Stanovení škrobu a základních charakteristik vybraných druhů obilovin

Martina Cukrová

Bakalářská práce
2010

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Martina CUKROVÁ**
Osobní číslo:	**T07056**
Studijní program:	**B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Chemie a technologie potravin**
Téma práce:	**Stanovení škrobu a základních charakteristik vybraných druhů obilovin**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Fyziologie obilovin, vlastnosti škrobu.**
2. **Význam a produkce vybraných druhů obilovin.**
3. **Princip metod a stanovení.**

II. Praktická část

1. **Metodika stanovení popela, vlhkosti a škrobu.**
2. **Zhodnocení výsledků a jejich diskuse.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ŠKEŘÍK, J. a kol. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice 2008.
[2] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. Cereální chemie a technologie I, 1. vydání, VŠCHT Praha 2006.
[3] http://www.kamut.com/en/index.html.
[4] NOVOTNÝ, F. Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd, 2. vydání, ÚKZÚZ Brno, BRNO 2006.
[5] CAMPBELL, G., WEBB, C., McKEE, S. Cereals – Novel uses and processes, Plenum press, New York 1997.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Daniela Kramářová, Ph.D.**
Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce: **11. února 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2010**

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta technologická
L.S.

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

Příjmení a jméno: MARTINA CUKROVÁ Obor: CHEMIE A TECH. POTRAVIN

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 26.5.2010 Cukrová

[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

Bakalářská práce je zaměřena na chemické charakteristiky u vybraných druhů obilovin. Teoretická část obsahuje popis obilovin, chemické složení obilného zrna, pěstované druhy u nás a ve světě a popis vybraných druhů obilovin. V experimentální části je uvedeno stanovení jejich základních chemických charakteristik.

Klíčová slova: obiloviny, škrob, biopotraviny, vlhkost, popel

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the chemical characteristics of selected cereals species. The theoretic part contains characteristic of cereals, chemical structure of grain, species, that are grown in our country and the world and a description of selected species. There is the determination of basic chemical characteristics (moisture, ash, starch) in experimental part.

Keywords: cereals, starch, organic food, moisture, ash

Poděkování, motto

Ráda bych zde poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Daniele Kramářové, Ph.D. za poskytnuté informace, odborné rady, pomoc při práci, za její ochotu a hlavně nezměrnou trpělivost, kterou se mnou musela mít. Také chci poděkovat své rodině a přátelům, kteří při mně celou dobu stáli a podporovali mě.

