

Stanovení vlákniny v červené pšenici

Eliška Gurská

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eliška GURSKÁ**
Osobní číslo: **T09007**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Stanovení vlákniny v červené pšenici**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Stručně charakterizovat pšenici s bližším zaměřením na pšenici červenou, uvést chemické složení zrna (obilky).
2. Shrnout trávení základních živin (sacharidů, proteinů, lipidů), charakterizovat vlákninu.
3. Uvést principy analytických metod použitých v experimentální části.

II. Experimentální část

1. Vlastní stanovení vlákniny a sušiny v daných vzorcích červené pšenice, mouce a vločkách. Popsat metodiku stanovení.
2. Diskuze výsledků a formulace závěrů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. HRABĚ, J., O. ROP a I. HOZA. Technologie výroby potravin rostlinného původu. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: UTB Academia centrum Zlín, 2006. ISBN 80-7318-372-2
2. VELÍŠEK, J.: Chemie potravin 3. Tábor: Osis, 1999. ISBN 80-902391-5-3. 1. vydání.
3. Kadlec P., Melzoch, K., Voldřich, M., a kolektiv. Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin. Ostrava: KEY Publishing s.r.o., 2009. ISBN 978-80-7418-051-4
4. Francis, Frederick J. Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology. John Wiley & Sons, 1999. ISBN 978-0-471-19285-5. 2. vydání
5. ZHOU, K., HAO, J., GRIFFEY, C., CHUNG, H., O'KEEFE, F. S., CHEN, J. a S. HOGAN. Antioxidant Properties of Fusarium Head Blight-Resistant and Susceptible Soft Red Winter Wheat Grains Grown in Virginia. Journal of agricultural and food chemistry. 2007, VOL.55, 3729-3736.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

1. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 10. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



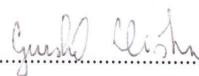

doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

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 11.5.2012


.....

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 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.

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

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

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). 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

Cílem bakalářské práce bylo stanovení vlákniny, vlhkosti a popele ve vzorcích připravených z pšenice červené. Součástí teoretické práce byla charakteristika, popis stavby a chemického složení pšenice obecné, zejména pak pšenice červené. Dále bylo shrnuto trávení základních živin, charakterizována vláknina a její účinky na člověka.

Klíčová slova: červená pšenice, vlhkost, popel, neutrálně-detergentní vláknina

ABSTRACT

Aim of this work was to determine the fiber, ash and moisture in samples prepared from red wheat. The work has also included characteristic description of the structure and chemical composition of wheat, especially red wheat. Furthermore, it was concluded digestion of essential nutrients, fiber was characterized and her effects on human.

Keywords: red wheat, moisture, ash, neutral-detergent fiber

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a připomínky, ale také za čas strávený nad touto prací. Také bych chtěla poděkovat rodině a všem blízkým, kteří mě za celou dobu studia podporovali.

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

OBSAH

OBSAH	8
ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PŠENICE	12
1.1 ZÁKLADNÍ DĚLENÍ PŠENICE	12
1.1.1 Rozdělení podle počtu chromozomů.....	12
1.1.2 Rozdělení podle barvy a osinatosti klasu	13
1.2 POPIS ZRNA	13
1.2.1 Endosperm.....	13
1.2.2 Klíček	14
1.2.3 Obalové vrstvy	14
1.3 VÝZNAMNÉ DRUHY PŠENICE V POTRAVINÁŘSTVÍ	15
1.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PŠENICE OBECNÉ.....	16
2 ČERVENÁ PŠENICE	17
2.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	17
2.1.1 Sacharidy.....	17
2.1.2 Bílkoviny.....	18
2.1.3 Lipidy	19
2.1.4 Minerální látky	19
2.1.5 Vitaminy.....	19
2.1.6 Biologicky významné látky.....	19
3 TRÁVENÍ ZÁKLADNÍCH ŽIVIN	21
3.1 SACHARIDY	21
3.2 PROTEINY	21
3.3 LIPIDY	22
3.4 VLÁKNINA.....	23
3.4.1 Specifikované složky vlákniny	24
4 PRINCIPY ANALYTICKÝCH METOD POUŽITÝCH V EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI	26
4.1.1 Stanovení popelovin.....	26
4.1.2 Stanovení sušiny a vlhkosti	26
4.1.3 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
5 METODIKA PRÁCE	29
5.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A POMŮCKY	29
5.1.1 Chemikálie	29
5.1.2 Použité přístroje a pomůcky.....	29
5.2 ANALYZOVANÉ VZORKY	30
5.2.1 Příprava vzorků mouky a vloček.....	31

5.3	STANOVENÍ POPELOVIN	31
5.4	STANOVENÍ SUŠINY	32
5.5	STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY	33
6	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	35
6.1	STANOVENÍ HMOTNOSTI TISÍCE ZRN	35
6.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELOVIN	35
6.3	STANOVENÍ SUŠINY A VLHKOSTI	36
6.4	STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY	37
	ZÁVĚR	40
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	42
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	45
	SEZNAM OBRÁZKŮ	46
	SEZNAM TABULEK.....	47

ÚVOD

Pšenice je jednou z nejpěstovanějších rostlin na světě. Její historie sahá až do devíti tisíc let před naším letopočtem do oblasti jihozápadní Asie. Prvenství v produkci pšenice má Čína, Indie a USA. Tato rostlina je důležitá pro člověka z hlediska výživy, neboť obsahuje bílkoviny, řadu minerálních látek, vitaminů, sacharidů a jiných nutričně významných látek. Pšenice má 20% podíl na denní energetické potřebě. Existují státy, kde je podíl vyšší, okolo 30 %. Patří sem země východní Evropy a Rusko. Obilka pšenice je zpracovávána celá. Pro výrobu mouk hladkých, polohrubých a hrubých je odstraňován klíček a obalové vrstvy. Tato mouka je chudá na vitaminy, minerální látky a nerozpustné a nestravitelné sacharidy, neboť ty jsou odstraňovány. Zpracovávají se i celozrnné mouky, které obsahují cenné obalové vrstvy. Jako vedlejší produkt pšenice jsou konzumovány také klíčky, které jsou nejbohatší na živiny. Ty se však z mouk musí odstraňovat, protože obsahují také lipidy, které způsobují žluknutí. Jsou známy různé druhy pšenice, které se od sebe liší barvou, počtem chromozomů, tvarem, velikostí atd. [1].

V USA (Severní a Jižní Dakota, Montana, Minnesota, Kansas, Oklahoma aj.) je hojně pěstována pšenice červená. Tento druh pšenice má barvu obilky červenou až do fialova, má vyšší obsah nutričních látek než pšenice obecná. Kvůli nižším výnosům není pěstována v takové míře jako jiné druhy pšenice. Podle nových výzkumů je odolnější vůči plísni hlavičkové, a to díky vyššímu obsahu antioxidantů, především přítomností flavonoidů, fenolových kyselin, kyseliny fytové, karotenoidů a tokoferolů [1].

Obsahem vlákniny se technologicky zpracované druhy pšenice liší. Čím větší stupeň vymletí, tím menší obsah vlákniny, která je nutričně pro výživu člověka nedůležitá, avšak má význam jako vláknina. Je dělena na rozpustnou a nerozpustnou. Nerozpustná část vlákniny působí jako prevence proti rakovině střev a rozpustná část je prebiotikem pro střevní mikroflóru [2].

Teoretická část práce popisuje základní charakteristiku a chemické složení pšenice s bližším zaměřením na červenou pšenici. Dále je popisováno trávení základních živin, především proteinů, sacharidů a lipidů. Také je zde charakterizována vláknina.

V praktické části byl stanoven obsah sušiny a popela ve vzorcích červené pšenice. Dále byla stanovena neutrálně detergentní vláknina ve vzorcích a to pomocí přístroje ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŠENICE

Pšenice patří mezi nejvýznamnější obiloviny ve výživě člověka. Botanicky se řadí do říše *Plantae* (rostliny), oddělení *Magnoliophyta* (rostliny krytosemenné), třída *Liliopsida* (rostliny jednoděložné), řád *Poales* (lipnicotvaré), čeleď *Poaceae* (lipnicovité) a rodu *Triticum*. Známo je přibližně 14 druhů pšenice, které se od sebe liší tvarem, velikostí, barvou, počty chromozomů, vlastnostmi na náročnost pěstování aj. Na uvedených 14 druhů je známo okolo 30 000 odrůd, avšak obchodní význam má jen asi tisíc z nich. Pro větší přehlednost je pšenice obecná dělena podle určitých vlastností do skupin, které jsou popsány níže [3,4,5].

1.1 Základní dělení pšenice

1.1.1 Rozdělení podle počtu chromozomů

Do skupiny diploidní, s celkovým počtem 14 chromozomů patří tyto druhy [5]:

- Pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum*)
- Pšenice jednozrnka (*Triticum monoccocum* L.)

Do skupiny tetraploidní, s celkovým počtem 28 chromozomů patří [5]:

- Pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoccum*)
- Pšenice Timofejevova (*Triticum timopheevi*)
- Pšenice tvrdá (*Triticum durum*)
- Pšenice perská (*Triticum carthlicum*)
- Pšenice naduřelá (*Triticum turgidum*)
- Pšenice polská (*Triticum polonicum*).

Do skupiny hexaploidní, s celkovým počtem 42 chromozomů patří tyto druhy [5]:

- Pšenice setá (*Triticum aestivum*)
- Pšenice indická (*Triticum spharecocum*)
- Pšenice shloučená (*Triticum compactum*)
- Pšenice špalda (*Triticum spelta*)
- Pšenice macha (*Triticum macha*).

