obsahem vlákniny vydatnější a delší žvýkání, což je nám ku prospěchu. Tráveninou s větším obsahem vlákniny se žaludek více zaplní, což přispívá k častějšímu pocitu nasycení při poměrně malé energetické hodnotě. Účinek vlákniny na tenké střevo není vždy stejný a závisí na řadě podmínek, např. na rozpustnosti a na schopnosti vázat vodu. Důležitý je účinek na sacharidy a za významnou se považuje zejména schopnost zpomalovat vstřebávání jednoduchých cukrů, především řepného. Důležitou úlohu má v souvislosti s vlákninou také tlusté střevo [50].

Vláknina má i jednu nepříjemnou vlastnost. Kromě toho, že na sebe váže látky tělu škodlivé, váže bohužel i látky pro tělo prospěšné. Proto by měl člověk s vlákninou nakládat rozumně a konzumovat ji v přiměřeném množství. Je velmi málo pravděpodobné, že by se člověk předávkoval vlákninou. Ale pokud přijme nepřiměřené množství, může dojít ke snížení absorpce některých vitaminů a minerálů, hlavně vápníku a železa a může se také snížit účinnost některých léků. Nadměrný či nárazový příjem vlákniny může vyvolat nadýmání a bolesti v břiše, zejména jde-li o vlákninu z luštěnin [51].

Vláknina velmi prospívá našemu zdraví. Snižuje hladinu cholesterolu, protože brzy po požití, už v žaludku, nabobtná a obalí potravu, a tak omezí rychlost a množství vstřebávaných tuků, tedy i vstřebávání cholesterolu. Je dobrou prevencí cukrovky – z potravy, která obsahuje vlákninu, se totiž cukr uvolňuje do krve pozvolna a organismus je tak ušetřen náhlého zvýšení hladiny cukru, jako se děje při požití potravin bez vlákniny (např. čokoláda, sladkosti nebo rychlé občerstvení). Vláknina je účinná při prevenci rakoviny střev. Ve střevech je zpracovávána bakteriemi, které produkují látky prospěšné pro buňky střeva, díky kterým jsou pak odolnější vůči nádorům. Při střevních obtížích zmírňuje zácpu a též zmírňuje projevy hemoroidů. Lidé, kteří mají odstraněný žlučník, trpí zvýšeným rizikem rakoviny tlustého střeva. Pro ně je vláknina velmi důležitou ochranou střev [51], [52].

2.2 Nerozpustná vláknina

Nerozpustná vláknina je hrubá hmota, která se ve vodě nerozpouští, ale dokáže vodu velmi dobře vstřebávat. Patří sem celulóza, některé hemicelulózy, lignin, chitin a vosky.

Celulóza tvoří vlákninové spektrum, je uspořádána do fibril, které jsou zesíťované. Lignin je dřevní hmota, lze jej rozdělit na nejaderný a jaderný. Nejaderný lignin je tvořen fenolickými kyselinami ferulovou, p-kumarovou, skořicovou, syringovou, p-hydroxybenzoovou. Tyto látky tvoří povrchové vrstvy buněčné stěny, kam jsou ukládány v průběhu tzv. sekundární lignifikace. Jsou vázány na celulózu a hemicelulózu a způsobují zřetězení jejich struktur. Představují pasivní i aktivní bariéru trávení, mají antinutriční a bakteriostatické účinky. Druhou složkou ligninu je lignin jaderný, tvořený síťovými řetězci sinapyl-, quajacyl-, syringil-, koniferyl-, kumaryl- alkoholů. Jaderný lignin tvoří vnitřní vrstvy buněčné stěny, je iniciátorem lignifikace a je pasivní bariérou trávení [53]. Chitin je polysacharid složený z molekul N-acetyl-D-glukózinu, které jsou vázány $\beta(1\rightarrow4)$ glykosidickou vazbou [44]. Z hemicelulóz je nejdůležitější β -glukan, který je nejvíce obsažen v ovsu a ječmeni. β -glukan má schopnost snižovat hladinu celkového cholesterolu a LDL cholesterolu v séru tím, že zvyšuje vylučování žlučových kyselin. β -glukan snižuje hladinu glukózy a inzulínu v krvi [54].

Zdrojem nerozpustné vlákniny jsou celozrnné výrobky, otruby obilovin, kukuřičné a rýžové slupky, ořechy, semínka, zelenina (zelené lusky, květák, brokolice, kořenová zelenina), ovoce (ve slupce), ananas, řepa, houby.

Příjem nerozpustné vlákniny působí jako prevence zácpy. Vláknina vstřebáním vody změkčuje a zvětšuje objem obsahu střev a zároveň stimuluje střevní svalstvo, čili zlepšuje peristaltiku střev. Je také prevencí rakoviny střev, zvyšuje rychlost průchodu potravy střevem a tím zkracuje čas, po který se mohou škodlivé látky ve střevech ukládat, a také na sebe tyto toxické látky váže.

