

# **Stanovení vlákniny v netradičních cereáliích a rýži**

Bc. Květa Košinová

---

Diplomová práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Květa KOŠINOVÁ, DiS.**  
Osobní číslo: **T09546**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
  
Téma práce: **Stanovení vlákniny v netradičních cereáliích a rýži**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

- Stručně popsat základní trávicí enzymy a jejich působení v lidském organismu.
- Definovat druhy vlákniny, zaměřit se na její fyziologický význam.
- Charakterizovat netradiční druhy obilovin a rýže, zdůraznit jejich nutriční benefit.

### II. Praktická část

- Stanovení hrubé vlákniny ve vzorcích netradičních cereálií, rýže, definovaných směsí mouk a výrobků z nich vyrobených.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1, OSSIS, Tábor 1999.

[2] Journal of Food Science, 74, 2009, č. 6.

[3] BENEŠOVÁ, L. a kol. Potravinářství '91, VÚPP, Praha 1991.

[4] Milling and Baking, News, 88, 2009, č. 15.

[5] Výživa a potraviny, 63, 2008, č.6.

[6] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. Chemie potravin, Brno 2006.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

**25. února 2011**

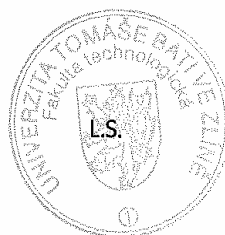
Termín odevzdání diplomové práce:

**20. května 2011**

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: .....

Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně .....

.....

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ABSTRAKT

Teoretická část diplomové práce charakterizuje vybrané tradiční a netradiční druhy cereálií. Také je zde definována vláknina - její chemické složení, rozdělení podle rozpustnosti ve vodě, vlastnosti, fyziologické účinky na člověka a metody stanovení. Praktická část je zaměřena na stanovení obsahu sušiny, popele, neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny ve vybraných tradičních a netradičních druzích cereálií pomocí přístroje ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer.

Klíčová slova: cereálie, netradiční cereálie, rýže, vláknina, hrubá vláknina, neutrálně-detergentní vláknina

## ABSTRACT

Theoretical part of the thesis characteristics of selected traditional and non-traditional cereals. The thesis also defines the dietary fibre - its chemical structure, division according to water solubility, properties, physiological operations for human and methods of determination. The practical part describes the determination of dry matter, ash, neutral detergent fibre and crude fibre in selected traditional and non-traditional cereals using analyzer ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer.

Keywords: cereals, non-traditional cereals, rice, dietary fibre, crude fibre, neutral detergent fibre

Chtěla bych poděkovat Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a rady, které mi poskytla při vypracování mé diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

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

# OBSAH

ÚVOD.....	10
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 VYBRANÉ DRUHY OBILOVIN .....</b>	<b>12</b>
1.1 PŠENICE.....	13
1.1.1 Pšenice setá ( <i>Triticum aestivum</i> ).....	13
1.1.2 Pšenice tvrdá ( <i>Triticum durum</i> ).....	13
1.2 ŽITO .....	14
1.3 RÝŽE .....	14
1.3.1 Kulatozrná rýže .....	15
1.3.2 Dlouhozrná rýže .....	15
1.3.3 Rýže Parboiled .....	15
1.3.4 Indiánská rýže.....	15
1.3.5 Rýže Natural.....	15
1.3.6 Rýže Sushi.....	16
1.3.7 Rýže Basmati.....	16
1.4 NETRADIČNÍ DRUHY OBILOVIN .....	16
1.4.1 Kamut ( <i>Triticum turgidum</i> ).....	16
1.4.2 Pšenice špalda ( <i>Triticum spelta</i> ) .....	17
1.4.2.1 Špaldové kernotto .....	18
1.4.2.2 Grünkern .....	18
<b>2 VLÁKNINA .....</b>	<b>19</b>
2.1 DEFINICE VLÁKNINY .....	19
2.2 SLOŽENÍ VLÁKNINY .....	21
2.2.1 Nerozpustná vláknina (hrubá) .....	21
2.2.1.1 Celulóza .....	21
2.2.1.2 Hemicelulóza .....	22
2.2.1.3 Lignin.....	24
2.2.2 Rozpustná vláknina (jemná, prebiotická).....	24
2.2.2.1 Pektin .....	25
2.2.2.2 Inulin .....	26
2.2.2.3 Rostlinné gumy a slizy.....	26
2.3 VLASTNOSTI VLÁKNINY .....	28
2.3.1 Mikrobiální degradace.....	28
2.3.2 Schopnost vázat vodu.....	28
2.3.3 Adsorpce organických molekul.....	28
2.3.4 Velikost částic .....	28
2.4 FYZIOLOGICKÉ ÚČINKY VLÁKNINY .....	29
2.4.1 Nerozpustná vláknina.....	29
2.4.2 Rozpustná vláknina .....	29
2.4.3 Zdroje vlákniny .....	30
2.4.4 Obsah vlákniny v potravinách.....	30
2.4.5 Obohacování potravin vlákninou .....	31



2.5	METODY STANOVENÍ VLÁKNINY .....	32
2.5.1	Neenzymaticko-gravimetrické .....	32
2.5.2	Enzymaticko-gravimetrické .....	32
2.5.3	Enzymaticko-chemické .....	33
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>34</b>
<b>3</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>36</b>
4.1	ANALYZOVANÉ VZORKY .....	36
4.2	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE .....	43
4.3	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY .....	44
4.4	POSTUP PRÁCE .....	45
4.5	STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY .....	45
4.6	STANOVENÍ POPELE .....	46
4.7	STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ-DETERGENTNÍ VLÁKNINY (NDF) .....	46
4.8	STANOVENÍ HRUBÉ VLÁKNINY (CF) .....	48
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>50</b>
5.1	STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY .....	50
5.2	STANOVENÍ POPELE .....	51
5.3	STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ-DETERGENTNÍ (NDF) A HRUBÉ VLÁKNINY (CF) .....	53
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>63</b>

## ÚVOD

Obiloviny jsou rostliny patřící do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). K lidské výživě jsou využívány a pěstované pro svá semena. Cenná vláknina a další látky (minerální látky, vitaminy, antioxidanty) se nacházejí v otrubách a klíčku a tradiční mlýnskou technologií je jejich obsah snižován. Protože bychom měli denně přijmout až 30 g vlákniny, je nutné do své stravy zahrnout právě větší množství celozrnných výrobků, které jsou na vlákninu, díky přítomným obalovým vrstvám, bohaté.

Souhrnnou charakteristikou vlákniny je její neštěpitelnost enzymy trávicí soustavy lidského organismu. Vlákninou nazýváme všechny látky, které vykazují jeden nebo více prospěšných fyziologických účinků, mezi které patří zkrácení doby průchodu střevy, zvýšení objemu stolice, zkvasitelnost mikroflórou tlustého střeva, snižování celkového krevního cholesterolu, snižování krevní hladiny LDL cholesterolu, snižování postprandiální krevní glukózy a snižování hladiny krevního inzulinu. Vláknina se rozděluje na nerozpustnou (celulóza, hemicelulóza a lignin) a rozpustnou (pektin, inulin, rostlinné gumy a slizy). Mezi hlavní zdroje vlákniny patří obiloviny, luštěniny, zelenina a ovoce.

Praktická část diplomové práce byla zaměřena na stanovení neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny ve vybraných druzích tradičních a netradičních cereálií pomocí přístroje ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer a porovnání jejího obsahu v těchto vzorcích.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VYBRANÉ DRUHY OBILOVIN

Obiloviny (cereálie) patří botanicky mezi traviny (*Gramineae*), převážně z čeledi lipnicovité (*Poaceae*) [1]. Společný botanický původ obilovin čeledi lipnicovité předurčuje jejich značnou vzájemnou podobnost, jak ve struktuře a tvorbě zrna, tak v jeho chemickém složení, tj. např. v uspořádání obalových vrstev zrna, v zastoupení jednotlivých aminokyselin v obilné bílkovině, nebo mastných kyselin v tukových složkách [2].

Obiloviny jsou strategickou a historicky nejvýznamnější plodinou. Člověk nejprve sbíral semena z planě rostoucích rostlin a jimi doplňoval především masitou stravu [3]. První zmínka o pěstování obilovin pochází již z období neolitu (10. tisíciletí př. n. l.) [4].

Výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace ve všech světadílech. Uplatňují se jednak v lidské výživě (především pšenice a rýže), jsou hlavní surovinou pro výrobu potravin, ale slouží i pro výživu hospodářských zvířat a malé množství se zpracovává technicky (škrob a lín) [3].

V České republice jsou obiloviny nejdůležitější zemědělskou plodinou. Jako potravina kryjí asi 33 % energetické hodnoty, zajišťují 30 % konzumovaných bílkovin, 56 % sacharidů a 10 % lipidů. Ročně se vyrobí 6,8 - 7,1 mil tun obilovin, z toho 2,1 mil tun se zpracovává na potraviny [3].

V podmínkách mírného pásu mají největší význam pšenice, žito, ječmen a oves. Všechny tyto druhy obilovin obsahují lepek. Ostatní obiloviny jako je proso, amarant, čirok, či pohanka jsou rozšířeny méně, ale postupně získávají svou oblibu především v racionální stravě. Mají vyšší biologickou hodnotu a většina z nich je prostá lepku a je tak vhodnou plodinou pro celiaky. Celosvětově nejužívanější obilovinou je rýže, která je jednou z nejdůležitějších potravin na světě [5].

## 1.1 Pšenice

Pšenice (*Triticum*) je celosvětově nejpěstovanější obilovinou zajišťující výživu lidské populace a je nejrozšířenější obilovinou pro pekařské využití [6]. Její roční produkce se pohybuje kolem 580 mil. tun. K největším producentům se řadí EU, Čína, Indie, Rusko a USA [3].

Nejdůležitější složkou obilného zrna pšenice je zásobní polysacharid škrob. Je obsažen v endospermu a jeho obsah se v pšenici pohybuje od 60 - 84 % v sušině zrna [3]. V obilném zrně se nachází ve formě škrobových zrn [7]. Je složen ze dvou frakcí – amylozy a amylopektinu.

Tab. 1 Obsah složek v jednotlivých částech zrna pšenice v % [8]

	<b>Celé zrna</b>	<b>Endosperm</b>	<b>Obalové vrstvy</b>	<b>Klíček</b>
<b>Bílkoviny</b>	10 – 17	9 – 14	23 – 33	36 – 42
<b>Lipidy</b>	2,0 – 2,5	0,5 – 0,7	7,0 – 8,5	12 – 16
<b>Škrob</b>	60 – 70	78 – 84	–	–
<b>Celulóza</b>	2,5 – 3,3	0,13 – 0,18	12 – 20	3 – 5
<b>Další sacharidy</b>	3,0 – 6,0	3 – 4	3 – 5	22 – 28
<b>Minerální látky</b>	1,4 – 2,3	0,3 – 0,5	9 – 11	5 – 6

Produkčně nejdůležitější je pšenice setá (*Triticum aestivum*), pšenice tvrdá (*Triticum durum*) a pšenice špalda (*Triticum spelta*) [9, 10].

### 1.1.1 Pšenice setá (*Triticum aestivum*)

Je široce rozšířená. Pšenice setá má ozimou a jarní formu. U nás se více pěstuje forma ozimá na 94 % ploše [3]. Tento druh pšenice je velmi náročný na půdní živiny a podmínky. Je využíván v mlýnském a pekárenském průmyslu, ke krmivářským a technickým účelům [9, 10, 11].

### 1.1.2 Pšenice tvrdá (*Triticum durum*)

Používá se převážně k výrobě těstovin, ale také k výrobě dalších výrobků, jako je bulgur, kuskus či různé druhy speciálních chlebů. Ve středozezemních oblastech, zejména v Itálii, se tvrdá pšenice používá v receptuře několika druhů chleba, na Středním Východě a v severní Africe se více než polovina veškeré spotřebované pšenice tvrdé použije k výrobě lokálních druhů chleba. Používání pšenice tvrdé pro výrobu chleba se stává v poslední době trendem

i v ostatních částech světa. Tento druh pšenice se od ostatních druhů pšenice liší v řadě ukazatelů. Vykazuje vyšší objemovou hmotnost a hmotnost tisíce zrn, zrna jsou v porovnání s pšenicí obecnou (*Triticum aestivum*) větší, jsou jantarově zbarvená, mají mnohem tvrdší endosperm a vyšší obsah bílkovin (minimálně 14 %). Těstoviny vyrobené z mouky získané semletím tvrdé pšenice (semoliny) mají vynikající vařivé vlastnosti, nejsou lepivé a po uvaření si uchovávají původní tvar [12].