Ve výše uvedené diploidní skupině její zástupci nemají příliš velký pěstitelský význam. Avšak z tetraploidní skupiny vyniká zástupce pšenice tvrdé, a to díky zvýšenému obsahu bílkovin. Pozadu není ani pšenice Timofejevova, ale také pšenice naduřelá a polská se na

trhu poměrně hodně vyskytují. Nejvýznamnější skupinou jsou hexaploidní, kde nejvíce pěstitelsky rozšířená je pšenice setá [5,6].

1.1.2 Rozdělení podle barvy a osinatosti klasu

- Pšenice bílá bezosinná (*Triticum aestivum* var. *lutescens*)
- Pšenice červená bezosinná (*Triticum aestivum* var. *milturum*)
- Pšenice červená osinatá (*Triticum aestivum* var. *ferrugineum*)
- Pšenice bílá osinatá (*Triticum aestivum* var. *erythrosperrum*)

Rozdíl v barvě a osinatosti klasu je patrný na obrázku 1 a 2.



Obr. 1 Pšenice bílá bezosinná [5]



Obr. 2 Pšenice červená osinatá [5]

1.2 Popis zrna

Zrno je z hlediska morfologického podobné u všech obilovin. Skládá se ze tří základních částí, které se nazývají endosperm, klíček a obalová vrstva. Hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna je rozdílný u různých druhů obilovin. Podílejí se na něm vnitřní a vnější faktory jako např. odrůda, půda, klimatické podmínky, hnojení, agrotechnika aj. [7].

1.2.1 Endosperm

Tvoří 84 až 86 % hmotnosti zrna, je tvořen velkými hranolovitými buňkami a obsahuje především škrob a bílkoviny. Zajišťuje výživu zárodku, po zpracování tvoří poměrně podstatnou složku konečného výrobku. Díky svému složení je pro nás z pohledu výživy velmi

důležitým zdrojem energie a bílkovin. Od obalové vrstvy je oddělen aleuronovými buňkami, které obsahují bílkoviny, minerální látky, tuky a vitaminy [7].

1.2.2 Klíček

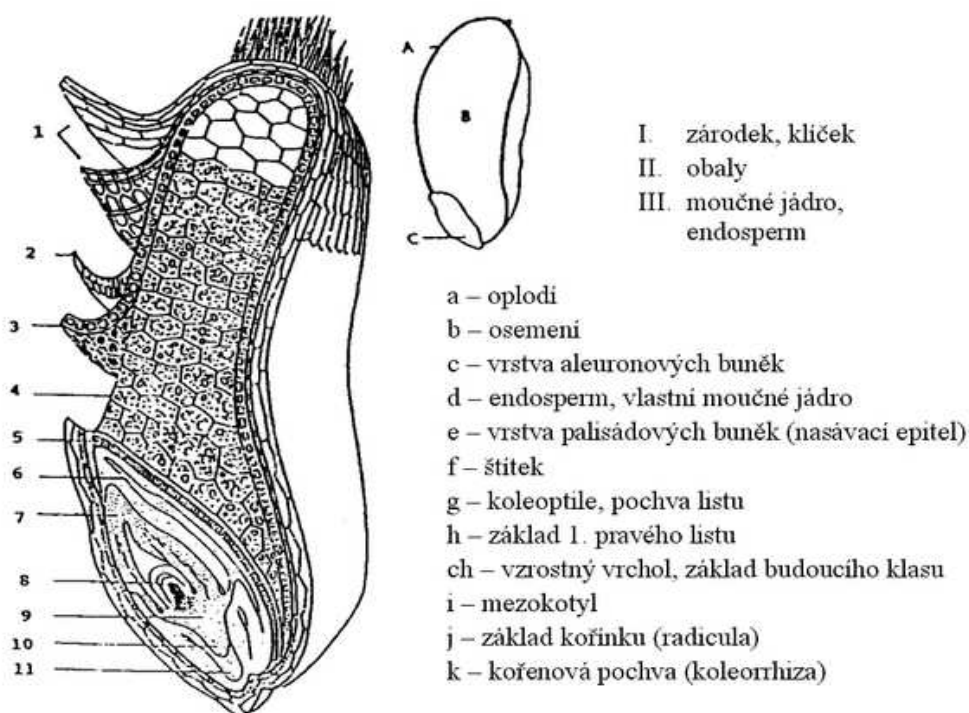
Klíček tvoří u obilky pšenice pouze 3 % hmotnosti, tudíž je to nejmenší část z celého zrna, avšak nejbohatší na živiny. Klíček obsahuje kromě jednoduchých sacharidů také bílkoviny, aminokyseliny, vitaminy rozpustné ve vodě (nejvíce vitamin B₁) a také poměrně hodně vitamínu E. Jsou zde také obsaženy lipidy (acylglyceroly a fosfolipidy), proto jsou klíčky u mletí odstraňovány, aby mouka neměla nevhodné sensorické vlastnosti, především žluklou chuť. Pro výše uvedené složení jsou klíčky velmi vyhledávaným doplňkem stravy. Klíček slouží jako zárodek nové rostliny (rostlinných pletiv a obilky), které musí být v době příznivých podmínek připravené k vyklíčení. Od endospermu je oddělen štítkem, který obsahuje až 33 % bílkovin [7,8].

1.2.3 Obalové vrstvy

Tvoří přibližně 8 až 14 % hmotnosti zrna. Jsou tvořeny několika vrstvami buněk, které chrání endosperm a klíček před vysycháním a mechanickým poškozením, jsou bohaté na vlákninu a minerální látky. Skládají se z oplodí a osemení. Oplodí (pericarp) je tvořeno pokožkou (epidermis), buňkami podélnými (epicarp), buňkami příčnými (mesocarp) a buňkami hadicovými (endocarp). Osemení (perisperm) je tvořeno vrstvou barevnou a hyalinní (skelnou) [7,9].

Tabulka 1 Zastoupení jednotlivých složek v pšeničném zrně [4]

Složky (%)	Oplodí	Aleuronová vrstva	Endosperm	Klíček
hmotnost celého zrna	9	8	80,0	3
popeloviny	3	16	0,5	5
bílkoviny	5	18	10,0	26
tuky	1	9	1,0	10
vláknina	21	7	> 0,5	3



Obr. 3 Popis zrna pšenice [5]

1.3 Významné druhy pšenice v potravinářství

Pro potravinářské účely jsou nejčastěji používány pšenice rodu *Triticum aestivum* L. a *Triticum durum*. *Triticum aestivum* L. je používána pro pekárenskou a pečivářskou výrobu. Podle použití je dělena na tvrdou a měkkou (záleží to na kvalitě pšeničné bílkoviny). Tvrdá pšenice je pro pekárenskou výrobu kvalitnější a to především pro kynuté výrobky (má silný lepek). Avšak pro výrobu trvanlivého pečiva je používána odrůda pšenice, která má slabý lepek. *Triticum durum* je používána hlavně pro výrobu těstovin, neboť její bílkoviny zajišťují vhodné vlastnosti těsta. Je pevné, tuhé a tažné [10].

Dalším, sice méně známým druhem, je kamut. Je to jeden z nejstarších druhů obilovin na světě. Představuje vhodnou alternativu u pekárenských výrobků, při jejichž výrobě se používá běžná pšenice. Je vhodný pro lidi, kteří jsou přecitlivělí na běžnou pšenici, neboť je dobře stravitelný. Neprošel procesem moderního šlechtění, tak si zachoval své původní vlastnosti. Oproti pšenici má kamut dvojnásobně větší zrna, mimořádně vysoký obsah selenu, nenasycených mastných kyselin, zinku, hořčíku a vitamínu E [11,12].

Významným druhem je i pšenice špalda. Zrno obsahuje více bílkovin, lipidů, minerálních látek, vitaminů, ale také esenciálních aminokyselin než pšenice obecná. Obsah lepku je také vyšší, ale horší kvality. Můžeme ji nalézt v těstovinách a müsli. Je i více odolná proti škůdcům a chorobám [13].

1.4 Chemické složení pšenice obecné

Z hlediska technologického jsou významnými látkami obsaženými v pšenici hlavně bílkoviny a polysacharidy. Polysacharidy jsou děleny na škrob a na skupinu neškrobových polysacharidů. Škrob tvoří 62 až 73 % sušiny obilky. Neškrobovými polysacharidy se rozumí monosacharidy (pentózy, hexózy) a oligosacharidy. Ty jsou však obsaženy jen v malém množství od 0,12 po 2,46 %, a to nejvíce v klíčku a endospermu. Bílkoviny tvoří 9 až 13 % sušiny obilky. Pšeničné prolaminy a gluteliny bobtnají pouze omezeně. Za současného vložení mechanické energie a přístupu vzdušného kyslíku tvoří pevný gel, také nazývaný jako lepek. Na kvalitě lepku závisí použití určitých druhů mouk. Další látkou jsou lipidy, které nejsou z hlediska technologického příliš významné. Jsou obsaženy v klíčku. Průměrně jsou v pšenici obsaženy do 2 %. Z vitaminů je nejvíce obsažen tiamin (B_1), niacin (B_3), ale také riboflavin (B_2) a pyridoxin (B_6). Dva poslední zmiňované se vyskytují v menším množství. Minerální látky jsou obsaženy v obalových vrstvách a je zde nejvíce zastoupen draslík, fosfor, hořčík, železo. Průměrný obsah v pšenici je 1,6 %. Vlákna je také významná látka, nikoliv z hlediska technologického, ale je důležitá pro člověka ze zdravotního hlediska a v oblasti prevence před nemocemi. V pšenici obecné je obsažena do 12,2 % [4,14].