Neutrálně detergentní vláknina (NDF) tvoří nejširší stravitelnou frakci vlákniny, kde po hydrolýze v neutrálním prostředí laurylsulfátem tvoří zbytek celulóza, hemicelulóza a lignin. Jedná se o téměř veškerou vlákninu, která je zčásti stravitelná. Obsah NDF v píce se pohybuje v rozpětí 250 – 500 g/kg [53].

2.3 Rozpustná vláknina

Rozpustná vláknina se rozpouští působením bakterií v tlustém střevě a také velmi dobře váže vodu. Mezi rozpustnou vlákninu řadíme některé hemicelulózy, pektin, rostlinné gummy a slizy, polysacharidy mořských řas, modifikované škroby a celulózy.

Pektin je lineární polysacharid rostlinného původu složený z D-galakturonových kyselin. Rozeznáváme pektiny rozpustné ve vodě (tvoří gely), nerozpustné ve vodě (tzv. protopektiny), nebo rozpustné účinkem kyselin či *protopektináz*. Jsou schopné na sebe vázat vodu, čímž se výrazně podílí na hospodaření buněk s vodou [44]. Hemicelulóza je necelulózový polysacharid, který má velkou schopnost vázat vodu, tím dochází ke zvětšení objemu stolice a ke zrychlení pasáže střevního obsahu trávicím traktem. Váže žlučové kyseliny, snižuje hladinu cholesterolu a lipidů v séru, snižuje hladinu glukózy v krvi a tím redukuje potřebu sekrece inzulínu. Hemicelulóza je degradována z 50 – 80 %. Rostlinné gummy a slizy jsou lepivé látky pletiv rozpustné ve vodě, tvořící s ní velice viskózní roztoky, snižují celkový a LDL cholesterol v séru, snižují hladinu tuků v plazmě, glykémii (vhodná prevence diabetu a zvýšené hladiny cholesterolu v krvi). Jsou degradovány bakteriemi ve střevě z 90 – 100 % [54].

Dobrymi zdroji rozpustné vlákniny jsou luštěniny (fazole, hrášek, sójové produkty), obilniny (oves, ječmen, žito), ovoce (jablka, banány, bobuloviny), zelenina (listová a kořenová – mrkev, brambory, řepa), houby, mořské řasy a psyllium (semínka Jitrocele blešňákového).

Rozpustná vláknina snižuje hladinu krevního cholesterolu a snižuje též jeho absorpci z potravy. Zvyšuje objem potravy, protože absorbuje vodu a vyvolává tak plnost žaludku. Rozpustná vláknina je hlavním substrátem pro bakteriální fermentaci v tlustém střevě. Fermentace je proces, kterým anaerobní bakterie rozkládají různé substráty za účelem získat energii pro růst a udržení buněčných funkcí [54].

2.4 Metody stanovení vlákniny

Metod k určování vlákniny je mnoho, avšak ani jedna není zcela exaktní, jsou totiž zatíženy chybou. Běžnými analytickými metodami se zpravidla nestanoví jen vláknina samotná, ale také celulózy složené, zvláště lignocelulózy a pentózy; proto se v odborné literatuře hovoří o hrubé vláknině. Větší množství vlákniny (celulózy) v mouce je jedním z ukazatelů stupně vymletí [55].

Z metod v praxi zavedených se nejvíce používá metoda Hennebergova – Stohmannova, která je méně výhodná než metoda Scharrerova – Kürschnerova, která poskytuje dobré výsledky, zvláště u materiálů s vysokým obsahem ligninu. Rychlou metodu vypracoval Hampel; v podstatě jde o vhodnou modifikaci metody Hennebergovy – Stohmannovy. Poměrně zdlouhavá i nákladnější je klasická metoda Königova, při které je však stanovena vláknina prostá pentózanů; nověji v modifikaci Mergenthalerově. Dobré výsledky dává i metoda Kieselova – Semiganovského [55], [56].

2.4.1 Stanovení vlákniny metodou Hennebergovou – Stohmannovou

Vlákninou se v tomto případě rozumí zbytek po vyvaření zkoumaného vzorku v 5 % kyselině sírové a v 5 % hydroxidu sodném.

Metoda je použitelná pro stanovení vlákniny v rostlinném materiálu (obiloviny, luštěniny, kakao) a používá se také při rozborech krmiv. V některých případech mohou výsledky ovlivnit přítomné pentózy [55], [56].

2.4.2 Stanovení vlákniny podle Mergenthalera

K rozrušení balastních látek vzorků se používá směs etylenglykolu, vody a kyseliny sírové, vláknina se stanoví vážkově.

Metoda je vhodná pro potravinářské suroviny a není časově příliš náročná [56].