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD **10**

I TEORETICKÁ ČÁST **11**

1 OBILOVINY **12**

1.1 ANATOMIE OBILNÉHO ZRNA 12

1.2 VÝZNAMNÉ LÁTKY OBILOVIN 13

1.2.1 Škrob 14

1.3 VÝZNAM OBILOVIN PRO LIDSKOU VÝŽIVU 15

1.4 PĚSTOVÁNÍ OBILOVIN U NÁS A VE SVĚTĚ 16

2 PRODUKCE OBILOVIN **18**

2.1 LEGISLATIVA 19

2.2 BIOPOTRAVINY 20

2.3 VYBRANÉ DRUHY OBILOVIN 21

2.3.1 Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) 21

2.3.2 Kamut (*Triticum turgidum* subsp. *polonicum*) 21

2.3.3 Grünkern 22

2.3.4 Pšenice ozimá (*Triticum aestivum*) 22

3 PRINCIPY METOD A STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH CHARAKTERISTIK OBILOVIN **23**

3.1 STANOVENÍ VLHKOSTI 23

3.2 STANOVENÍ POPELA 23

3.3 STANOVENÍ OBSAHU ŠKROBU 24

3.4 STANOVENÍ HMOTNOSTI TISÍCE ZRN 25

II PRAKTICKÁ ČÁST **26**

4 METODIKA PRÁCE **27**

4.1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY 27

4.2 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE 27

4.3 VZORKY OBILOVIN 28

4.4 METODIKA STANOVENÍ 29

4.4.1 Stanovení vlhkosti kontrolní metodou 29

4.4.2 Stanovení vlhkosti referenční metodou 29

4.4.3 Stanovení popela 30

4.4.4 Stanovení obsahu škrobu podle Ewerse 30

4.4.5 Stanovení hmotnosti tisíce zrn 31

5 VÝSLEDKY A DISKUSE **32**

5.1 STANOVENÍ HMOTNOSTI TISÍCE ZRN 32
5.2 STANOVENÍ VLHKOSTI KONTROLNÍ METODOU 32
5.2.1 Skladování v laboratoři 33
5.2.2 Skladování v lednici 33
5.2.3 Skladování v termostatu 34
5.3 STANOVENÍ VLHKOSTI REFERENČNÍ METODOU 35
5.4 STANOVENÍ POPELA 35
5.4.1 Skladování v laboratoři 35
5.4.2 Skladování v lednici 36
5.4.3 Skladování v termostatu 36
5.5 STANOVENÍ OBSAHU ŠKROBU PODLE EWERSE 37
5.5.1 Skladování v laboratoři 37
5.5.2 Skladování v lednici 38
5.5.3 Skladování v termostatu 38
ZÁVĚR 39
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 41
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 46
SEZNAM OBRÁZKŮ 47
SEZNAM TABULEK 48
SEZNAM GRAFŮ 49

ÚVOD

Obiloviny jsou jednou z nejstarších plodin pěstovaných pro lidskou obživu. Už ve starověku patřili mezi významné složky stravy. Proslavil se jimi hlavně Egypt, který dokonce sloužil jako obilnice Říma. Systematicky se obilí začalo pěstovat a sklízet teprve po roce 3 500 před n. l., kdy se ustálil rytmus letních nilských záplav. V té době se pěstovala hlavně pšenice a ječmen.

V dnešní době je pěstováno více druhů obilovin. Jsou poměrně nenáročné a poskytují vysoký výnos. Nejvíce pěstovanou obilovinou u nás je pšenice ozimá a to i přesto, že je nejnáročnější plodinou na půdní podmínky a výživu. Do popředí se dnes dostávají hlavně prastaré obiloviny, které byly dříve pěstovány, ale později skoro vymizely, zejména kvůli nízkým výnosům. Patří mezi ně například pšenice špalda, kamut, proso, quinoa nebo amarant.

Obiloviny jsou důležité hlavně pro svou výživovou hodnotu. Největší zastoupení mají sacharidy, z nichž je nejdůležitější škrob. Vyskytuje se v endospermu obilky v množství 50 – 80 %. Pro nás je hlavně zdrojem energie. Další důležitou složkou je vláknina, která je pro člověka nestravitelná a podporuje trávení. Obiloviny také obsahují bílkoviny. Ty však nejsou plnohodnotné, proto se musí kombinovat i s jinými zdroji bílkovin jako je například maso nebo vejce. V obilném klíčku je obsažen tuk, důležité jsou hlavně nenasycené mastné kyseliny, které snižují hladinu cholesterolu. Z vitaminů a minerálů jsou obiloviny bohatým zdrojem hlavně vitaminu E, který je důležitým antioxidantem, vitaminů skupiny B, vápníku, železa, hořčíku, zinku a fosforu.

V chudých zemích patří obiloviny mezi základní pilíře stravy. Hrozí zde ovšem nemoci způsobené jednostrannou výživou jako jsou beri – beri (způsobená jednostrannou výživou rýží) nebo pellagra (způsobená jednostrannou výživou kukuřicí). Odborníci uvádí, že obiloviny by měly tvořit 40 – 60 % jídelníčku [1].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBILOVINY

Obiloviny tvoří celosvětově hlavní součást lidské stravy, buď přímo jako pekárenské výrobky z mouky nebo nepřímo, jako složka krmení pro zvířata (zrní, otruby, sláma) [2]. Předpokládá se, že naši předkové konzumovali celá obilná zrna již před mnoha tisíci lety, tudíž byly tradiční potravinou [3]. Jejich hlavní druhy jsou především chlebové obiloviny pšenice a žito, dále ječmen, kukuřice, rýže, oves, pohanka [4]. Slouží hlavně jako zdroj energie z důvodu vysokého obsahu škrobu v jejich endospermu [5]. Zrno některých obilnin je zpracováno na výrobu etanolu, nebo dokonce pro výrobu bioetanolu [6].

