Základní chemická analýza Miličky habešské

Bc. Jana Kovářová

Diplomová práce
2013

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Jana KOVÁŘOVÁ**
Osobní číslo:	**T10514**
Studijní program:	**N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Forma studia:	**kombinovaná**
Téma práce:	**Základní chemická analýza Miličky habešské**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Botanický popis rostliny Miličky habešské.**
2. **Stručná charakteristika jejího chemického složení se zaměřením na její nutriční hodnotu.**
3. **Principy metod použitých v experimentální části.**

II. Praktická část

1. **U vzorku Miličky habešské z obchodní sítě stanovit: sušinu, popel, obsah škrobu, obsah tuku, obsah bílkovin a hrubé vlákniny.**
2. **Diskuze a formulace závěru.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1]KOPÁČOVÁ, O. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Praha: UZPI, 2007. ISBN ISBN 978-80-7271-184-0. [2]VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin I. Tábor: OSSIS, 2009, ISBN 978-80-86659-12-5 [3]VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-3-7. [4]ZAMRAZILOVÁ, E. Vláknina potravy – význam ve výživě a v klinické medicíně. Praha: Avicenum, 1989. ISBN 08-092-89. [5]Cereal Foods, World, 56, 2011, č. 6, s. 238-247

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Kovářová Jana Obor: THEVP

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 10.5.2013

Kovářová

[1] *zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:*
(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.
[2] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*
(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).
[3] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*
(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). 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 Miličku habešskou jako jednu z alternativních obilovin. Práce definuje chemické složení obilovin se zaměřením na miličku, její původ a botanickou charakteristikou. Praktická část je věnována analýze miličky samotné a jejím příměsím s pšeničnou moukou. V experimentální části byly stanoveny následující ukazatele: vlhkost, obsah popela, kyselost mouky, bílkoviny, škrob a hrubá vláknina.

Klíčová slova: cereálie, *Eragrostis tef*

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis describes *Eragrostis tef* as one of the alternative cereal. The thesis defines the chemical composition of cereal with a focus on tef, its origin and botanical characteristics. The practical part is devoted to the analysis of the Tef and its admixture with wheat flour. In the experimental part were determined following indicators: moisture, content of ash, acidity flour, protein, starch and crude fiber.

Keywords: cereal, *Eragrostis tef*

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za odborné vedení, poskytnuté materiály, cenné připomínky a rady, které mi pomohly při vypracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat celé své rodině a příteli za podporu během celého studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Daniele Sumczynski,Ph.D. Dále prohlašuji, že jsem uvedla v seznamu literatury všechny použité zdroje a odevzdaná práce je totožná s prací elektronickou nahranou do IS/STAG.

Ve Zlíně .....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD **10**
I TEORETICKÁ ČÁST **11**
1 MILIČKA HABEŠSKÁ **12**
1.1 PŮVOD MILIČKY HABEŠSKÉ 12
1.2 ROZŠÍŘENÍ A DISTRIBUCE NĚKTERÝCH DRUHŮ 12
1.3 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA 13
1.4 DRUHY ROSTOUCÍ V ČESKÉ REPUBLICE 15
1.5 POKRMY Z MILIČKY HABEŠSKÉ 17
1.5.1 Injera 17
1.5.2 Klíčky z tefu 17
1.5.3 Ersho 18
1.6 VLIV MILIČKY HABEŠSKÉ NA ZDRAVÍ ČLOVĚKA 19
1.6.1 Celiakie 19
1.6.2 Anémie 19
1.6.3 Osteoporóza 20
2 OBILOVINY A MILIČKA HABEŠSKÁ **21**
2.1 LIPIDY 21
2.2 SACHARIDY 22
2.2.1 Vláknina 22
2.3 BÍLKOVINY 23
2.4 VITAMINY 24
2.5 MINERÁLNÍ LÁTKY 25
2.6 OSTATNÍ SLOŽKY 25
3 PRINCIPY STANOVENÍ **27**
3.1 STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY 27
3.2 STANOVENÍ POPELA 27
3.3 STANOVENÍ ŠKROBU PODLE EWERSE 28
3.4 STANOVENÍ KYSELOSTI 28
3.5 STANOVENÍ OBSAHU TUKŮ 29
3.6 STANOVENÍ BÍLKOVIN 30
3.6.1 Stanovení celkového dusíku podle Kjeldahla s úpravou podle Winklera 30
3.7 STANOVENÍ HRUBÉ VLÁKNINY (CF) 31
II PRAKTICKÁ ČÁST **33**
4 CÍL PRÁCE **34**
5 METODIKA **35**

5.1 ANALYZOVANÉ VZORKY 35
5.2 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE 36
5.3 POUŽITÉ POMŮCKY 36
5.4 POSTUP PRÁCE 37
5.4.1 Příprava vzorků 37
5.4.2 Stanovení vlhkosti a sušiny 37
5.4.3 Stanovení popela 37
5.4.4 Stanovení kyselosti 38
5.4.5 Stanovení škrobu polarimetricky 38
5.4.6 Stanovení tuku 38
5.4.7 Stanovení obsahu celkového dusíku 39
5.4.8 Stanovení hrubé vlákniny 39
6 VÝSLEDKY A DISKUZE 41
6.1 STANOVENÍ VLHKOSTI A SUŠINY 41
6.2 STANOVENÍ POPELA 43
6.3 STANOVENÍ KYSELOSTI 45
6.4 STANOVENÍ ŠKROBU POLARIMETRICKY 47
6.5 STANOVENÍ OBSAHU TUKU 48
6.6 STANOVENÍ OBSAHU CELKOVÉHO DUSÍKU 49
6.7 STANOVENÍ HRUBÉ VLÁKNINY 51
ZÁVĚR 53
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 54
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 59
SEZNAM OBRÁZKŮ 60
SEZNAM TABULEK 61

ÚVOD

Eragrostis tef, neboli Milička habešská je velmi slibnou obilovinou. Pro udržitelnou a stabilní výrobu potravin je důležité zajímat se a zkoumat nové a méně známé druhy rostlin, které rostou v mnohdy nehostinných oblastech naší planety. Na rozdíl od běžně pěstovaných obilovin, jsou tyto typy rostlin přizpůsobeny nežádoucím podmínkám, jako je andská a himálajská vysočina a africké polopouště[1, 2].

Milička má kvalitní zrno užívané po staletí jako hlavní přísada etiopské populační stravy. Hlavním jídlem, ve kterém je milička užívaná se nazývá injera, což je velký plochý chléb. Milička má nejmenší zrno, které kdy bylo známo. Toto zrno je vystaveno novým potravinářským výzkumům, hlavně pro svůj vyšší obsah a složení bílkovin, minerálních látek a nízký obsah lepku. Právě proto začíná mít velkou váhu mezi jinými obilovinami. Diplomová práce je zaměřena na základní chemické složení semen miličky, na chemické složení mouky z miličky v kombinaci s pšeničnou moukou, které lze analyzovat a upozornit tak na její pozitivní nutriční bilanci pro lidský organizmus [2].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MILIČKA HABEŠSKÁ

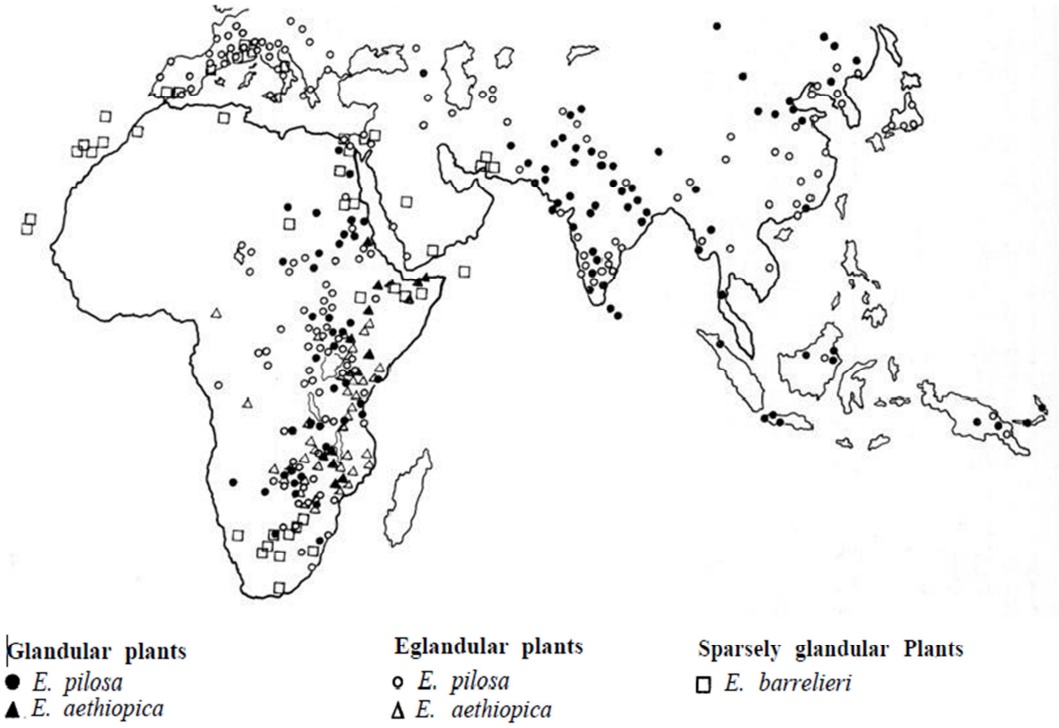
Obiloviny výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace na všech světadílech. Uplatňují se především pro lidskou výživu (pšenice a rýže), jsou hlavní surovinou pro výrobu potravin, ale slouží i pro výživu hospodářských zvířat [1]. Tvoří přibližně 40 % v mnoha případech i více ze sortimentu konzumovaných potravin. [3]. Milička habešská byla podrobena agronomickému, technologickému, mikrobiálnímu a chemicko – fyzikálnímu výzkumu teprve před dvaceti lety. Potenciál tohoto zrna jako zajímavé suroviny k novému vývoji potravinářských výrobků je vysoký.[4]

1.1 Původ Miličky habešské

Na základě lingvistických, historických, zeměpisných a botanických poznámek se předpokládá, že Milička habešská *(Eragrostis tef)* má původ v severovýchodní Africe a domestikace této rostliny nastala v západní oblasti Etiopie. Přesné datum domestikace této rostliny není znám, ale nejstarší semena této plodiny byla nalezena v pyramidě postavené tři tisíc let před naším letopočtem. Proto se předpokládá, že tato rostlina byla pěstována pro své užitné vlastnosti tisíc až čtyři tisíce let před naším letopočtem. Tef zaobírá 1,6 % celkového množství orné půdy Etiopie. Vegetativní část rostliny je důležitým zdrojem krmiva pro dobytek. V roce 2003 až 2004 se jednalo o dva miliony hektaru vzrostlé obiloviny [2].

1.2 Rozšíření a distribuce některých druhů

V průběhu času se Milička habešská rozšířila i do Indie, střední Asie a Austrálie, ale nejdůležitější pěstitelskou oblastí zůstala vždy Etiopie. Rod *Eragrostis* obsahuje 350 druhů, proto se tato rostlina vyskytuje v různých podobách i jinde než v Etiopii. Rozšíření příbuzných druhů jsou uvedeny na obrázku č. 1. Nejbližším příbuzným je *E. pilosa* [2].



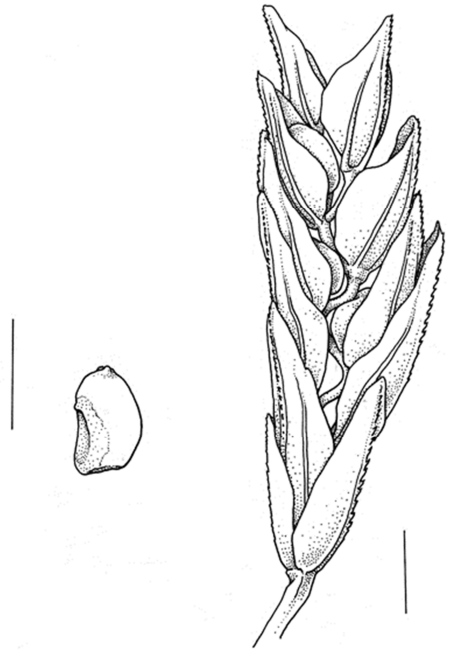
Obr. 1 Rozšíření druhu Eragrostis [5]

1.3 Botanická charakteristika

Milička habešská (*Eragrostis tef*) patří do čeledi *Poacea*e, podčeleď *Eragrostoideae* a rodu *Eragrostis*. Tento rod obsahuje přibližně, jak již bylo výše uvedeno, 350 druhů. Rostlina je samosprašná, jednoletá nebo vytrvalá obilovina. [2, 6]

Stonky rostliny jsou slabé přímé a utvářejí trsnaté až keřovité porosty, které jsou 1 m vysoké. Od stonku vychází úzké dlouhé listy. Čepele listu jsou ploché, skládané nebo svinuté. Na vnější straně čepele se nachází věneček chlupů. Každý květ má okvětní plátek (pluchu), na kterém jsou tři okvětní tyčinky a většinou dva semeníky. Plodem rostliny je obilka, která má 0,9 – 1,7 mm na délku a 0,7 – 1,0 mm v průměru. Obilky svou barevností sahají od bílé až po tmavě hnědou a obsahuje obvykle 2 – 50 květů. Semena Miličky habešské jsou velmi drobná, proto se řadí k nejmenším zrnům ze všech obilovin [6]. Schopnost Miličky habešské dobře růst jak v podmáčených oblastech vysočiny tak v nehostinných, polo vyprahlých oblastech po celé zemi jsou jedním z důvodů, pro které je milička preferována před dalšími obilovinami, jako je kukuřice nebo ječmen. Barva zrn miličky, může být slonovinová, slabě nebo tmavě hnědá a přechází do tmavě červenohnědé purpurové barvy, v závislosti na variantě a složení půdy. Milička má mírné, ořechové zbarvení a nepatrně melasovou příchuť. Bílá milička má příchuť podobnou kaštanům

a temnější varianty jsou zemitější a chutnají více jako lískové ořechy. Zrno je poněkud slizovité. Zajímavostí je, že dokumenty datované z pozdního osmnáctého století ukazují, že vyšší vrstvy konzumovaly světlejší zrna, tmavé zrno bylo potravou vojáků a sluhů [7].