2.4.3 Stanovení vlákniny podle Scharrera – Kürschnera

Působením kyseliny octové, dusičné a trichloroctové dojde k rozrušení balastních látek a získá se poměrně čistá vláknina prostá ligninu, která se stanoví vážkově.

Metoda je vhodná pro stanovení vlákniny v rostlinném materiálu (obiloviny, luštěniny, kakao), poskytuje reprodukovatelné výsledky a je časově málo náročná [55], [56].

2.4.4 Stanovení vlákniny podle Königa

Působením kyseliny glycerolsírové se z analyzovaného vzorku odstraní balastní látky, zejména rušící pentózy a hemicelulózy, a získá se vláknina, která se stanoví vážkově.

Tato metoda je však poměrně zdlouhavá a nákladná [55].

2.4.5 Stanovení vlákniny podle Kiesela – Semiganovského

Po odstranění balastních látek zředěnou kyselinou se vláknina hydrolyzuje silnější kyselinou sírovou na glukózu a ta se stanoví podle Schoorla – Luffa [55].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části bakalářské práce bylo charakterizovat cereálie běžně pěstované na území České republiky a některé netradiční druhy, popsat chemické složení cereálií a jejich fyziologické znaky a dále charakterizovat vlákninu.

Cílem praktické části této práce bylo stanovit obsah neutrálně detergentní vlákniny ve vybraných druzích netradičních cereálií a srovnat jej s obsahem neutrálně detergentní vlákniny u tradičních druhů.

4 METODIKA

4.1 Použité chemikálie a přístroje

4.1.1 Použité chemikálie

aceton (Ing. Petr Lukeš)

α-amyláza (ANKOM Technology)

neutrálně-detergentní roztok (ANKOM Technology)

triethylenglykol (ANKOM Technology)

siřičitan sodný (Lach–Ner)

4.1.2 Použité přístroje a pomůcky

běžné laboratorní pomůcky a laboratorní sklo

tyčový mixér MR 6560 MCA (BRAUN)

ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer (ANKOM Technology)

sušárna Venticell 111 Comfort (BMT Medical Technology s.r.o.)

muflová pec 018 LP (Elektrické pece Svoboda)

analytické váhy Explorer Pro model EP 214 CM (Ohaus)

předvážky KB 600-2 (KERN)

filtrační sáčky F 57 (ANKOM Technology)

impulsní svářečka pro uzavírání sáčků (Penta)

4.2 Charakteristika analyzovaných cereálií

Pro stanovení popele, vlhkosti (resp. sušiny) a neutrálně detergentní vlákniny byly použity vzorky výrobové řady BIOHARMONIE od výrobce PRO-BIO s.r.o. Vzorky byly zakoupeny přímo u výrobce prakticky ihned po zabalení do spotřebitelského obalu. Jednalo se o pět vzorků zrn, které jsou charakterizovány v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1. Seznam a charakteristika použitých vzorků cereálií

název vzorku	hmotnost balení	země původu
pšenice ozimá	1 kg	ČR
špalda loupaná	1 kg	Slovensko
kamut	500 g	Kanada
špaldové kernotto	500 g	ČR
grünkern	300 g	Rakousko

Než došlo k vlastní analýze, muselo být zrno jednotlivých vzorků upraveno. Zrno bylo rozemleto ručním tyčovým mixerem na mouku s velikostí částic asi 3 mm.

4.3 Stanovení popele a vlhkosti

4.3.1 Stanovení popele

Za popel jsou považovány minerální látky z obalových vrstev obilného zrna. Popel mouky je definován jako množství anorganických látek, které se nespálily v průběhu spalování vzorku v peci při teplotě 550 °C. Nespálený zbytek vzorku se zváží [56].

Popel byl stanoven spálením navážky 1g vzorku v elektrické muflové peci při teplotě 550 ± 10 °C po dobu 5 hodin (podle ČSN ISO 2171) [57].

Do vyžíhaného porcelánového kelímku byl navážen asi 1 g vzorku rozemletého zrna s přesností na čtyři desetinná místa. Kelímek byl umístěn do muflové pece a vzorek byl spalován po dobu 5 hodin při teplotě 550 °C. Po uplynutí této doby byl vzorek vložen do exsikátoru a po vychlazení byl zvážen. Výsledkem byl průměr ze tří stanovení [56].

Obsah popela v % (w/w) byl vypočítán podle vztahu (4.1):

$$P = \frac{(m_1 - m_2)}{m} * 100 \quad (4.1)$$

kde P popel vzorku (%),

m hmotnost navážky vzorku (g),

m₁ hmotnost kelímku se vzorkem po spálení (g),

m₂ hmotnost prázdného kelímku (g).