2 ČERVENÁ PŠENICE

Červená pšenice pochází z východní Afriky, byla objevena v roce 1872 v dnešní Etiopii, na pobřeží Rudého moře. Je to původní druh obilovin. Delší dobu nebyla téměř šlechtěna, ale dnes je opět pěstována po celém světě, ačkoliv má nižší výnosy (až o 20 %). Její výhoda je v odolnosti především vůči plísni hlavičkové [2,15].

Červená pšenice je známá jako osinatá (*Triticum aestivum* var. *Ferrugineum*) nebo bezosinná (*Triticum aestivum* var. *Milturum*). Má barvu obilky načervenalou či mírně do fialkova. Je to způsobeno přítomností flavonoidů, přesněji katechinu a taninu a také antokyanů. Tyto látky nezpůsobují jen obarvení obilky, ale také ovlivňují její vlastnosti, mezi které patří i antioxidační účinky [15,16].

Antioxidačními účinky se rozumí, že zabraňují oxidačním procesům, působí proti volným radikálům, které jsou pro člověka škodlivé a také váží do komplexů katalyticky působící těžké kovy [17].

2.1 Chemické složení

Chemické složení obilovin je téměř podobné, liší se pouze v procentuálním zastoupení jednotlivých prvků. Mezi základní prvky obsažené v obilce pšenice patří sacharidy a bílkoviny. Další látky jsou obsaženy v minoritním množství, patří sem vitaminy, minerální látky a biologicky významné látky. Tyto chemické vlastnosti ovlivňují využití a technologické zpracování obilovin [18]. Níže jsou popsány základní údaje o chemickém složení pšenice červené.

2.1.1 Sacharidy

V zrně obilovin lze nalézt široké zastoupení sacharidů, od jednoduchých až po vysokomolekulární. Volné monosacharidy se vyskytují ve zralém zrně červené pšenice jen v nepatrných množstvích, nejvíce jsou obsaženy v klíčku. Nejběžnější monosacharidy jsou z pentóz především arabinóza, xylóza, ribóza a z hexóz je to glukóza, fruktóza, arabinóza a manóza. V obilce jsou přítomny také oligosacharidy, konkrétně disacharidy. Nejdůležitějšími oligosacharidy jsou maltóza a sacharóza, které se vyskytují v suchém a neporušeném zrně. Zmiňované oligosacharidy se vyskytují jen v malých množstvích, pouze v klíčku je zastoupeno větší množství sacharózy. Z technologického hlediska jsou nejvýznamnější skupinou sacharidů obsažených v obilce polysacharidy. Mají dvě důležité funkce pro rostlinu, a to zásobní a stavební. Ze zásobních polysacharidů je velmi důležitý

škrob. Představuje rezervoár energie a jeho vlastnosti jsou podstatné u technologického zpracování. Jeho štěpením pokrývají živé systémy část svých energetických potřeb, zejména v období růstu nové rostlinky či při nepříznivých vlivech. Je přítomen v endospermu ve formě škrobových zrn. Skládá se ze dvou frakcí, amylozy a amylopektinu. Obě tyto frakce jsou složeny z glukózy, liší se od sebe uspořádáním vazeb a tím i chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Amylóza je spojena glykosidickou vazbou α -1,4 (je rozpustná ve vodě), zatímco amylopektin je spojen vazbou α -1,6 (díky tomu bobtná ve vodě). Škrob lze štěpit na oligosacharidy či monosacharidy působením α a β -amyláz (které jsou přítomny i ve slinách). Ze stavebních (strukturních) polysacharidů obsažených v obilce je třeba zmínit celulózu, hemicelulózu a lignin. Tvoří základ buněčných stěn rostlin, tudíž jsou nosným skeletem rostlinných pletiv. Tyto látky jsou vesměs nerozpustné ve vodě a špatně rozpustné kyselinami. Tvrdé (zejména celulózové) obalové vrstvy chrání semena obilovin před mechanickým poškozením, a také před pronikáním vlhkosti a nežádoucími mikroorganismy. Další skupinou polysacharidových látek obsažených v obilce jsou pentózy a β -glukany. Tyto látky tvoří podstatnou část vlákniny, která je důležitá z hlediska výživy člověka. Celkově červená pšenice obsahuje 74,2 % sacharidů. [15,18,19,20].

2.1.2 Bílkoviny

Základní složkou bílkovin jsou aminokyseliny, které jsou spojeny peptidovou vazbou. Dle jejich obsahu se rozlišují potraviny na plnohodnotné a neplnohodnotné. Červená pšenice patří do neplnohodnotných potravin (z pohledu zastoupení esenciálních aminokyselin), neboť má nízký obsah lyzinu. Bílkoviny jsou nejvíce obsaženy v endospermu zrna. Celkový obsah bílkovin v červené pšenici je 13 až 16 %, což je oproti pšenici obecně více. V pšenici je nejvíce zastoupena kyselina glutamová, která je přítomna výhradně ve formě glutaminu. Poměrně vysoký podíl je i aminokyselin prolinu a leucinu. Mezi vysokomolekulární bílkoviny řadíme ty, které jsou řazeny podle Osborna do skupiny prolaminů (gliadinů) a glutelinů. Gliadiny pšenice jsou jednořetězcové makromolekuly, avšak gluteliny mají makromolekuly složené z více řetězců. Ty omezeně bobtnají a za vložení mechanické energie a v přítomnosti kyslíku tvoří pevný gel, nazývaný lepek (gluten). Lepek udává důležité vlastnosti mouky, jako tažnost a pružnost. Lepek červené pšenice je vysoce kvalitní [19,21].

2.1.3 Lipidy

Lipidy se nejvíce vyskytují v klíčku obilky. V pšenici červené jako i u jiných druhů pšenice se vyskytují v malém množství do 1,6 %. Při dlouhém či špatném skladování lipidy (vážící ve svých molekulách nenasycené mastné kyseliny linolovou, olejovou a linoleovou), podléhají oxidaci. K té také napomáhá kyselina fosforečná, která je uvolňována štěpením fosfolipidů. Fosfolipidy jsou součástí buněčných membrán. Nachází se v klíčku pšenice. Do této skupiny patří např. fosfatidylcholin, který se používá ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu jako emulgátor, ale má také příznivé účinky na posílení činnosti mozku. Dále sem patří fosfatidylinositol a sfinganin [18,22].

2.1.4 Minerální látky

Minerální látky, také označovány jako popeloviny, jsou základem pro klasifikaci mouk. V pšenici se jejich hodnota pohybuje od 1,25 do 2,5 %. V červené pšenici jsou obsaženy především železo, hořčík a oxid fosforečný. Nejvyšší zastoupení těchto látek je v obalových vrstvách [18,23].

2.1.5 Vitaminy

Červená pšenice je poměrně bohatá na vitaminy, především skupiny B. Do této skupiny lze zařadit např. tiamin (B₁) a niacin (B₃), dále pak vitamin E. Tyto látky bývají nejvíce obsaženy v klíčku, méně již v endospermu. Proto v mouce, pokud není celozrnná, je obsaženo z celkového počtu vitaminů jen nepatrné množství. Obsah thiaminu je 0,504 mg, niacinu 5,71 mg, vitaminu E 1,01 mg ve 100 g výrobku. [23,24].

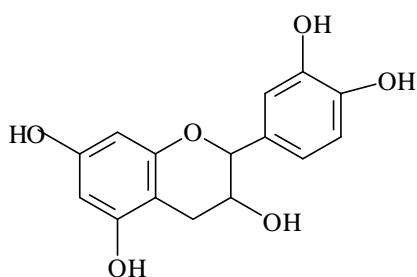
2.1.6 Biologicky významné látky

Jedná se o látky, které jsou obsaženy v minoritním množství, avšak i přesto jsou pro člověka významné. Jedná se o kyselinu fytovou, která se vyskytuje v obalových vrstvách obilky ve formě solí (fytátů). Biologicky významná je proto, že má významné antioxidační účinky a také podle nových studií působí preventivně proti některým druhům rakoviny. Má také prospěšné účinky v regulaci hladiny glukózy v krvi a rovněž může omezovat vznik ledvinových kamenů. Ovšem má i nevýhody a to ve vztahu k minerálním látkám. Je považována za antinutriční látku, neboť snižuje využití fosforu, zinku, mědi a vápníku.

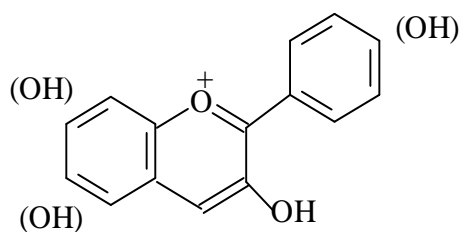
Další látkou je cholin, který významně podporuje neuromotorickou činnost organismu. Jeho obsah v pšenici červené je 0,031 %. Je obsažen v zrně rovnoměrně, proto je dobrým zdrojem i v nízkovymleté mouce.

Důležitou látkou je i kyselina *p*-aminobenzoová, která je významným růstovým faktorem pro bakterie. Pro člověka je důležitá, neboť podporuje činnost krevních buněk, ale také pomáhá využívat aminokyseliny. Je zastoupena v obalových vrstvách [19,25,26].