Obr. 2 Obilka Miličky habešské [10]

Obr. 3 Zralá semena Miličky habešské [8]

1.4 Druhy rostoucí v České republice

V České republice můžeme nalézt tři hlavní druhy pěstované miličky a další druhy, které k nám byly zavlečeny. Nejběžnější druh je Milička menší *(Eragrostis minor)*. Roste často mezi kachličkami chodníků a při železnici v teplejších oblastech. Milička chlupatá (*Eragrostis pilosa*), patří mezi kriticky ohrožené druhy a roste vzácně na suchých stráních, hlavně na Znojemsku. V posledních letech je však občas nalézána i na sekundárních stanovištích podobně jako Milička menší. Milička polabská (*Eragrostis albensis*) je taxon neznámého původu, byla objevena teprve nedávno na náplavech řeky Labe. Milička habešská *(Eragrostis tef, Eragrostis abyssinica)* se pěstuje jako obilnina a pícnina, hlavně v tropech a subtropech, ale je pokusně pěstována i v Evropě a v Nizozemsku [8].

Obr. 4 Eragrostis minor [9]

Obr. 5 Eragrostis cilianensis [10]

Obr. 6 Eragrostis pektinasa [10]

1.5 Pokrmy z Miličky habešské

1.5.1 **Injera**

Hlavní využití zrna Miličky habešské jako potraviny je pro výroba etiopského chleba injera. Injera je hlavní potravinový základ stravy až třetiny Etiopie. Tato potravina je popisována jako měkký, pórovitý, tenký lívanec, který má kyselou chuť. Mouka miličky je chudá na lepek a proto se často míchá s dalšími moukami obilnin [11]. Těsto pro výrobu injery se nechává kvasit 3 dny. Stupeň kyselé chuti tohoto chleba je dán dobou kvašení, která může trvat nejdéle 10 dnů. Za proces fermentace je odpovědná kvasinka *Candida guilliermondii*. Ukázalo se, že fermentace obilí nebo jejich směsi s luštěninami je potencionálně důležitý způsob zpracování, který zlepšuje nutriční hodnoty, především stravitelnost proteinu. Ačkoli míchání tefu s luštěninami nebylo součástí tradiční přípravy, ukázalo se, že tato metoda je cenově výhodná pro chudší část populace. Chléb se využívá jako příbor pro nabírání omáček nebo se mohou do této placky balit připravené masové směsi. Etiopané dále využívají této suroviny pro přípravu kaší nebo slouží jako přísada do domácích pálenek. Milička má všestranné využití i jako náhrada za část mouky v pečivu nebo na místo ořechů a drobných semínek. Využívá se jako zahušťovač do polévek, šťáv k dušeným masům a pudinku.

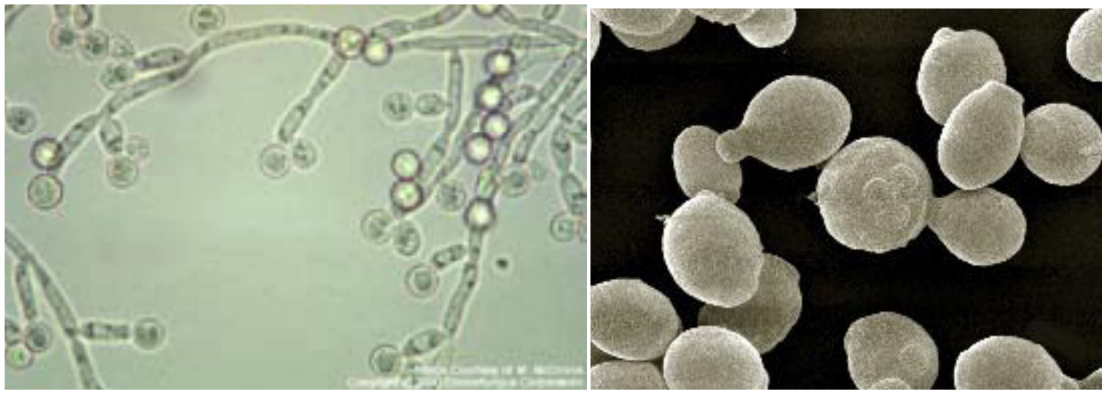
1.5.2 **Klíčky z tefu**

Semena této rostliny se můžou nechat naklíčit a využít na salát do sendvičů [8, 12]. Tato obilovina našla i jiné využití a to jako potravinová alternativa pro osoby trpící celiakii. Náhradní strava těchto osob je založena většinou na kukuřici, rýži a sóji. Tef se proto ukázal jako další zajímavou možností, díky nízkému obsahu lepku[13].

Obr. 7 Chléb vyrobený z Eragrostis Tef [8]

1.5.3 **Ersho**

Ersho je čirá, žlutá tekutina, která se hromadí na povrchu kvasící mouky tefu a shromažďuje se, protože slouží jako inokulum pro další fermentaci. Titrační kyselost vzorků ersho se pohybuje v rozmezí 3,1 až 5,7 %. Obsah kvasinek v této tekutině se mikrobiologicky prokázal mezi 5,2 – 106 KTJ.ml^{-1} a tvořily jej *Candida milleri, Rhodotorula mucilaginosa, Kluyveromyces marxianus, Pichia naganishii* a *Debaromyces hansenii*. Odpovědný za fermentační proces je *Candida guillermondi*. Asi 90 % vzorků mouky tef mělo aerobní mezofilních destiček ≥ 105 CFU.g^{-1} a gram pozitivní bakterie tvořily asi 71 % z celkového počtu izolátů. Ve vzorcích ersha studie prokázaly asi 80 % obsahu *Enterobacteriaceae* v množství 104 CFU.g^{-1}. Příprava enjery se skládá ze dvou fází, z přirozené fermentace, které trvá asi 24 až 72 h, v závislosti na okolní teplotě. Jediné požadované složky pro výrobu jsou mouky z tefu a voda. Očkování se provádí přidáním ersha. Toto ersho obsahuje 96,4 % vody, 0,05 mg riboflavin na 100 g a 0,4 niacinu na100 g. Do 3 kg mouky z tefu a 6 1 vody se přidá 480 g ersha [8].



Obr. 8 Candida guillermondi [8]

Dalším zdrojem pro kvašení injery, může být sama mouka tef. Tradičním mlácením se tef kontaminuje velmi širokým spektrem mikroorganizmů z půdy a fekálními mikroorganizmy [14; 15].

1.6 Vliv miličky habešské na zdraví člověka

1.6.1 **Celiakie**

Celiakie je definována široce jako abnormální trvalá imunitní odpověď (s autoimunitními rysy) vnímavých jedinců na lepek a jemu podobné prolaminy způsobující morfologické změny střevní sliznice. Ke spuštění imunopatologické reakce, v jejímž krajním důsledku je atrofie klků tenkého střeva, jsou kromě prolaminu (lepku – glutenu), přítomného v povrchové části zrn pšenice, ječmene, žita a zřejmě i ovsa, potřebné další faktory. Prováděný výzkum v Nizozemsku prokázal, že 61 % testovaných lidé postihli tímto onemocněním a konzumující *Eragrostis tef* zaznamenalo 58 % snížení příznaků onemocnění [2, 47].

1.6.2 **Anémie**

Anémie se řadí mezi nejrozšířenější choroby postihující lidskou populaci. Světová zdravotnická organizace uvádí, že tzv. nutriční anémií trpí přibližně 30 % populace. S tím souvisí nedostatečná pestrost stravy, z níž organismus není schopen využít dostatečné množství živin. Anémie se svým způsobem stává civilizační chorobou, neboť mnoho lidí podceňuje význam vyvážené a zdravé stravy. Následující článek pojednává o typech anémií, jak některým typům předcházet a základní údaje o léčbě. Anémie (neboli

chudokrevnost) je soubor příznaků, při kterém je v krvi snížený počet erytrocytů (červených krvinek) a množství krevního barviva hemoglobinu (látka schopná vázat kyslík a oxid uhličitý). Snížený bývá také poměr objemu erytrocytů k tekuté části krve – plazmě, tento poměr se nazývá hematokrit. První příčinou je porucha samotné tvorby červených krvinek. K té může dojít, nemá – li vyvíjející se krvinka dostatek železa, vitamínu B12 či kyseliny listové. Červené krvinky vznikají v kostní dřeni, proto může být jejich vývoj narušen útlakem kostní dřeně nádorovými buňkami např. při leukémii. Anémie může také vzniknout, jestliže je více červených krvinek zničeno než vytvořeno. Obvyklá životnost červených krvinek je 120 dnů, může však dojít k tomu, že v sobě krvinka nese špatné barvivo hemoglobin a bývá zničena dříve než krvinka zdravá. Nesmíme zapomenout ani na krvácení. Při větších ztrátách krve může také dojít k anémii. Anémie může být primárním onemocněním, ale velmi často doprovází jiná onemocnění. Anémie může být spojena s některými nemocemi např. s hemoroidy, s vředovým onemocněním žaludku nebo střev. Některé typy anémie jsou i dědičné. Vzhledem k tomu že Etiopané jedí tef, který přirozeně obsahuje vysoký obsah železa tímto onemocněním tolik netrpí. Je předpoklad, že denní příjem železa Etiopanů je 180‑500 mg denně, což 10‑20 krát vyšší příjem než je doporučená denní dávka [2,48].

1.6.3 **Osteoporóza**

Světova zdravotnická organizace (WHO) definovala osteoporózu jako onemocněni charakterizované sníženým množstvím kostní hmoty a poruchou mikro architektury kosti, což má za následek zvýšenou fragilitu kosti s následným zvýšením rizika zlomenin. Osteoporóza (OP) postihuje převážně starší populaci. Na základě rozsáhlých studii je možné předpokládat, že osteoporózou je ohrožena každá třetí běloška a každý šestý běloch ve věku nad 50 let. V České republice osteoporóza postihuje 33 % žen a 15 % mužů ve věku nad 50 let a 47 % žen a 39 % mužů ve věku nad 70 let, celkově tedy vice než 6 % obyvatel. V ČR je léčeno pouze cca 10 % pacientů. Výzkumy prokázaly vysoký podíl vápníku, ale doposud nebylo relevantně prokázáno působení proti osteoporóze [48].

2 OBILOVINY A MILIČKA HABEŠSKÁ

Chemické složení většiny obilovin se příliš neliší. Daleko větší variabilita je ve složení mezi odrůdami jednoho druhu obilí. Také půdní, klimatické a agrotechnické podmínky mají velmi výrazný vliv na chemické složení zrna a v některých případech i na jeho vlastnosti [ISBN 80-708-0239-1]. Semena této rostliny obsahují mnoho nutričně důležitých látek. Velkou část tvoří otruby a klíčky, proto mají produkty z tefu vysoký obsah proteinů. Vedle toho je Milička habešská bohatá na železo. Díky konzumaci tefových placek jako základní potravy nemají obyvatelé Etiopie žádné problémy s chudokrevností. Železo obsažené v tefu, dokáže lidské tělo velmi dobře přijímat [16]. Koncentrace a vazby mezi jednotlivými složkami jsou nezbytné pro určení textury, vzhled a fyzikálních vlastností potravin. Tyto informace slouží potravinářským odborníkům k určení technologie zpracování, výběru aditiv, obalového materiálu, trvanlivost a podmínek pro skladování [8].

2.1 Lipidy

Jejich společnou vlastností je relativní nerozpustnost ve vodě a dobrá rozpustnost v nepolárních rozpouštědlech jako je éter, chloroform, hexan a benzen. Mezi lipidy a doprovodné složky lipidů tedy patří tuky, oleje, vosky, polární lipidy zastoupené především fosfolipidy, steroidy, lipofilní pigmenty jako jsou karotenoidy a některé vitaminy [17, 18].

Obiloviny patří k semenům s nejnižším obsahem tuků 1,5 – 2,5 %, pouze u ovsa, čiroku, prosa a kukuřice je obsah tuku vyšší 4 – 7 %. Nejvíce tuků obsahuje klíček a aleuronová vrstva 3 – 4 %. Podstatný podíl tvoří nenasycené mastné kyseliny, z nichž esenciální kyselina linolová tvoří minimálně 55 %. Tuk z obilných klíčků je z výživového hlediska velmi cenný, proto se z některých z nich lisují oleje. Z mastných kyselin v obilovinách převažuje kyselina linolová [19].

Milička obsahuje nižší množství hydrolyzujících lipidů než kukuřičný škrob. Zrno kukuřice obsahuje kolem 4,45 % tuku ve srovnání s miličkou, u té je to 2 % obsahu tuků [20].

2.2 Sacharidy

Sacharidy jsou nejrychleji využitelným zdrojem energie pro lidský. Spolu s bílkovinami a tuky se řadí mezi hlavní živiny. V jídelníčku by měly tvořit asi 50 – 55 % celkové energie. V obilném zrnu lze nalézt pestrou paletu sacharidů od jednoduchých monosacharidů až po vysokomolekulární polysacharidy [21, 22].

Monosacharidy se volně vyskytují ve zralých obilných zrnech pouze v nepatrném množství a to především v klíčku. V mouce se množství pohybuje v maximálním množství 1 – 3 %. Monosacharidy vznikají v zelených rostlinách, v procesu zvaném fotosyntéza. Sacharidy obsažené v obilovinách se rozdělují na monosacharidy např. pentózy, které jsou hlavními stavebními jednotkami pentozanů důležitých stavebních složek podpůrných pletiv. Dále je to glukóza a fruktóza [23].