4.3.2 Stanovení vlhkosti

Za vlhkost (neboli vodu), jsou pokládány látky, které ze vzorku za podmínek metody vytěkají. Pevný zbytek vzorku po odstranění vody označujeme jako sušinu. Pro stanovení vlhkosti mouky se nejčastěji používá nepřímá vážková metoda, kdy se stanovuje obsah sušiny vzorku [56].

Stanovení vlhkosti bylo provedeno sušením vzorku namletého zrna o hmotnosti 5 g v laboratorní sušárně při teplotě 105 ± 3 °C do konstantního hmotnostního úbytku (modifikace podle ČSN EN ISO 712) [58].

Do vysušené hliníkové misky bylo naváženo 5 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. Miska byla umístěna do sušárny předehřáté na 105 °C a vzorek byl sušen do konstantního hmotnostního úbytku. Poté byla miska se vzorkem vložena do exsikátoru a po vychlazení zvážena na analytických vahách. Výsledkem byl průměr ze tří stanovení [56].

Obsah vlhkosti v % (w/w) byl vypočítán podle vztahu (4.2):

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 \quad (4.2)$$

kde v vlhkost vzorku (%),

m₀ hmotnost prázdné misky (g),

m₁ hmotnost misky se vzorkem před vysušením (g),

m₂ hmotnost misky se vzorkem po vysušení (g).

Obsah sušiny v % (w/w) byl vypočítán podle vztahu (4.3):

$$S = 100 - v \quad (4.3)$$

kde S sušina vzorku (%)

4.4 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Stanovení neutrálně detergentní vlákniny bylo provedeno na přístroji Ankom²²⁰ Fiber Analyzer podle metody uvedené v Mišurcová [59]. Pro analýzu byly použity filtrační sáčky F 57 a neutrálně-detergentní roztok, který byl připraven z neutrálně-detergentního činidla, trietylglykolu, siřičitanu sodného a α -amylázy.

Nejdříve byly připraveny filtrační sáčky, které byly promyty v acetonu a nechány odvětrat, poté byly popsány a zváženy na analytických váhách na čtyři desetinná místa (m_1). Do každého filtračního sáčku bylo naváženo 0,5 g vzorku (m_2) a sáčky byly uzavřeny impulsní svářečkou. Všechny sáčky včetně prázdného (korekčního) byly vloženy do nosiče přístroje Ankom²²⁰. Do nádoby přístroje bylo nalito 1700 ml neutrálně-detergentního roztoku o laboratorní teplotě. Do roztoku byl ponořen nosič se vzorky a bylo zapnuto míchání a topení.

Po 75 minutách bylo vypnuto míchání a topení a otevřen kohout pro vypuštění horkého roztoku. Do přístroje bylo přidáno 2000 ml horké vody společně s 2 ml α -amylázy pro první a druhé propláchnutí. Pro třetí promytí byla použita pouze studená voda bez enzymu. Poté byla voda vypuštěna vypouštěcím kohoutem a nosič se vzorky vytažen. Sáčky byly vysušeny filtračním papírem a následně vyprány v acetonu. Po odvětrání byly sáčky vloženy do sušárny na 4 hodiny při teplotě 105 °C. Po uplynutí této doby byly sáčky vloženy do exsikátoru a po vychladnutí zváženy na analytických váhách (m_3). Poté byly sáčky umístěny do porcelánových kelímků a spáleny (5 hodin, 550 °C). Po spálení byly kelímky umístěny do exsikátoru a po vychladnutí zváženy na analytických váhách na čtyři desetinná místa (m_4).

Obsah NDF v % byl vypočítán podle vztahu (4.4):

$$V = \frac{(m_3 - m_1 c_1) - (m_4 - m_1 c_2)}{m_2} * 100 \quad (4.4)$$

kde V obsah NDF (%),

m_1 hmotnost sáčku (g),

m_2 hmotnost navážky vzorku (g),

m_3 hmotnost vysušeného sáčku s rezidui vzorku po hydrolýze (g),

m_4 hmotnost popela po spálení sáčku s rezidui vzorku po hydrolýze (g),

c_1 korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze (g),

c_2 korekce hmotnosti sáčku po spálení (g).

Korekce byly vypočteny podle vztahů (4.5) a (4.6):

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1} \quad (4.5)$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1} \quad (4.6)$$

kde m_s hmotnost vysušeného prázdného sáčku po hydrolýze (g),

m_p hmotnost popela prázdného sáčku (g).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Výsledky stanovení popele a vlhkosti

Stanovení popele bylo provedeno podle metody uvedené v kapitole 4.3.1. U každého vzorku cereálií byl popel stanoven třikrát a průměr z těchto hodnot je uveden v tabulce (Tab. 2). Vlhkost a sušina byla stanovena podle kapitoly 4.3.2. Stanovení těchto látek bylo provedeno také třikrát u každého vzorku zrna a průměr z těchto hodnot je zaznamenán v téže tabulce.