## 1.2 Žito

Žito (*Secale*) je méně náročné na půdní a klimatické podmínky než pšenice [13, 14]. Žito jako samostatná plodina vzniklo přirozeným výběrem, kdy se hojně vyskytovalo v porostech pšenice. Při rozšiřování pšenice na sever, do méně příznivých podmínek žito převládlo, až se začalo pěstovat v téměř čisté kultuře. V České republice se do roku 1950 pěstovalo na větší ploše než pšenice a poskytovalo i větší výnos. Dnes je na ploše jen 76 tis. ha. Příčiny poklesu souvisí se stále stoupající oblibou pečiva a chleba s větším podílem pšeničné mouky. Technologie pečení žitného chleba je pak ve velkopekárnách náročnější než příprava pšeničného chleba [15].

## 1.3 Rýže

Rýže setá (*Oryza sativa* L.) je bylina patřící do čeledi lipnicovité. Pěstuje se v tropických a subtropických oblastech jihovýchodní Asie. Světová roční produkce rýže se pohybuje kolem 450 mil. tun. Je tedy za pšenicí druhou světově nejpěstovanější obilovinou [16]. Nejvíce pěstovaná je rýže vodní (nížinná) a suchá (horská) [17].

Rýže se klasifikuje podle tvaru a délky zrna. K nejvýznamnějším spotřebitelským aspektům patří varné vlastnosti rýže, které jsou ovlivňovány amylografickými údaji (konečnou viskozitou, číslem poklesu, teplotou a dobou želatinace aj.) [18].

Rýže je zpracovávána broušením a leštěním. Takto upravená je chudá na vitaminy, minerální látky, stopové prvky a vlákninu. Rýžové otruby jsou odpadem při zpracování rýže a mají vysoký obsah těchto látek, hlavně vlákniny, která činí 25 – 40 % [19].

Protože během tohoto zpracování dochází k odstranění vitaminů, minerálních látek a stopových prvků, může být rýže fortifikována. Procesem NutriRice se méně hodnotná zlomková rýže fortifikuje vitaminy a minerálními látkami a zajišťuje se tak vyšší stabilita vůči

oxidaci a vymývání během skladování a kuchyňské úpravy. Obohacená rýžová zrna vytvářená extruzí rýžové mouky odpovídají velikostí, tvarem a barvou přírodním zrnům rýže. Barva se může upravit přidavkem  $\beta$ -karotenu. Fortifikovaná rekonstituovaná zrna jsou nakonec přimíchána k běžné rýži v poměru 1:100 nebo 2:100 [16].

Mezi základní druhy rýže patří:

### 1.3.1 Kulatozrná rýže

Zrna této rýže vstřebávají hodně vody, jsou kypré až krémové konzistence. Jsou zbavená všech částí oplodí a osemení a částečně i klíčku. Průměrná délka zrna je menší než 5,2 mm a poměr délky a šířky zrna méně než 2.

### 1.3.2 Dlouhozrná rýže

Jsou zbavená všech částí oplodí a osemení a částečně i klíčku. Jsou průměrně 6 mm dlouhá a poměr jejich délky a šířky je zpravidla více než 3.

### 1.3.3 Rýže Parboiled

Zpracování této rýže spočívá v užití vysokého tlaku, díky kterému vitaminy, minerální látky a stopové prvky prostoupí ze slupky do samotného zrna. Proto jsou její výživové hodnoty nesrovnatelně vyšší než u klasické rýže. Jedná se o čtyřfázovou hydrotermickou úpravu zrna, při níž se po namáčení neloupané rýže (paddy) působením vysokotlaké páry vtlačí dovnitř zrna rozpuštěné vitaminy, minerální látky a stopové prvky z povrchových vrstev.

### 1.3.4 Indiánská rýže

Indiánská rýže (*Zizania aquatica*) je semeny severoamerické vodní trávy a je také nazývána vodní, divokou nebo planou rýží. Má úzká delší zrna tmavohnědé až černé barvy a roste v oblasti velkých jezer v Severní Americe. Je typická svou oříškovou chutí.

### 1.3.5 Rýže Natural

Je pololoupaná (zrna jsou zbavena vrchní slupky) dlouhozrná rýže, která je charakteristická svým žlutohnědým zbarvením, od toho také anglický název Brown Rice. Je bohatá na vitaminy, minerální látky a vlákninu.

### 1.3.6 Rýže Sushi

Jedná se o rýži původem z Japonska. Je lepivá a kulatozrná. Sushi se zrodilo v jihovýchodní Asii a je původně jídlem přístavních dělníků, vykladačů rybářských lodí. Byli chudí, proto chodili do práce jen s trochou suché rýže. Během vykládání nákladu ryb si občas z té, kterou právě nesli přes rameno, kousek syrového masa uřízli, schovali do válečku rýže v dlani a měli o vyvážené jídlo postaráno.

### 1.3.7 Rýže Basmati

Je nejrozšířenější rýží indického subkontinentu. Je charakteristická dlouhým, štíhlým zrnem a jemnou oříškovou chutí. V hindštině slovo basmati znamená „královna vůně“. Je to nejušlechtlejší odrůda rýže, která je pěstovaná na úpatí Himalájí, kde jsou pole zavlažována vodou přímo z ledovců. Po sklizni je alespoň na rok a půl až dva roky uskladněna v suchu a temnu, čímž se plně rozvine její chuť a vůně, sníží se její lepivost a zkrátí doba přípravy [19].

## 1.4 Netradiční druhy obilovin

### 1.4.1 Kamut (*Triticum turgidum*)

Nejstarší druh pšenice zvaný Kamut (staroegyptsky „duše země“) byl znovuobjeven v roce 1948 v hrobce egyptského Daskare. Mack Quin nalezené vzorky zrn v roce 1977 rozmnožil a po roce 1989 se začalo s pekařskými pokusy ve mlýně KIANEK v Horním Rakousku.

Na jeho taxonomické klasifikaci se světová vědecká obec ještě definitivně neshodla. Podle společnosti Kamut International – Ancient Grain Organically Grown se jedná o *Triticum turgidum* spp. *turanicum* (nazývanou rovněž Khorasan wheat), která má nejbližší k pšenici durum (*Triticum durum*). Zrna kamutu mají stejný tvar jako běžné druhy pšenice, jsou ovšem minimálně dvakrát tak velká, mají v průměru o 30 % více proteinu a zvýšený obsah vitaminů E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, fosforu, hořčíku, zinku, mědi a komplexních sacharidů. Mouka vyrobená ze zrn kamutu má nažloutlou barvu a ořechovou příchut'. Přestože obsah gluteninu je u kamutu velice vysoký, tak z dosud neznámých důvodů nevykazuje žádnou alergicitu a je tudíž vhodný pro pacienty trpící celiakií [20, 21]. Celiaci ovšem musí při eventuálním zařazování kamutu do svého jídelníčku postupovat velmi obezřetně, nejlépe po poradě s lékařem, protože testy prokázaly, že zhruba 30 % osob s alergií na pšenici je alergických



rovněž na kamut. V některých případech mohou být reakce na kamut ještě horší než na běžnou pšenici. Na druhé straně ale řada lidí, kteří pšenici nemohou konzumovat, s kamutem žádné problémy nemají [20, 22].

Jedním z významných aspektů pěstování pšenice kamut je i skutečnost, že se jedná o plodinu maximálně vhodnou pro udržitelné zemědělství vzhledem k její schopnosti produkovat vysoce jakostní zrno bez nutnosti používat umělá hnojiva a pesticidy. Je tudíž vynikající plodinou pro organické zemědělství [20].

Tab. 2 Obsah proteinů a esenciálních aminokyselin v % ve starověkých druzích a pšenici seté [20]

	<b>Pšenice setá</b> <i>(T. aestivum)</i>	<b>Pšenice špalda</b> <i>(T. spelta)</i>	<b>Kamut</b> <i>(T. turgidum)</i>
<b>Proteiny</b>	12	12,8	19,6
<b>Lyzin</b>	0,28	0,22	0,44
<b>Metionin</b>	0,16	0,14	0,25
<b>Treonin</b>	0,24	–	0,54

#### 1.4.2 Pšenice špalda (*Triticum spelta*)

Pšenice špalda je jednou z nejstarších kulturních obilovin, které předcházela pouze pšenice dvouzrnka a jednozrnka [23, 24]. Na rozdíl od tradičních obilovin patří pšenice špalda do skupiny tzv. pluchatých pšeníc, proto první zpracovatelskou operací po vyčištění je vyloupávání zrna z klásku. Vyloupané zrno se dále čistí a další potravinářské zpracování je podobné jako u běžných obilovin a závisí na druhu požadovaného finálního výrobku. Vzhledem k většímu podílu aleuronové vrstvy obsahuje pšenice špalda více bílkovin a vlákniny než pšenice setá. Obsah esenciálních aminokyselin je nepatrně vyšší, podobně jako u pšenice seté je limitující aminokyselinou lyzin, následovaný treoninem. Z ostatních aminokyselin je výrazně vyšší obsah leucinu. Obsah lepku se pohybuje v rozmezí 35 – 45 %, jeho kvalita je vysoká. Pšenice špalda je výborným zdrojem některých vitaminů skupiny B, především tiaminu (B<sub>1</sub>), riboflavinu (B<sub>2</sub>), ale také niacinu (B<sub>3</sub>). Zajímavý je obsah β-karotenu a tiokyanátu, vyšší je obsah draslíku, síry a hořčíku. Z hlediska zdravotního se špaldě připi-

sují pozitivní účinky na stimulaci imunitního systému, cení se její lehká stravitelnost a vhodnost při léčení některých alergií. Konzumace špaldy vykazuje mnohem nižší toxicitu pro jedince alergické na lepek a v některých případech alergii vůbec nevyvolává.

Vyrábějí se z ní základy nebo přísady do těstovin, tvoří přísadu müsli, zrna špaldy se dále zpracovávají na kroupy (špaldové kernotto), krupici či vločky vhodné do kaší nebo polévek. Velice populární je špaldový bulgur. Znamé je také špaldové pivo a špaldová káva.

#### ***1.4.2.1 Špaldové kernotto***

Jedná se o kroupy získané loupáním a šetrným obroušením tvrdé obalové vrstvy zrn pšenice špaldy. Vyniká vysokou nutriční hodnotou, výbornými chuťovými vlastnostmi a mezi jeho výhodu patří krátká doba přípravy [23].

#### ***1.4.2.2 Grünkern***

Jedná se o zelené zrno (grün znamená v němčině zelený a kern zrno) pšenice špaldy sklizené v mléčné zralosti a poté restované nad ohněm z bukového dřeva při teplotě 120 až 180 °C [25, 26]. Pochází z roku 1600, kdy v Německu udeřil hladomor a pokud lidé chtěli přežít, tak museli sklízet pšenici ještě před dobou její zralosti, tedy zelená zrna. Poté zrna sušili a udili nad ohněm a získali tak lehce aromatické zrno se zajímavou chutí [27].

## 2 VLÁKNINA

### 2.1 DEFINICE VLÁKNINY

Pro účely směrnice 90/496/EHS se vlákninou rozumí uhlovodíkové polymery s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevu lidského organismu a náleží do těchto kategorií:

- jedlé uhlovodíkové polymery přirozeně se vyskytující v přijímané potravě,
- jedlé uhlovodíkové polymery, které byly získány z potravních surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky,
- jedlé uhlovodíkové polymery, které mají prospěšný fyziologický účinek prokázaný obecně uznávanými vědeckými poznatky.

Směrnice 2008/100/ES mění směrnici 90/496/EHS o nutričním označování potravin, pokud jde o definici vlákniny.

Vláknina zahrnuje i další uhlovodíkové polymery, které nejsou stravitelné a v přijímané potravě se přirozeně nevyskytují.

Látky spadající pod tuto definici musí vykazovat jeden nebo více prospěšných fyziologických účinků, mezi které patří:

- zkrácení doby průchodu střevy,
- zvýšení objemu stolice,
- zkvasitelnost mikroflórou tlustého střeva,
- snižování celkového krevního cholesterolu,
- snižování krevní hladiny LDL cholesterolu,
- snižování postprandiální krevní glukózy,
- snižování hladiny krevního inzulinu.

Kromě toho jsou zde zahrnuty uhlovodíkové polymery rostlinného původu, které jsou úzce svázány s ligninem nebo dalšími složkami a které nejsou na bázi uhlovodíků (např. s fenolovými sloučeninami, vosky, saponiny, *fytažami*, kutinem, fytoosteroly). Tyto látky, které

jsou při analýze vlákniny extrahovány společně s uhlovodíkovými polymery, lze považovat za vlákninu. Jsou-li však tyto látky od uhlovodíkových polymerů odděleny a přidány do potravy, za vlákninu se nepovažují [28].

Běžně uznávaná chemická definice pro vlákninu potravy byla navržena Trowellem (1985). Vláknina potravy je směs neškrobových polysacharidů a ligninu, které nejsou degradovány endogenními sekrety lidského gastrointestinálního traktu, ale mohou být částečně degradovány bakteriemi tračníku [29].