Poslední významnou látkou jsou flavonoidy. Patří do rozsáhlé skupiny rostlinných látek tvořících sloučeniny, jejichž molekuly obsahují flavanový cyklický skelet. Katechin a tanin patří do skupiny flavanolů, zabraňují oxidačním procesům. Antokyanidiny jsou ve vodě rozpustná červená barviva. Po chemické stránce se jedná o hydroxyderiváty heterocyklu flavanu, mající v pyranovém kruhu trojvazný kyslík, který má kladný náboj. Cukernou složkou bývá glukóza, galaktóza a jiné oligosacharidy. Obsah antokyanů v červené pšenici je podle odborníků 21 mg/100 g a je tak srovnatelný s červeným vínem [27,28].



katechin



antokyanidiny

3 TRÁVENÍ ZÁKLADNÍCH ŽIVIN

3.1 Sacharidy

Počátek trávení sacharidů začíná v dutině ústní, kde působením slinných α -amyláz dojde ke štěpení škrobu na dextriny, maltotriózu a maltózu. Dále putuje strava hltanem a jícnem do žaludku, kde je enzym slinná α -amyláza inaktivována žaludeční šťávou. Hlavní vstřebávání probíhá v tenkém střevě, přesněji ve dvanáctníku. Slinivka břišní sem vylučuje pankreatickou α -amylázu, která štěpí dextriny na disacharidy, které jsou štěpeny v tenkém střevě specifickými disacharidázami na monosacharidy. Sacharóza je štěpena na glukózu a fruktózu, laktóza na galaktózu a glukózu a maltóza na dvě glukózy. Tyto jednoduché cukry jsou aktivně vstřebávány do enterocytů a pak do krevního řečiště. Odtud jsou dopravovány do jater a tkání, kde představují zdroj energie. Mohou být také uloženy v játrech ve formě glykogenu, jako zásobárna energie. Avšak nadbytečný přísun sacharidů může vést k obezitě, neboť se může uložit v podobě tuku. Aby došlo ke vzniku energie ze sacharidů, musí dojít k látkové a chemické přeměně. Využití energie ze sacharidů je děj katabolický (rozkladný). Je to děj, při němž je glukóza odbourávána na kyselinu pyrohroznovou (pyruvát). Ten za aerobních podmínek podléhá oxidační dekarboxylaci za vzniku acetylkoenzymu A, který vstupuje do Krebsova cyklu. Za aerobních podmínek pak z acetylového zbytku vznikají molekuly CO_2 a H_2O [29,30].

Za anaerobních podmínek je pyruvát redukován na laktát (kyselina mléčná). Tato reakce probíhá za nedostatku kyslíku, např. při intenzivní svalové práci [29,30].

3.2 Proteiny

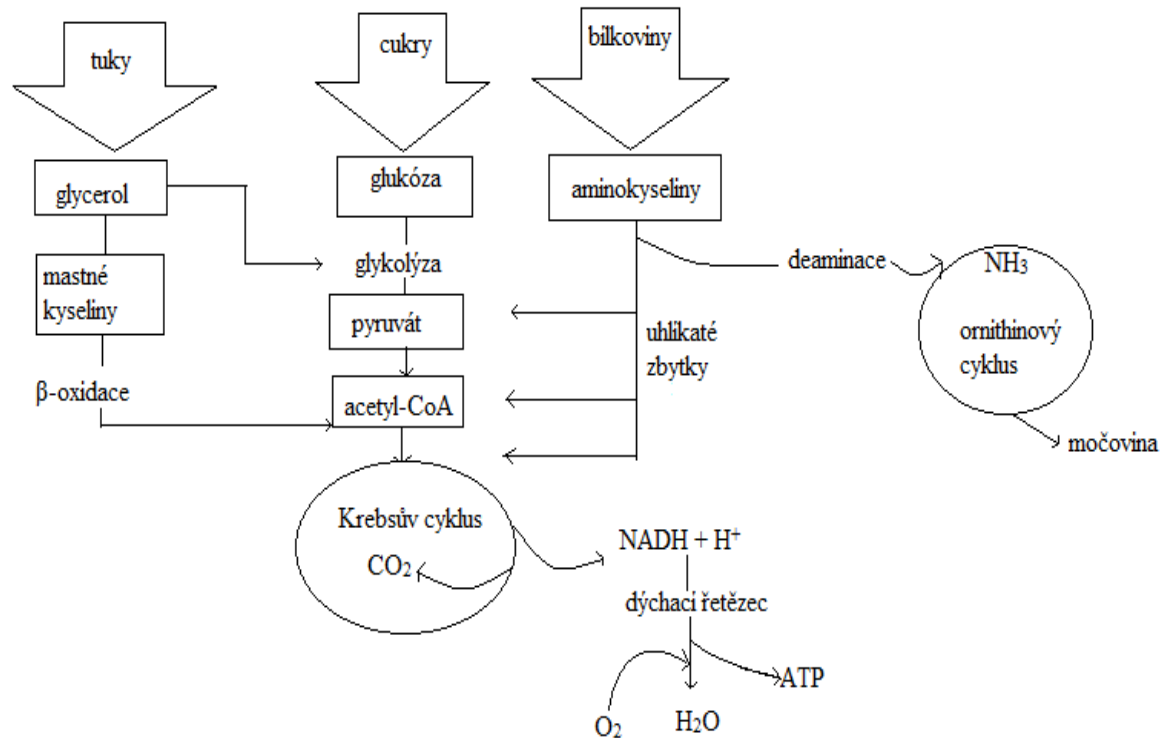
Proteiny jsou hlavním stavebním materiálem buněk a tkání. Jsou také jediným zdrojem dusíku pro heterotrofní organizmy a také biologicky významných dusíkatých látek.

Trávení bílkovin začíná v žaludku, kde je přítomna kyselina chlorovodíková, která přijaté bílkoviny denaturuje (stávají se přístupnějšími pro enzymy), je zde pH 3. Také jsou zde neúplně hydrolyzovány pepsinem. Nejvíce jsou bílkoviny tráveny v tenkém střevě (pH 7,5 až 8,5) a to pomocí přítomných pankreatických enzymů zvaných protézy. Ty jsou tvořeny pankreatickými šťávami a žlučí. Menší celky, které vznikly kombinovaným účinkem žaludečních a pankreatických proteáz, jsou dále štěpeny pankreatickými karboxypeptidázami a střevními aminopeptidázami. Dipeptidové jednotky jsou dále hydrolyzovány dipep-

tidázami na volné aminokyseliny, které poté přecházejí střevní sliznicí do lymfy nebo krve a pak jsou rozváděny do tkání celého těla, kde jsou dále zpracovávány. Konečným produktem je močovina, kyselina močová a kreatin. Uhlíkaté zbytky aminokyselin jsou začleňovány do Krebsova cyklu [31].

3.3 Lipidy

Trávení lipidů začíná v žaludku působením žaludeční lipázy. Avšak nejintenzivnější hydrolyza lipidů nastává působením pankreatické lipázy v tenkém střevě (přesněji ve dvanáctníku) zde také vtéká žluč, která vzniká v játrech. Žlučové kyseliny způsobují emulgaci tuků, neboť jsou silně povrchově aktivní, tím usnadňují jejich štěpení. Odbourávání lipidů pokračuje působením pankreatických lipáz. Zde jsou triacylglyceroly štěpeny na di- a monoacylglyceroly a část mastných kyselin. Mastné kyseliny s kratším řetězcem jsou po hydrolyze vstřebávány sliznicí tenkého střeva do krve. Zatímco mastné kyseliny s delším řetězcem jsou v buňkách reesterifikovány na triacylglyceroly. Ty jsou poté spolu s nehydrolyzovanými lipidy obaleny vrstvou lipoproteinu, cholesterolu a fosfolipidů za vzniku chylomikronů. Ty se dostávají opačnou pinocytózou do krve a lymfy. Z krve se dostávají lipidy a jejich složky do jater, kde probíhají další reakce. Jednou z nejdůležitějších je β -oxidace mastných kyselin. Jde o cyklický pochod, kterým se postupně zkracuje řetězec mastné kyseliny o dva atomy uhlíku. β -oxidace je pro buňku velmi důležitá reakce, neboť zde dochází k získávání mnoho molekul ATP, což jsou makroergické zásobárny energie. Také zde vzniká acetyl-CoA, který ihned může vstoupit do citrátového cyklu a odebrané aktivované vodíky mohou být oxidovány v dýchacím řetězci. Odsud uvolněná energie může být využita v procesu oxidační fosforylace [31].



Obr. 4 Propojení metabolismu lipidů, sacharidů a bílkovin

3.4 Vlákna

Pojmem vlákna byla dříve označována ta část potravy, která je odolná vůči hydrolyze trávicích enzymů. Mezi tuto vlákninu patří celulóza a lignin, nazývaní se též hrubá vláknina. Tzv. potravinová vláknina je složena z hemicelulózy a pektinů. Názvem vlákna jsou označovány i jiné složky, některé méně prezentované či obsažené v potravinách v menším zastoupení známé jako např. rostlinné gummy, či slizy. V pšenici červené je její obsah 12,5 %. Je obsažena nejen v pšenici a obilovinách, ale i v ovoci, zelenině, obilovinách, celozrnném pečivu a luštěninách [20,33,34,35,36].

Podle směrnice ES 2008/100 je definována vláknina následovně „vlákninou se 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 lidské 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"[32].

Obecně je vláknina dělena do dvou kategorií na rozpustnou a nerozpustnou ve vodě. Nerozpustná část vlákniny je složena z celulózy, části hemicelulózy, rezistentního škrobu a ligninu. Tato vláknina má čistící schopnosti v trávicím ústrojí. Nečistí střeva jen mechanicky, ale také chemicky a to tím, že na sebe váže vodu, v níž jsou rozpuštěny toxické látky a cholesterol. Snižuje účinnost enzymů trávicích sacharidy a tím snižuje i rychlost, kterou vstupuje glukóza do krevního oběhu. Působí preventivně i proti rakovině tlustého střeva a konečníku [33,34,35,36].

Vláknina obsahuje i rozpustné nebo bobtnající složky ve vodě. Hlavní složku tvoří pektiny, menší množství hemicelulózy, modifikované škroby a slizy. Ty tvoří vysokovazné koloidní systémy. Rozpustná část má tzv. prebiotický účinek. Je růstovým faktorem pro pozitivní střevní mikroflóru (tzv. probiotickou). Také potlačuje růst negativní mikroflóry žijící ve střevním traktu. Tím potlačuje i produkty jejich fermentace. Rozpustná i nerozpustná vláknina reguluje také vstřebávání tuků a cholesterolu v tenkém střevě. Přispívá i ke snížení obsahu cholesterolu v krvi [20,33,34,35,36].