Obiloviny (cereálie) patři botanicky mezi traviny (*Gramineae)*, téměř všechny známé v současné době využívané obiloviny se řadí do čeledi lipnicovitých (*Poaceae)*. Výjimkou je v poslední době často používaná pohanka, patřící do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae),* amarant z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae)* či quinoa (Merlík čilský) z čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae)* [7]. Obiloviny patří k jednoletým plodinám, zahrnují jarní i ozimé formy [8].

Obrázek 1 Obilné klasy [9]

1.1 Anatomie obilného zrna

Každá obilka se skládá z endospermu, klíčku a obalových vrstev. Endosperm představuje 84 – 86 % hmotnosti zrna, je tvořen velkými hranolovitými buňkami a obsahuje především škrob a bílkoviny. Od obalových vrstev je oddělen vrstvou aleuronových buněk, obsahujících bílkoviny, minerální látky, tuky a vitaminy. Endosperm zajišťuje výživu zárodku a při zpracování tvoří podstatnou složku finálního výrobku (mouky, škroby), při výživě a krmení je hlavním zdrojem energie a bílkovin. Klíček tvoří nejmenší část

obilky, je oddělen od endospermu štítkem, který obsahuje až 33 % bílkovin. Obsahuje mnoho živin, protože slouží jako zárodek nové rostliny (rostlinných pletiv a obilky). Mimo jednoduchých cukrů obsahuje bílkoviny, aminokyseliny, vitaminy rozpustné ve vodě (hlavně B_1) a značné množství vitaminu E. V klíčku je rovněž obsažen i tuk. Obaly tvoří 8 – 14 % hmotnosti zrna. Jsou tvořeny několika vrstvami buněk, které chrání endosperm a klíček před vysycháním a mechanickým poškozením. Obalové vrstvy se skládají z oplodí a osemení. Oplodí (pericarp) tvoří pokožka (epidermis), buňky podélné (epicarp), buňky příčné (mesocarp) a buňky hadicové (endocarp). Osemení (perisperm) je tvořeno vrstvou barevnou a hyalinní (skelnou) [4].

1.2 Významné látky obilovin

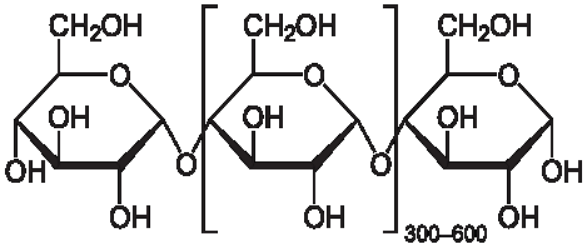
Zastoupení hlavních chemických složek v jednotlivých částech zrna je velmi rozdílné [10]. Sacharidy tvoří hlavní podíl jednotlivých složek obsažených v obilovinách. Můžeme je rozdělit na monosacharidy, např. pentózy, základní stavební částice pentózanů, důležitých složek podpůrných pletiv. Dále je to glukóza a fruktóza. Většinou jsou vázány v oligosacharidech. Z disacharidů je nejdůležitější sacharóza, která je obsažena především v klíčku a maltóza. Dále jsou to koloidně disperzní sacharidy, např. škrob, celulóza, pektinové látky, dextriny. Nejdůležitější zásobní látkou v obilce je škrob, jehož obsah kolísá od 50 do 80 % v sušině. Nejvýznamnější dusíkatou látkou jsou bílkoviny, které často determinují technologickou jakost surovin. Zvláštní postavení má zejména bílkovina pšeničná, která jako jediná vytváří běžně s vodou pružný gel, tzv. lepek. Prolaminy patří k tzv. charakteristickým zásobním nebo lepkovým bílkovinám. V obilí jsou dále obsaženy gluteliny, které se svým aminokyselinovým složením blíží gliadinům. Nacházejí se zde rovněž protoplasmatické albuminy a globuliny. Hlavními složkami lepku jsou lepkové bílkoviny gliadin a glutenin. Gluteninová frakce představuje asi 40 % celkového obsahu bílkovin [4]. Obsahy lipidů a minerálních látek v klíčku obilovin jsou vysoké, ale jejich podíl v celém zrnu je malý. Naproti tomu je významný obsah těchto látek v endospermu, představuje přibližně 85 % zrna. Pokud neuvažujeme klíček, nejvyšší obsahy bílkovin, lipidů a popela jsou v aleuronové vrstvě. Obsah vitaminů je v obilovinách nízký v porovnání s živočišnými zdroji. I přesto je lze považovat za zdroj vitaminů skupiny B. Tiamin (B_1) a riboflavin (B_2) se vyskytují v obalových vrstvách většiny obilovin a v klíčcích. Obiloviny dále obsahují v malém množství i minerální látky a v minimálních