Souhrnnou charakteristikou vlákniny je její neštěpitelnost enzymy trávicí soustavy lidského organismu. Vláknina prochází žaludkem a střevy v nezměněné podobě [30].

Mezi základní trávicí enzymy patří:

*Amylázy* – rozkládají polysacharidy glykogen a škrob až na disacharid maltózu.

*Maltáza* – štěpí disacharid maltózu na dvě molekuly glukózy.

*Laktáza* – katalyzuje rozklad disacharidu laktózy na galaktózu a glukózu.

*Sacharáza* – štěpí disacharid sacharózu na monosacharidy glukózu a fruktózu.

*Pepsin* – je součástí žaludečních šťáv a napomáhá rozkladu bílkovin na polypeptidy.

*Trypsin* – enzym slinivky břišní štěpí polypeptidy na peptidy.

Další štěpení peptidů obstarávají enzymy *aminopeptidázy*, *karboxypeptidázy* a *dipeptidázy*, které nakonec rozdělují řetězce na jednotlivé aminokyseliny.

*Lipázy* – štěpí lipidy na mastné kyseliny a glycerol. Tento proces probíhá zejména ve dvanáctníku, prvním oddílu tenkého střeva.

*Nukleázy* – v tenkém střevě se DNA a RNA díky těmto enzymům rozkládají na jednotlivé nukleotidy (např. AMP).

*Nukleotidázy* – štěpí vzniklé nukleotidy na nukleosidy.

*Nukleosidázy* – nukleosidy rozkládají na jednotlivé dusíkaté báze, cukr a kyselinu fosforečnou.

*Celulázy* – katalyzují rozklad celulózy na molekuly glukózy [31].

## 2.2 SLOŽENÍ VLÁKNINY

Z chemického hlediska lze složky vlákniny rozdělit do následujících skupin:

- polysacharidy: celulóza, hemicelulóza, pektin, chitin, rostlinné gumy a slizy,
- oligosacharidy: např. fruktany,
- složky příbuzné sacharidům: zejména rezistentní škroby a modifikované celulózy,
- lignin a doprovodné látky (kutin, třísloviny) [32].

Podle rozpustnosti ve vodě se vláknina dělí na:

### 2.2.1 Nerozpustná vláknina (hrubá)

Je to ta část materiálu, která zůstává po parciální chemické digesci. Má čistící schopnosti v trávicím ústrojí, především ve střevní části. Obsah hrubé vlákniny je obvykle menší než skutečný obsah potravinářské vlákniny, obvykle o 1/3 až 1/5 [29].

Mezi nerozpustnou vlákninu patří celulóza, hemicelulóza a lignin [30].

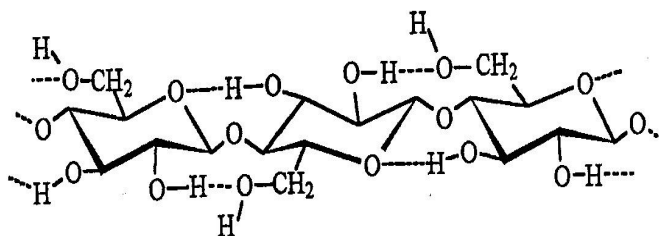
#### 2.2.1.1 Celulóza

Celulóza je nejrozšířenější vysokomolekulární látkou v přírodě [33]. Spolu s hemicelulózou a ligninem patří k tzv. látkám stavebním, protože tvoří podstatnou část stěn rostlinných buněk a podpůrných rostlinných pletiv [34].

Je to nerozpustný vláknitý polysacharid složený z celobiózových jednotek. Z chemického hlediska je celulóza polymer anhydro-D-glukopyranózových jednotek spojených  $\beta$ -(1 → 4)-glykosidickými vazbami [34]. Celulóza je štěpena celulolytickými enzymy (*celulázami*) bakterií a plísní. *Celulázy* jsou endogenní enzymy, které štěpí  $\beta$ -(1→4)-D-glykosidické vazby za vzniku oligosacharidů a celobiózy. Monogastriční živočichové nemají celulolytické enzymy a celulóza je pro ně tedy nevyužitelným polysacharidem.

Každá z vázaných glukózových jednotek v řetězci je otočena vzhledem k předchozí a v této poloze je udržována intramolekulárními vodíkovými vazbami. Stupeň polymerace je až 15 000. Jednotlivé makromolekuly celulózy interagují vzájemně díky vodíkovým můstkům

a tvoří ve stěnách rostlinných buněk trojrozměrné struktury, které se nazývají celulózová vlákna nebo celulózové mikrofibrily [35].



Obr. 1 Lineární řetězec celulózy stabilizovaný vodíkovými vazbami [35]

Největším zdrojem celulózy jsou kukuřičné a pšeničné otruby (asi 30 %). Mezi další zdroje patří obiloviny a luštěniny (asi 2 %), sušené ovoce (fíky, meruňky) [29].

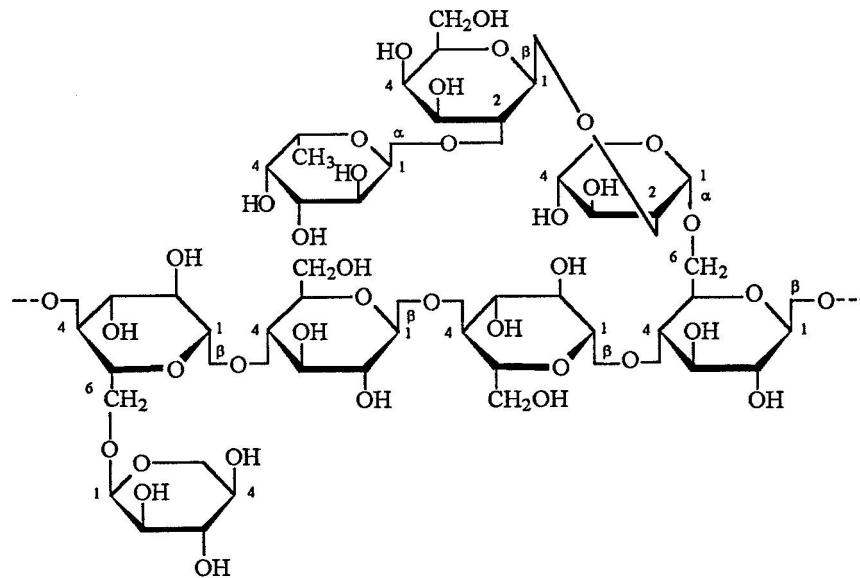
Většinou se používají modifikované celulózy, které mají upravené vlastnosti (odolnost vůči vysokým teplotám a kyselému prostředí). Používají se jako potravinářská vláknina, nízkoe-nergetická plnidla, stabilizátory pěn. Celulóza je látka bez chuti a zápachu, nerozpustná v organických rozpouštědlech, ale rozpustná v minerálních kyselinách [35, 36].

### 2.2.1.2 Hemicelulóza

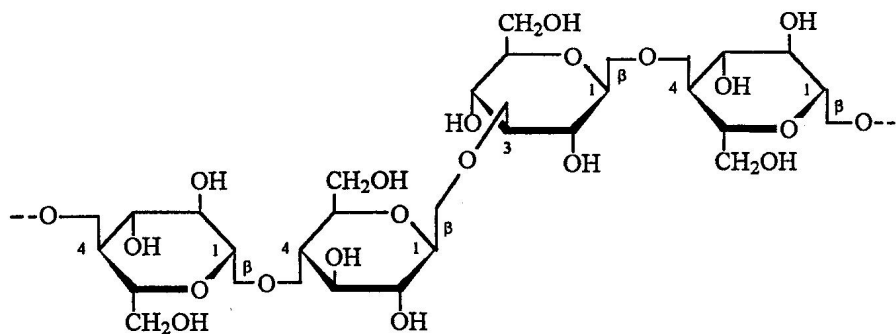
Hemicelulózy obklopují celulózu v rostlinných pletivech. Mezi hemicelulózy patří polysacharidy heteroglukany a heteroxylany, které jsou nerozpustné ve vodě, ale na rozdíl od celulózy rozpustné v alkalickém prostředí [34, 35].

Heteroglukany (xyloglukany,  $\beta$ -glukany)

Xyloglukany hemicelulózového typu jsou dominantními hemicelulózami buněčných stěn dvouděložných rostlin (*Dicotyledonae*), kam se řadí ovoce, zelenina, okopaniny a luštěniny.  $\beta$ -glukany se vyskytují ve větším množství v buněčných stěnách obilovin, kde tvoří až 30 % sušiny neškrobových polysacharidů.



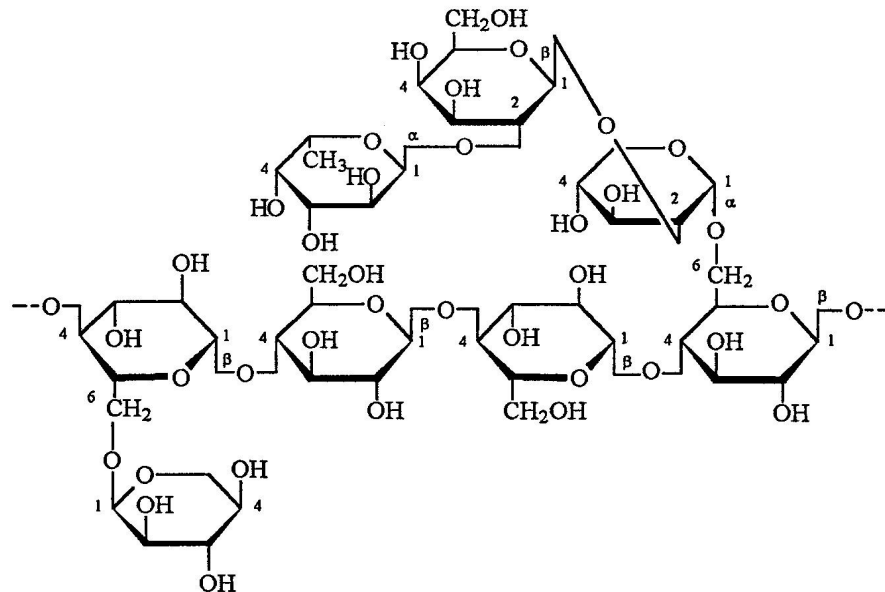
Obr. 2 Základní struktura xyloglukanů hemicelulózového typu [35]



Obr. 3 Základní struktura  $\beta$ -glukanů [35]

### Heteroxylany (arabinoxylany)

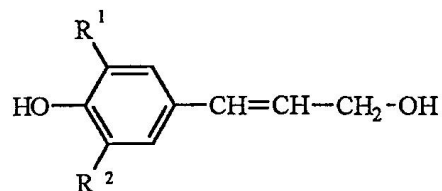
Hlavní řetězec heteroxylanů je tvořen D-xylanopyranózovými jednotkami s  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) vazbami. Xylóza bývá substituována dvěma molekulami arabinofuranózy, která tvoří krátké postranní řetězce spojené vazbami  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 2),  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) a  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 5). Tyto heteroxylany nazývají arabinoxylany. Rozpustné arabinoxylany jsou důležitými složkami pšeničné a hlavně žitné mouky. Mají značný vliv na absorpci vody moukou, na viskozitu těsta a jeho reologické vlastnosti [35].



Obr. 4 Základní struktura arabinoxylanů obilovin [35]

### 2.2.1.3 Lignin

Je jednou z hlavních složek dřevní hmoty. Je to kopolymer fenylpropanových jednotek. Ty jsou nepravidelně vázány do trojrozměrných struktur eterovými vazbami (C-O-C) nebo vazbami mezi dvěma uhlíky (C-C).



Obr. 5 Fenylpropanové stavební jednotky ligninu [35]

### 2.2.2 Rozpustná vláknina (jemná, prebiotická)

Tato vláknina snižuje hladinu cholesterolu, zvyšuje viskozitu obsahu žaludku a střev, zpomaluje promíchávání jejich obsahu, omezuje přístup trávicích enzymů (*amylázy, lipázy*), tím zpomaluje štěpení potravy a vstřebávání střešní cestou [37].



Mezi rozpustnou vlákninu patří pektin, inulin, rostlinné gummy a slizy [30, 38].

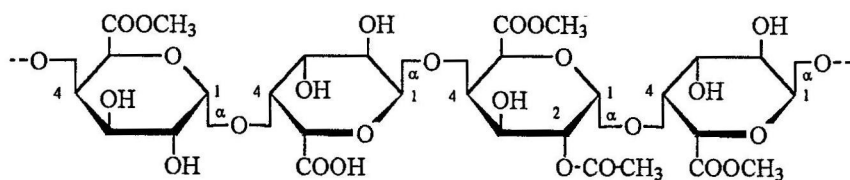
### 2.2.2.1 Pektin

Je polysacharid nacházející se v pletivech vyšších rostlin jako součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Přítomnost pektinů a jejich změny během růstu, zrání, skladování a zpracování mají značný vliv zejména na texturu ovoce a zeleniny. Pektin patří mezi polysacharidy tvořící vlákninu potravy. Ovlivňuje metabolismus glukózy a snižuje cholesterol v krvi. Účinnější je pektin s vyšším obsahem metylových skupin [35].