3.4.1 Specifikované složky vlákniny

Celulóza je základním strukturním polysacharidem buněčných stěn vyšších rostlin. Je lineárním polymerem, který obsahuje až 15 000 D-glukózových zbytků, jež jsou spojeny $\beta(1\rightarrow4)$ -glykosidovými vazbami. Obratlovci nemají enzymy, které by tyto vazby hydrolyzovaly, proto je pro člověka celulóza nestravitelná [33,34].

Hemicelulózy jsou strukturní necelulózové polysacharidy přítomny v buněčných stěnách rostlin. V přírodě doprovází celulózu. Hemicelulózy jsou přítomny ve vláknině v rozpustné i nerozpustné formě, jsou zcela nebo částečně nestravitelné, záleží na jejich chemickém složení. Hydrolýzou rozpustné formy se získávají např. D-arabinóza, D-glukóza aj. [33,34].

Lignin doprovází celulózu v obilovinách, ovoci a zelenině. Nepatří mezi sacharidy, neboť jde o polymer fenylypropanových jednotek např. kumarylalkohol. Je zcela nerozpustný a neštěpitelný enzymy trávicího traktu [33,34].

Rezistentní škrob je škrob, který je částečně nebo úplně nestravitelný pro žaludeční a střevní enzymy. Tudíž ho lze zahrnout do nevyužitelných polysacharidů [33,34].

Gumy a slizy (také označovány jako hydrokoloidy) jsou glykoproteiny nebo polysacharidy, které ovlivňují texturní vlastnosti potravin. Za tímto účelem jsou i do potravin záměrně přidávány [34].

Obecně potraviny, které obsahují vlákninu, mají nízký glykemický index. Avšak vláknina má i negativní účinky většinou vyvolané jejím nadměrným příjmem. Potraviny bohaté na vlákninu obsahují látky, které snižují resorpci minerálních látek, např. železa, zinku, vápníku [33,34,35].

4 PRINCIPY ANALYTICKÝCH METOD POUŽITÝCH V EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI

4.1.1 Stanovení popelovin

Popeloviny jsou látky anorganického původu, především sem lze zařadit minerální látky (např. soli fosforečnanů, síranů, křemičitanů aj.). Tyto látky se stanovují ve vyhřívané muflové peci, která je vybavena regulací teploty, žáruvzdorným obkladem, který neuvolňuje žádné částice. Spalování probíhá při teplotě 550 ± 10 °C. Vzorky se umísťují do spalovacích kelímků. Ty musí být předžháný. Po vychladnutí v exsikátoru musí být označeny a zváženy. Po navážení 1 g vzorku, s přesností na 0,0001 g, je vložen kelímek se vzorkem do studené pece. Po dosažení 550 °C se nechá 5,5 hodin spalovat. Po vyndání z pece se ihned vloží do exsikátoru. Vychladnutý vzorek se zváží a stanoví se obsah popela [37].



Obr. 5 Muflová pec

4.1.2 Stanovení sušiny a vlhkosti

Sušina vzorku je pevný podíl po vysušení, zatímco vlhkost je těkavý podíl, který za podmínek sušení těká. Příпустné množství vlhkosti obilovin podle vyhlášky Ministerstva zemědělství na jakost mlýnských obilných výrobků 268/2006 Sb. je nejvýše 15 %. Stanovení se provádí v horkovzdušných sušárnách při teplotě 105 °C do dosažení konstantní hmotnosti (což trvá přibližně 3 hodiny). Poté se nechá směs vychladnout v exsikátorech, zváží se a vyhodnotí se obsah sušiny a vlhkosti s přesností na 0,01 %. Ještě se sušina může sta-

novovat jednou metodou tzv. referenční, kdy se vzorky suší 1 hodinu při teplotě 130 °C [38].



Obr. 6 Sušárna Venticell [39]

4.1.3 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Pro stanovení neutrálně detergentní vlákniny se používá gravimetrická metoda pomocí přístroje ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer. NDF (Neutral Detergent Fiber, neutrálně detergentní vláknina) je nerozpustná frakce vlákniny (nerozpustná část hemicelulózy, ligninu a celulózy). Tato část vlákniny je získávána po mírné hydrolyze v neutrálně detergentním roztoku laurylsulfátu sodného. Rozpustná frakce vlákniny uniká do inkubačního roztoku. Tato reakce probíhá za teploty 100 °C po dobu 75 minut. Poté jsou vzorky promyty acetonem, vysušeny v sušárně a nakonec spáleny v muflové peci. Obsah NDF ve vzorku je udáván v % [40].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Použité chemikálie a pomůcky

5.1.1 Chemikálie

Neutrálně detergentní roztok NDR (vše od ANKOM Technology):

- Disodná sůl kyseliny etylendiamintetraoctové (EDTA)
- Tetraboritan sodný dekahydrát
- Hydrogenfosforečnan sodný
- Laurylsulfát sodný

Neutrálně detergentní činidlo NDC: smíchán NDR s následujícími chemikáliemi

- Trietylglykol (ANKOM Technology)
- Siřičitan sodný

Další chemikálie:

- α -amyláza (ANKOM Technology)
- destilovaná voda
- aceton

5.1.2 Použité přístroje a pomůcky

- Elektrický mlýnek Waldner Biotech
- Elektrická muflová pec VEB ELEKTRO BAD FRANKENHAUSEN
- Spalovací porcelánové kelímky
- Analytická váha AFA – 210 LC
- Exsikátor
- Laboratorní sušárna Venticell, BMT
- Hliníkové misky s víčkem
- ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer, Ankom Technology
- Tavička PENTA
- Sáčky ANKOM, F 57
- Filtrační papír
- Běžné laboratorní sklo a pomůcky

5.2 Analyzované vzorky

Vzorky pšenice byly zaslány na objednávku přímo od distributora. Všechna balení pocházela z jedné balené šarže. Záměrně není v bakalářské práci uveden distributor ani pěstitel této analyzované červené pšenice. Toto bude prezentováno až u obhajoby bakalářské práce. Celkem bylo zakoupeno 10 balení po 300 g. Tato balení byla využita k přípravě mouk z červené pšenice, které byly semlety na obilném mlýnku Waldner Biotech.

Tabulka 2 Výrobce udávané energetické a nutriční hodnoty ve 100 g výrobku

Energie (kJ, kcal)	Bílkoviny (g.100 g ⁻¹)	Sacharidy (g.100 g ⁻¹)	Tuky (g.100 g ⁻¹)	Vláknina (g.100 g ⁻¹)	Sodík (mg.100 g ⁻¹)
1385/331	10,4	74,2	1,6	12,5	2

Hodnoty uvedené v tabulce 2 jsou pro celé zrno (obilky).



Obr. 7 Mlýnek Waldner Biotech

5.2.1 Příprava vzorků mouky a vloček

Pšenice byla rozemleta na elektrickém obilném mlýnku a vločkovači značky Waldner Biotech. Tento mlýnek lze zakoupit i pro domácí potřebu, kdy je možno si umlet vlastní cereální mouku z obilek či luštěnin a připravit si vločky. Takto doma připravená mouka by neměla být ochuzená o cenné minerální látky, vitaminy, vlákninu apod., jako tomu je u průmyslově vymílaných mouk. Použitý mlýnek značky Waldner Biotech je elektrický, o výkonu 360 W. Složen je ze dřeva (borovice a masiv). Mlecí kameny jsou z korundu a keramiky. Má dvě oddělené násypky, jednu na mouku a druhou na vločky. Jakmile chceme namlet mouku, tak zrno vložíme do násypky na mouku a nastavíme stupeň vymletí. Pokud chceme vločky, tak jednoduše nasypeme zrno do násypky na vločky. Kapacita násypky je 1000 g, mlecí výkon má 130 g/m. Hmotnost 10 kg a rozměry 33 x 18 x 28 cm [41].

Byly připraveny následující vzorky:

- celé zrno,
- hrubá mouka - na stupnici mlýnku byla nastavena velikost 50, což značí hrubé mletí,
- hladká mouka - na stupnici mlýnku byla nastavena velikost 0 – 10, což značí jemné mletí,
- velmi vymletá mouka – na stupnici mlýnku bylo nastaveno mikro mletí, režim umožňující semlet mouku na velmi jemnou konzistenci,
- vločky – z celých zrn byly připraveny vločky a to pouhým rozdrčením obilky.

Připravené vzorky byly ihned uloženy do tmavých PET lahví, zavíčkovány a skladovány při teplotě 23 °C v klimatizované laboratoři. Takto připravené vzorky byly během 14 dní analyzovány.

5.3 Stanovení popelovin

Suché a čisté porcelánové kelímky byly dány na předžhání do muflové pece na 1 hodinu při teplotě 550 °C. Po této době byly dány do exsikátoru na vychladnutí. Po vychládnutí byly označeny tužkou a na analytických vahách zváženy s přesností na 0,0001 g. Poté do nich byl navážen 1 g vzorku s přesností na 0,0001 g. Kelímky se vzorkem byly umístěny do vychlazené muflové pece (aby nedošlo k jejich prasknutí), po uzavření pece se vzorky pářily při teplotě 550 °C po dobu 5,5 hodin. Po uplynutí tohoto času byly kelímky se spále-

ným vzorkem pomocí kleští vytáhnuty z pece a dány do exsikátoru. Jakmile vychladly tak, byly zváženy na analytických vahách. Výsledkem jsou průměrné hodnoty z pěti stanovení u každého druhu vzorku.