Příkladem oligosacharidu významného pro obiloviny je maltóza. Maltóza vzniká jako předposlední produkt hydrolýzy škrobu. Oligosacharidy se nachází v obilninách v nízkých koncentracích. Pouze klíček obsahuje sacharózu a to jen 0,6 %. Výjimku tvoří žitný klíček, který obsahuje až 3 % sacharózy [24].

Biochemická funkce polysacharidů v rostlině a v semenu je zásobní a stavební [25]. Zásobní polysacharidy, jejichž hlavním představitelem je v rostlinách škrob, jsou pro organizmy zdrojem či rezervoárem energie. Obsah škrobu v obilce kolísá v rozmezí 50 – 80 % v sušině. Škrob se v obilovinách a rostlinách vyskytuje ve formě škrobových zrn, která jsou složena z amylózy a amylopektinu. Poměr těchto složek v obilovinách je 25 % amylózy a 75 % amylopektinu [26]. Obsah škrobu u mouky Miličky habešské podle WHO (1991), Energy & Protein requirements je 59,8 mg.100 g^{-1}.

Stavební (strukturní) polysacharidy jsou základem buněčných stěn rostlin a nosným skeletem rostlinných pletiv. Představiteli jsou např. celulóza a hemicelulózy. Celulóza se vyskytuje v obalových vrstvách. V pšenici se množství celulózy uvádí v množství 1,6 % [27].

2.2.1 **Vláknina**

Za vlákninu v potravě jsou považovány neškrobové polysacharidy, lignin, rezistentní oligosacharidy a rezistentní škrob. Tyto složky jsou uloženy v povrchových vrstvách zrna,

ale i v endospermu, kde tvoří buněčné stěny. Buněčné stěny tvoří hlavně celulóza, hemicelulóza, pektiny, hydrokoloidy a lignin [28]. Mezi neškrobové polysacharidy patří celulóza a necelulózové složky – hemicelulóza, pektin, gumy, slizy a jiné [29, 30].

Mezi rozpustnou vlákninu se řadí část hemicelulóz což je základní vláknina v kukuřici a pšenici, pektin, rostlinné slizy, agar, inulin. Její funkce je regulace digesce a absorpce sacharidů, tuků především cholesterolu v tenkém střevě.

Mezi nerozpustnou vlákninu se řadí některé hemicelulózy, celulóza, lignin. Nerozpustná vláknina je označována jako hrubá vláknina, je neviskózní a nefermentovatelná. Ve střevě působí proti zácpě a v žaludku zvětšuje svůj objem a tím způsobuje pocit sytosti [31, 32].

Obilné zrno obsahuje vlákninu především v povrchových vrstvách, takže tmavá, vysoce vymílaná mouka a celozrnná mouka obsahují větší množství vlákniny než nízko vymletá mouka bílá [33]. Množství hrubé vlákniny obsažené v pšenici a výrobcích z nich je 1,6 – 2 %. Strava s vysokým obsahem vlákniny u člověka podporuje zadržování vody při průchodu potravy střevem, což vede k vytváření velkých vláčných výkalů. Strava obsahující hojnost vlákniny bývá spojována se snížením výskytu divertikulózy, nádorů střev, kardiovaskulárních chorob a cukrovky. Převážně nerozpustné vlákniny, jako celulóza a lignin, obsažené např. v pšeničných otrubách, jsou užitečné pro činnost střev, zatímco rozpustnější vlákniny, vyskytující se v luštěninách a ovoci, jako gumy a pektiny, snižují cholesterol v krvi, pravděpodobně vázáním žlučových kyselin a cholesterolu z potravy. Rozpustné vlákniny také zpomalují vyprazdňování žaludku, prodlužují a snižují postprandiální vzestup glukózy v krvi, z čehož plyne i snížení sekrece inzulinu. To je užitečné pro diabetiky a dietáře, protože dochází k omezení následného poklesu glukózy v krvi, který vyvolává chuť k jídlu [34].

2.3 Bílkoviny

Základními bílkovinami všech obilovin jsou prolaminy, albuminy, globuliny a gluteliny [35]. Zralá zrna obsahují podle druhů a odrůd 9 – 16 % bílkovin. Většina bílkovin je obsažena v endospermu a v aleuronové vrstvě. Základní stavební složkou jsou aminokyseliny. Zcela dominantní aminokyselinou v obilovinách je kyselina glutamová, která je přítomna ve formě svého aminu – glutaminu, představuje více než 1/3 z celkového obsahu aminokyselin. Z hlediska lidské výživy jsou obiloviny důležitým zdrojem bílkovin, ale mají nižší výživovou kvalitu, kvůli nízkému obsahu esenciálních

aminokyselin, zvláště lyzinu. Obsah hrubých bílkovin je dosud všeobecně získáván na základě stanovení obsahu dusíku po mineralizaci a přepočtem na bílkoviny s násobným koeficientem 5,7. Obsah bílkovin je výrazně ovlivněn odrůdou a pěstebními podmínkami. Milička habešská má vynikající složení aminokyselin. Především obsah lyzinu je vyšší než u jiných obilovin, kromě rýže a ovsa. Obsah základních bílkovin v semenech tefu je u glutelinu 44,55 %, albuminu 36,6 %, prolaminu 11,8 % a globulinu 6,7 %. V tabulce je znázorněn obsah aminokyselin v tefu ve srovnání s dalšími obilovinami.[36, 37].

Tab. 1 Obsah aminokyselin v mouce Eragrostis tef uvedeno v mg.100 g^{-1}. [8]

Aminokyseliny	**Pšenice (celozrnná) [mg.100 g^{-1}]**	**Mouka miličky habešské (*Eragrostis Tef*) [mg.100 g^{-1}]**	**DDD pro člověka [mg]**
Isoleucin	508	441	750
Leucin	926	924	1050
Lysin	378	327	900
Methionin	212	433	975
Cystine	317	217	975
fenylalanin	646	601	_
Threonin	395	449	525
Tryptofan	212	126	263
Valin	618	601	750

2.4 Vitaminy

Vitaminy jsou především esenciální látky. Lidské tělo si je většinou neumí vytvořit a musíme je tedy přijímat ve stravě. Obiloviny mají vysoký podíl vitaminů zastoupený v obalových vrstvách a klíčku. Endosperm je naopak na vitaminy chudý. Významné jsou hlavně vitaminy skupiny B a to riboflavin, thiamin, niacin, kyselina pantotenová, kyselina listová, pyridoxin a biotin. V tmavých moukách může být zachováno až 40 % původního obsahu vitaminu. Důležitý je vitamin E, který se vyskytuje především v pšeničném klíčku [25]. Množství vitaminů v miličce habešské je 0,51 mg.100 g^{-1}, z toho:

niacinu 0,8 mg.100g^{-1}, vitaminu C 0,25 mg.100 g^{-1}, riboflavinu a pyridoxinu je méně než 0,1 mg.100 g^{-1} [38].

2.5 Minerální látky

Minerální látky souhrnně označujeme jako popel, což znamená anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. V obilném zrně se nachází v rozmezí 1,25 – 2,5 %, u pluchatých obilek (oves, ječmen) je obsah popelovin vyšší než u bezpluchatých. Nejvyšší množství minerálních látek se nachází v klíčku a obalových vrstvách, především v aleuronové vrstvě a nejnižší množství se nachází v endospermu. Popel je tvořen převážně oxidem fosforečným, nejčastějšími kovy jsou hořčík, draslík, vápník a železo [39].

Tab. 2 Obsah minerálních látek ve vybraných obilovinách[8]

chemický prvek	Milička habešská	Pšenice jarní	Pšenice ozima
K [%]	0,36	0,37	0,33
P [%]	0,44	0,51	0,4
Ca [%]	0,18	<0,1	<0,1
Mg [%]	0,18	0,15	0,12
Mn [ppm]	21,2	53	36
Fe [ppm]	196	78,5	40
B [ppm]	14	12	11,5
Cu [ppm]	53	20	11
Zn [ppm]	67	60	39,5
Al [ppm]	83	<0,1	<0,1
Sr [ppm]	<0,1	<0,1	<0,1
Mo [ppm]	0,78	0,6	0,55
Co [ppm]	0,52	0,6	0,55
Na [ppm]	220	195	168,5
Ba [ppm]	19	7,5	6
SiO_2 [%]	0,31	—	—

2.6 Ostatní složky

Obiloviny obsahují některé další složky v malém množství. Kyselina fytová přítomná spíš ve formě rozpustných solí fytátů má schopnost vázat na jednu molekulu šest atomů vápníku, hořčíku či dvojmocné železo. Tyto sloučeniny nejsou v lidském organizmu rozložitelné, a tudíž takto vázané kovy nejsou již využitelné.

Cholin má velký význam pro nervomotorickou činnost lidského organismu. Jeho zdrojem je nízko vymletá mouka, protože je v obilném zrnu zastoupen rovnoměrně [17]. Příprava enjery zahrnuje fermentační krok, který způsobuje senzorické vlastnosti, jako je chuť, vůně a barva. Mnohem důležitější efekt fermentace je zvýšení obsahu živin, protože je snížená schopnost vazby fytátu na železo, hořčík a vápník [8].

3 PRINCIPY STANOVENÍ

3.1 Stanovení vlhkosti a sušiny

Vlhkost se stanoví vysušením vzorku za předepsaných podmínek vážkově. Při dodržení těchto podmínek se za sušinu považuje zbylá hmotnost po vysušení a za vlhkost její úbytek.

Obsah vlhkosti v % se vypočítá pomocí vzorce (1):

$$V = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad (1)$$

Kde:

m_0… hmotnost vysušené prázdné misky v g

m_1… hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením v g

m_2… hmotnost misky se vzorkem po vysušení v g

Sušina v % se vypočítá pomocí vztahu (2):

$$S = 100 - V \quad (2)$$

Kde:

V… obsah vlhkosti v %

3.2 Stanovení popela

Metoda je založena na spalování vzorku. Za popel se považuje zbytek po vyžíhání přesně naváženého vzorku. Jsou to především soli fosforečnanů, hydrogen fosforečnanů, dihydrogenfosforečnanů, síranů, chloridů, uhličitanů a křemičitanů.

Popeloviny byly stanoveny spálením vzorku při 550 °C po dobu 5,5 hodin až do spálení veškerých organických látek. Zbytek se s přesností na 0,0001 zváží a vypočte se obsah popelovin dle vzorce uvedeného níže [40].

Obsah popelovin se vypočte dle vzorce (3),

$$X = \frac{m_a - m_b}{m_c - m_b} . 100 \quad (3)$$

Kde:

m_a … hmotnost porcelánového kelímku s popelem v g

m_b … hmotnost prázdného kelímku v g

m_c … hmotnost kelímku s navážkou vzorku před vyžíháním v g.

Obsah popele v sušině vzorku v % byl vypočten podle vzorce (4) :

$$P = \frac{X.100}{S} \quad (4)$$

Kde:

S … sušina vzorku v %.

3.3 Stanovení škrobu podle Ewerse

Ke stanovení škrobu se používá polarimetrická metoda, která využívá významné vlastnosti sacharidů, a to jejich optické aktivity, což je schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel.

Úhel otočení je úměrný koncentraci sacharidu podle vztahu (5):

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{t} \cdot l \cdot c \quad (5)$$

Kde:

$[\alpha]^{t}_{\lambda}$ … specifická otáčivost při teplotě t a vlnové délce [182,7°]

l … tloušťka vrstvy [délka polarimetrické trubice [dm]

c ... koncentrace stanovované látky [g.ml^{-1}]

Obsah škrobu se tedy vypočte dle vzorce (6):

$$X = \frac{100 \cdot \alpha}{[\alpha]_{\lambda}^{t} \cdot l \cdot n} \cdot 100 \quad (6)$$

Kde:

l… tloušťka vrstvy [délka polarimetrické trubice) [dm]

n… navážka [g]

$[a\,]^{t}_{\lambda}$ …specifická otáčivost při teplotě t a vlnové délce [182,7°].

Polarimetrické stanovení škrobu využívá jeho mimořádné specifické otáčivosti, která se pohybuje v rozmezí $[\alpha]_D$ +190° až 202°, takže touto metodou lze stanovit i malá množství škrobu. Hemicelulózy, které rovněž přecházejí do roztoku se škrobem, stanovení neruší, neboť jsou opticky méně aktivní. Škrob se převede na rozpustnou formu působením zředěné kyseliny chlorovodíkové za tepla. Po vyčeření se rozpustný škrob určí polarimetricky [41].

3.4 Stanovení kyselosti

Kyselost mouky je způsobena z velké části hydrogen- a dihydrogenfosforečnany a mastnými kyselinami, které se uvolňují enzymovým rozkladem moučných tuků. Kyselost

roste se stupněm vymletí mouky, se stářím mouky, s její vlhkostí a stoupající teplotou při skladování. Normální, mírný růst kyselosti při dozrávání mouky, skladované za správných podmínek, má příznivý vliv na jakost lepku. Kyselost patří mezi ukazatele pekařské kvality mouky. Kyselost mouky se vyjadřuje v milimolech 0,1mol.dm^{-3} NaOH na 1 kg mouky.

$$m_{[COOH)_2 \cdot 2H_2O} = c_{NaOH} \cdot M_{[COOH)_2 \cdot 2H_2O} \cdot V_{NaOH} \cdot F_{[COOH)_2 \cdot 2H_2O}$$

3.5 Stanovení obsahu tuků

Principem stanovení tuků ve vzorcích mouky je extrakce lipofilním rozpouštědlem, v tomto případě byl použit hexan. Při stanovení tuků bylo využito Twisselmannova nástavce, protože doba extrakce je kratší než u Soxletova extraktoru.

Obsah tuku se uvádí v %.