množstvích i některé další látky jako kyselinu fytovou, cholin nebo kyselinu *p*-amino-benzoovou [10].

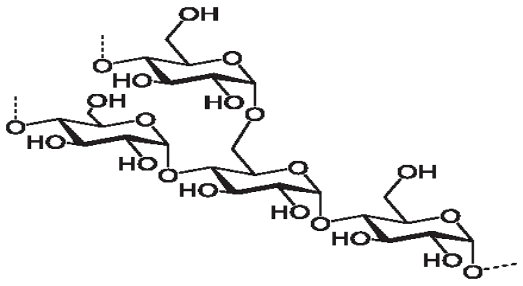
1.2.1 Škrob

Škrob je druhý nejrozšířenější biopolymer po celulóze. Je syntetizován rostlinami, uložený v jejich částech ve formě granulí, např. v semenech a hlízách a následně je využit jako zdroj energie během klíčení a růstu [2]. Škrob se vyskytuje jako zásobní polysacharid u většiny rostlin, ale jen z malého počtu rostlin se dá prakticky získat. Vyskytuje se v podobě zrn různé velikosti a struktury, která je charakteristická pro jednotlivé rostliny. Zrna se vyskytují vždy volně, nejsou chemicky nebo fyzikálně vázaná na jinou složku, což umožňuje jejich poměrně snadné získávání [11]. Hlavními zdroji v potravinách i jeho průmyslovými zdroji jsou brambory a obiloviny, zejména pšenice a žito [12].

Škrob je hygroskopický bílý prášek, který se v horké vodě rozpouští na koloidní lepkavý roztok škrobového mazu. Není to jednoduchá látka, ale směs dvou polysacharidů, amylózy a amylopektinu. α-amylóza (α-D-(1→4)-glukan) je směsí polymerů s různým stupněm polymerace, obsahující 250 až 4 500 glukózových zbytků vázaných α(1→4)-glykosidovými vazbami. Enzymem *α-amylázou*, který štěpí pouze vazbu α(1→4), se amylóza hydrolyzuje na maltózu, základní stavební jednotku amylózy. Amylóza je ve vodě rozpustná a barví se roztokem jodu modře. Amylopektin je nerozpustný ve vodě, v teplé vodě pouze bobtná. Jodem se barví fialově. Není tvořen pouze přímými řetězci glukózových jednotek pojených α(1→4)-glykosidovou vazbou (polymer maltózy), ale má i boční větvení (stavební jednotkou je isomaltóza) s glykosidovými vazbami α(1→6), a to přibližně po každých dvaceti až pětadvaceti glukózových zbytcích [12, 13].



Amylóza



Amylopektin

Trávení škrobu začíná v ústech pomocí slinné *α-amylázy* a pokračuje v tenkém střevě účinkem pankreatických enzymů. Produkty neúplné hydrolýzy škrobu nazýváme dextriny (maltóza, maltotrióza, isomaltóza, maltotetróza aj.). Jsou to mírně nažloutlé látky, rozpustné ve vodě, které se jodem barví různě podle délky řetězce. Dextriny vznikají také zahříváním škrobu na teplotu asi 160 °C (při pečení chleba) [12].