Obsah popelovin (%) byl vypočten ze vztahu 1:

$$X = \frac{(m_a - m_b)}{(m_c - m_b)} \cdot 100, \quad (1)$$

kde:

m_a je hmotnost porcelánového kelímku s popelem v g,

m_b je hmotnost prázdného kelímku v g,

m_c je hmotnost kelímku se vzorkem před spálením v g.

Výpočet obsahu popele v sušině vzorku (%) byl vypočten ze vztahu 2:

$$P = \frac{X \cdot 100}{S}, \quad (2)$$

kde:

S je sušina vzorku v %.

5.4 Stanovení sušiny

Do sušárny, která byla předehřátá na 105 °C, byly dány hliníkové misky s víčky na předsušení, které trvalo jednu hodinu. Po vychladnutí v exsikátoru byly zváženy na analytických vahách a byl do nich navážen 1 g vzorku, s přesností na 0,0001 g. Takto připravený vzorek byl dán do sušárny se sundaným víkem z mističky. Sušení probíhalo při 105 °C do dosažení konstantní hmotnosti. Po dosáhnutí této hmotnosti byly misky dány na vychladnutí do exsikátoru. Po vychladnutí byly zváženy na analytických vahách. U všech vzorků se provádělo měření pětkrát. Výsledkem je průměr z těchto stanovení.

Obsah sušiny (%) byl vypočten ze vztahu 3:

$$S = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100, \quad (3)$$

kde:

S je sušina vzorku v %,

m_1 je hmotnost prázdné vysušené misky s víčkem v g,

m_2 je hmotnost navážky vzorku v g,

m_3 je hmotnost misky se vzorkem po vysušení v g.

Množství vlhkosti V (%) je vypočten ze vztahu 4:

$$V = 100 - S \quad (4)$$

5.5 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Nejprve byly promyty v acetonu filtrační sáčky, které poté byly ponechány na vzduchu odvětrat. Následně byly všechny sáčky popsány fixem na textil a zváženy. Do všech sáčků bylo naváženo 0,5 g vzorku s přesností na 0,0001 g, kromě tzv. korekčního sáčku, který byl ponechán prázdný. Poté bylo připraveno neutrálně detergentní činidlo (NDC) následným postupem: 120 g činidla + 20 ml trietylenglykolu do 2 l (pH= 6,9 – 7,1). Dále byl připraven neutrálně detergentní roztok (NDR) a to tímto postupem: do 2 l NDC bylo přidáno 20 g siřičitanu sodného ($0,5 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$) + 4 ml α -amylázy. Po těchto přípravách byly sáčky rovnoměrně rozprostřeny do nosičů přístroje ANKOM²²⁰ Fiber Analyzer. Do přístroje byl nalit neutrálně detergentní roztok, bylo zapnuto míchání a topení, teplota byla nastavena na 100 °C. Čas byl nastaven na 75 minut. Po uplynutí této doby bylo topení a míchání vypnuto a vypouštěcím ventilem byl roztok vypuštěn. Po otevření víka byl přístroj 3x propláchnut horkou vodou se 4 ml α -amylázy, při každém proplachu bylo zapnuto i míchání a to na 5 minut. Poslední proplach už byl proveden se studenou vodou na ochlazení přístroje a sáčků. Následně byly sáčky vyjmuty a sušeny na filtračním papíře a poté byly dány na 3 minuty do acetonu. Po této době byly položeny na filtrační papír, aby došlo k odvětrání acetonu. Pak byly vloženy do sušárny o teplotě 105 °C na 4 hodiny. Po uběhnutí této doby byly vytaženy a nechány vychladnout v exsikátoru. Po vychladnutí byly zváženy na analytických vahách. Každý sáček byl vložen do porcelánového kelímku a žihán v muflové peci při teplotě 550 °C po dobu 5,5 hodin. Po uplynutí této doby byly opět kelímky vytáhnuty a dány do exsikátoru. Po vychladnutí byly zváženy na analytických vahách. Výsledný obsah NDF ve vzorku byl vypočten u každého vzorku ze tří hodnot, které byly zprůměrovány.

Neutrálně detergentní vláknina NDF (%) byla vypočtena dle vztahu 5, 6 a 7:

$$NDF = \frac{(m_3 - m_1 \cdot c_1) - (m_4 - m_1 \cdot c_2)}{m_2} \cdot 100, \quad (5)$$

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1}, \quad (6)$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1}, \quad (7)$$

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.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Stanovení hmotnosti tisíce zrn

Toto stanovení bylo provedeno u vzorku zdravých zrn pšenice červené. Nejprve byla zvážena kádinka, do níž bylo přidáno 1000 zrn vzorku. Vážení probíhalo na analytických vahách. Byly provedeny čtyři měření, z nichž byla vypočítána průměrná hodnota a směrodatná odchylka.

Hmotnost tisíce zrn: $39,39 \pm 0,45$ g

6.2 Výsledky stanovení popelovin

Obsah popelovin byl stanoven podle postupu uvedeného v kapitole 5.3. Výsledky stanovení jsou prezentovány v tabulce 3. Níže uvedené hodnoty jsou průměry všech měření s příslušnými směrodatnými odchylkami.

Tabulka 3 Obsah popelovin v sušině a u jednotlivých vzorků

Vzorek	Obsah popelovin v % \pm S.D.	Obsah popelovin v sušině v % \pm S.D.
Zrno	$2,03 \pm 0,01$	$2,24 \pm 0,01$
Hrubá mouka	$2,03 \pm 0,07$	$2,29 \pm 0,08$
Hladká mouka	$2,04 \pm 0,06$	$2,41 \pm 0,06$
Mikromletí	$2,04 \pm 0,05$	$2,39 \pm 0,05$
Vločky	$1,95 \pm 0,01$	$2,19 \pm 0,01$

Podle údajů v tabulce je zcela patrné, že obsah popelovin u mletých mouk se pohybuje v rozmezí 2,03 až 2,04 %. Z výše prezentovaných výsledků lze vyhodnotit, že domácí či laboratorní přípravou vzorků mouk prakticky nedochází ke ztrátám obalových vrstev, z toho vyplývá, že obsah popelovin v celé obilce je totožný (taktéž 2,03 %). Obsah popelovin je důležitým kritériem hodnocení jakosti mouk. Běžné průmyslově zpracované mouky, jsou bez přítomnosti obalových vrstev, proto obsah popelovin je nízký okolo 0,45 %. Zatímco celozrnné mouky, které obsahují obalové vrstvy, mají vyšší obsah popelovin (minerálních látek), ale také vlákniny, některých vitaminů (E a D) a stopových prvků. Celozrnné mouky mají tmavší barvu než běžné pšeničné mouky, a to díky přítomnosti obalových vrs-

tev. Podle obsahu popelovin byly dříve mouky označovány čísly, avšak nyní jsou děleny slovně např. pšeničná mouka hladká speciál. Běžně je obsah popelovin u pšenice červené uváděn v rozmezí 1,25 až 2,5 %. Což odpovídá naměřeným údajům. Oproti ostatním obilovinám, kde je obsah popelovin uváděn v rozmezí 0,45 až 1,90 %, je zřejmé, že červená pšenice obsahuje daleko více těchto látek, než jiné druhy [42]. Je to i tím, že stanovení bylo provedeno u celozrnné mouky, která obsahuje obalové vrstvy, které jsou nejbohatší na minerální látky (popisováno v kapitole 1.2.3). Vločky obsahují nejméně popelovin, a to 1,95 %, v sušině pak 2,19 %. Nepatrný úbytek popelovin u přípravy vloček je zapříčiněn tím, že zrna jsou stlačována dvěma proti sobě jdoucími čelistmi. Tím, že jsou zrna suchá (obsah vlhkosti do 15 %) tak se jejich povrchové obalové vrstvy lámou (praskají) a tím dochází k jejich minimálnímu úbytku. U klasických, průmyslově vyráběných vloček se používají celé zrna. Ty se nejprve očistí od obalových vrstev napařením, poté prochází mezi dvěma válci, kde dojde k jemnému narušení zrna. Po těchto úpravách jsou zrna vařena, aby došlo ke zmazování přítomného škrobu. Finální fáze je vločkování na válcových strojích (vzniklých slepených shluků) a sušení na požadovanou sušinu [43].

6.3 Stanovení sušiny a vlhkosti

Stanovení sušiny a vlhkosti bylo provedeno a vypočteno podle metodiky popisované v kapitole 5.4 (vzorec 3 a 4). U každého vzorku bylo měření provedeno 5x a v tabulce níže jsou uvedeny výsledky stanovení.

Tabulka 4 Obsah sušiny a vlhkosti v jednotlivých vzorcích

Vzorek	Obsah sušiny v % \pm S.D.	Obsah vlhkosti v % \pm S.D.
Zrno	90,68 \pm 0,05	9,32 \pm 0,05
Hrubá mouka	88,58 \pm 0,06	11,42 \pm 0,06
Hladká mouka	88,42 \pm 0,02	11,58 \pm 0,02
Mikromletí	88,95 \pm 0,02	11,05 \pm 0,02
Vločky	88,64 \pm 0,03	11,36 \pm 0,03

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství na jakost mlýnských obilných výrobků 268/2006 Sb. je přípustné množství vlhkosti nejvýše 15 %. Z tabulky 4 je patrné, že u vzorku červe-

né pšenice není překročeno přípustné množství obsahu vlhkosti. Nejnižší vlhkost má zrno, neboť má neporušené obalové vrstvy, které chrání vnitřní část obilky před vlhkostí, která by obilku poškodila. Hodnota 9,32 % je dokonce nízká v porovnání s jinými balenými obilovinami pro lidskou výživu, kde se hodnota vlhkosti obvykle pohybovala v rozmezí 10 – 12 %. Obecně platí, že čím více jsou obalové vrstvy obilky porézní, tím mají vyšší schopnost vázat vzdušnou vlhkost [44]. Obsah vlhkosti ve vzorcích mletých mouk se pohybuje v rozmezí 11,05 až 11,58 %. Zvýšená vlhkost je dána tím, že obilky a endosperm jsou mechanicky rozrušeny tudíž má vyšší schopnost vázat vzdušnou vlhkost. Z endospermu má tuto schopnost hlavně škrob, dextriny, u obilí arabinoxylany atd. Vlhkost u obilí se váže sítěmi jemných kapilár, které prostupují zrno. Tímto způsobem se váže nejen vzdušná vlhkost, ale také plyny. Hromadění vlhkosti v zrnu může způsobit zahřívání zrna (až na teplotu 60 °C), což může zapříčinit tzv. samozáhřev obilí. Proto je nutné dbát na kontrolování obsahu vlhkosti. V případě překročení přípustného množství je riziko výskytu plísní [7].