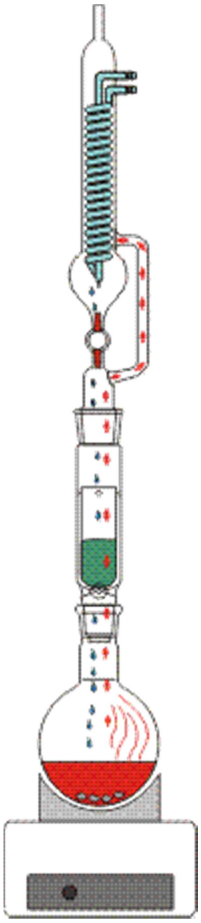
$$p_{t=} \frac{m_b - m_a}{m_n} . 100 \qquad (7)$$

Kde:

m_a … hmotnost prázdné baňky [g]

m_b … hmotnost baňky s tukem [g]

m_n … hmotnost navážky vzorku [g].



Obr. 9 Twissermannův extraktor [42]

3.6 Stanovení bílkovin

3.6.1 Stanovení celkového dusíku podle Kjeldahla s úpravou podle Winklera

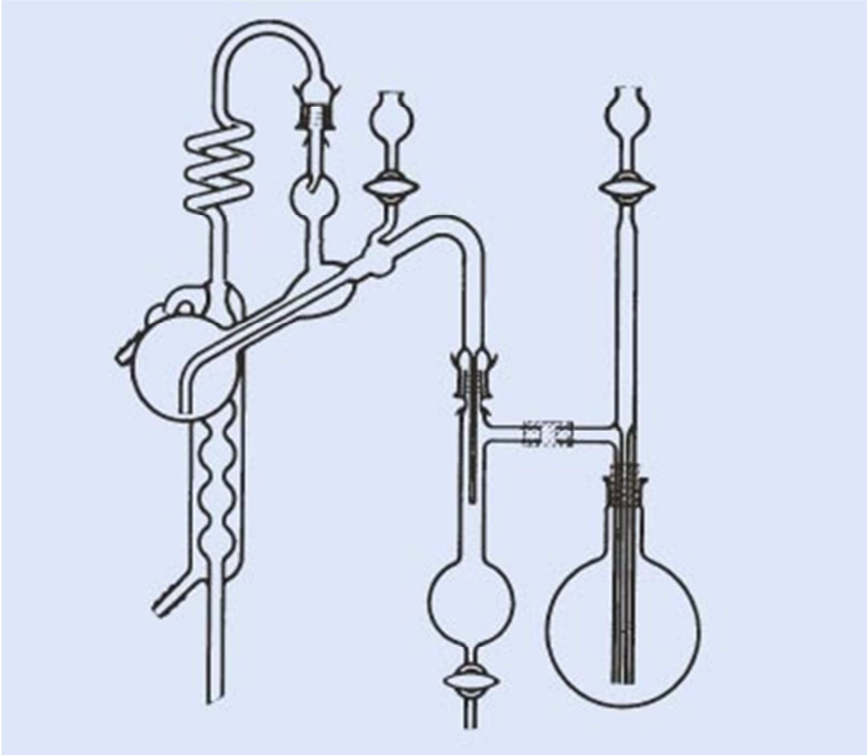
Kjeldahlova metoda je určena pro stanovení organicky vázaného dusíku [43].

Důležitým ukazatelem kvality potravin je celkový obsah dusíku, který se stanovuje po mineralizaci vzorků. Využívá se Kjeldahlovy metody, při které se veškerý přítomný dusík (až na dusičnany, dusitany a některé N‑heretocykly) redukuje na amoniakální dusík mokrou cestou koncentrovanou kyselinou sírovou za varu. Amonné ionty se stanoví titračně. Mineralizace se urychluje v přítomnosti oxidačních činidel (H2O2, KMno), katalyzátoru (Hg, HgO, CuO, Se, Se + CuSO4, TiO2 + CuSO4, Zn + CuSO4). Dusíkaté látky jsou během redukce převedeny na amoniak, který je vázán koncentrovanou H2SO4 jako síran amonný. Přídavkem nadbytku NaOH v destilační aparatuře se amonné ionty převedou na plynný amoniak, který se předestiluje s vodní parou do předlohy se zředěnou kyselinou sírovou nebo boritou o přesně definovaném objemu a koncentraci. Amoniak se

stanoví zpětnou titrací na methylčerveň nebo Tashirův indikátor do slabě kyselé reakce. [44].

Výpočet obsahu hrubé bílkoviny v g:

$$m = a.10^{-3}.c.M_N.f_t.f_z.f_{př}.100$$



Obr. 10 Parnas Wagnerova aparatura [44]

3.7 Stanovení hrubé vlákniny (CF)

Stanovení se provádí pomocí přístroje ANKOM[220]. Vzorek je ošetřován postupně vroucími roztoky slabé kyseliny sírové a slabého hydroxidu sodného. Zbytek je usušen, zvážen a zpopelněn při 550 °C. Ztráta váhy vyplývající ze zpopelnění odpovídá přítomnosti hrubé vlákniny v testovaném vzorku [45].

Hrubá vláknina se vypočítá dle vztahu:

$$CF = \frac{(m_3 - m_1.c_1) - (m_4 - m_1.c_2)}{m_2}.100 \qquad (8)$$

Kde:

$$c_1 = \frac{m_S}{m_1} \quad (9)$$

$$c_2 = \frac{m_P}{m_1} \quad (10)$$

Kde:

m_1… hmotnost prázdného sáčku [g]

m_2…hmotnost navážky vzorku [g]

m_3…hmotnost sáčku po vysušení [g]

m_4…hmotnost popele [g]

c_1…korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze

c_2…korekce hmotnosti sáčku po spálení

m_S…hmotnost vysušeného prázdného sáčku po hydrolýze [g]

m_P…hmotnost popele prázdného sáčku [g]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo popsat Miličku habešskou jako netradiční obilovinu, definovat její základní chemické složení a nutriční benefit. Cílem experimentální práce bylo připravit sadu vzorků, směsí hladké mouky s Miličkou habešskou a stanovit u nich základní nutriční parametry: vlhkost, obsah popela, bílkoviny, kyselost, tuky, obsah škrobu a hrubé vlákniny.

5 METODIKA

5.1 Analyzované vzorky

V praktické části byla analyzována mouka ze semen Miličky habešské *(Eragrostis tef*), samotná hladká mouka pšeničná a z nich připravené směsy mouk miličky a mouky hladké v poměru 5 %, 10 %, 15 % a 20 % obsahu Miličky habešské ve vzorku.

Milička habešská *(Eragrostis tef)*

Mouka Tef, Danfood, 350 g

Obr. 11 Mouka Eragrostis tef

Pšeničná mouka

Mouka hladká polosvětlá T650, Noe, 1 kg

Země původu: Slovensko

Obr. 12 Pšeničná mouka [46]

5.2 Použité chemikálie

Ke stanovení byly použity tyto chemikálie:

Hydroxid sodný p.a., (Mach Chemikálie s.r.o., Ostrava – Hrušov)

Kyselina boritá p.a.,(Penta, dodavatel ing. Petr Švec, Chrudim)

Kyselina sírová (0,0254 mol.dm-3)

Tashiro indikátor

Peroxid vodíku

Kyselina sírová (distributor ing. Petr Lukeš)

Hexan (distributor ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

Chlorid vápenatý (distributor ing. Petr Lukeš, Uherský Brod)

Kyselina šťavelová (Lachema n.p. závod Neratovice Brno)

Aceton (Dr. Kulich Pharma, s.r.o., Hradec Králové)

5.3 Použité pomůcky

Analytické váhy (ADAM AFA 210 LC)

Laboratorní sušárna (Venticell, BMT a.s., MMM-Group)

Exsikátor

Hliníkové misky

Porcelánové kelímky

Běžné laboratorní pomůcky a sklo

Muflová pec

Sáčky Ancom, F 57

Tavička

ANKOM$_{220}$ Fiber Analyzer

5.4 Postup práce

5.4.1 **Příprava vzorků**

Před samotným stanovením byly vždy vzorky naváženy a v případě směsných vzorků i smíchány v daném poměru, který byl udán procentuálním zastoupením miličky habešské v mouce pšeničné hladké.

Vzorky byly namíchány s obsahem 5 %, 10%, 15% a 20 % obsahu Miličky habešské (*Eragrostis tef*). Testována byla i samotná pšeničná mouka hladká a mouka Miličky habešské.

5.4.2 **Stanovení vlhkosti a sušiny**

Do čisté vychladlé a zvážené hliníkové misky s víčkem, předem vysušené při teplotě 130 °C po dobu 15 minut, byl navážen 1 g vzorku mouky. Vzorek byl rozprostřen do stejnoměrné vrstvy a víčko bylo vloženo pod misku. Spolu s ním byl umístěn do sušárny předehřáté na teplotu 130 °C. Vzorky byly sušeny 60 minut při teplotě 130 °C. Po 60 minutách se misky ještě v sušárně uzavřely víčkem a vložily do exsikátoru. Po vychladnutí byla miska zvážena s přesností na 0,0001 g.

5.4.3 **Stanovení popela**

Do předem vyžíhané a zvážené keramické misky byl navážen 1 g vzorku a byl vložen do muflové pece. Vzorek byl podobu 5,5 hodiny vystaven teplotě 550 °C. Po této době byl vzorek vyjmut a ponechán 60 minut v exsikátoru ke zchladnutí. Vzorek byl zvážen s přesností na 0,0001 g a hmotnost byla přepočtena na množství popela.

5.4.4 **Stanovení kyselosti**

Pro stanovení kyselosti mouky bylo připraveno 500 ml odměrného roztoku NaOH o koncentraci 0,1mol.dm^{-3} a byla provedena jeho standardizace. Standardizace byla provedena na slabou dvojsytnou kyselinu šťavelovou dihydrát.

Samotné stanovení kyselosti bylo provedeno tak, že bylo naváženo 10 g vzorku mouky s přesností na 0,01 g. Množství bylo analyticky převedeno do porcelánové třecí misky a zvlhčeno několika kapkami etanolu k zamezení tvorby chuchvalců a za stálého míchání, byla tato směs postupně rozetřena se 100 ml destilované vody. Vzorek byl louhován 30 minut. Po tuto dobu bylo vzorkem každých 10 minut mícháno. Po této době bylo do směsi přidáno 3 až 5 kapek fenolftaleinu a ihned titrováno odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 mol.dm^{-3} do růžového zabarvení.

5.4.5 **Stanovení škrobu polarimetricky**

Do 100 ml odměrné baňky bylo naváženo 5 g mouky, do které bylo přidáno 25 ml roztoku HCl o koncentraci 1,124 (hm) %. Obsah baňky byl kroužením důkladně promíchán a stěny byly opláchnuty dalšími 25 ml roztoku HCl. Následně byla baňka vložena do vroucí vodní lázně a zahřívána 30 minut. Během prvních 3 minut byla baňka promíchávána. Po 30 minutách byla baňka vyjmuta z vodní lázně, bylo do ní přidáno dalších 20 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové a baňka byla ochlazena na laboratorní teplotu. Po té se provedlo vyčeření podle Carreze. Při čiření bylo nejprve přidáno 1 ml Carrez I (30 % síran zinečnatý). A vzorek byl důkladně promíchán. Do promíchaného vzorku byl následně přidán 1 ml Carrez II (15%ního hexakyanoželeznatanu draselného). Vzorek byl opět důkladně promíchán. Po 5 minutách působení byla odměrná baňka doplněna po značku destilovanou vodou a roztok byl zfiltrován. U čirého filtrátu byl měřen na polarimetru úhel otočení α při teplotě 20°C.

5.4.6 **Stanovení tuku**

Do extrakční patrony bylo naváženo 5 g vzorku s přesností na 0,0001 g, patrona byla utěsněna vatou, proto aby se vzorek z patrony neodplavil. Takto připravená patrona byla vložena do střední části Twisselmannova přístroje. Do předem zvážené a vysušené extrakční baňky bylo napipetováno 10 ml hexanu. Takto připravená baňka, byla umístěna do spodní části extraktoru, viz obrátek 9. Tato extrakční aparatura byla dobře upevněna a posazena do vyhřívacího hnízda. Cela extrakce probíhala po dobu 5 hodin. Po této době

byl hexan z extrakční baňky odpařen a baňka byla přemístěna na 1 hodinu do sušárny na 98 °C. Vysušený vzorek byl zvážen na analytických vahách. Pro výpočet obsahu tuků bylo využito vzorce 7.

5.4.7 **Stanovení obsahu celkového dusíku**

Mineralizace mokrou cestou

V první fázi byla provedena mineralizace mokrou cestou pomocí aparatury. Do mineralizační zkumavky bylo na analytických vahách naváženo 0,25 g vzorku. Do vzorku bylo automatickou pipetou přidáno 10 ml koncentrované H_2SO_4, 10 kapek H_2O_2 a lžička mineralizačního katalyzátoru v poměru 10:1 Na_2SO_4 a $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$. Mineralizační zkumavky byly vloženy do mineralizátoru, na něj byl posazen odsávač par. Vzorky byly mineralizovány 60 minut při teplotě 400 °C. Po této době byl mineralizátor vypnut a vzorky byly zchlazovány ve vodní lázni. Správně zmineralizovaný vzorek byl čirý.

Stanovení metodou podle Kjeldala s úpravou podle Winklera.

Čirý a vychladlý mineralizovaný vzorek byl kvantitativně převeden do odměrné baňky o objemu 25 ml a při intenzivním chlazení byl vzorek doplněn po rysku destilovanou vodou. Při stanovení byla využita Parnas – Wagnerova aparatura. Do destilační baňky přístroje bylo napipetováno 10 ml zmineralizovaného vzorku. Ke vzorku bylo přidáno 20 ml 30 % NaOH. Reakční směs byla předestilována vodní parou a do titrační baňky s 50 ml 2 % roztoku H_3BO_3 byl jímán uvolněný amoniak ze vzorku. Tento proces trval 20 – 30 min. Po této době byla baňka vyjmuta z aparatury a získaná směs v baňce byla titrována kyselinou sírovou o koncentraci 0,0254 $mol.l^{-3}$ do červenofialového zbarvení na indikátor tashiro. Ze spotřeby objemu kyseliny sírové byl vypočten obsah dusíku a ten přepočten na obsah hrubé bílkoviny.