Škrob se může laboratorně stanovit polarimetricky. Polarimetrie je fyzikální metoda, která využívá schopnost některých sloučenin stáčet rovinu polarizovaného světla [14].

1.3 Význam obilovin pro lidskou výživu

Výživovou bilanci populace výrazně ovlivňují obiloviny (cereálie), které mají mezi ostatními zemědělskými plodinami výsadní postavení. Jsou relativně dobře skladovatelné, nepodléhají sezónním výkyvům nabídky a poptávky a jako potravina jsou poměrně levné. Navíc se v poslední době ukazuje, že klíčem ke zdraví mohou být právě cereálie s nízkým glykemickým indexem (dále jen GI). GI udává, do jaké míry je potravina obsahující sacharidy schopna zvýšit hladinu glukózy v krvi, a jeho použití je Světovou zdravotnickou organizací (World Health Organization, dále jen WHO) schváleno jako metoda kategorizace sacharidů podle jejich metabolického účinku. Jako jedny ze základních potravin jsou cereálie hlavním zdrojem sacharidů, bílkovin, vitaminů (zejména skupiny B) a minerálních látek. Mimoto obsahují řadu fytochemikálií, které mohou při konzumaci stravy na bázi obilovin vykazovat příznivé zdravotní účinky. Obsahují ale i některé antinutriční látky. To jsou složky potravy, které mohou mít na výživu organizmu negativní vliv tím, že zhoršují využitelnost živin nebo je rozkládají či jinak mění [7]. Nové výzkumy však prokázaly, že některé z nich mají pozitivní vliv na zdraví, který může převažovat nad významem negativním [15]. Z antinutričních látek obiloviny obsahují relativně značné množství fytátů (měkká pšenice 1,13 %, ječmen 0,99 %, oves 0,77 %). Koncentrují se

většinou v aleuronové vrstvě. Fytáty na sebe vážou např. železo, vápník nebo zinek, snižují tak jejich absorpci v organizmu. Z žita byly izolovány trypsinové inhibitory, které snižují stravitelnost bílkovin [7].

1.4 Pěstování obilovin u nás a ve světě

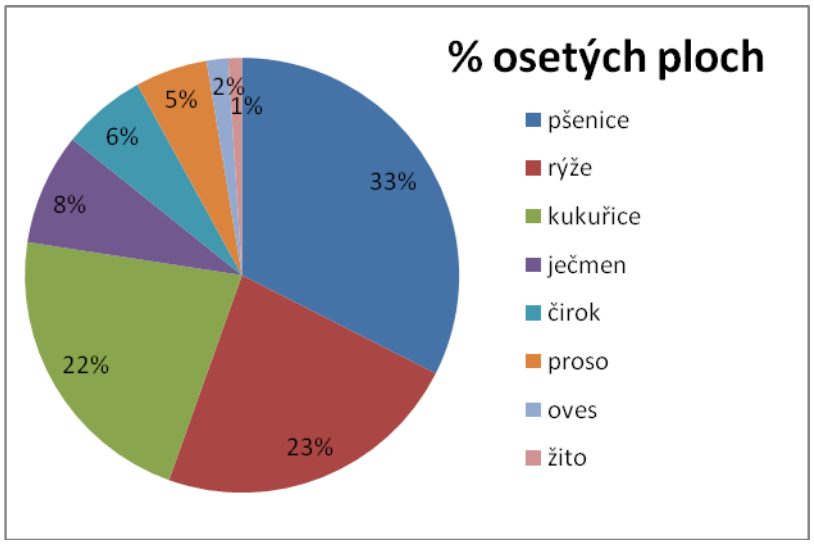
Obiloviny jsou nejrozšířenější pěstovanou plodinou, která v současnosti zaujímá zhruba 1,6 mil.ha, z čehož 1,3 mil.ha činí každoroční výměra pšenice a ječmene [16]. Pšenice je na našem trhu zcela dominantní plodinou, která tvoří 55,6 % nabídky všech obilovin. Je rovněž nejdůležitější krmnou obilovinou [17]. Naší nejpěstovanější plodinou tak stále zůstává pšenice ozimá, která stabilně poskytuje vysoké výnosy jak v konvenčním, tak v ekologickém zemědělství. Pšenice ozimá dobře prospívá při klasické pěstitelské technologii s orbou i v případě minimálního zpracování půdy. Minimalizace se uplatňuje zejména na těžkých půdách [18]. Ječmen se pěstuje jak ozimý tak i jarní, většina je použita v potravinářském průmyslu k výrobě sladu. Dále se u nás pěstuje oves, tritikale (kříženec žita a pšenice) a žito. U posledně jmenovaného dochází postupně k navyšování osevních ploch, které byly v důsledku zhoršených odbytových podmínek na přelomu tisíciletí sníženy [19].