Tab. 2. Výsledky stanovení -obsahu popele, vlhkosti a sušiny

název vzorku	obsah popele (%)	obsah vlhkosti (%)	obsah sušiny (%)
pšenice ozimá	1,66 ± 0,005	12,83 ± 0,031	87,17 ± 0,031
špalda loupaná	1,84 ± 0,043	12,45 ± 0,221	87,55 ± 0,221
kamut	1,90 ± 0,008	10,42 ± 0,208	89,58 ± 0,208
špaldové kernotto	1,67 ± 0,011	12,26 ± 0,001	87,74 ± 0,001
grünkern	2,08 ± 0,002	9,54 ± 0,047	90,46 ± 0,047

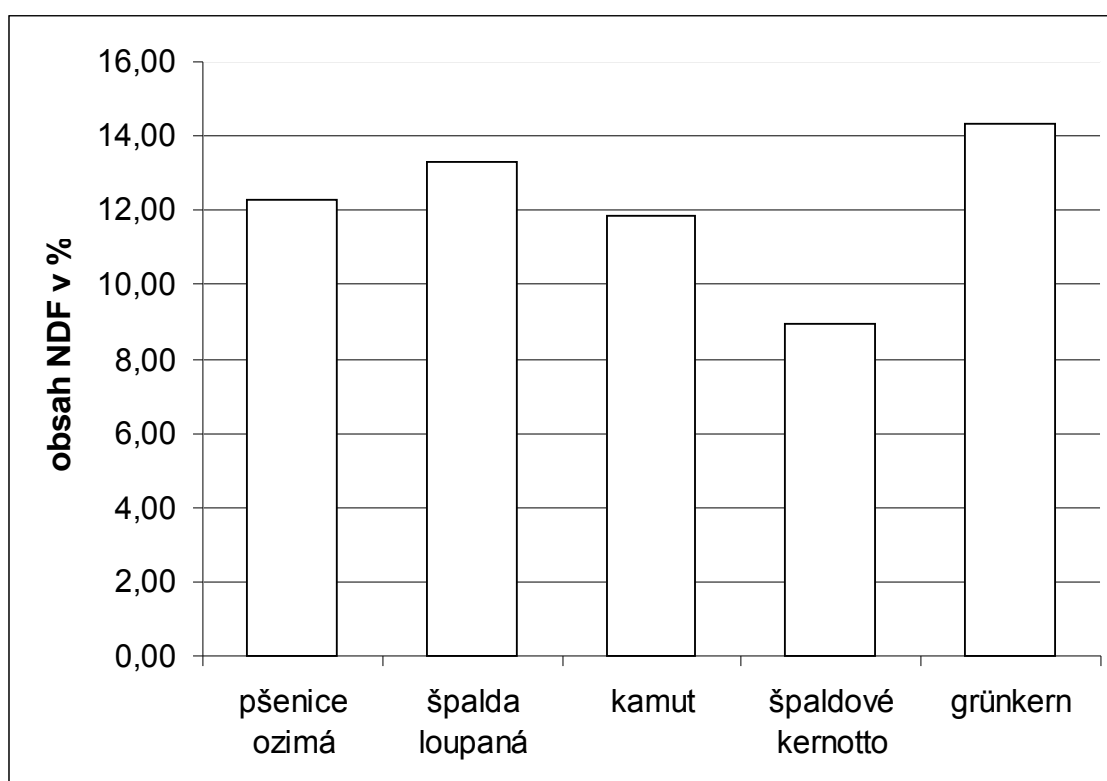
Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr ± směrodatná odchylka (SD)

Obsah vlhkosti u analyzovaných vzorků cereálií byl v rozmezí od 9,54 % do 12,83 %. Nejvíce vlhkosti mělo zrno pšenice ozimé (12,83 %), dále pak zrno špaldy loupané (12,45 %) a špaldového kernotta (12,26 %). Zrno kamutu (10,42 %) a grünkern (9,54 %) mělo vlhkosti nejméně. Podle přílohy č. 2 k vyhlášce č. 268/2006 Sb., ve které jsou uvedeny požadavky na smyslovou, fyzikální a chemickou jakost mouk ze všech druhů obilovin, je maximální přípustná hodnota vlhkosti 15 % [60]. Lze konstatovat, že obsah vlhkosti ve všech vzorcích tento požadavek splňoval. Nízký obsah vlhkosti zrna grünkern lze vysvětlit jeho speciální přípravou – grünkern se sklízí v mléčné zralosti a poté se restuje nad ohněm z bukového dřeva.

Z obsahu vlhkosti byla vypočítána sušina podle vzorce 4.3. Největší obsah sušiny mělo zrno grünkern (90,46 %) a nejmenší obsah měla pšenice ozimá (87,17 %), což samozřejmě odpovídá zjištěnému obsahu vlhkosti.