5.4.8 **Stanovení hrubé vlákniny**

Pro stanovení byl připraven roztok H_2SO_4 o koncentraci 0,1275 $mol.dm^{-3}$ a objemu 2 l. Dále byl připraven roztok NaOH o koncentraci 0,313 $mol.dm^{-3}$ a objemu 2 l. Filtrační sáčky Ancom, F57 byly promyty v acetonu a ponechány na vzduchu k odvětrání. Pro popis sáčků byl použit fix na textil a prázdné sáčky byly zváženy. Do každého sáčku byl navážen vzorek s přesností na 0,0001 g a obsah sáčku byl ihned zataven a znovu zvážen. Pro samotnou analýzu bylo použito zařízení $ANKOM_{220}$ Fiber Analyzer, do kterého se vzorky v sáčku vložily. Vzorek v sáčku byl důkladně protřepán, tak aby byl vzorek

rozprostřen po celém objemu sáčku. Stojan s naskládanými vzorky byl umístěn do přístroje a zajištěn závažím. Připravené množství H_2SO_4 bylo nalito do zařízení a po uzavření byl $ANKOM_{220}$ Fiber Analyzer zapnut. Doba záhřevu a míchání přístroje byla 45 min. počítáno od doby dosažení teploty 100 °C. Po uplynutí této doby bylo zařízení vypnuto a H_2SO_4 byla vypuštěna do odpadu. Po otevření víka byly vzorky 3x promyty horkou vodou. Po fázi promývání byl přilit připravený roztok NaOH a vzorky byly znovu míchány a zahřívány podobu 45 min na 100 °C. Po uplynutí 45 minut bylo topení i míchání vypnuto, přístroj byl otevřen a pomocí vypouštěcího ventilu byl hydroxid odpuštěn. Poté byl přístroj se sáčky propláchnut 3x horkou vodou a na konec 1x studenou vodou pro ochlazení sáčků a přístroje. Při jednotlivém proplachování horkou vodou bylo zapnuto míchání na 5 minut. Sáčky byly vyjmuty, pomocí filtračního papíru byly vysušeny a vloženy na 3 minuty do acetonu. Vzorky byly opět osušeny filtračním papírem a ponechány k odvětrání. Poté byly vzorky vloženy do sušárny na 4 hodiny při 105 °C. Po uplynutí 4 hodin byly sáčky umístěny do exsikátoru a po vychladnutí zváženy. Do předem vyžíhaného, popsaného a zváženého porcelánového kelímku byly vloženy jednotlivé vzorky a spalovány při teplotě 550 °C po dobu 5,5 h. Po této době byly kelímky ochlazeny v exsikátoru a opět zváženy.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Stanovení vlhkosti a sušiny

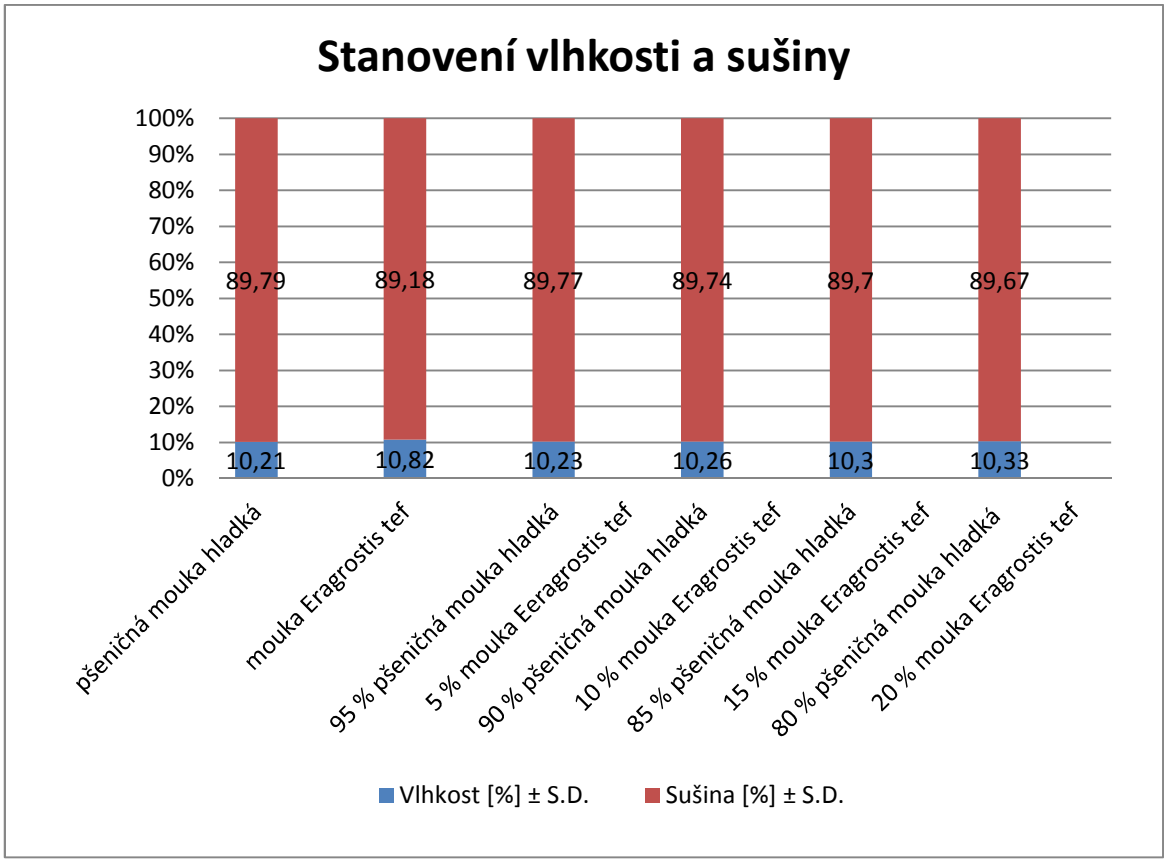
Stanovení bylo provedeno v jednom vzorku 3x vedle sebe, v tabulce č. 4 jsou uvedeny hodnoty výsledků. Hodnoty stanovené u jednotlivých vzorků byly provedeny dle metodiky v kapitole 5.4.2 a jsou vyjádřeny v procentech ± směrodatná odchylka (S.D.).

Tab. 3 Obsah sušiny a vlhkosti v jednotlivých vzorcích

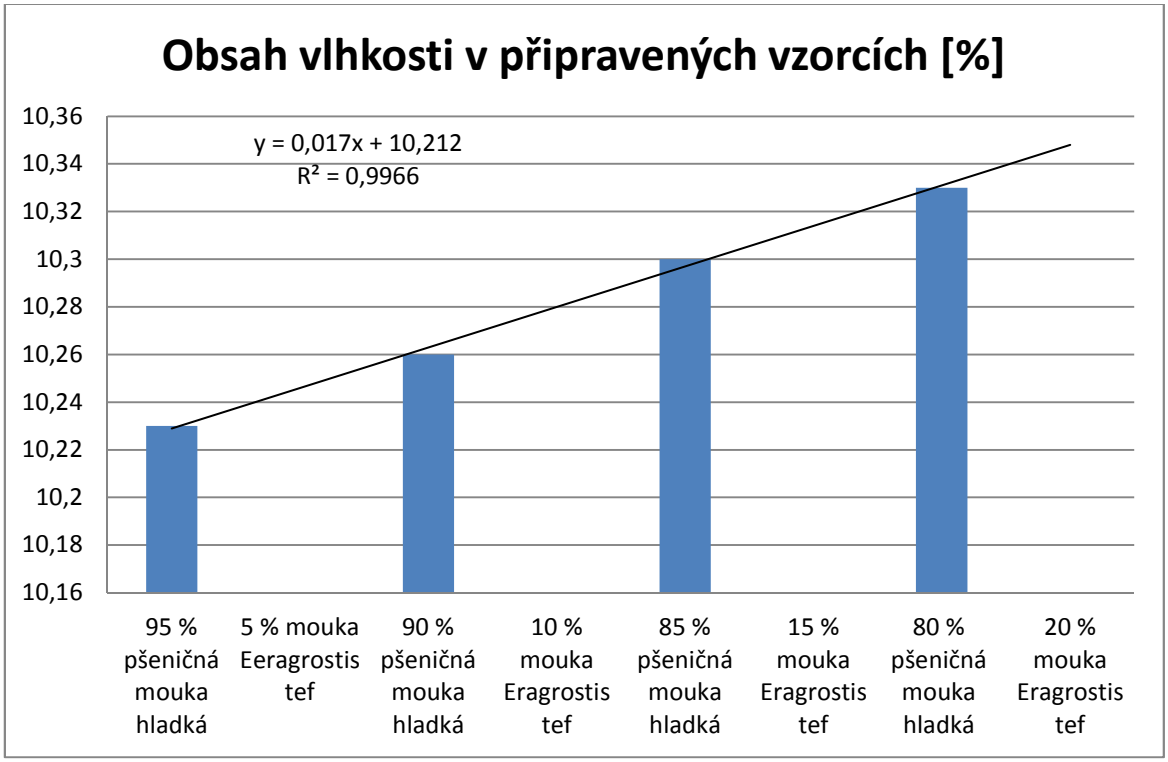
Vzorek	Vlhkost [%] ± S.D.	Sušina [%] ± S.D.
pšeničná mouka hladká	10,21 ± 0,06	89,79 ± 0,06
mouka *Eragrostis tef*	10,82 ± 0,06	89,18 ± 0,06
95 % pšeničná mouka hladká 5 % mouka *Eeragrostis tef*	10,23 ± 0,03	89,77 ± 0,03
90 % pšeničná mouka hladká 10 % mouka *Eragrostis tef*	10,26 ± 0,04	89,74 ± 0,04
85 % pšeničná mouka hladká 15 % mouka *Eragrostis tef*	10,30 ± 0,01	89,70 ± 0,01
80 % pšeničná mouka hladká 20 % mouka *Eragrostis tef*	10,33 ± 0,04	89,67 ± 0,04

Obsah sušiny ve vzorcích byl naměřen v rozmezí 89,18 – 89,79 %, kdy nejvyšší naměřenou hodnotu měla pšeničná mouka hladká a nejnižší naměřenou hodnotu měla mouka *Eragrostis tef.*

Obsah sušiny u vzorku s obsahem 5 % *Eragrostis tef* činila 89,77 %, u vzorku s obsahem 10 % *Eragrostis tef* činila sušina 89,74 %. Stanovená sušina s obsahem 15 % *Eragrostis tef* byla 89,7 % a vzorek s obsahem 20 % *Eragrostis tef* měl 89,67 % sušiny. Tyto hodnoty jsou znázorněny na obr. č. 13., jejich rozdíly jsou minimální, jasnější pohled na výsledky udává obrázek č. 14. Obsah vlhkosti je důležitý pro technologické zpracování zrna a to především u zrna *Eragrostis tef*, protože obsah vlhkosti obsažený v tomto zrnu ovlivňuje aerodynamiku zrna při třízení pomocí vzduch. Dle ČSN 46 1100-2 pro potravinářskou pšenici by měla obsahovat nejvýše 14 %. Tuto normu testované vzorky splnily.



Obr. 13: Naměřené hodnoty vlhkosti a sušiny u jednotlivých vzorků



Obr. 14: Průměrné hodnoty vlhkosti v připravených vzorcích

Na obrázku č. 14 je uveden graf průměrných hodnot obsahu stanovené vlhkosti v připravených vzorcích. Lze konstatovat, že se zvyšujícím se obsahem *Eragrostis tef* se zvyšovala hodnota obsahu vlhkosti. Tato data byla naměřena s přesností 99,66 %.

6.2 Stanovení popela

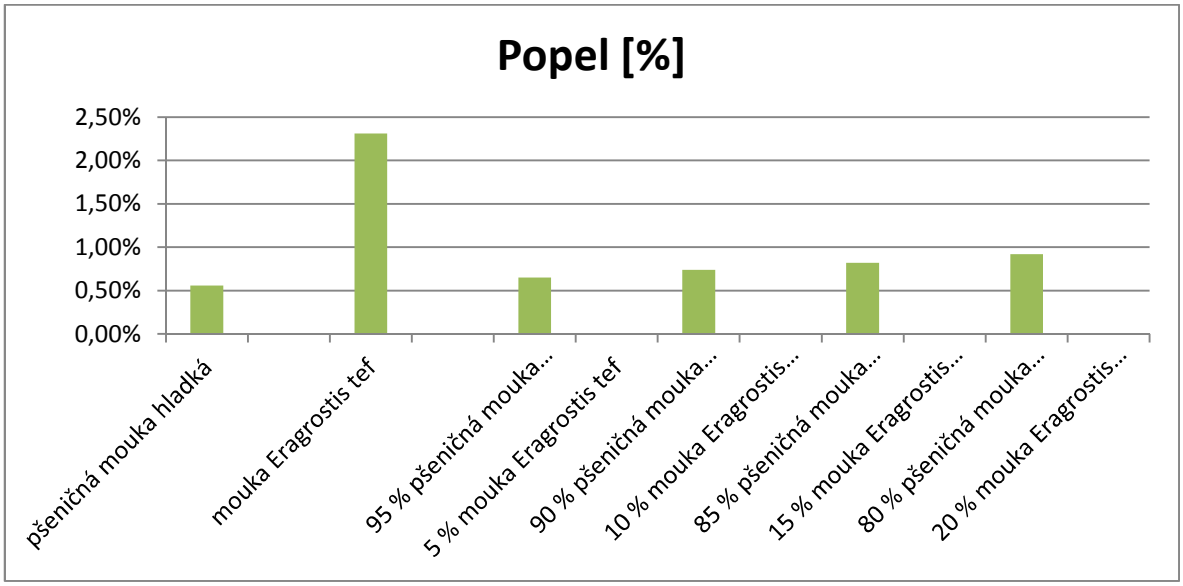
Při stanovení množství popela ve vzorcích, byla u každého vzorku provedena 3 stanovení. V tabulce 5, jsou uvedeny průměrné hodnoty měření.