V severských evropských státech se pěstování obilovin omezuje pouze na jižní oblasti. Pěstují se především plodiny na siláž, dále ječmen a oves jako krmivo pro skot a vepře [20]. Dominantními obilovinami ve Velké Británii jsou pšenice a ječmen. Oves, jedna z dříve nejrozšířenějších plodin, poklesla za posledních 60 let na minoritně pěstovanou obilovinu, zatímco žito, patřící v Evropě mezi hlavní obiloviny, je ve Velké Británii poměrně nedůležité [21, 22]. Francie disponuje největší rozlohou zemědělské a orné půdy v Evropě. Obilovinám dominuje pšenice, významná je i produkce ječmene a kukuřice. V jiných částech světa mimo Evropu mají značný význam jiné obiloviny, zejména rýže, kukuřice, proso a čirok [10].

Obrázek 2 Čirok obecný [23]

Vzhledem k rozdílným přírodním podmínkám charakterizuje např. americké zemědělství značná regionální specializace. Největší rozloha orné půdy je soustředěna v rovinách mezi Appalačemi a Skalnatými horami. Tato rozsáhlá oblast zahrnuje tzv. pšeničný pás v prériích na západě (jarní pšenice se pěstuje na severu, ozimá na jihu) a kukuřičný pás v Centrální nížině. V jeho rámci se pěstuje řada dalších plodin jako sójové boby nebo slunečnice. V severní Africe patří mezi nejdůležitější obiloviny pšenice a ječmen, dále se zde pěstuje čirok, rýže a sorghum. V západní a jižní Africe je nejvíce pěstováno proso a kukuřice. V Číně a ostatních zemích Asie připadá polovina orné půdy na rýžová pole. Rýže se vypěstuje 2x více než pšenice nebo kukuřice [20].

Na světových trzích se však v poslední době začíná vyskytovat i řada potravinářských výrobků z alternativních plodin. Jedná se buď o staronové plodiny, které se u nás dříve pěstovaly, ale byly vytlačeny výnosnějšími druhy a odrůdami (pohanka, pšenice špalda, kamut – prastará pšenice durum), nebo o plodiny z jiných částí světa, které jsme donedávna neznali (quinoa, chia, amarant či jakon) [24]. Podle údajů získaných z databáze Datamonitor Productscan Online (internetová databáze pro spotřebitele baleného zboží z celého světa) se počet nových druhů potravin obsahujících původní, pradávné obiloviny, od roku 2004 několikanásobně zvýšil. Jako důvod zvýšeného uplatňování těchto obilovin se uvádí rostoucí popularita celozrnných cereálií a zvyšující se povědomí spotřebitelů o zdravé výživě [25].