5.2 Výsledky stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Neutrálně detergentní vláknina představuje nerozpustnou frakci vlákniny – je tedy složena z ligninu, celulózy a části hemicelulóz. Rozpustná vláknina uniká při vlastním stanovení do roztoku. Obsah NDF přibližně odpovídá množství hrubé vlákniny (CF). Neutrálně detergentní vláknina byla stanovena podle metody uvedené v kapitole 4.4. U každého vzorku zrna byla NDF stanovena třikrát a průměr z těchto hodnot je znázorněn v níže uvedeném grafu (Obr. 1).



Obr. 1. Obsah NDF v % v jednotlivých vzorcích cereálií

Největší množství neutrálně detergentní vlákniny vykazovalo zrna grünkern (14,32 %) a špaldy loupané (13,30 %), dále pak následuje zrna pšenice ozimé (12,29 %) a kamutu (11,86 %). Nejmenší množství neutrálně detergentní vlákniny obsahovalo zrna špaldového kernotta (8,93 %).

Srovnáme-li obsah vlákniny v prastarém druhu pšenice, tedy kamutu, s pšenicí ozimou, je možné říci, že množství vlákniny je v obou obilovinách téměř shodné. Kamut obsahoval

jen o 0,43 % neutrálně detergentní vlákniny méně než pšenice ozimá a tento rozdíl lze považovat za zanedbatelný. Grünkern, tedy špaldové zrnno připravené restováním nad bukovým dřevem, vykazoval o 1 % vyšší obsah vlákniny než špalda loupaná, což je opět pouze nepatrný rozdíl. Jiný případ nastal u špaldového kernotta, které obsahovalo o 4,37 % méně vlákniny než zrnno loupané špaldy. Tento rozdíl vyplývá ze způsobu přípravy kernotta, které se vyrábí broušením obalových vrstev. Nejvyšší množství vlákniny je obsaženo právě v obalech zrna (pluchách), které jsou u kernotta odstraněny [23], [24].

Obsah vlákniny závisí jednak na odrůdě a genetických faktorech, ale také na podmínkách pěstování. Výsledky získané v této práci jsou jen obtížně srovnatelné s výsledky publikovanými v dostupné literatuře, protože u nich často není uveden přesný popis metody stanovení nebo byla použita jiná metodika.

ZÁVĚR

Obiloviny jsou jedny z nejdůležitějších kulturních plodin, které provázejí člověka od nepaměti. Jsou ceněny nejen pro svou výživovou hodnotu, ale i pro široké spektrum nepotravinářského využití. Odpadní části obilovin je možno využít nejen ke zkrmování dobytka nebo jako stelivo, ale i jako výplň do polštářů. Z obilovin lze připravit i spoustu různých pokrmů. Zrno obilovin obsahuje především sacharidy a bílkoviny, tuk v obilce nemá větší význam a nachází se hlavně v klíčku. V obalových vrstvách zrna najdeme vlákninu, vitaminy a minerální látky.

Za vlákninu považujeme takové látky, které projdou trávicím traktem člověka beze změny. Jde o skupinu polysacharidů částečně rozpustných ve vodě (pektin, hemicelulóza, rostlinné gumy a slizy, polysacharidy mořských řas a modifikované škroby a celulózy) a ve vodě nerozpustných (celulóza, hemicelulóza, lignin a chitin). Vláknina by měla být součástí naší stravy, zdravý dospělý člověk by měl denně přijmout asi 30 gramů vlákniny, a to v poměru 1:3 vlákniny rozpustné vůči nerozpustné. Vláknina pomáhá předcházet řadě chorob jako jsou zažívací či srdeční choroby, snižuje hladinu cholesterolu v krvi, je dobrou prevencí cukrovky i rakoviny střev a také zmírňuje projevy hemeroidů.

Cílem práce bylo stanovit vlhkost, respektive sušinu, popel a obsah neutrálně detergentní vlákniny ve vybraných druzích netradičních cereálií a srovnat jej s obsahem neutrálně detergentní vlákniny u tradičních druhů.