Tab. 4 Obsah popela ve vzorcích

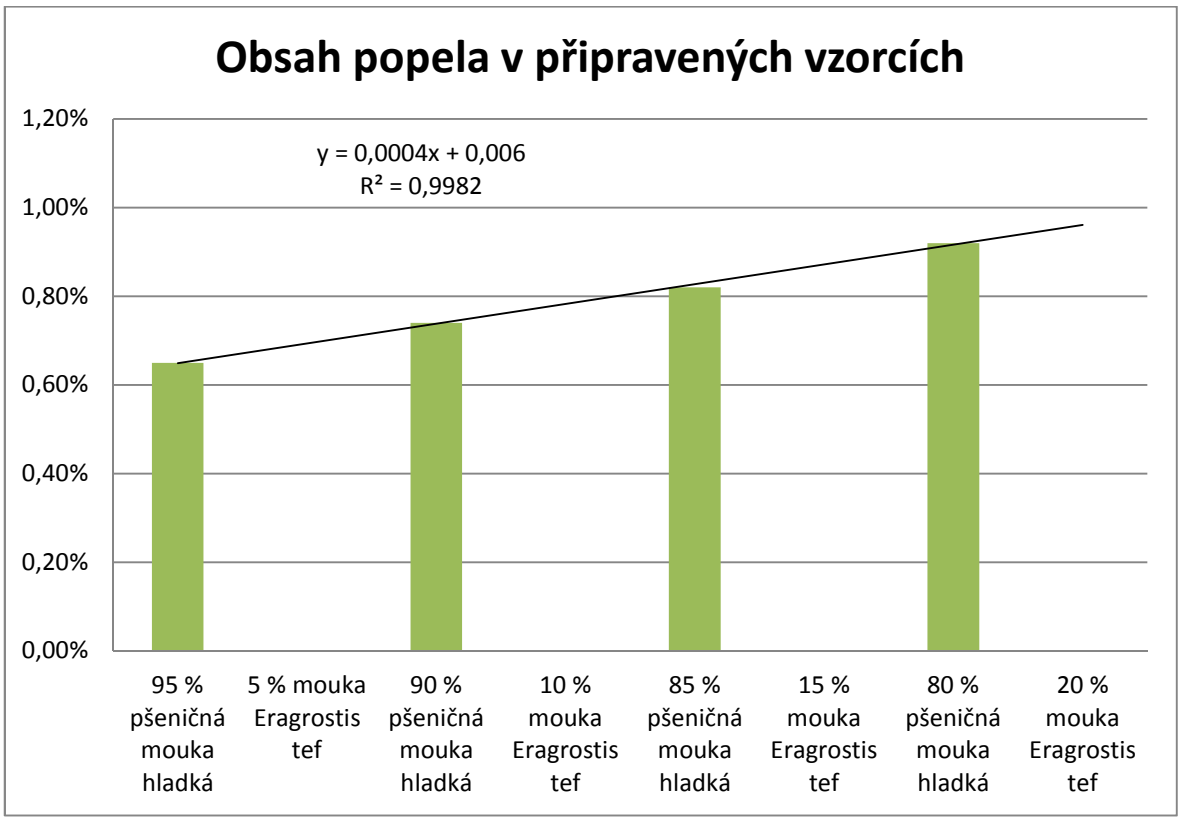
Vzorek	Popel [%] ± S.D.
pšeničná mouka hladká	0,56 ± 0,04
mouka *Eragrostis tef*	2,31 ± 0,03
95 % pšeničná mouka hladká **5 % mouka *Eragrostis tef***	0,65 ± 0,01
90 % pšeničná mouka hladká **10 % mouka *Eragrostis tef***	0,74 ± 0,04
85 % pšeničná mouka hladká **15 % mouka *Eragrostis tef***	0,82 ± 0,07
80 % pšeničná mouka hladká **20 % mouka *Eragrostis tef***	0,92 ± 0,02

Hodnoty uvedené v tabulce č. 4 prokazují, že vzorek mouky *Eragrostis tef* obsahoval 2,31 % popele, což je ve srovnání s hladkou pšeničnou moukou velmi vysoká hodnota, která mohla být způsobena přítomností obalových vrstev obilek, nebo obsahem nečistot či příměsí. Odstraněním obalových vrstev při čištění zrna mokrou cestou zrn pšenice měl za následek, že testovaná mouka obsahovala nízký obsah minerálních látek, které jsou právě v těchto vrstvách obsaženy a projevují se jako obsah popele. Vzorek s obsahem 5 % *Eragrostis tef* obsahoval 0,65 % popela. Vzorek s 10 % *Eragrostis tef* obsahoval 0,74 % popela. U vzorku s 15 % *Eragrostis tef* popel dosahoval 0,82 % a vzorek s 20 % *Eragrostis tef* obsahoval 0,92 % popela. Odchylky uvedené v tabulce mohly být způsobeny vzdušnou vlhkostí.

Srovnání hodnot je vidět na následujících obrázcích č. 14 a č. 15. Obrázek 14 ukazuje celkový obsah popela ve všech vzorcích. Na obrázku 15 je vidět, že se obsah popela v připravených vzorcích průběžně zvyšoval s obsahem mouky *Eragrostis tef*. A lze konstatovat, že měření bylo provedeno s přesností 99,82 %.



Obr. 15: Průměrný obsah popela v jednotlivých vzorcích



Obr. 16: Srovnání obsahu popela v připravených vzorcích s obsahem mouky pšeničné a mouky Eragrostis tef

6.3 Stanovení kyselosti

Stanovení kyselosti bylo prováděno, dle uváděného pracovního postupu v kapitole 5.4.4. Nejprve byl připraven odměrný roztok NaOH o koncentraci 0,1092 mol.dm^{-3}. Výsledné hodnoty standardizace jsou uvedeny v tab. 6.

Tab. 5 Standardizace roztoku NaOH pro titraci vzorků

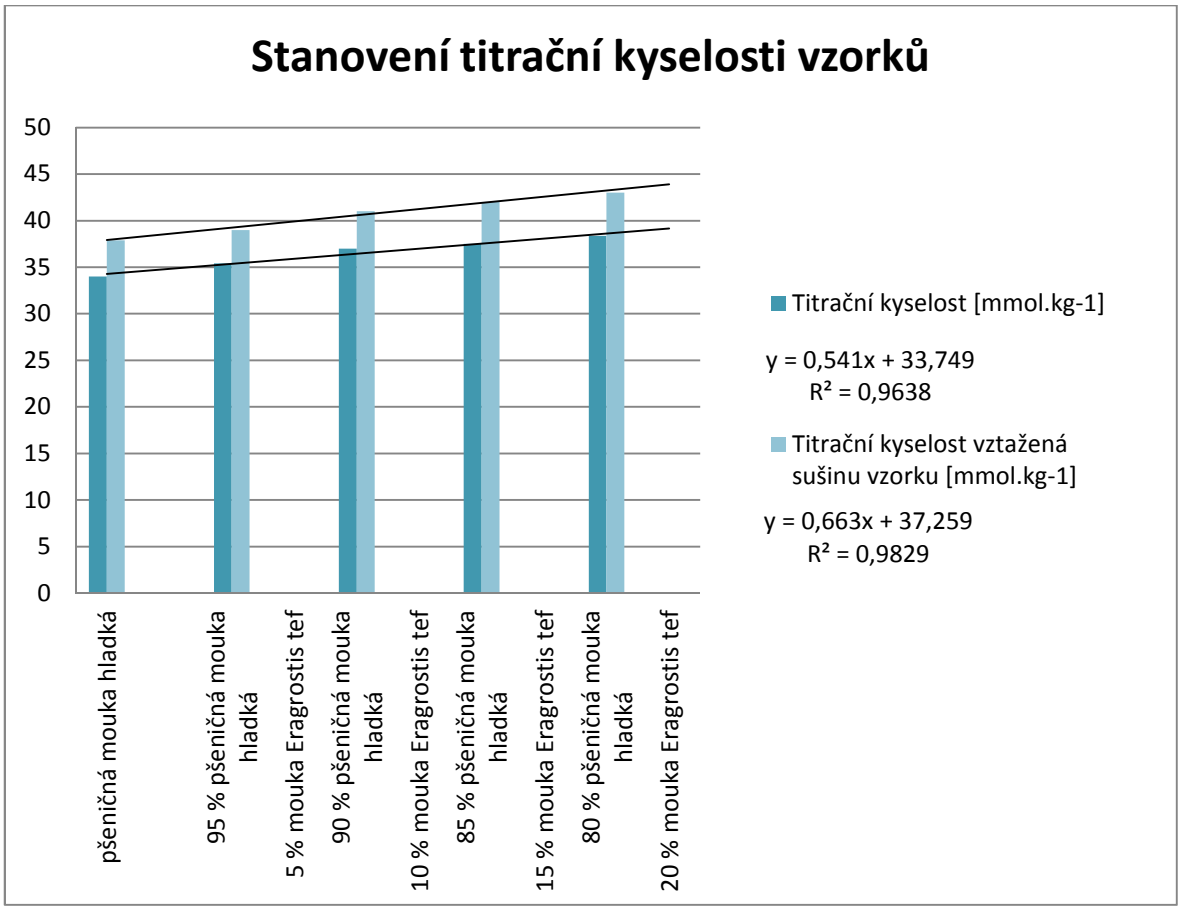
Měření č.	m $(COOH)_2$ [g]	V odměrného roztoku NaOH [ml]	Vypočtená koncentrace roztoku NaOH [mol.dm^{-3}]	Koncentrace NaOH [mol.dm^{-3}]
1	0,0639	7,35	0,1086	
2	0,0659	7,55	0,1091	0,1092
3	0,0619	7,05	0,1097	

Tab. 6 Titrační kyselost vzorků mouky

Vzorek	Titrační kyselost [mmol.kg^{-1}] ± S.D.	Titrační kyselost sušiny [mmol.kg^{-1}] ± S.D.
pšeničná mouka hladká	34,00 ± 0,6	37,87 ± 0,06
mouka *Eragrostis tef*	49,62 ± 0,56	56,00 ± 0,65
95 % pšeničná mouka hladká 5 % mouka *Eragrostis tef*	35,41 ± 0,32	39,00 ± 0,04
90 % pšeničná mouka hladká 10 % mouka *Eragrostis tef*	36,99 ± 0,41	41,00 ± 0,23
85 % pšeničná mouka hladká 15 % mouka *Eragrostis tef*	37,51 ± 0,32	42,00 ± 0,47
80 % pšeničná mouka hladká 20 % mouka *Eragrostis tef*	38,36 ± 0,27	43,00 ± 0,31

Obsah kyselosti byl u pšeničné mouky hladké 34 mmol.kg^{-1}. U *Eragrostis tef* byla naměřená titrační kyselost 49,62 mmol.kg^{-1}. U vzorku s obsahem 5 % *Eragrostis tef* byla titrační kyselost 35,41 mmol.kg^{-1}. Vzorky s 10 % *Eragrostis tef* byla stanovena hodnota kyselosti 36,99 mmol.kg^{-1}. Vzorky s obsahem *Eragrostis tef* 15 % a 20 % obsahovaly titrační kyselost v hodnotě 37,51 mmol.kg^{-1}a 38,36 mmol.kg^{-1}. Vyšší obsah

kyselosti u mouky miličky mohl být způsoben lipolytickými enzymy a oxidačními procesy v mouce. Proces mohl být ještě urychlen skladovacími podmínkami.



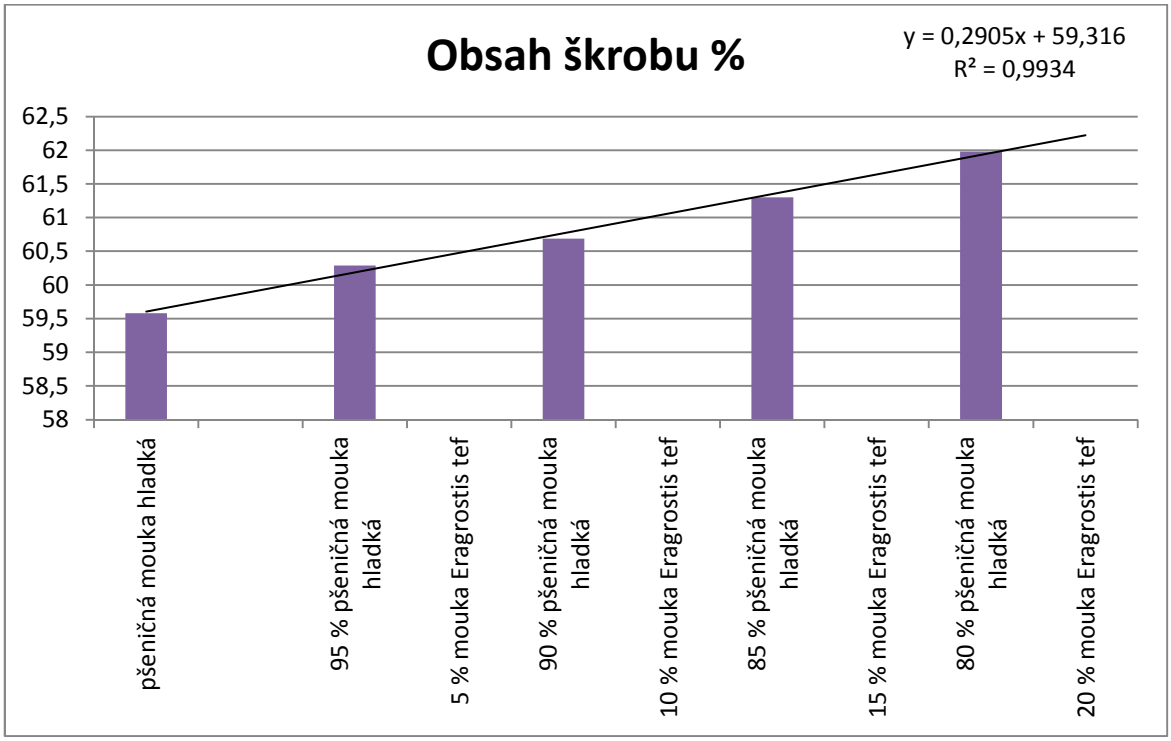
Obr. 17: Hodnoty obsahu kyselosti ve vzorku, a hodnoty vztažené na sušinu vzorku

Se zvyšujícím se obsahem mouky *Eragrostis tef* se zvyšovala i kyselost jednotlivých vzorků, to lze názorně vidět na obrázku č. 17. Tyto hodnoty byly naměřeny s přesností více než 96 %. Nejnižší obsah kyselosti byl tedy naměřen u mouky pšeničné hladké.