Pektinové látky jsou komplexem koloidních polysacharidů nacházejících se v rostlinách nebo z rostlinného materiálu připravených, jejichž podstatnou část tvoří jednotky anhydrogalaktouronové kyseliny, které mohou být částečně esterifikované metanolem. Jednotky galakturonové kyseliny jsou spojeny  $\alpha$ -(1→4)-glykosidickými vazbami.

Protopektin je ve vodě nerozpustná mateřská látka pektinů, která řízenou hydrolýzou poskytuje pektin a pektinové kyseliny. Ve své molekule obsahuje vedle částečně metylových polygalakturonových kyselin také D-galaktany a L-arabany. Část volných karboxylových skupin pektinové kyseliny je esterově vázána na tyto D-galaktany a L-arabany. Další karboxylové skupiny jsou navzájem zesíťovány neutralizací bivalentními kationy (vápenatými či hořečnatými). Nerozpustný protopektin se enzymem *protopektinázou* přeměňuje na rozpustný pektin.

Vysokoesterifikované pektiny jsou takové, které jsou esterifikovány z 55 až 74 %. U nízkoesterifikovaných pektinů stupeň esterifikace dosahuje 15 až 44 % [34].



Obr. 6 Základní struktura pektinů [35]

Pektiny se nacházejí prakticky ve všech druzích ovoce a zeleniny. Vyrábí se z citrusového albeda a jablečných výlisků [35].

Tab. 3 Obsah pektinu v různých rostlinných materiálech (v % sušiny)

<b>Citrusové slupky</b>	10 – 35	<b>Hrozny</b>	7,0
<b>Okvěti slunečnic (lůžka květů)</b>	15 – 25	<b>Tráva</b>	2,0 – 6,5
<b>Řepné řízky</b>	10 – 20	<b>Cibule</b>	5,0
<b>Jablečné výlisky</b>	10 – 15	<b>Brambory</b>	2,0
<b>Jablečné slupky</b>	19 – 20	<b>Černý rybíz</b>	1,5
<b>Fazole</b>	6,6 – 9,0	<b>Meruňky</b>	1,1

Pro potravinářské účely se pektiny vyrábějí z jablečných a citrusových slupek. Uplatňují se především jako želírující prostředky, v některých případech i emulgátory a stabilizátory. Vysokoesterifikované pektiny se používají k výrobě želé a ovocných pomazánek. Nízkoesterifikované se používají jako stabilizátory ovocných šťáv, majonéz, rybích konzerv [34].

### 2.2.2.2 Inulin

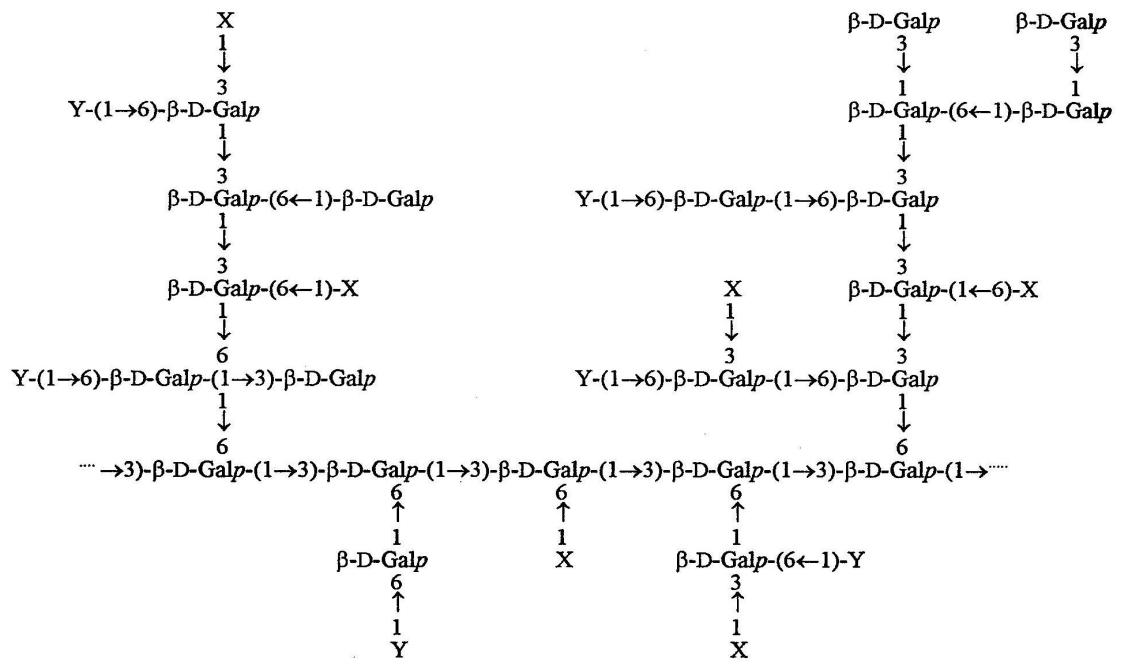
Řadí se mezi polysacharidy fruktózy, jejichž stavební jednotkou je D-fruktóza. Skládá se z lineárních řetězců D-fruktózy, vázaných  $\beta$ -(1→2)-glykosidickými vazbami. Každý řetězec tvoří asi 35 – 100 molekul fruktózy a je vždy zakončen molekulou glukózy. Glukózové jednotky se místy nacházejí i uprostřed řetězce [34].

### 2.2.2.3 Rostlinné gummy a slizy

Rostlinné gummy (klovatiny) jsou lepivé šťávy vytékající samovolně z pletiv v důsledku působení různých stresových faktorů (napadení mikroorganismy) nebo při mechanickém poškození. Na vzduchu tuhnou v pevné gumovité hmoty. Rostlinné slizy jsou sekundární metabolity vyskytující se v plodech a semenech některých rostlin [35].

#### Arabská guma

Získává se z výronů rostliny Kapinice senegalské (*Acacia senegal*). Je to směs heteroglykanů uronových kyselin ve formě vápenatých, hořečnatých a draselných solí. Hydrolýzou vzniká směs D-galaktózy, L-arabinózy, D-glukuronové kyseliny, L-ramnózy, 4-O-metyl-D-glukuronové kyseliny. Je ve vodě velmi rozpustná a vzhledem ke své rozvětvenosti tvoří poměrně málo viskózní roztoky [34].



Obr. 7 Základní struktura arabské gummy [35]

### Guarová guma

Získává se z endospermu luštěniny *Cyamopsis tetragonoloba*. Po chemické stránce se jedná o galaktomanan. Její molekuly jsou tvořeny rovnými řetězci  $\alpha$ -D-manózoých a  $\alpha$ -D-galaktózoých jednotek. Ve studené vodě tvoří viskózní disperze. Jde o neionogenní polysacharid, takže pH prostředí má na její konzistenci malý vliv [34].

## 2.3 VLASTNOSTI VLÁKNINY

### 2.3.1 Mikrobiální degradace

Vláknina se nemůže enzymově degradovat v tenkém střevě savců. Je však v různých stupních zkvasitelná mikroflórou, která se přirozeně vyskytuje v tlustém střevě. Stupeň degradace se značně mění podle typu polysacharidu. Má také vztah ke schopnosti vlákniny vázat vodu. Pektiny, rostlinné gummy a slizy jsou degradovány, zatímco celulóza a hemicelulóza není odbourávána.

### 2.3.2 Schopnost vázat vodu

Hydratace vlákniny má za následek tvorbu gelové matrice. Ta může zvyšovat viskozitu gastrointestinálních obsahů a následkem toho je zpomaleno vyprazdňování žaludku, difúze a absorpce nutričních látek. Difúze nutričních látek je zpomalena účastí nutričních látek rozpustných ve vodě na gelové matici a zvýšením viskozity obsahu střev.

### 2.3.3 Adsorpce organických molekul

Lignin a pektin jsou účinnými adsorbenty žlučových kyselin. Naproti tomu celulóza má tuto schopnost malou. Adsorpce žlučových kyselin se měří *in vivo* jako schopnost zvýšit exkreci žlučových kyselin a steroidů ve fekáliích. Tato schopnost zvýšit fekální žlučové kyseliny má vztah k plazmovému cholesterolu – snižující účinek určitých zdrojů vlákniny. Větší a hrubší částice vlákniny zvyšují objem fekálií a mají silnější vliv na funkci střevního traktu, zatímco menší částice jsou hustší, mají sníženou schopnost vázat vodu a žlučové kyseliny. Ačkoliv schopnost určitých druhů vláknin vázat toxické sloučeniny nebyla zcela prostudována, uvádí se jako ochranný mechanismus vlákniny proti rakovině zažívacího traktu.

### 2.3.4 Velikost částic

Stupeň, ke kterému je matrice buněčné stěny bohaté na složky vlákniny rozrušena na menší částice, ovlivňuje fyziologickou odezvu vlákninových zdrojů. Např. schopnost vázat vodu a schopnost fermentace zdrojů vlákniny je ovlivňována velikostí částic. Rovněž je-li buněčná stěna zcela neporušena, enzymy trávení mohou pronikat a uvolňovat nutriční látky z potravin pomaleji, než v případě, kdy buněčná stěna je rozrušena [29].

## 2.4 FYZIOLOGICKÉ ÚČINKY VLÁKNINY

Dosud není k dispozici dostatek podkladů pro stanovení průměrné potřeby (Estimated Average Requirement = EAR) vlákniny ani doporučených denních dávek (Recommended Dietary Allowance = RDA). Byl stanoven tzv. přiměřený příjem (Adequate Intake = AI) na základě hodnoty, která znamená nejnižší riziko kardiovaskulárních chorob, tj. 14 g.1000 kcal<sup>-1</sup> (to odpovídá 25 g pro dospělé ženy a 38 g pro muže). Nebyla zatím stanovena ani hodnota pro nejvyšší příjem (Upper Intake Level = UL) [39].

Spotřeba vlákniny v ČR byla sledována inventurní metodou (spotřeba za dva dny) u souboru 13 045 osob ve věku 18 až 49 let na redukční dietě (z toho 612 mužů). Průměrný příjem energie činil 7 896 kJ u mužů a 6 228 kJ u žen. Průměrná spotřeba vlákniny denně činila 11,7 g (bez rozdílu mezi muži a ženami). Méně než 10 g vlákniny denně zkonsumovalo 43 % osob, 10 – 15 g vlákniny 35 % osob, 15 – 20 g vlákniny 5 % osob a 25 – 30 g vlákniny denně 1 % osob. Spotřebu nad 30 g vlákniny za den mělo méně než 1 % osob.

V ČR 98 % populace přijímá denně méně než 25 g vlákniny, tedy méně než je doporučená dávka [40].

### 2.4.1 Nerozpustná vláknina

Tato vláknina má čistící schopnosti v trávicím ústrojí, především ve střevní části. Čistí střeva nejen mechanicky, ale také chemicky, díky své schopnosti vázat na sebe velké množství vody a v ní rozpuštěných chemických toxických látek a cholesterolu. Svým mechanickým působením očišťuje střeva od usazených nečistot a také urychluje vyprazdňování [30].

### 2.4.2 Rozpustná vláknina

Za základní příznivou vlastnost rozpustné vlákniny je považován vliv na snižování hladiny cholesterolu [39]. V žaludku mírně snižuje kyselost žaludečního obsahu a zpomaluje jeho vyprazdňování, navozuje pocit plnosti žaludku a sytosti. Snižuje vstřebávání sacharidů, tuků a žlučových kyselin. Má tzv. prebiotický účinek, tzn. je růstovým faktorem pro žádoucí střevní mikroflóru nazývanou probiotika. Dále potlačuje růst nežádoucí mikroflóry, čímž snižuje i množství produktů jejich fermentačních pochodů [30].

### 2.4.3 Zdroje vlákniny

Mezi hlavní zdroje vlákniny ve stravě člověka patří:

- celulóza: obilné otruby, celozrnné mouky,
- hemicelulóza: stěny rostlinných buněk, především zrn obilovin,
- $\beta$ -glukany: oves, ječmen, rýže, pšenice, houby,
- inulin: artyčoky, čekanka, cibule, pór, česnek, topinambur,
- lignin: obilné otruby, lněné a sezamové semínko,
- pektin: dužnina ovoce (především jablko, citrusy, meruňky),
- rostlinné gummy: psyllium, řasy, luštěniny.

Vláknina se může dodávat jako doplněk stravy ve formě tablet či v jiné formě. Jako např. Bioaktivní vláknina (obsahuje kombinaci čtyř druhů vlákniny - dva druhy rozpustné a dva druhy nerozpustné vlákniny), Psyllicol, Guareta, Dietline Vláknina a další.