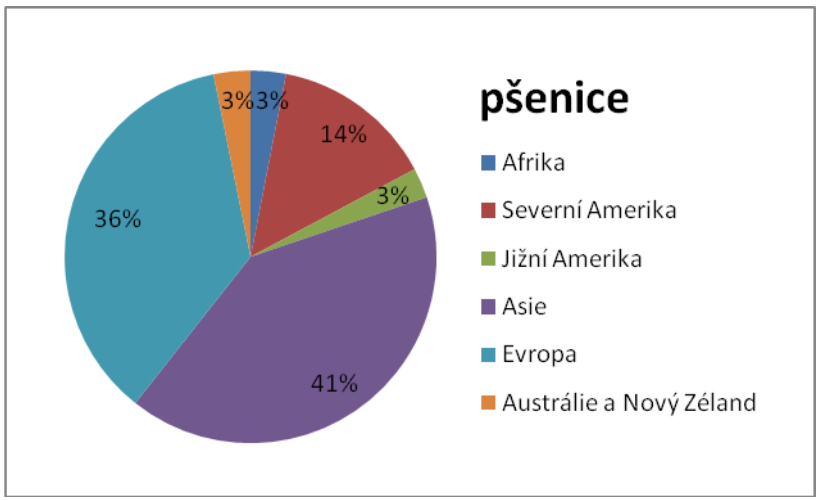


Graf 1 Oseté plochy vybraných obilovin v roce 2008 [26]

2 PRODUKCE OBILOVIN

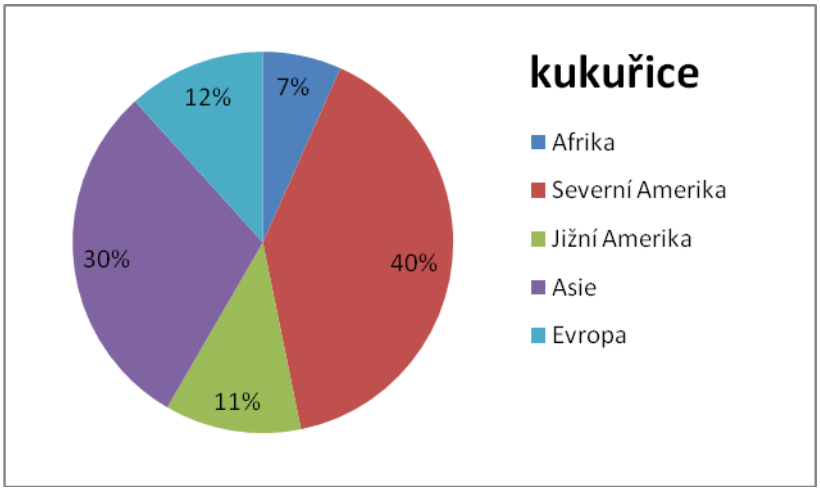
Celosvětové produkci a trhu obilovin dominuje pšenice a kukuřice. Tyto obiloviny jsou také hlavním materiálem pro průmyslové využití [2]. Podle Českého statistického úřadu bylo v loňském roce 2009 sklizeno nejvíce pšenice ozimé, a to 4,2 mil.tun. Na druhém místě byl ječmen jarní se 1,3 mil.tun. Necelých 900 000 tun kukuřice bylo sklizeno na zrno. Dále to byl ječmen ozimý, tritikale, pšenice jarní, oves, žito ozimé a jarní a ostatní obiloviny [27]. I přes vyšší dotace však českým zemědělcům klesl v roce 2009 meziročně zisk o dvě třetiny na 3,17 miliardy korun. Tuzemská zemědělská produkce se kvůli poklesu cen propadla o 18 % na 97,4 miliardy korun, což je nejhorší výsledek po vstupu Česka do Evropské unie v roce 2004 [28].

V následujících grafech 2-3 je znázorněna produkce pšenice a kukuřice dle jednotlivých světadílů za rok 2008. Údaje byly zpracovány Organizací pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization, dále jen FAO). Jak ukazuje Graf 2, nejvíce pšenice vyprodukovali v Asii, zaujímá celých 41 % z celkové produkce. Dalším významným producentem je Evropa, za ní pak Severní Amerika [26].



Graf 2 Produkce pšenice v roce 2008 dle údajů FAO [26]

Graf 3 znázorňuje světovou produkci kukuřice. Největším producentem je Severní Amerika, kde kukuřice patří mezi hlavní suroviny potravinářského průmyslu. Asie obsadila druhé místo. Ostatní kontinenty mají produkci shodnou, činí cca 10 % [26].