6.4 Stanovení škrobu polarimetricky

Tab. 7 Průměrný obsah škrobu ve vybraných vzorcích

Vzorek	Obsah škrobu [%] ± S.D.
pšeničná mouka hladká	59,58 ± 0,05
mouka *Eragrostis tef*	62,33± 0,02
95 % pšeničná mouka hladká **5 % mouka *Eragrostis tef***	60,29 ± 0,02
90 % pšeničná mouka hladká **10 % mouka *Eragrostis tef***	60,69 ± 0,05
85 % pšeničná mouka hladká **15 % mouka *Eragrostis tef***	61,30 ± 0,04
80 % pšeničná mouka hladká **20 % mouka *Eragrostis tef***	61,98 ± 0,07



Obr. 18: Naměřené hodnoty obsahu škrobu se zvyšujícím se obsahem mouky eragrostis tef v mouce pšeniční hladké

Obsah škrobu naměřený v pšeničné mouce hladké byl 59,58 % a hodnota škrobu u *Erarostis tef* byl 62,33 %. Hodnota u vzorku s obsahem 5 % *Eragrostis tef* byla naměřena 60,29 %. Vzorky s obsahem 10 % a15 % tefu měly totožnou průměrnou hodnotu a to 61,3 %. Hodnota naměřeného škrobu u vzorku s 20 % *Eragrostis tef* byla 61,98 %.

Jednotlivé hodnoty jdou uvedeny v tabulce č. 7, a jsou zobrazeny na obrázku č. 18 v sestaveném grafu. Tyto hodnoty byly naměřeny s přesností 99,34 %.

Hodnoty naměřené u pšeničné mouky odpovídaly tabelovaným hodnotám uváděných v literatuře.

6.5 Stanovení obsahu tuku

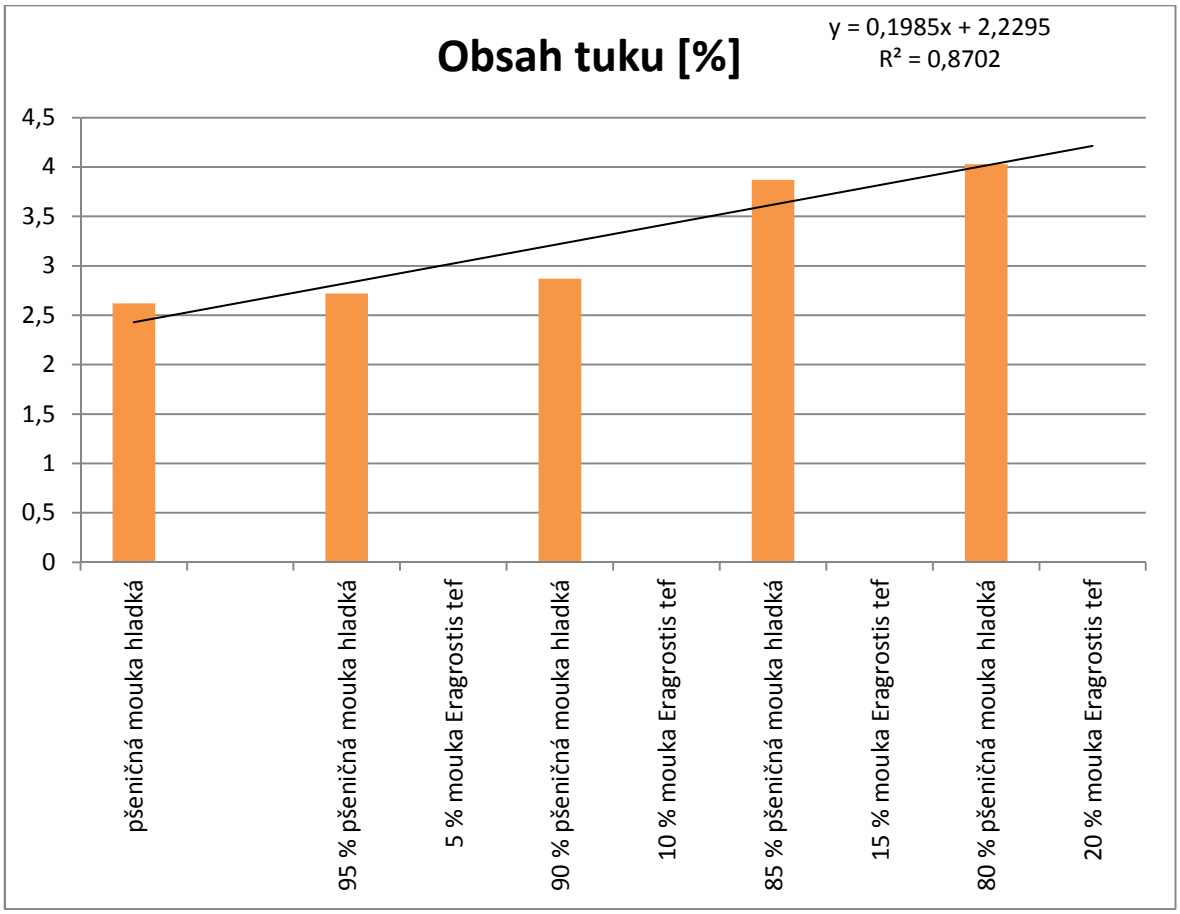
Obsah tuků byl stanoven v každém měřeném vzorku 2x. Pro toto stanovení bylo využito metodiky uvedené v kapitole 5.4.6. Hodnoty uvedené v tab. 8, byly vypočteny dle vzorce 7.

Tab. 8 Průměrný obsah tuků ve vzorcích

Vzorek	Obsah tuku [%] ± S.D.
pšeničná mouka hladká	2,62 ± 0,02
mouka *Eragrostis tef*	2,59 ± 0,04
95 % pšeničná mouka hladká **5 % mouka *Eragrostis tef***	2,72 ± 0,01
90 % pšeničná mouka hladká **10 % mouka *Eragrostis tef***	2,87 ± 0,20
85 % pšeničná mouka hladká **15 % mouka *Eragrostis tef***	3,87 ± 0,82
80 % pšeničná mouka hladká **20 % mouka *Eragrostis tef***	4,03 ± 0,02

Tuk obsažený ve vzorcích byl naměřen v rozmezí od 2,62 – 4,03 %, přičemž vyšší obsah byl stanoven v Miličce habešské. Průměrná hodnoty naměřená v pšenici byla 2,62 %, což odpovídá hodnotám uváděným v literatuře. Obsah naměřeného tuku odpovídal hodnotě 4,03 %. U vzorků s obsahem 5 % tefu byla naměřená hodnota 2,59 %. Ve vzorku s obsahem 10 % tefu byla hodnota tuků 2,72 %. Vzorek s obsahem 15 % tefu obsahoval 2,87 % a vzorek 20 % *Eragrostis tef* obsahoval 3,87 %. Důležité je si uvědomit, že obiloviny vykazují proměnlivost v závislosti na podmínkách pěstování a skladování.

Vzniklé odchylky u stanovení mohly být způsobeny vzdušnou vlhkostí, nebo připálením vyextrahovaných látek v baňce.



Obr. 19: Průměrný obsah celkového tuku v pšeničné mouce hladké a s jednotlivými přídavky mouky Eragrostis tef

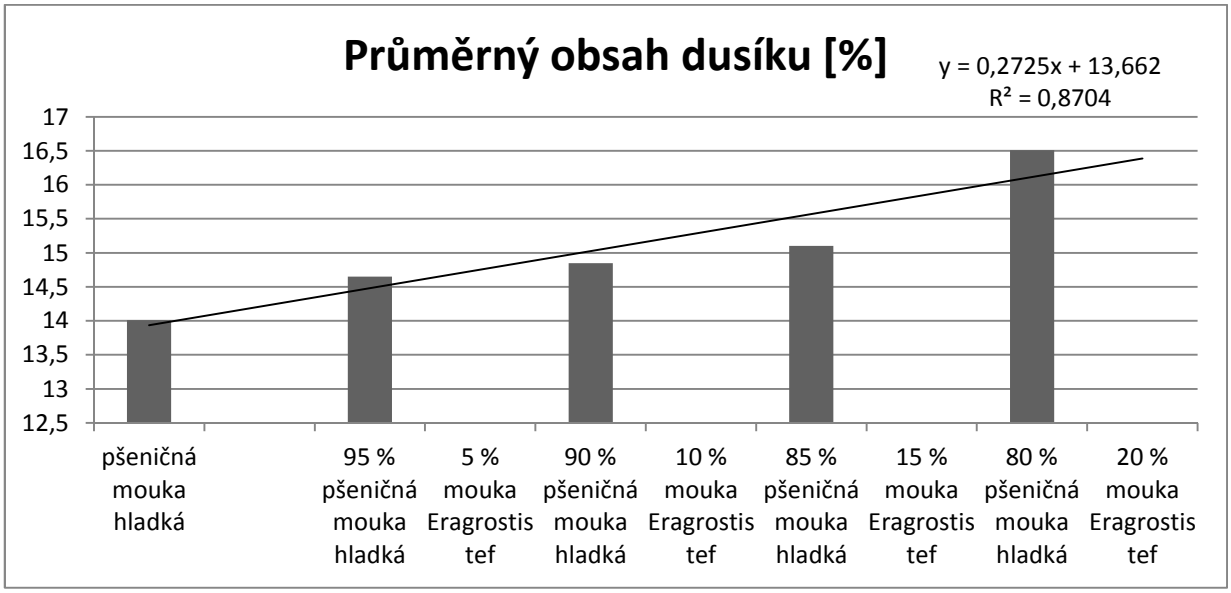
Na obrázku č. 19 je graf průměrného obsahu tuku pšeničné mouce hladké a s jednotlivými přídavky mouky *Eragrostis tef*. Se zvyšujícím se přídavkem mouky *Eragrostis tef* se zvyšoval obsah tuku ve vzorcích. Takto stanovený tuk byl naměřen s přesností 87,02 %.

6.6 Stanovení obsahu celkového dusíku

Obsah celkového dusíku byl stanoven dle metodiky uvedené v kapitole 3.6. Každý vzorek byl stanovován 2x vedle sebe. Hodnoty měření jsou uvedeny v tabulce níže.

Tab. 9 Průměrný obsah celkového dusíku

Vzorek	Průměrný obsah dusíku [%] ± S.D.
pšeničná mouka hladká	14,01 ± 0,06
mouka E*ragrostis tef*	25,01 ± 0,08
95 % pšeničná mouka hladká 5 % mouka *Eragrostis tef*	14,65 ± 0,03
90 % pšeničná mouka hladká 10 % mouka *Eragrostis tef*	14,85 ± 0,25
85 % pšeničná mouka hladká 15 % mouka *Eragrostis tef*	15,1 ± 0,12
80 % pšeničná mouka hladká 20 % mouka *Eragrostis tef*	16,51 ± 0,23



Obr. 20: *Průměrný obsah dusíku v pšeničné mouce hladké a s jednotlivými přídavky mouky Eragrostis tef*

Obsah celkového dusíku byl stanoven u pšeničné mouky v množství 14,01 %. Stanovené množství celkového dusíku u *Eragrostis tef* byl 25,01 %. Pro tuto vysokou hodnotu celkového dusíku je *Eragrostis tef* velmi ceněn jako zdroj bílkovin. Množství ve vzorku celkového dusíku s obsahem 5 % *Eragrostis tef* činil 14,65 %. Vzorek s obsahem 10%

Eragrostis tef byl 14,85 %. Množství stanovovaného dusíku činil 15,1 % u vzorku s obsahem 15 % *Eragrostis tef* a vzorek s obsahem 20 % obsahoval 16,51 % celkového dusíku.Tato data jsou uvedena v tabulce č. 9.

Na obrázku č. 20 je uveden průměrný obsah dusíku v pšeničné mouce hladké a s jednotlivými přídavky mouky *Eragrostis tef*. Se zvyšujícím se přídavkem mouky *Eragrostis tef*, se zvyšoval i průměrný obsah dusíku. Tato data byla naměřena s přesností 87,04 %.

Obsah bílkovin potravinářské pšenice podle požadavku ČSN 46 1100-2 by měl být 13,3 %. Vyšší obsah bílkovin proto mohla způsobit chyba stanovení.

6.7 Stanovení hrubé vlákniny

Obsah hrubé vlákniny byl stanoven v každém vzorku 2x. V níže uvedené tabulce jsou uvedeny získané výsledky. Pro toto stanovení bylo využito metody uvedené v kapitole 5.4.8.