### 2.4.4 Obsah vlákniny v potravinách

- v luštěninách, zelenině (hrášek, špenát, karotka) a bramborách (v ½ šálku, sestupně): 6,9 až 1,4 g,
- v obilovinách a výrobcích z nich (vařená celozrnná rýže, ovesná kaše, v 1 šálku) 3,5 až 4 g, krajíc chleba (bílý resp. celozrnný) 0,6 až 1,9 g,
- v ovoci (pomeranč, banán, jablko, hruška, vzestupně): 3 až 5 g [39].

Podle studie provedené ve Švédsku byl u skupiny 16 osob porovnáván pocit nasycení po snídani sestávající z isokalorických porcí chleba obsahujícího různé mlýnské frakce (otruby, středně hrubá frakce a prosetá mouka). V druhé části studie byl porovnáván vliv obsahu 5 nebo 8 g žitných otrub nebo střední mlýnské frakce v chlebu k snídani. Nejsilnější efekt na pocit sytosti během dopoledne měl chléb s přidávkem žitných otrub, i když rozdíl vlivu různých použitých frakcí a množství byly nevýznamné. V porovnání s pšeničným chlebem vykazoval chléb s obsahem jakékoli žitné frakce vyšší sytnost. Výzkumníci vysvětlují účinek žita vysokým množstvím vlákniny a jejím příznivým složením [41].

#### 2.4.5 Obohacování potravin vlákninou

##### **Snižování tuků v pekařských a masných výrobcích pomocí citrusové vlákniny**

Z důvodů vysoké a stabilní vaznosti vody je citrusová vláknina používána zvláště pro snižování obsahu tuků v jemných pekařských výrobcích. Záměrem výrobců je vytvořit dokonale měkké a šťavnaté potraviny, které se od tradičních pekařských výrobků odlišují pouze v nepatrné míře. Tento přístup je zajímavý hlavně z hlediska snižování obsahu tuků v koláčích, ale také muffinů nebo brownies, tedy u výrobků, které jsou pro svůj vysoký obsah tuku považovány za nezdravé. Vláknina je optimálně vhodná pro použití při snižování obsahu tuků, aniž by se vyráběly drobné a suché pekařské výrobky.

Citrusová vláknina se také uplatňuje při obohacování suroviny pro výrobu párků, zvláště, je-li u nich nutné snižovat obsah tuku. S náhradou části tukové složky citrusovou vlákninou je možné vyrábět šťavnaté nízkotučné masné výrobky [42].

##### **Obohacování těstovin moučkou z nezralých banánů**

Centro de Desarrollo de Productos Bioticos del I.P.N. v Mexiku se zaměřilo na možnost přídavku moučky z nezralých banánů při výrobě těstovin, s cílem jejich obohacení o nestrávitelnou vlákninu. Špagety byly vyrobeny ze 100 % semoliny nebo ze směsi obsahující 15, 30 nebo 45 % banánové moučky. Špagety byly testovány bez ochucení a ochucené rajčaty. Sensorické testy ukázaly, že se spotřebitelská přijatelnost kontrolních vzorků zásadně nelišila od vzorků s přídavkem banánů. Přijatelnost se u všech vzorků zvýšila v případě ochucených špaget, a to i u ochucených vzorků s přídavkem 30 % banánové moučky. Špagety s přídavkem banánů měly mírně tmavší barvu než kontrolní vzorek, 15% přídavek se však na barvě jednoznačně neprojevil. U všech vzorků s přídavkem banánů však došlo proti kontrolnímu vzorku ke zvýšení absorpce vody. Textura špaget s přídavkem banánů se nelišila od kontrolního vzorku, ale vyznačovala se větší lepivostí [43, 44].

##### **Snižování GI v hořké čokoládě pomocí inulinu**

Inulin, známý především pro své příznivé účinky na zažívací trakt, snižuje rovněž, podle nejnovějších výzkumů, glykemický index hořké čokolády, a mohl by se tudíž používat ve výrobcích určených pro regulaci hladiny krevního cukru.

V rámci výzkumu prováděného v britském poradenském středisku Leatherhead Food byla sledována glykemická odezva na hořkou čokoládu vyrobenou s řadou různých nestravitel-

ných sacharidů namísto sacharózy. Čokoláda obsahující inulin obchodní značky Frutafit americké společnosti Sensus a další sacharidy měly výrazně nižší glykemickou odezvu v porovnání s kontrolní čokoládou. Glykemická odezva ukazuje, jak hladina krevního cukru v organismu reaguje na digesti určitých potravin a určuje hodnotu glykemického indexu této potraviny. Potraviny s nízkým GI udržují hladinu krevního cukru relativně stabilní po celý den, přičemž regulují chuť k jídlu a tendenci k častým přesnídávkám [45].

## 2.5 METODY STANOVENÍ VLÁKNINY

Již v roce 1859 byla stanovena hrubá vláknina pomocí dvoustupňové hydrolýzy ve slabě zásaditém a slabě kyselém prostředí. V roce 1959 byla tato metoda modifikována a pomocí reakční směsi cetyltrimetylamonium bromidu s kyselinou sírovou byla stanovena acido-detergentní vláknina a pomocí neutrálně-detergentního tenzidu laurylsulfátu sodného upraveného na pH 7, neutrálně-detergentní vláknina.

Enzymatické metody jsou založené na hydrolýze vzorku pomocí proteolytických, amylolytických a celulolytických enzymů [46]. V roce 1984 byla vyvinuta enzymatická metoda na stanovení celkové vlákniny (TDF, Total Dietary Fiber), která zahrnuje i vlákninu rozpustnou ve vodě. Metoda je založena na rozpuštění jednoduchých cukrů v 78 % etylalkoholu a následném odstranění škrobu pomocí *amylázy* [47, 48].

Mezi metody stanovení obsahu vlákniny patří:

### 2.5.1 Neenzymaticko-gravimetrické

Tímto způsobem se stanovuje hrubá vláknina, tj. celulóza, lignin a částečně hemicelulóza. Ke stanovení množství vlákniny se váží zbytek, který zůstal po extrakci některými činidly. Patří sem van Soestova metoda, pomocí které se stanoví neutrálně-detergentní vláknina (celulóza, hemicelulóza, lignin) a acido-detergentní vláknina (celulóza, lignin). Gravimetrické metody jsou založeny na principu vážení zbytku vzorku po extrakci činidly.

### 2.5.2 Enzymaticko-gravimetrické

Touto metodou se stanoví suma rozpustných a nerozpustných polysacharidů (celulóza, hemicelulóza, pektin, jiné neškrbové polysacharidy, část rezistentního škrobu a lignin). Tato



suma dává celkovou potravinovou vlákninu. Tyto metody využívají tři enzymy: termostabilní *amylázu*, *proteázu* a *amyloglukosidázu* [47, 48].

Při stanovení jsou vzorky vystaveny teplotě 95 – 100 °C s termostabilní  $\alpha$ -*amylázou*. Tímto dojde ke zgelovatění, hydrolýze a depolymeraci škrobu. Dále jsou vzorky inkubovány při 60 °C s *proteázou* pro rozpuštění a depolymeraci proteinů a také s *amyloglukosidázou* pro hydrolýzu fragmentů škrobu na jednotky glukózy. Po enzymatické hydrolýze se k vzorkům přidá asi čtyřnásobek hmotnosti etanolu. Tím dojde k vysrážení rozpustné vlákniny a odstranění nepolymerizovaných proteinů a glukózy. Zbytek je zfiltrován, promyt 75% etanolem, 95% etanolem a acetonem, sušen a zvážen. Jeden vzorek je použit pro stanovení proteinů, druhý pro stanovení popele. Celková vláknina je potom hmotnost zfiltrovaného a vysušeného zbytku po odečtení podílu proteinů a popele [49].

### 2.5.3 Enzymaticko-chemické

Touto metodou se stanoví škrob enzymaticky a polysacharidy plynovou nebo vysoko účinnou kapalinovou chromatografií, kterou se stanoví jednotlivé složky vlákniny [47, 48].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části bylo popsat některé tradiční a netradiční druhy obilovin, definovat a charakterizovat vlákninu, uvést její fyziologické účinky na lidské zdraví a metody jejího stanovení.

Cílem praktické části bylo provést stanovení obsahu sušiny, popele, neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny ve vybraných druzích tradičních a netradičních obilovin s použitím přístroje ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer.

## 4 METODIKA

### 4.1 Analyzované vzorky

Bylo analyzováno 7 druhů rýže a 8 druhů cereálií.

Rýže:

Kulatozrná rýže loupaná, ARO, 1 kg, PE sáček

- vyrobeno v Itálii, distributor LA Food s.r.o., Napajedla
- nutriční hodnoty nebyly uvedeny výrobcem na obalu



*Obr. 8 Kulatozrná rýže loupaná*

Dlouhozrná rýže loupaná, ARO, 1 kg, PE sáček

- vyrobeno v Itálii, distributor LA Food s.r.o., Napajedla
- nutriční hodnoty nebyly uvedeny výrobcem na obalu



*Obr. 9 Dlouhozrná rýže loupaná*

Rýže Parboiled, ARO, 1 kg, PE sáček

- výrobce PODRAVKA – LAGRIS a.s., Dolní Lhota u Luhačovic
- země původu Itálie
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1580 kJ (378 kcal), 7 g bílkoviny, 77 g sacharidy, 0,3 g tuky



*Obr. 10 Rýže Parboiled*

Parboiled s indiánskou rýží, LAGRIS, 500 g, papírová krabice

- výrobce PODRAVKA – LAGRIS a.s., Dolní Lhota u Luhačovic
- země původu Itálie
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1474 kJ (353 kcal), 8,0 g bílkoviny, 77,5 g sacharidy, 0,5 g tuky



*Obr. 11 Parboiled s indiánskou rýží*

Rýže Natural, LAGRIS, 500 g, papírová krabice

- výrobce PODRAVKA – LAGRIS a.s., Dolní Lhota u Luhačovic
- země původu Itálie
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1738 kJ (415 kcal), 9,7 g bílkoviny, 85,4 g sacharidy, 3,3 g tuky, 429 mg fosfor (61 % DDD), 0,53 mg tiamin (48 % DDD)



*Obr. 12 Rýže Natural*

Rýže Sushi, LAGRIS, 500 g, papírová krabice

- výrobce PODRAVKA – LAGRIS a.s., Dolní Lhota u Luhačovic
- země původu Itálie
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1477 kJ (353 kcal), 0,54 g bílkoviny, 78,5 g sacharidy, 7,17 g tuky



*Obr. 13 Rýže Sushi*

Rýže Basmati, LAGRIS, 500 g, papírová krabice

- výrobce PODRAVKA – LAGRIS a.s., Dolní Lhota u Luhačovic
- země původu Indie
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1474 kJ (352 kcal), 7,0 g bílkoviny, 78,4 g sacharidy, 0,6 g tuky



*Obr. 14 Rýže Basmati*

Tradiční a netradiční cereálie:

Pšenice ozimá, PRO-BIO, 1 kg, PP sáček

- výrobce PRO-BIO, s.r.o., Staré Město p. Sn.
- země původu ČR
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1199 kJ (285 kcal), 12 g bílkoviny, 57 g sacharidy, 1,9 g tuky



*Obr. 15 Pšenice ozimá*

Špalda loupaná, PRO-BIO, 1 kg, PP sáček

- výrobce PRO-BIO, s.r.o., Staré Město p. Sn.
- země původu ČR
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1480 kJ (352 kcal), 18 g bílkoviny, 88 g sacharidy, 2,5 g tuky, 250 mg hořčík (83 % DDD), 4,3 mg niacin (24 % DDD), 0,8 mg tiamin (43 % DDD)



Obr. 16 Špalda loupaná

Špaldové kernotto, PRO-BIO, 500 g, PP sáček

- výrobce PRO-BIO, s.r.o., Staré Město p. Sn.
- země původu ČR
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1480 kJ (352 kcal), 16 g bílkoviny, 88 g sacharidy, 2,5 g tuky, 250 mg hořčík (83 % DDD), 4,3 mg niacin (24 % DDD), 0,8 mg tiamin (43 % DDD)





*Obr. 17 Špaldové kernotto*

Kamut, PRO-BIO, 500 g, PP sáček

- výrobce PRO-BIO, s.r.o., Staré Město p. Sn.
- země původu ČR
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1507 kJ (359 kcal), 19,8 g bílkoviny, 88,2 g sacharidy, 2,8 g tuky, 411 mg fosfor (51 % DDD), 153 mg hořčík (51 % DDD), 5,54 mg niacin (31 % DDD), 4,3 mg zinek (28 % DDD), 4,2 mg železo (30 % DDD), 0,45 mg tiamin (32 % DDD)



*Obr. 18 Kamut*

Grünkern, PRO-BIO, 300 g, PP sáček

- výrobce PRO-BIO, s.r.o., Staré Město p. Sn.
- země původu ČR
- nutriční hodnoty ve 100 g výrobku: 1382 kJ (329 kcal), 12,3 g bílkoviny, 82,5 g sacharidy, 3 g tuky