Co se týká připravených vloček, tak ty obsahovaly 11,36 % vlhkosti, což je srovnatelné s vlhkostí připravených mouk. Vločky mají jako mouky, poškozenou obilku, endosperm a obalové vrstvy, tudíž podléhají více úniku vlhkosti vysušením. Průmyslově vyráběné pšeničné vločky podle vyhlášky Ministerstva zemědělství 333/1997 Sb. mohou mít maximální obsah vlhkosti 14 %.

6.4 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Neutrálně detergentní vláknina byla stanovena u každého vzorku 3x a výsledné hodnoty byly zprůměrovány. Stanovení proběhlo podle metodiky popsané v kapitole 5.5.

Tabulka 5 Obsah neutrálně detergentní vlákniny (NDF) v jednotlivých vzorcích

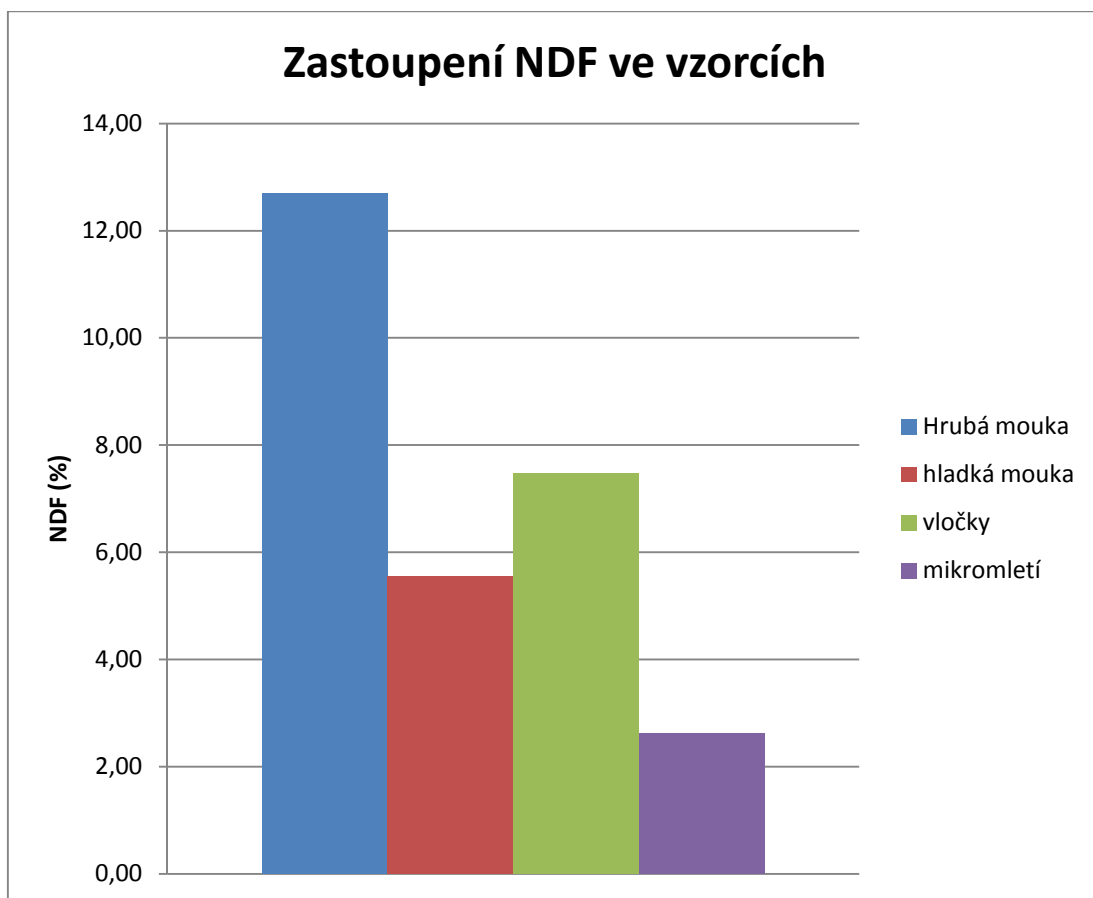
Vzorek	Obsah NDF v % ± S.D	c ₁	c ₂	m _s	m _p
Hrubá mouka	12,69 ± 0,12	0,9998	0,0012	0,5147	0,0006
Hladká mouka	5,55 ± 0,18				
Mikromletí	2,61 ± 0,12				
Vločky	7,47 ± 0,16				

Vysvětlivky: 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.



Obr. 8 Obsah NDF v jednotlivých vzorcích

Vzhledem k tomu, že tato metodika není vhodná pro celá zrna, na která působí použitá činidla a chemikálie, nebylo provedeno stanovení vlákniny v celých zrnech. Obalové vrstvy by se zcela nenarušily a výsledek by tudíž byl značně nereprodukovatelný. U této metody se vždy obilniny musejí napřed alespoň rozdrtit do homogenní konzistence, což prakticky v našem případě znamenalo připravit hrubou mouku. Nejvyšší obsah neutrálně detergentní vlákniny byl stanoven v hrubé mouce, a to 12,69 %. Takto vysoký obsah vlákniny je dán tím, že zrna byla na hrubo umleta a jsou zde přítomny i obalové vrstvy, které nebyly odstraněny, tak jako je tomu při mletí pšenice na klasickou hrubou mouku. Dalším stano-

vovaným vzorkem, kde byl vyšší obsah vlákniny a to 7,47 %, byly pšeničné vločky. Rozdíl v obsahu vlákniny mezi hrubou moukou a vločkami je cca 5,2 %. To je zajisté způsobeno postupem, kterým byly vločky připraveny. Při jejich přípravě obilka ztratila značnou část obalových vrstev, ve kterých je právě vysoký obsah vlákniny koncentrován. Menší obsah NDF byl v hladké mouce, a to 5,55 %. Hladká mouka byla rozemleta dokonaleji než hrubá, ve vzorku prakticky zůstal pouze zbytek nerozpustné vlákniny. Díky jemnému mletí mohla být i více zhydrolyzována rozpustná část vlákniny, která v tomto případě nebyla stanovena (byla ze vzorku vyplavena). Nejméně vlákniny pak bylo v pšenici vymleté na mikro konzistenci. U tohoto vzorku bylo naměřeno 2,61 % neutrálně-detergentní vlákniny [34].

Výrobce udávaný obsah vlákniny je 12,5 g ve 100 g výrobku, což je 12,5 %. Této hodnoty bylo prakticky docíleno, protože hrubá mouka jako taková sama o sobě představuje hrubě rozemleté zrno. Z výše popsaných údajů plyne, že obsah neutrálně detergentní vlákniny závisí i na stupni vymletí a případném následném odstranění obalových vrstev. Čím více je mouka vymleta, tím menší je obsah NDF. Toto neplatí celozrnných mouk, kde je vyšší obsah NDF, protože je vláknina obsažena nejvíce právě v obalových vrstvách.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo popsat pšenici, zejména se zaměřit na pšenici červenou. Dále v experimentální části stanovit obsah popelovin, sušiny, vlhkosti a neutrálně detergentní vlákninu.

Pšenice je nejdůležitější a nejpěstovanější obilovinou na světě. O červené pšenici toho v České republice mnoho lidí neví, a to nejspíš proto, že je pěstována pouze na jedné malé biofarmě. Udává se, že pšenice červená je daleko na pěstování, protože je odolnější vůči škůdcům a nemocím. Pěstuje se nejvíce v USA. Tento druh pšenice má i vyšší obsah důležitých nutričních látek, a to zejména bílkovin, z mikroprvků pak minerálních látek, vitamínů a antioxidantů. Z antioxidantů jsou zde přítomny flavonoidy a antokyanidiny, které obilkám dávají charakteristickou načervenalou barvu.

Obsah minerálních látek v červené pšenici byl stanoven v rozmezí 1,95 až 2,03 %, což je v porovnání s klasickou pšenicí vyšší množství. Vlhkost byla stanovena u zrna, mouk a vloček v rozmezí 9,32 až 11,58 %, což je vyhovující, neboť norma stanovuje obsah vlhkosti do 15 %. Stanovení NDF je téměř shodné s údajem, který byl dán výrobcem. Výrobce udal hodnotu 12,5 % u zrna, zatímco naměřená hodnota byla 12,69 %, zde šlo o hrubou mouku. Obsah NDF závisí na stupni vymletí, ale také na případném odstranění obalových vrstev. Čím více pomletý vzorek, tím menší obsah NDF, ale neplatí to pro celozrnné mouky. U nich je právě vyšší obsah NDF, díky tomu, že je vláknina obsažena v obalových vrstvách.