Neutrálně detergentní vláknina představuje nerozpustnou část vlákniny, skládá se z ligninu, celulózy a některých hemicelulóz. Neutrálně detergentní vláknina byla stanovena u pěti vzorků zrn – pšenice ozimé, špaldy loupané, špaldového kernotta, kamutu a grünkernu. Výsledky stanovení NDF pomocí přístroje Ankom²²⁰ Fiber Analyzer prokázaly, že tradiční i netradiční druhy cereálií obsahují velké množství této vlákniny. Největší množství NDF vykazovalo zrno grünkern a zrno loupané špaldy, naopak nejméně NDF obsahovalo zrno špaldového kernotta. Z těchto výsledků je zřejmé, že obsah NDF se lišil podle množství obalových částic zrna, které zůstávají v mouce po jejím vymletí.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠAŠKOVÁ, D., ŠTOLFA, V. *Trávy a obilí*. Praha: Arantia/Granit, 1993. 64 s. ISBN 80-85805-03-0.
- [2] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. 179 s. ISBN 978-80-7318-372-1.
- [3] ŠINDELÁŘOVÁ, H. *Vláknina* [online]. [cit.2010-5-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.ordinace.cz/clanek/vlaknina/>>
- [4] PRUGAR, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2008. 167 s.
- [5] JABLONSKÝ, I. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 96 s. ISBN 80-247-1114-1.
- [6] ANONYM. *Z čeho vybíráme obilí* [online]. [cit.2010-5-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.penam.cz/cs/nase-vyrobky/z-ceho-vybirame/obilii/>>
- [7] KENT, N.L. and EVERS, A.D. *Technology of cereals*. 4 ed. Oxford: Elsevier Science, Ltd., 1994. 334 s. ISBN 0 08 040833 8.
- [8] ANONYM, *Kuskus a bulgur*. [online]. [cit.2010-5-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.probio.cz/vyrobky/obilniny/kuskus-a-bulgur/>>
- [9] SCHMIDOVÁ, S. *Kuskus*. [online]. [cit.2010-5-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.viviente.cz/kuskus-couscous/>>
- [10] ANONYM. *Bulgur* [online]. [cit.2010-5-9]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Bulgur>>
- [11] ANONYM. *Otruby* [online]. [cit.2010-5-8]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Otruby>>
- [12] ANONYM. *Obiloviny* [online]. [cit.2010-5-8]. Dostupný z WWW: <<http://www.-countrylife.cz/obiloviny>>
- [13] KOPÁČOVÁ, O. *Pšenice durum* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=418&ch=13&typ=1&val=41768>>

- [14] KOPÁČOVÁ, O. *Výzkum pšenice durum* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=31478&ids=421>>
- [15] ANONYM. *Kamut* [online]. [cit.2010-5-9]. Dostupný z WWW: <<http://www.kamut.com/en/index.htm>>
- [16] ANONYM. *Kamut a dvouzrnka* [online]. [cit.2010-5-8]. Dostupný z WWW: <<http://www.probio.cz/vyrobky/obilniny/kamut-a-dvouzrnka>>
- [17] BERÁNKOVÁ, J. *Staronový kamut je velmi výživný* [online]. [cit.2010-5-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=104&ch=1&typ=1&val=89344>>
- [18] KOVADLINKA, P. a kol. *Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*. České Budějovice: ZF JČU, 2008. 65 s. ISBN 978-80-7394-116-1.
- [19] ANONYM. *Špalda, vaše přírodní produkty* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.bio.spalda.cz/>>
- [20] BINGEN, H. *Receptář pokrmů ze špaldy*. Olomouc: Nakladatelství FONTÁNA, 1996. 204 s. ISBN 80-7336-279-1.
- [21] ANONYM. *Pšenice špalda* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pšenice_špalda>
- [22] ANONYM. *Pšenice špalda* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.probio.cz/ARCHIV/vyrobky/psenice-spalda.htm>>
- [23] ANONYM. *Recepty z grünkernu* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.probio.cz/ARCHIV/recepty/grunkern.htm>>
- [24] ANONYM. *Špaldové kernotto* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <http://www.bezlepka.cz/eshop/index.php?Spaldove_kernotto__500g_BIO&detail=1554>
- [25] ANONYM. *Pěstování a ochrana jednozrnky* [online]. [cit.2010-5-14]. Dostupný z WWW: <<http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/pestovani-a-ochrana-jednozrnky>>
- [26] STRLEGL, M., ŽÍDKOVÁ, D. *Základy pěstování krmného ječmene*. Praha: Institut výchovy a vzdělání MZe ČR, 1993. 58 s. ISBN 80-7105-055-5.

- [27] LEKEŠ, J. a kol. *Žito*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. 247 s. ISBN 80-209-0159-0.
- [28] ANONYM. *Žito seté* [online]. [cit.2010-5-9]. Dostupný z WWW: <http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=4&idkapitola=115>
- [29] ANONYM. *Oves setý* [online]. [cit.2010-5-9]. Dostupný z WWW: <http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=4&idkapitola=117>
- [30] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., PETR, J., MICHALOVÁ, A. *Pohanka a proso*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005. 206 s. ISBN 80-7271-162-8.
- [31] ANONYM. *Triticale* [online]. [cit.2010-5-9]. Dostupný z WWW: <<http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Tritikale.htm>>
- [32] ANONYM. *Tritikale – žitovec* [online]. [cit.2010-5-9]. Dostupný z WWW: <http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=4&idkapitola=116>
- [33] ANONYM. *Významné zdroje funkčních potravin – obiloviny* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.fitlife.cz/vyznamne-zdroje-funkcnich-potravin/>>
- [34] KOUBOVÁ, D. *Pseudocereálie z Jižní Ameriky* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=33468&ids=414>>
- [35] KALOŠ, J. *Vaříme zdravě-chutně-bio*. Jihlava: Nakladatelství J&K manželů Kalošových, 2001. 87 s. ISBN 80-238-7163-3.
- [36] ANONYM. *Laskavec* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Laskavec.htm>>
- [37] ANONYM. *Rostliny: Amaranthus – laskavec* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.garten.cz/a/cz/3489-amaranthus-laskavec/>>
- [38] JEŽKOVÁ, E. *Laskavec* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/laskavec-amaranthus-sp>>