Obr. 19 Grünkern

Směsné mouky – pšeničná mouka T 530 a žitná mouka tmavá chlebová v poměru 90:10, 50:50, 10:90, Penam, 1 kg, papírový sáček

- výrobce Penam, a.s., Brno, mlýn Kroměříž
- země původu ČR
- nutriční hodnoty nebyly uvedeny výrobcem na obalu



Obr. 20 Pšeničná mouka T 530



Obr. 21 Žitná mouka tmavá chlebová

## 4.2 Použité chemikálie

Ke stanovení byly použity tyto chemikálie:

NDČ: neutrálně-detergentní činidlo obsahující disodnou sůl kyseliny etylendiamintetraoc-  
tové, tetraboritan sodný dekahydrát, hydrogenfosforečnan sodný a laurylsulfát sodný

NDR: neutrálně-detergentní roztok (ANKOM Technology)

aceton (Penta, dodavatel Ing. Petr Lukeš)

$\alpha$ -amyláza (ANKOM Technology)

$\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $0,1275 \text{ mol.dm}^{-3}$ ) - (dodavatel Ing. Petr Lukeš)

$\text{NaOH}$  ( $0,313 \text{ mol.dm}^{-3}$ ) - (Lach - Ner, s.r.o, Neratovice)

siřičitan sodný (Lach - Ner, s.r.o, Neratovice)

triethylenglykol (ANKOM Technology)

redestilovaná voda

### 4.3 Použité přístroje a pomůcky

analytické váhy AFA – 210 LC

laboratorní sušárna Venticell, BMT a.s., MMM-Group

elektrická muflová pec VEB ELEKTRO BAD FRANKENHAUSEN

ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer, ANKOM Technology, New York

tavička PENTA

exsikátor

mixér MR 6560 MCA

sáčky Ankom fiber, F 57

filtrační papír

hliníkové misky

porcelánové kelímky

běžné laboratorní pomůcky a sklo

#### 4.4 Postup práce

Před vlastním stanovením byly vzorky rozmělněny v mixéru na částice přibližně stejné velikosti tak, aby byl získán homogenní vzorek. U těchto vzorků byl stanoven obsah vlhkosti a sušiny, popele, neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny pomocí přístroje ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer.

#### 4.5 Stanovení vlhkosti a sušiny

Za vlhkost se pokládají látky těkající za podmínek metody. Pevný zbytek vzorku je označován jako sušina.

Smyslové, fyzikální a chemické požadavky na jakost mlýnských obilných výrobků jsou uvedeny ve Vyhlášce MZ č. 268/2006 Sb. (účinnost od 1. 7. 2006). Vlhkost mouk ze všech druhů obilovin smí být nejvýše 15 % [50].

Do hliníkové misky předem vysušené při 105 °C byl navážen na analytických vahách 1 g vzorku. Vzorek byl rozprostřen do stejnoměrné vrstvy a byl sušen v sušárně o teplotě 105 °C do konstantního úbytku hmotnosti [51]. Po vychladnutí v exsikátoru byla miska zvážena na analytických vahách s přesností na 0,0001 g.

Obsah vlhkosti v % byl vypočten pomocí vzorce:

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

kde  $m_0$  je hmotnost vysušené prázdné misky v g,

$m_1$  je hmotnost misky s navázkou vzorku před vysušením v g,

$m_2$  je hmotnost misky se vzorkem po vysušení v g.

Sušina v % byla vypočtena pomocí vztahu:

$$S = 100 - V$$

#### 4.6 Stanovení popele

Pod pojmem popelovina se rozumí zpravidla obsah minerálních látek přenesených do mouky zrna, a to převážně z jeho obalových částí. Jsou to především draselné, sodné, vápenaté a hořečnaté soli fosforečnanů, hydrogenfosforečnanů, dihydrogenfosforečnanů, síranů, uhličitanů, chloridů a křemičitanů.

Do porcelánového kelímku předem vyžíhaného při 550 °C byl navážen na analytických vahách 1 g vzorku. Vzorek byl vložen do elektrické pece a žíhám při teplotě 550 °C po dobu 5,5 hodiny [52]. Po vychladnutí v exsikátoru byl kelímek zvážen na analytických vahách s přesností na 0,0001 g.

Obsah popele v % byl vypočten podle vztahu:

$$X = \frac{(m_a - m_b)}{m_c - m_b} \cdot 100,$$

kde  $m_a$  je hmotnost porcelánového kelímku s popelem v g,

$m_b$  je hmotnost prázdného kelímku v g,

$m_c$  je hmotnost kelímku s navážkou vzorku před vyžíháním v g.

Obsah popele v sušině vzorku v % byl vypočten podle vzorce:

$$P = \frac{X \cdot 100}{S},$$

kde S je sušina vzorku v %.

#### 4.7 Stanovení neutrálně-detergentní vlákniny (NDF)

Neutrálně-detergentní vláknina je nerozpustná frakce vlákniny, která je složena z celulózy, hemicelulózy a ligninu, která byla získaná po mírné hydrolýze v neutrálním roztoku detergentu laurylsulfátu sodného. Tzv. rozpustná vláknina uniká při tomto stanovení do inkubačního roztoku. Stanovení bylo provedeno na přístroji ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer.

Byla provedena příprava neutrálně-detergentního činidla (NDC): 120 g činidla + 20 ml trietylglykolu do 2 l (pH = 6,9 – 7,1) a neutrálně-detergentního roztoku (NDR): do 2 l NDC bylo přidáno 20 g siřičitanu sodného (0,5 g.50 ml<sup>-1</sup>) + 4 ml  $\alpha$ -amylázy.

Filtrační sáčky byly promyty v acetonu a poté nechány na vzduchu odvětrat. Sáčky byly poté popsány fixem na textil a zváženy (hmotnost  $m_1$ ). Do každého sáčku bylo naváženo 0,5 g vzorku s přesností 0,0001 g a sáčky byly zataveny (hmotnost  $m_2$ ). Jeden sáček byl ponechán prázdný – tzv. korekční sáček. Obsah sáčků byl před uložením do přístroje ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer rovnoměrně rozprostřen. Sáčky byly vloženy do nosiče (tři vzorky do jednoho oddílu). Do přístroje byl nalit neutrálně-detergentní roztok, bylo zapnuto míchání a topení (100 °C), přístroj byl uzavřen. Čas byl nastaven na 75 minut. Po této době bylo míchání a topení vypnuto a pomocí vypouštěcího ventilu byl roztok vypuštěn. Po otevření víka byl přístroj propláchnut 3x horkou vodou vždy se 4 ml  $\alpha$ -amylázy. Poslední proplach byl proveden studenou vodou k ochlazení přístroje a sáčků. Při každém proplachu bylo na 5 minut zapnuto i míchání. Poté byly sáčky vyjmuty, vysušeny s pomocí filtračního papíru a vloženy na 3 minuty do acetonu. Poté byly znovu vysušeny filtračním papírem a nechány odvětrat. Pak byly vloženy do sušárny o teplotě 105 °C na 4 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byly zváženy (hmotnost  $m_3$ ). Každý sáček byl poté vložen do předem zváženého porcelánového kelímku a žíhán při 550 °C 5,5 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byl porcelánový kelímeček zvážen. Byla zaznamenána hmotnost sáčku a vzorku po spálení, či-li hmotnost  $m_4$ .

Neutrálně-detergentní vláknina NDF v % byla vypočtena pomocí vztahu:

$$\text{NDF} = \frac{(m_3 - m_1 \cdot c_1) - (m_4 - m_1 \cdot c_2)}{m_2} \cdot 100,$$

$$\text{kde } c_1 = \frac{m_S}{m_1},$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1},$$

kde  $m_1$  je hmotnost prázdného sáčku v g,

$m_2$  je hmotnost navážky vzorku v g,

$m_3$  je hmotnost sáčku po vysušení v g,

$m_4$  je hmotnost popele v g,

$c_1$  je korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze,

$c_2$  je korekce hmotnosti sáčku po spálení,

$m_S$  je hmotnost vysušeného prázdného sáčku po hydrolýze,

$m_P$  je hmotnost popele prázdného sáčku.

## 4.8 Stanovení hrubé vlákniny (CF)

Hrubá vláknina je nerozpustná frakce vlákniny, která je složena z celulózy a ligninu. Pro její stanovení je použito slabé kyseliny a slabé zásady. Tzv. rozpustná vláknina uniká při tomto stanovení do inkubačního roztoku. Stanovení bylo provedeno na přístroji ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer.

Byla připravena  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $c = 0,1275 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ): 14,16 ml 96 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  do 2 l destilované vody a  $\text{NaOH}$  ( $c = 0,313 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ): 25 g  $\text{NaOH}$  do 2 l destilované vody.

Filtrační sáčky byly promyty v acetonu a poté nechány na vzduchu odvětrat. Sáčky byly poté popsány fixem na textil a zváženy (hmotnost  $m_1$ ). Do každého sáčku byl navážen 1 g vzorku s přesností na 0,0001 g a sáčky byly zataveny (hmotnost  $m_2$ ). Jeden sáček byl ponechán prázdný – tzv. korekční sáček. Obsah sáčků byl před uložením do přístroje ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer rovnoměrně rozprostřen. Sáčky byly vloženy do nosiče (tři vzorky do jednoho oddílu). Do přístroje byla nalita  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $c = 0,1275 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ), bylo zapnuto míchání a topení ( $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ), přístroj byl uzavřen. Čas byl nastaven na 45 minut. Po této době bylo vypnuto míchání a topení a pomocí vypouštěcího ventilu byla kyselina vypuštěna. Po otevření víka byl obsah přístroje i se vzorky propláchnut 3x horkou vodou. Pak byl do přístroje nalit  $\text{NaOH}$  ( $c = 0,313 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ), bylo zapnuto míchání a topení. Čas byl nastaven opět na 45 minut. Po této době bylo vypnuto míchání a topení a pomocí vypouštěcího ventilu byl hydroxid vypuštěn. Po otevření víka byl přístroj propláchnut 3x horkou vodou. Poslední proplach byl proveden studenou vodou k ochlazení přístroje a sáčků. Po každém naplnění analyzátoru bylo na 5 minut zapnuto míchání. Poté byly sáčky vyjmuty, vysušeny pomocí filtračního papíru a vloženy na 3 minuty do acetonu. Poté znovu vysušeny filtračním papírem a nechány odvětrat. Sáčky byly po této době vloženy do sušárny o teplotě  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  na 4 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byly zváženy (hmotnost  $m_3$ ) a každý sáček byl vložen do předem zváženého porcelánového kelímku a žíhán při  $550 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 5,5 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byl porcelánový kelímek zvážen a byla zaznamenána hmotnost spáleného obsahu (hmotnost  $m_4$ ).



Hrubá vláknina CF v % byla vypočtena pomocí vztahu:

$$CF = \frac{(m_3 - m_1 \cdot c_1) - (m_4 - m_1 \cdot c_2)}{m_2} \cdot 100,$$

$$\text{kde } c_1 = \frac{m_S}{m_1},$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1},$$

kde  $m_1$  je hmotnost prázdného sáčku v g,

$m_2$  je hmotnost navážky vzorku v g,

$m_3$  je hmotnost sáčku po vysušení v g,

$m_4$  je hmotnost popele v g,

$c_1$  je korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze,

$c_2$  je korekce hmotnosti sáčku po spálení,

$m_S$  je hmotnost vysušeného prázdného sáčku po hydrolýze,

$m_P$  je hmotnost popele prázdného sáčku.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Stanovení vlhkosti a sušiny

Vlhkost a sušina byly stanoveny v jednom vzorku 5x, v následující tabulce 4 jsou znázorněny získané výsledky.

Tab. 4 Obsah sušiny a vlhkosti v jednotlivých vzorcích

Vzorek	Sušina v % $\pm$ S.D.	Vlhkost v % $\pm$ S.D.
Rýže Natural	88,70 $\pm$ 0,12	11,30 $\pm$ 0,12
Rýže Sushi	88,29 $\pm$ 0,09	11,71 $\pm$ 0,09
Dlouhozrnná rýže	88,27 $\pm$ 0,09	11,73 $\pm$ 0,09
Kulatozrnná rýže	88,26 $\pm$ 0,17	11,74 $\pm$ 0,17
Rýže Basmati	88,23 $\pm$ 0,04	11,77 $\pm$ 0,04
Parboiled s indiánskou rýží	87,84 $\pm$ 0,07	12,16 $\pm$ 0,07
Rýže Parboiled	87,80 $\pm$ 0,02	12,20 $\pm$ 0,02
Pšenice ozimá	87,01 $\pm$ 0,10	12,99 $\pm$ 0,10
Pšeničná, žitná mouka (90:10)	87,31 $\pm$ 0,09	12,69 $\pm$ 0,09
Pšeničná, žitná mouka (50:50)	87,35 $\pm$ 0,10	12,65 $\pm$ 0,10
Pšeničná, žitná mouka (10:90)	87,38 $\pm$ 0,08	12,62 $\pm$ 0,08
Špalda loupaná	87,59 $\pm$ 0,08	12,41 $\pm$ 0,08
Špaldové kernotto	87,71 $\pm$ 0,09	12,29 $\pm$ 0,09
Kamut	89,85 $\pm$ 0,09	10,15 $\pm$ 0,09
Grünkern	90,44 $\pm$ 0,05	9,56 $\pm$ 0,05

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr z pěti stanovení  $\pm$  směrodatná odchylka (S.D.)