V České republice je problém s nedostatečným přísunem vlákniny, protože lidé jí málo celozrnné pečivo a výrobky bohaté na vlákninu. Dávají přednost moukám a výrobkům z nich, které jsou zbaveny obalových vrstev, v nichž jsou cenné látky. Kvůli tomu je i nejspíš vyšší výskyt rakoviny střev, aktuální vysoký výskyt diabetu, který postihuje nejvíce starší lidi. Vláknina mechanicky čistí střeva, ale také je vynikajícím prebiotikem pro mikroorganismy, žijící ve střevě. Celozrnné pečivo a výrobky z celozrnné mouky mají vyšší obsah vlákniny, proto působí preventivně proti těmto nemocem. Jistou výhodou by bylo použití mlýnku např. Waldner Biotech pro domácí mletí mouk. Takto by si mohl každý namlet celozrnnou a čerstvou mouku, z kterýchkoliv druhů obilovin. Také výroba vloček na tomto mlýnku by byla lepší, neboť do průmyslově vyráběných vloček jsou přidávány látky prodlužující trvanlivost a technologický proces snižuje jejich nutriční hodnotu. Ně-

které látky jako např. vitamin, antioxidanty jsou poměrně nestabilní, proto jakákoliv nadbytečná úprava snižuje jejich množství.

Díky výše popsaným vlastnostem pšenice červené, lze říci, že je po chemickém složení nutričně plnohodnotnější pro člověka, než pšenice klasická, která má největší zastoupení v jídelníčku. Proto by bylo lepší více pěstovat starší druhy pšenice (jako pšenice červená, kamut aj.). Určitě by měly být obsaženy v jídelníčku hlavně celozrnné pšeničné výrobky, protože obalové vrstvy jsou bohaté na důležité a hlavně zdraví prospěšné látky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] GIBSON Lance a Garren BENSON. *Origin, Hisory, and Uses of Oat and Wheat*. Department of Agronomy: Iowa State University, 2002 [online, cit. 2012-04-28].

Dostupné z:

http://www.agron.iastate.edu/courses/agron212/readings/oat_wheat_history.htm

[2] ZHOU, K., HAO, J., GRIFFEY, C., CHUNG, H., O'KEEFE, F. S., CHEN, J. a S. HOGAN. Antioxidant Properties of Fusarium Head Blight-Resistant and Susceptible Soft Red Winter Wheat Grains Grown in Virginia. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2007, VOL. 55, 3729-3736.

[3] Biological Library [online, cit. 2011-11-10]. Dostupné z:

<http://www.biolib.cz/cz/main/>

[4] Francis, Frederick J. *Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology*. John Wiley & Sons, 1999. ISBN 978-0-471-19285-5. 2. vydání

[5] Skripta České zemědělské univerzity v Praze [online, cit. 2011-11-12]. Dostupné z: http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=81&idkapitola=2

[6] GRAMAN Josef a Vladislav ČURN. *Šlechtění rostlin*. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta: České Budějovice, 1997. ISBN 80-7040- 255- 5

[7] HRABĚ, J., O. ROP a I. HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: UTB- Academia centrum Zlín, 2006. ISBN 80-7318- 372- 2

[8] Wheat Germ Benefits [online, cit. 2011-11-28]. Dostupné z:

www.wheatgermbenefits.com/

[9] ATWELL, A. William. *An overview of Wheat Development, Cultivation, and Production* [cit. 2011- 11-12]. Dostupné z: <http://www.namamillers.org/pdf/atwell.pdf>

[10] Doc.Ing. HRUŠKOVÁ Marie, CSc. *Cereální chemie a technologie*. VŠCHT [elektronická skripta, cit. 2012-3-14].

Dostupné z: http://uchts.vscht.cz/materialy/stud_bc/ptb_cereal.pdf

[11] Country Life [online, cit. 2012-3-14]. Dostupné z:

<http://www.countrylife.cz/kamut-r-zrno-500-g-bio-country-life>

- [12] Pro Bio [online, cit. 2012-3-14]. Dostupné z:
<http://probio.cz/vyrobky/obilniny/kamut-a-dvouzrnka>
- [13] Pšenice obecná [online, cit. 2012-3-14]. Dostupné z:
<http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/psenice.htm>
- [14] KENT, N. L. a A. D. EVERS. *Technology of cereals*. Woodhead Publishing, 1994. ISBN 978-1-85573-361-9. 4. vydání
- [15] Pšenice červená Bio [cit. 2011- 11-12]. Dostupné z:
<http://www.solnelampy.cz/name/P%C5%A1enice+%C4%8Derven%C3%A1+BIO/product-details/7e56467d-91bf-4eab-9214-dc5443228412/process.aspx>
- [16] MUSILOVÁ M., TROJAN, V., T. VYHNÁLEK a L. HAVEL. *The RNA isolation from genetic resources of coloured grain wheat* [online]. Department of Plant Biology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, 2010 [online,cit.2011-11-15]. Dostupné z: http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2010/articles/19_musilova_378.pdf
- [17] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 3*. Tábor: Osis, 1999. ISBN 80-902391-5-3. 1. vydání
- [18] Kadlec P., Melzoch, K., Voldřich, M., a kolektiv. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. Ostrava: KEY Publishing s.r.o., 2009. ISBN 978- 80-7418- 051- 4
- [19] Příhoda J., Skřivan P., a M Hrušková. *Cereální chemie a technologie I*. Praha: VŠCHT.,2004. ISBN 80-7080- 530-7. 1. Vydání
- [20] Bio červená pšenice [online, cit. 2012-2-23]. Dostupné z:
<http://www.bionebio.cz/katalog/obilniny/bio-cervena-psenice-300-g-2>
- [21] Bezpečnost potravin [online, cit.2012-2-23]. Dostupné z:
<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76572>
- [22] HOZA, I., a D. KRAMÁŘOVÁ. *Potravinářská biochemie I*. Zlín: UTB Zlín, 2005. ISBN 80-7318-295-5. 1. vydání
- [23] Hard red wheat nutrition [online, cit.2012-3-4]. Dostupné z:
<http://www.livestrong.com/article/310757-hard-red-wheat-nutrition/>
- [24] Health Benefits Vitamins and Minerals in Wheat Hard Red [online, cit.2012-3-4]. Dostupné z: <http://healthism.blogspot.com/2011/07/vitamins-and-minerals-in-wheat-hard-red.html>

- [25] [online, cit.2012-3-7] Dostupné z:
<http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=56>
- [26] [online, cit.2012-3-7] Dostupné z: www.tjclark.com/vitamins/vitamin_bx.htm
- [27] TRNA J. a E. TÁBORSKÁ. *Přírodní polyfenolové antioxidanty* [online, cit. 2011-11-18]. Dostupné z: www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf
- [28] VODRÁŽKA Zdeněk. *Biochemie 3*. Praha: Academia, 1993. ISBN 80-200-0471-8
- [29] Doc. MUDr. HOLEČEK Milan, DrSc. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada Publishing, a.s. 2006. ISBN 80-247-1562-7. 1. Vydání
- [30] LEDVINA M., STOKLASOVÁ A., a J. CERMAN. *Biochemie pro studující medicíny I. Díl*. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1416-8
- [31] prof. dr. Ing. VODRÁŽKA Zdeněk, DrSc. *Biochemie 2*. Praha: Academia. 1992. ISBN 80-200-0441-6. 1. Vydání
- [32] *Směrnice 2008/100/ES o nutričním označování potravin* [online, cit.2012-4-30]
Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/>
- [33] SALOVAARA H., GATES F., a M TENKANEN. *Dietary fibre*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers., 2007. ISBN 978-90-8686-019-7
- [34] KOVÁČIKOVÁ E., VOJTAŠŠÁKOVÁ A., MOSNÁČKOVÁ J., POSTOROVÁ J., HOLČÍKOVÁ J., SIMONOVÁ E., a M. KOŠICKÁ: *Vláknina v potravinách*. Bratislava: Výzkumný ústav potravinářský., 2003. ISBN 80-89088-27-9
- [35] [online, cit.2012-4-20]. Dostupné z:
<http://agronavigator.cz/default.asp?ids=148&ch=13&typ=1&val=99340>
- [36] *Pacientské listy* [online, cit.2012-4-20]. Dostupné z:
<http://www.zdn.cz/clanek/priloha-pacientske-listy/sacharidy-450333>
- [37] ČSN ISO 2171- *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich - stanovení obsahu popela spalováním*. 2008
- [38] ČSN EN ISO 712- *Obiloviny a výrobky z obilovin- Stanovení vlhkosti- Praktická referenční metoda*. 2010

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

USA	Spojené státy Americké
NDF	Neutrálně detergentní vláknina
SD	Směrodatná odchylka
V	Vlhkost
S	Sušina
P	Popeloviny
NDČ	Neutrálně detergentní činidlo
NDR	Neutrálně detergentní roztok

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Pšenice bílá bezosinná [5]	13
Obr. 2 Pšenice červená osinatá [5]	13
Obr. 3 Popis zrna pšenice [5].....	15
Obr. 4 Propojení metabolismu lipidů, sacharidů a bílkovin	23
Obr. 6 Sušárna Venticell [39]	27
Obr. 7 Mlýnek Waldner Biotech.....	30
Obr. 8 Obsah NDF v jednotlivých vzorcích	38

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Zastoupení jednotlivých složek v pšeničném zrně [4]	14
Tabulka 2 Výrobce udávané energetické a nutriční hodnoty ve 100 g výrobku	30
Tabulka 3 Obsah popelovin v sušině a u jednotlivých vzorků	35
Tabulka 4 Obsah sušiny a vlhkosti v jednotlivých vzorcích	36
Tabulka 5 Obsah neutrálně detergentní vlákniny (NDF) v jednotlivých vzorcích.....	37