- [39] RUMLOVÁ, R. *Quinoa nahradí rýži nebo kuskus* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://magazin.ceskenoviny.cz/vareni/zpravy/quinoa-nahradi-ryzi-nebo-kuskus/336612>>
- [40] ANONYM. *Quinoa* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.fairtrade.cz/index.php?clanek=209>>
- [41] ANONYM. *Quinoa – objevujeme Ameriku* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://gfcfdieta.blogz.cz/2008/06/13/quinoa-objevujeme-ameriku/>>
- [42] KVASNIČKOVÁ, A. *Merlík chilský – potravinářská plodina pro 21. století* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&ids=149&typ=1&val=15234>>
- [43] MORRIS, P.C.; BRYCE, J.H. *Cereal Biotechnology*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000. 252 s. ISBN 1-85573-498-2.
- [44] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. Praha: SNTL, 1983. 629 s.
- [45] ANONYM. *Vlastnosti karotenoidů* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <http://hplc1.sweb.cz/Carotenoids/ch_karotenoids.htm>
- [46] ANONYM. *Kapesní atlas trav* [online]. [cit.2010-5-13]. Dostupný z WWW: <http://www.agroporadenstvi.cz/UserFiles/File/travy/text_tabulky.pdf>
- [47] ANONYM. *Klas* [online]. [cit.2010-4-27]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Klas>>
- [48] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím k celozrnným výrobkům*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2007. 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [49] ANONYM. *Vláknina* [online]. [cit.2010-5-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.vlaknina.estranky.cz/>>
- [50] ANONYM. *Vláknina ve výživě* [online]. [cit.2010-5-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.fzv.cz/web/fzv-radi/lexikon/vlakniny>>

- [51] ANONYM. *Vláknina aneb i střeva potřebují svůj kartáček* [online]. [cit.2010-4-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.penam.cz/cs/zijte-zdrave/zdrava-vlaknina/vyznam-vlakniny/vyznam-vlakniny.html>>
- [52] VESELÝ, P. *Vláknina není stále ještě doceněná* [online]. [cit.2010-5-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.novinky.cz/zena/zdravi/69983-vlaknina-neni-stale-jeste-docenena.html>>
- [53] ANONYM. *Hodnocení kvality píce* [online]. [cit.2010-5-9]. Dostupný z WWW: <opr.zf.jcu.cz/docs/predmety/Picninarstvi-995ffcf99e.doc>
- [54] ANONYM. *Význam vlákniny ve výživě člověka* [online]. [cit.2010-5-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.nopek.cz/zdrava-vyziva/vyznam-vlakniny-ve-vyzive-cloveka.htm#>>
- [55] JANÍČEK, G., ŠANDERA, K., HAMPL, B. *Rukověť potravinářské analytiky*. Praha: SNTL, 1962. 740 s.
- [56] DAVÍDEK, J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. Praha: SNTL, 1977. 718 s.
- [57] ČSN ISO 2171 – Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich – Stanovení obsahu popela spalováním. Praha: Český normalizační institut, 2008. s. 16
- [58] ČSN EN ISO 712 – Obiloviny a výrobky z obilovin – Stanovení vlhkosti – Praktická referenční metoda. Praha: Český normalizační institut, 2003. s. 12
- [59] MIŠURCOVÁ, L. *Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve výživě člověka*. Dizertační práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. s. 120
- [60] Vyhláška č. 268/2006 Sb. [online]. [cit.2010-5-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&docType=ART&nid=11307>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CF	Hrubá vláknina
LDL	Lipoproteiny s nízkou hustotou
NASA	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
NDF	Neutrálně detergentní vláknina
P	Popel
PUFA	Vícenenasycené mastné kyseliny
S	Sušina
SD	Směrodatná odchylka
V	Vláknina
v	Vlhkost

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Obsah NDF v % v jednotlivých vzorcích cereálií	51
--	----

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Seznam a charakteristika použitých vzorků cereálií	46
Tab. 2. Výsledky stanovení -obsahu popele, vlhkosti a sušiny	50