Obsah vlhkosti v jednotlivých vzorcích rýže vyšel od 11,30 % (rýže Natural) do 12,20 % (rýže Parboiled). Po vymláčení obilek se rýže suší na vlhkost 14 %. Dále se provádí dosoušení na optimální vlhkost zrna 12,5 %, aby nedošlo ke ztrátě kvality zrna při uskladnění.

Obecně se ale uvádí, že vlhkost rýže má být 11 – 15 % [53]. Naměřené hodnoty u všech analyzovaných druhů rýže vyšly v normě.

Nejvyšší obsah vlhkosti u tradičních druhů cereálií byl zjištěn ve vzorku pšenice ozimé, a to 12,99 %. Následovaly směsné mouky pšeničná, žitná v poměru 90:10 (12,69 %), 50:50 (12,65 %) a 10:90 (12,62 %). Z netradičních druhů cereálií měla nejvyšší vlhkost špalda loupaná (12,41 %), následovaly špaldové kroupy - špaldové kernotto (12,29 %) a kamut (10,15 %). Nejnižší vlhkost byla zaznamenána u vzorku pšenice grünkern, a to 9,56 %. Tak nízkou vlhkost lze u zrna grünkern připisovat speciální úpravě, kdy se zrno sklizené v mléčné zralosti restuje nad ohněm z bukového dřeva.

Podle přílohy č. 2 vyhlášky 268/2006 Sb., která definuje smyslovou, fyzikální a chemickou jakost mouk ze všech druhů obilovin, je maximální přípustná hodnota vlhkosti 15 %. Všechny analyzované vzorky tento požadavek splnily.

## 5.2 Stanovení popele

Obsah popele byl stanoven v jednom vzorku 5x, v následující tabulce 5 jsou znázorněny získané výsledky.

*Tab. 5 Obsah popele v jednotlivých vzorcích*

Vzorek	Popel v % ± S.D.
Dlouhozrnná rýže	0,46 ± 0,00
Kulatozrnná rýže	0,49 ± 0,04
Rýže Basmati	0,50 ± 0,01
Rýže Sushi	0,64 ± 0,08
Rýže Parboiled	0,87 ± 0,02
Parboiled s indiánskou rýží	0,89 ± 0,02
Rýže Natural	1,58 ± 0,01
Pšeničná, žitná mouka (90:10)	1,59 ± 0,15
Špaldové kernotto	1,60 ± 0,02
Pšeničná, žitná mouka (50:50)	1,61 ± 0,01

Pšeničná, žitná mouka (10:90)	1,62 ± 0,02
Kamut	1,62 ± 0,01
Pšenice ozimá	1,71 ± 0,03
Špalda loupaná	1,73 ± 0,03
Grünkern	1,80 ± 0,00

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr z pěti stanovení ± směrodatná odchylka (S.D.)

Vysoký obsah popele byl naměřen u vzorku rýže Natural, a to 1,58 %. Následoval vzorek Parboiled s indiánskou rýží (0,89 %), rýže Parboiled (0,87 %), rýže Sushi (0,64 %), rýže Basmati (0,50 %), kulatozrné rýže (0,49 %). Nejnižší obsah popele byl zjištěn u vzorku dlouhozrné rýže, a to 0,46 %.

Za popel jsou považovány minerální látky z obalových vrstev obilného zrna, proto byl nejvyšší obsah těchto látek zjištěn u rýže Natural, která je pololoupaná a je zbavena pouze vrchní slupky. Vyšší obsah popele se vyskytoval i u rýže Parboiled, která byla obohacena o indiánskou rýží, taktéž bohatou na obalové vrstvy.

Obsah popele v jednotlivých vzorcích tradičních a netradičních druhů obilovin vyšel od 1,80 % (špalda grünkern) do 1,59 % (směsná mouka pšeničná, žitná v poměru 90:10). Pšenice špalda má ve srovnání s pšenicí setou vyšší obsah popele. Nižší obsah popele u vzorků ze špaldy byl zjištěn u špaldového kernotta (1,60 %), to je dáno procesem přípravy, kdy se zrno špaldy brousí a zbavuje tak tvrdých obalových vrstev. Taktéž zrno žita má vyšší obsah popele než zrno běžné pšenice.

Obsah popele u obilovin je uváděn od 0,4 do 1,8 %. Zjištěný obsah popele u všech vzorků odpovídá těmto hodnotám [54].

### 5.3 Stanovení neutrálně-detergentní (NDF) a hrubé vlákniny (CF)

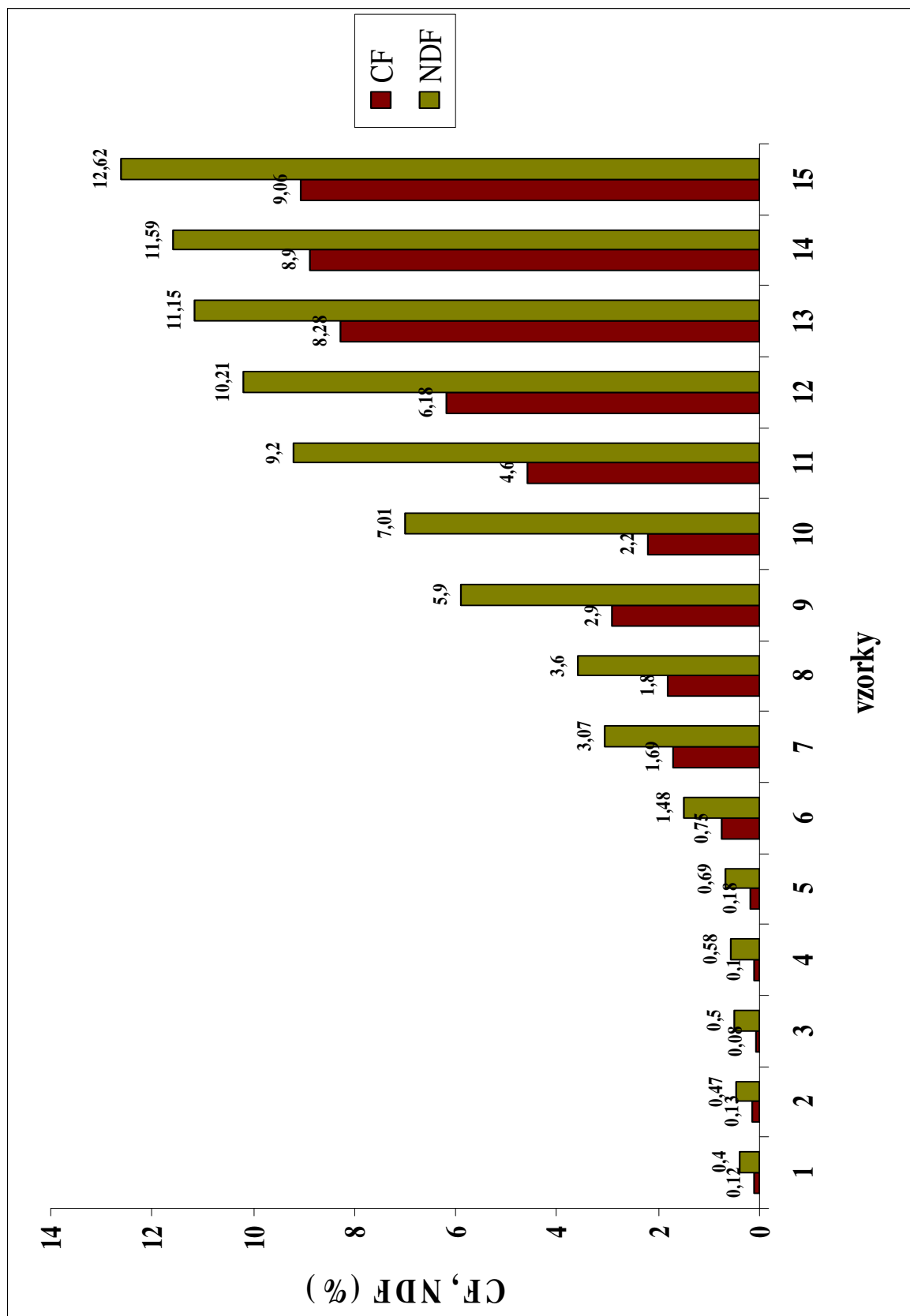
Obsah neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny byl stanoven v jednom vzorku 3x, v následující tabulce 6 jsou znázorněny získané výsledky.

Tab. 6 Obsah neutrálně-detergentní (NDF) a hrubé vlákniny (CF) v jednotlivých vzorcích

č.	Vzorek	NDF v % ± S.D.	CF v % ± S.D.
1	Dlouhozrnná rýže	0,40 ± 0,03	0,12 ± 0,10
2	Kulatozrnná rýže	0,47 ± 0,12	0,13 ± 0,04
3	Rýže Basmati	0,50 ± 0,08	0,08 ± 0,01
4	Rýže Sushi	0,58 ± 0,07	0,10 ± 0,05
5	Rýže Parboiled	0,69 ± 0,01	0,18 ± 0,17
6	Parboiled s indiánskou rýží	1,48 ± 0,03	0,75 ± 0,02
7	Rýže Natural	3,07 ± 0,13	1,69 ± 0,03
8	Pšeničná, žitná mouka (90:10)	3,60 ± 0,06	1,80 ± 0,12
9	Špaldové kernotto	5,90 ± 0,02	2,90 ± 0,04
10	Pšeničná, žitná mouka (50:50)	7,01 ± 0,16	2,20 ± 0,06
11	Pšeničná, žitná mouka (10:90)	9,20 ± 0,02	4,60 ± 0,70
12	Kamut	10,21 ± 0,07	6,18 ± 0,03
13	Pšenice ozimá	11,15 ± 0,03	8,28 ± 0,14
14	Špalda loupaná	11,59 ± 0,05	8,90 ± 0,03
15	Grünkern	12,62 ± 0,01	9,06 ± 0,02

Pozn.: Výsledky jsou uvedeny jako průměr ze třech stanovení ± směrodatná odchylka (S.D.)

Následující graf (Obr. 22) znázorňuje obsah neutrálně-detergentní ( NDF) a hrubé vlákniny (CF) v jednotlivých vzorcích.



Obr. 22 Obsah neutrálně-detergentní (NDF) a hrubé vlákniny (CF) ve vzorcích

Hodnota neutrálně-detergentní vlákniny ve vzorcích rýže byla nejvyšší u rýže Natural, a to 3,07 %, jejíž zrna jsou zbavena pouze povrchové obalové vrstvy, další jsou zachovány. Následovala rýže Parboiled s indiánskou rýží (1,48 %), rýže Parboiled (0,69 %), rýže Sushi (0,58 %). Nízký obsah NDF byl naměřen u rýže Basmati (0,50 %), kulatozrné rýže (0,47 %) a dlouhozrné rýže (0,40 %). Zrna této rýže jsou při vlastním zpracování zbavena všech částí oplodí a osemení a částečně i klíčku, jsou proto chudá na obalové vrstvy, tedy i na vlákninu.

Nejvyšší obsah neutrálně-detergentní vlákniny u tradičních a netradičních druhů cereálií vykazoval vzorek špaldy grünkern, a to 12,62 %. Vysoký obsah NDF byl zjištěn proto, že je zrno grünkern bohaté na obalové vrstvy. Následovala špalda loupaná (11,59 %), pšenice ozimá (11,15 %), kamut (10,21 %), směsná mouka pšeničná, žitná v poměru 10:90 (9,20 %) a 50:50 (7,01 %), špaldové kernotto (5,90 %). Nižší obsah neutrálně-detergentní vlákniny u špaldového kernotta je způsoben jeho přípravou, kdy se pšenice špalda brousí a tak se z ní odstraňují obalové vrstvy, na které je vláknina bohatá. Nejnižší obsah neutrálně-detergentní vlákniny byl naměřen u směsné mouky pšeničná, žitná v poměru 90:10, a to 3,60 %. Při zpracování pšeničné mouky hladké světlé se ze zrna pšenice odstraňují veškeré obalové vrstvy.

Nejvyšší hodnota hrubé vlákniny ve vzorcích rýže byla naměřena u rýže Natural, a to 1,69 %. Nejnižší obsah hrubé vlákniny byl zjištěn u rýže Basmati, a to 0,08 %. U tradičních a netradičních druhů cereálií vykazoval nejvyšší obsah hrubé vlákniny vzorek špaldy grünkern, a to 9,06 %. Nejnižší hodnotu (1,80 %) směsná mouka pšeničná, žitná v poměru 90:10.