Tab. 10 Obsah hrubé vlákniny (CF) ve stanovených vzorcích

Vzorek	CF v % ± S.D.
pšeničná mouka hladká	1,67 ± 0,04
mouka *Eragrostis tef*	2,71 ± 0,17
95 % pšeničná mouka hladká **5 % mouka *Eragrostis tef***	1,84 ± 0,07
90 % pšeničná mouka hladká **10 % mouka *Eragrostis tef***	1,93 ± 0,02
85 % pšeničná mouka hladká **15 % mouka *Eragrostis tef***	1,99 ± 0,63
80 % pšeničná mouka hladká **20 % mouka *Eragrostis tef***	2,09 ± 0,17

Naměřené množství hrubé vlákniny ve vzorcích pšeničné mouky bylo 1,67 %, což odpovídá průměrným hodnotám uvedené v literatuře. Obsah hrubé vlákniny naměřený ve vzorcích *Eragrostis tef* byl 2,71 %. Ve vzorcích s 5 % obsahu *Eragrostis tef* bylo stanoveno 1,84 % hrubé vlákniny. Ve vzorku s obsahem 10% *Eragrostis tef* bylo množství hrubé vlákniny 1,93 %. Ve vzorku s obsahem 15 % *Eragrostis tef* obsahoval 1,99 % hrubé vlákniny a vzorek s 20 % *Eragrostis tef* byl 2,09 %. Nízký obsah vlákniny u pšenice je způsoben technologii zpracování zrn, které jsou zbavovány obalových vrstev, která tvoří hlavní podíl hrubé vlákniny.

ZÁVĚR

Milička habešská je v dnešní době v potravinovém průmyslu velice perspektivní obilovinou, která je používaná již tisíce let. Tato plodina může nahradit všechny běžně známé a používané druhy obilovin v pekařské výrobě. Její nenahraditelné vlastnosti jako je odolnost proti nepříznivým klimatickým vlivům prostředí a schopnosti růstu i na méně úrodných stanovištích a také díky jejímu složení, jako je nízký obsah lepku, vysoký podíl železa či bílkovin staví tuto obilovinu do popředí zájmu zemědělské výroby a potravinářského průmyslu.

Tato diplomová práce se zabývá botanickou charakteristikou, druhovým rozšířením a možnostmi využití v potravinové výrobě. Práce se dále zabývá metodikou analýzy chemického složení, jako je obsah sušiny, popela, bílkovin, škrobů, tuků, titrační kyselostí a obsahu hrubé vlákniny.

Chemickou analýzou bylo zjištěno a dokázáno, že obsah bílkovin a popela ve vzorcích byl významně vyšší než u běžně používané pšenice. Tímto byl prokázán vysoký podíl minerálních látek, jako je například železo, draslík, sodík, zinek a hořčík, které jsou pro zdravou funkci lidského organizmu nezbytné. Obsah hrubé vlákniny byl naměřen jako nezbytný nutriční aspekt obilovin. Výsledek stanovení prokázal, že milička má vyšší podíl vlákniny než pšenice díky čemuž je lépe stravitelná.

Celkově lze konstatovat, že z hlediska obsahu nutričních látek je milička oproti pšenici výživově lepší.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] THIELEMANN, Thomas. *Biokuchařka: maso, drůbež, zelenina*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2010, 211 s. ISBN 978-80-247-2983-1.

[2] SEYFU KETEMA. IPGRI, Seyfu Ketema.International Plant Genetic Resources Institute. *Tef: Eragrostis tef (Zucc.) Trotter*. Vyd. 1. Gatersleben: IPK, 1997, 211 s. ISBN 92-904-3304-3.

[3] KUČEROVÁ, Jindřiška. *Technologie cereálií*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 141 s. ISBN 978-80-7157-811-62008.

[4] GAREDEV, E.; Land-use and land cover dynamics and rural livelihood perspectives, in the semi-arid areas of Central Rift Valley of Ethiopia. Diss. Umeå: Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis agriculturae Sueciae, 1652-6880; 2010:7 ISBN 978-91-576-7484-5

[5] HÁLKOVA, Jana. *Analýza potravin: sborník přednášek z kurzu*. 2. vyd. Újezd u Brna: Ivan Straka, 2001, 94 s. ISBN 80-864-9402-0

[6] *Eragrostis*. S.l.: General Books, 2010. ISBN 11-573-2148-8

[7] Regine Andersen; Tone Winge; The Access and Benefit-Sharing Agreement on Tef Genetic Resources: Facts and Lessons, Fridtjof Nansen Institute Report 6, 2012, October 2012, ISBN: 978-82-7613-646-3

[8] SEYFU KETEMA. IPGRI, Seyfu Ketema.International Plant Genetic Resources Institute. *Tef: Eragrostis tef (Zucc.) Trotter*. Vyd. 1. Gatersleben: IPK, 1997, 211 s. ISBN 92-904-3304-3.

[9] Eragrostis minor. [online]. [cit. 2013-01-29]. Dostupné z: http://eol.org/pages/1114377/overview

[10] Eragrostis cilianensis. [online]. [cit. 2013-01-29]. Dostupné z: http://luirig.altervista.org/schedenam/fnam.php?taxon=Eragrostis+cilianensis

[11] SADLER, John a Jan Amos KOMENSKÝ. *Comenius*. London: Collier-Macmillan Limited, 1969, 135 s. Educational thinkers series. ISBN 16-127-130.

[12] BULTOSA, G.et.al. Physoco – chemical Characterization of Grain Tef (Eragrostis tef (Zucc.) Trotter] Starch In:Starch/Starke 54 (2002) 461 – 468.

[13] AUTHORITY, Australia New Zealand Food. *Food derived from insect-protected corn line MON 810 a safety assessment*. Canberra: The Authority, 2001. ISBN 06-423-4519-8.

[14] Gashe, A.B. 1985. Involvement of lactic acid Bacteria in the fermentation of tef (Eragrostis tef), an Ethiopian fermented food. *Journal of food science* 50, 800-801.

[15] RYSZEWSKI, Bohdan. *Archiwistyka: przedmiot, zakres, podział : (studia nad problemem)*. Wyd. 1. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1972, 104 s. Roczniki Towarzystwa Naukowego w Toruniu, rocz. 76 (1971), z. 2. ISBN 102-281-596.

[16] JAMES F. HANCOCK, James F.editor. *Temperate fruit crop breeding germplasm to genomics: przedmiot, zakres, podział : (studia nad problemem)*. Wyd. 1. Berlin?: Springer, 2008, 104 s. Roczniki Towarzystwa Naukowego w Toruniu, rocz. 76 (1971), z. 2. ISBN 978-140-2069-079.

[17] MURRAY, Robert K. *Harperova biochemie*. 23. vyd. Jinočany: H H, 2002, ix, [3], 872 s. ISBN 80-731-9013-3.

[18] MURRAY, Robert K. *POL 708 Politické systémy demokratických zemí: rozšířený sylabus*. 23. vyd. Editor Petr Fiala. Brno: Masarykova univerzita, 2003, 1 sv. (různé stránkování). Roczniki Towarzystwa Naukowego w Toruniu, rocz. 76 (1971), z. 2. ISBN 80-708-530-7.

[19] MANN, Jim a A TRUSWELL. *Essentials of human nutrition*. 3rd ed. New York: Oxford University Press, 2007, xxii, 599 p. ISBN 978-019-9290-970.

[20] BHOJWANI, Sant Saran a M RAZDAN. *Plant Tissue Culture: theory and practice*. 3rd impr. Amsterdam: Elsevier, 1986, 8, 502 s. Developments in Crop Science. ISBN 04-444-2526-8.

[21] ČERMÁK, Bohuslav. *Výživa člověka*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2002, 224 s. ISBN 80-704-0576-7.

[22] BLATTNÁ, Jarmila. *Výživa na začátku 21. století aneb o výživě aktuálně a se zárukou*. Praha: Společnost pro výživu, 2005, 79 s. ISBN 80-239-6202-7.

[23] HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 20052006, 178 s. ISBN 80-731-8372-2.

[24] KUČEROVÁ, Jindřiška, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Technologie cereálií: bakalářský stupeň*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 141 s. ISBN 978-80-7157-811-62008.

[25] PŘÍHODA, Josef, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Vyd. 1. Praha: VŠCHT, 2003, 202 s. ISBN 80-708-0530-7.

[26] ČEPIČKA, Jaroslav, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Obecná potravinářská technologie: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1995, 246 s. ISBN 80-708-0239-1.

[27] KUČEROVÁ, Jindřiška, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Technologie cereálií: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 141 s. ISBN 978-80-7157-811-62008.

[28] ERBAN, V.; VACULOVÁ, K.; Složky potravinových doplňků s reprodukčním vlivem na metabolismus cholesterolu, ISBN 0970997215

[29] WILHELMT, Z. et. Al.. *Výživa v onkologii*. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-701-3410-0.

[30] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1: sborník přednášek z kurzu*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 80-866-5903-8.

[31] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 80-866-5903-8.

[32] LEDVINA, Miroslav, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Biochemie pro studující medicíny*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2009, 269 s. ISBN 978-802-4614-144.

[33] LEDVINA, Miroslav, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Vláknina v potravinách: [odborná príručka]*. 2. vyd. Bratislava: NOI, 2003, 29 s. ISBN 80-890-8827-9.

[34] MURRAY, Robert K, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Harperova biochemie: [odborná príručka]*. 23. vyd. Jinočany: H H, 2002, ix, [3], 872 s. ISBN 80-731-9013-3.

[35] MURRAY, Robert K, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Eragrostis: [odborná príručka]*. 23. vyd. S.l.: General Books, 2010, ix, [3], 872 s. ISBN 11-573-2148-8.

[36] SEYFU KETEMA. IPGRI, Seyfu Ketema.International Plant Genetic Resources Institute. *Tef: Eragrostis tef (Zucc.) Trotter*. Gatersleben: IPK, 1997. ISBN 92-904-3304-3.

[37] HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 20052006, 178 s. ISBN 80-731-8372-2.

[38] Nutritional Info: Tef. THE NUTRITION SEARCH ENGINE. [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: http://skipthepie.org/cereal-grains-and-pasta/tef-uncooked/]

[39] ODSTRČIL, Jaroslav a Milada ODSTRČILOVÁ. *Chemie potravin*. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006, 164 s. ISBN 80-701-3435-6.

[40] SKOUPIL J., LECJAKOVÁ Z. Chemické kontrolní metody,Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1998, 280 S, ISBN.

[41] DOLEŽAL M.. Stanovení škrobu v cereálních výrobcích a výrobcích z brambor polarimetricky metodou dle Ewerse; ČSN 56 0512-16

[42] Behr Labortechnik GmbH. In: [online]. [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: http://www.behr-labor.com/htemel/neu/twisselmann.html

[43] RIDDELLOVÁ, Kateřina. Laboratoř analýzy potravin a přírodních produktů: Stanovení celkového dusíku a výpočet obsahu bílkovin. Dostupné z:http://web.vscht.cz/kohoutkj/n%C3%A1vody. Vysoká škola chemicko - technologická v Praze.

[44] KUBÁŇ, Vlastimil a Petr KUBÁŇ. Analýza potravin. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, 202 s. ISBN 978-80-7375-036-7.]

[45] Stanovení hrubé vlákniny. [online]. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav_vyzivy_zvirat/chemicka_analyza_krmiv/metodiky/hrubavlaknina.pdf

[46] NAKUPHK.cz. [online]. [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: http://www.nakuphk.cz/Prisady-na-vareni-a-peceni/Mouka-hladka-svetla-psenicna-Noe-1kg.html

[47] FRÜHAUF, Pavel. Neprospívání kojenců a batolat. 1. vyd. Konice: Nestlé, 2004, 56 s. ISBN 80-903-5070-4.

[48] KUNZOVÁ, Lucie. Anemie a poruchy krvetvorby. DOI: http://www.i-lekarna.cz/tema/anemie-poruchy-krvetv.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DDD Doporučená denní dávka

S. D. Směrodatná odchylka

WHO Světová zdravotnická organizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Rozšíření druhu Eragrostis [5] 13
Obr. 2 Obilka Miličky habešské [10] 14
Obr. 3 Zralá semena Miličky habešské [8] 14
Obr. 4 Eragrostis minor [9] 15
Obr. 5 Eragrostis cilianensis [10] 16
Obr. 6 Eragrostis pektinasa [10] 16
Obr. 7 Chléb vyrobený z Eragrostis Tef [8] 18
Obr. 8 Candida guillermondi [8] 19
Obr. 9 Twissermannův extraktor [42] 30
Obr. 10 Parnas Wagnerova aparatura [44] 31
Obr. 11 Mouka Eragrostis tef 35
Obr. 12 Pšeničná mouka [46] 36
Obr. 13: Naměřené hodnoty vlhkosti a sušiny u jednotlivých vzorků 42
Obr. 14: Průměrné hodnoty vlhkosti v připravených vzorcích 42
Obr. 15: Průměrný obsah popela v jednotlivých vzorcích 44
Obr. 16: Srovnání obsahu popela v připravených vzorcích s obsahem mouky pšeničné a mouky Eragrostis tef 44
Obr. 17: Hodnoty obsahu kyselosti ve vzorku, a hodnoty vztažené na sušinu vzorku 46
Obr. 18: Naměřené hodnoty obsahu škrobu se zvyšujícím se obsahem mouky eragrostis tef v mouce pšeniční hladké 47
Obr. 19: Průměrný obsah celkového tuku v pšeničné mouce hladké a s jednotlivými přídavky mouky Eragrostis tef 49
Obr. 20: *Průměrný obsah dusíku v pšeničné mouce hladké a s jednotlivými přídavky mouky Eragrostis tef* 50

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Obsah aminokyselin v mouce Eragrostis tef uvedeno v mg.100 g^{-1}. [8] 24
Tab. 2 Obsah minerálních látek ve vybraných obilovinách[8] 25
Tab. 3 Obsah sušiny a vlhkosti v jednotlivých vzorcích 41
Tab. 4 Obsah popela ve vzorcích 43
Tab. 5 Standardizace roztoku NaOH pro titraci vzorků 45
Tab. 6 Titrační kyselost vzorků mouky 45
Tab. 7 Průměrný obsah škrobu ve vybraných vzorcích 47
Tab. 8 Průměrný obsah tuků ve vzorcích 48
Tab. 9 Průměrný obsah celkového dusíku 50
Tab. 10 Obsah hrubé vlákniny (CF) ve stanovených vzorcích 51