Hodnoty NDF, které vyjadřují celkovou vlákninu (vedle nerozpustných součástí jsou stanoveny i částečně rozpustné hemicelulózy), by měl být vyšší než u CF (představující lignocelulózový komplex). Tento předpoklad byl splněn u všech vzorků. Obsah CF byl v analyzovaných vzorcích nižší oproti obsahu NDF vždy asi o 1/3.

## ZÁVĚR

V ČR 98 % populace přijímá denně méně než 25 % vlákniny, tedy méně než je doporučená denní dávka. Nedostatečný příjem vlákniny ve stravě zvyšuje krevní hladinu LDL cholesterolu, zvyšuje postprandiální krevní glukózu, prodlužuje dobu průchodu střevy, zvyšuje hladinu krevního inzulinu. Proto je nutné zařadit do jídelníčku potraviny bohaté na vlákninu a tak předcházet vzniku těchto chorob.

Tato diplomová práce shrnuje poznatky o tradičních a netradičních druzích obilovin, definuje vlákninu a zabývá se jejím složením, vlastnostmi, fyziologickými účinky a metodami stanovení.

Zjištění obsahu vlákniny patří k základním ukazatelům, které musí být stanoveny pro vytvoření nutriční hodnoty potravin. Výsledky stanovení potvrdily, že zejména netradiční druhy cereálií (grünkern, pšenice špalda, kamut) jsou významným zdrojem vlákniny potravy, pro svou přítomnost obalových vrstev, které jsou na vlákninu bohaté.

Vláknina potravy ve vzorcích byla stanovena na přístroji ANKOM<sup>220</sup> Fiber Analyzer jako neutrálně-detergentní (NDF) a hrubá vláknina (CF). Při stanovení CF byl gravimetricky stanoven nehydrolyzovaný zbytek, který představuje lignocelulózový komplex a hydrolýza je provedena slabou kyselinou a slabou zásadou. Pro stanovení NDF byla hydrolýza vzorků provedena neutrálně-detergentním roztokem laurylsulfátem sodným a nehydrolyzovaný zbytek (celulóza, hemicelulóza a lignin) byl stanoven gravimetricky. Hodnoty NDF, které vyjadřují celkovou vlákninu (vedle nerozpustných součástí jsou stanoveny i částečně rozpustné hemicelulózy), by měl být vyšší než u CF. Tento předpoklad byl splněn u všech analyzovaných vzorků.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ŠAŠKOVÁ, D., ŠTOLFA, V. *Trávy a obilí*. Praha: Arantia/Granit, 1993. 64 s. ISBN 80-85805-03-0.
- [2] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I*. Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-530-7.
- [3] KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. Brno: MZLU. ISBN 978-80-7157-811-6.
- [4] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. Zlín: UTB, 2005. 178 s. ISBN 80-7318-372-2.
- [5] <http://www.nutrice.cz/druhy-potravin/obiloviny/> [on-line, 4.2.2011].
- [6] JABLONSKÝ, I. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 96 s. ISBN 80-247-1114-1.
- [7] SKOUPIL, J., MÜLLEROVÁ, M., ŠTROBACH, J. *Zpracování mouky*. Praha: NTL, 1981
- [8] GRUNDAS, S. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. Vol.10, Oxford: Academic Press, 2003. 6130-6146 p.
- [9] PELIKÁN, M. Stručná charakteristika a užití jednotlivých obilovin. *Potravinářská revue*, 2005, č. 1.
- [10] PETR, J., LOUDA, F. *Produkce potravinářských surovin*. Praha: VŠCHT, 1998. 213 s. ISBN 80-7080-332-0.
- [11] PETR, J., MLČÁK, J., ŠKEŘÍK, J. Stability of Yield Potential of Winter Wheat in Ecological Agriculture. *Scientia agriculture Bohemica*, č. 2, 2009, 53-57 s.
- [12] *World Grain*, 22, 2004, č. 5, 20-23 p. Dostupné z [www](http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=31478&ids=421):  
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=31478&ids=421>  
[on-line, 4.3.2011].
- [13] SKOUPIL, J. *Suroviny pro učební obor Pekař, Pekařka*. Praha: SNTL, 1989.

- ISBN 80-03-00019.
- [14] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží*. Zlín: UTB, 2002. ISBN 80-7318-092-8.
- [15] PETR, J., LOUDA, F. *Produkce potravinářských surovin*. Praha: VŠCHT, 1998. ISBN 80-7080-332-0.
- [16] *World Grain*, 2009, č. 9, 58-61 p. Dostupné z www:  
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?typ=1&val=95719> [on-line, 18.2.2011].
- [17] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny*. Brno: VFU, 2006. 41 s.
- [18] Lucisano, M., Mariotti, M., Pagani, M. A., Bottega, G., Fongaro, L. Cooking and textural properties of some traditional and aromatic rice cultivars. *Cereal Chemistry*, 86, 2009, č. 5, 542-548 p.
- [19] McKEE, L. H., LATNER, T. A. Underutilized sources of dietary fiber. *Plants Food for Human Nutrition*, 2000, 55, 285-304 p.
- [20] [http://www.agronavigator.cz/inf\\_pult.asp?ids=0&zobraz=1&id\\_dotazu=5822](http://www.agronavigator.cz/inf_pult.asp?ids=0&zobraz=1&id_dotazu=5822)  
[on-line, 14.2.2011].
- [21] SACKS, G. *Gastronomica*. 5, (4). 2005, 95-98 p., ISSN 1529-3262.
- [22] Anonymous. *TecnicaMolitoria*. 51, (12). 2000, 1303-1306 p., ISSN 0040-1862.
- [23] <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92237> [on-line, 18.3.2011].
- [24] PUUMALAINEN, T., NYKOPP, H., TUORILA, H. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. Vol. 35, Iss. 6. 2002, 549-553 p., ISSN 0023-6438.
- [25] *Mühle und Mischfutter*, 147, 2010, č. 3, 82-83 p.
- [26] PUUMALAINEN, T., NYKOPP, H., TUORILA, H. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. Vol. 35, Iss. 6. 2002, 555-557 p., ISSN 0023-6438.
- [27] <http://everything2.com/title/Grunkern> [on-line, 18.3.2011].
- [28] Úřední věstník ES, OJ L 285, 29.10.2008, 9 s.
- [29] BENEŠOVÁ, L. a kolektiv *Potravinářství '91*. Praha: VÚPP, 1991.

- ISBN 80-85120-26-7.
- [30] BERÁNKOVÁ, J. Potřebná, ale stále deficitní vláknina. *Potravinářská Revue* 7, 2010, č. 1., 30-31 s.
- [31] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Trávení> [on-line, 21.2.2011].
- [32] BERÁNKOVÁ, J. Soudobý pohled na vlákninu potravy. *Výživa a potraviny*, 63, 2008, č.6, 160-162 s.
- [33] KOMÁREK, J., MRÁZEK, J., ŠRÁMEK, M. *Deriváty celulózy*. Praha: SNTL, 1966, ISBN 04-626-66.
- [34] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. Praha: SNTL, 1983, ISBN 04-815-83.
- [35] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-3-7.
- [36] ŘEHOŘ, J. *Organická chemie*. Praha: SZN, 1973. 645 s. ISBN 07-021-73.
- [37] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*. Brno, 2006. ISBN 80-7013-435-6.
- [38] PRUGAR, J. Funkční potraviny IX., Vláknina a jiné polysacharidy, *D-test časopis pro spotřebitele*. Praha, 2004. 26-28 s., ISSN 1210-731X.
- [39] *Food Technology*, 62, 2008, č. 2, 35-41 p. Dostupné z [www](http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=83773&ids=150):  
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=83773&ids=150>  
[on-line, 20.2.2011].
- [40] KOHOUT, P., CHOCENSKÁ, E. Průzkum příjmu vlákniny v České republice, *Výživa a potraviny*. 62, 2007, č. 5, 129 s.
- [41] *Milling and Baking, News*, 88, 2009, č. 15, 32 p. Dostupné z [www](http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=169&ch=13&typ=1&val=95623):  
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=169&ch=13&typ=1&val=95623>  
[on-line, 10.2.2011].
- [42] *Food Marketing & Technology*, 2007, 21, č. 5, 28-30 p. ISSN 0932-2744.

- [43] Grain-based foods shares outperform. *Milling and Baking News*, 88, 2009, č. 12, 10 p.
- [44] *Journal of Food Science*, 74, 2009, č. 6, 263-267 p. Dostupné z www: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?typ=1&val=96711> [on-line, 15.2.2011].
- [45] <http://www.nutraingredients.com/news/ng.asp?id=64119> [on-line, 20.2.2011].
- [46] LUTONSKÝ, P., PICHL, I. *Vláknina (chemické zloženie, metódy stanoveni, význam vo výžive)*. Bratislava: Príroda, 1983.
- [47] KOVÁČIKOVÁ, E., VOJTAŠÁKOVÁ, A., MOSNÁČKOVÁ, J., PASTOROVÁ, J., HOLČÍKOVÁ, K., SIMONOVÁ, E., KOŠICKÁ, M. *Vláknina v potravinách*. Bratislava: Výzkumný ústav potravinársky, 2003. 30 s. ISBN 80-89088-27-9.
- [48] ZAMRAZILOVÁ, E. *Vláknina potravy - význam ve výživě a v klinické medicíně*. Praha: Avicenum, 1989. 80 s. ISBN 08-092-89.
- [49] Megazyme International Ireland Ltd. *Total Dietary Fibre Assay Procedure*. Bray (IRELAND): Bray Business Park, 2007, 19 p.
- [50] SKOUPIL, J., LECJAKSOVÁ, Z. *Chemické kontrolní metody*. Praha: 1988, 280 s.
- [51] ČSN EN ISO 712 - *Obiloviny a výrobky z obilovin - Stanovení vlhkosti - Praktická referenční metoda*. Praha: ČNI, 2003. 12 s.
- [52] ČSN ISO 2171 - *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich - Stanovení obsahu popela spalováním*. Praha: ČNI, 2008. 16 s.
- [53] *Výživa a potraviny, Rýže - druhy rýže a její jakost*. 2008, č.63, r. 3, 76-79 s. ISSN: 1211-846X.
- [54] FLEURENCE, J. Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science & Technology*. 1999, 10, 25-28 p.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

DDD	Doporučená denní dávka
EU	Evropská Unie
Např.	Například
AMP	Adenosinmonofosfát
SD	Směrodatná odchylka
V	Vlhkost
S	Sušina
P	Popel
TDF	Celková vláknina
NDF	Neutrálně detergentní vláknina
CF	Hrubá vláknina
GI	Glykemický index
PP	Polypropylen
PE	Polyetylen
NDČ	Neutrálně-detergentní činidlo
NDR	Neutrálně-detergentní roztok

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Lineární řetěze celulózy stabilizovaný vodíkovými vazbami [35].....	22
Obr. 2 Základní struktura xyloglukanů hemicelulózového typu [35].....	23
Obr. 3 Základní struktura $\beta$ -glukanů [35].....	23
Obr. 4 Základní struktura arabinoxylanů obilovin [35].....	24
Obr. 5 Fenylypropanové stavební jednotky ligninu [35].....	24
Obr. 6 Základní struktura pektinů [35].....	25
Obr. 7 Základní struktura arabské gumy [35].....	27
Obr. 8 Kulatozrná rýže loupaná.....	36
Obr. 9 Dlouhozrná rýže loupaná.....	36
Obr. 10 Rýže Parboiled.....	37
Obr. 11 Parboiled s indiánskou rýží.....	37
Obr. 12 Rýže Natural.....	38
Obr. 13 Rýže Sushi.....	38
Obr. 14 Rýže Basmati.....	39
Obr. 15 Pšenice ozimá.....	39
Obr. 16 Špalda loupaná.....	40
Obr. 17 Špaldové kernotto.....	41
Obr. 18 Kamut.....	41
Obr. 19 Grünkern.....	42
Obr. 20 Pšeničná mouka T 530.....	42
Obr. 21 Žitná mouka tmavá chlebová.....	42
Obr. 22 Obsah neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny ve vzorcích.....	54

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Obsah složek v jednotlivých částech zrna pšenice v % [8].....	13
Tab. 2 Obsah proteinů a esenciálních aminokyselin v % ve starověkých druzích a pšenici seté [20].....	17
Tab. 3 Obsah pektinu v různých rostlinných materiálech (v % sušiny).....	26
Tab. 4 Obsah sušiny a vlhkosti v jednotlivých vzorcích.....	50
Tab. 5 Obsah popele v jednotlivých vzorcích.....	51
Tab. 6 Obsah neutrálně-detergentní a hrubé vlákniny v jednotlivých vzorcích.....	53