Graf 3 Produkce kukuřice v roce 2008 dle údajů FAO [26]

2.1 Legislativa

Obilovin pro lidskou výživu a výrobky z nich se v České republice týká zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. V roce 2000 byl tento zákon novelizován pod č. 306/2000 Sb. Nedefinuje sice potraviny rostlinného původu přímo tak jako potraviny živočišného původu, ale z definice lze tyto potraviny odvodit jako ty, při jejichž výrobě byly použity rozhodně suroviny rostlinného původu, a které tvoří u potravinářských výrobků převážnou část. Problematika je dále dána obsahem těchto vyhlášek:

- 329/1997 Sb., která upravuje požadavky na škrob a výrobky ze škrobu a luštěniny, ve znění pozdějších předpisů,
- 333/1997 Sb., která upravuje požadavky na mlýnské obilné výrobky, těstoviny a pekařské výrobky, ve znění pozdějších předpisů [4].

Dále je to zákon č. 249/2008 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 184/2008 Sb., o ochraně práv k odrůdám rostlin a o změně zákona č. 92/1996 Sb., o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 299/2007 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 444/2005 Sb., a zákona č. 178/2006 Sb. [29].

2.2 Biopotraviny

Biopotraviny úzce souvisí s ekologickým zemědělstvím. V poslední době došlo v České republice k jeho masivnímu rozvoji [30]. Jedním z hlavních cílů ekologického zemědělství je produkce potravin s autentickou chutí, složením a kvalitou. Toho je na farmě dosaženo přísným zákazem používání geneticky modifikovaných organizmů (dále jen GMO) a přísným zákazem používání pesticidů, syntetických hnojiv a antibiotik. Výroba a uvádění bioproduktů se značkami a logy BIO na trh Evropské Unie (dále jen EU) se řídí přísným procesem certifikace, který musí být dodržován [31].

Nejvyšší legislativní normou závaznou pro členské státy EU je nařízení Evropské rady 834/2007. Pro ekologické systémy zemědělského hospodaření v České republice je závazný zákon č. 553/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, ve znění pozdějších předpisů. Definuje základní pojmy, jako je ekologické zemědělství, ekofarma, bioprodukt nebo biopotravina [30]. V únoru letošního roku bylo vybráno nové logo pro bio-výrobky EU. Od 1. července 2010 bude povinné pro všechny balené bio-výrobky, které byly vyrobeny v jednom z členských států EU a splňují stanovené normy. Pro dovážené výrobky bude logo nepovinné [32].

Obrázek 3 Nové logo pro bio-výrobky EU [33]

V obchodech se zdravou výživou se dnes můžeme setkat s obilovinami, jako jsou pšenice ozimá a špalda, pšenice červená, grünkern, kamut, pohanka, amarant atd.

2.3 Vybrané druhy obilovin

2.3.1 Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.)

Špalda je jednou z nejstarších kulturních obilovin. Tradičně je pěstována v německy mluvících zemích (Německo, Rakousko, Švýcarsko), ale i Belgii a Španělsku [34]. Její popularita poslední dobou stoupá také v České republice. Ve srovnání s pšenicí setou se špalda vyznačuje vyšším obsahem bílkovin (až 24 %), minerálních látek (draslík, hořčík, železo, vápník, fosfor a zinek), tuků, vlákniny, vitaminů (B_1, B_2, B_3, β-karoten) a příznivějším aminokyselinovým složením [30, 35]. Obsah lepku je také vyšší, ale je horší kvality. Je vhodná do těstovin a müsli [8, 36]. Jedná se o pluchatý druh, který se před zpracováním musí loupat [30]. V potravinářství se využívají oloupaná zrna špaldy, špaldové kroupy (kernotto) nebo zelená zrna (Grünkern) [37]. Z mouky pšenice špaldy se připravují těstoviny, vločky a celá řada druhů pečiva, kávovinová náhražka, pivo, krupice na kaše. Z obilek pražených v mléčné zralosti se vyrábí speciální úpravou tzv. zelený kaviár jako přísada do polévek či příloha jídel [38]. Pšenice špalda má ozimé i jarní formy, v Evropě převládají ozimé. Patří k pěstitelsky nejméně náročným obilovinám. Vyznačuje se odolností vůči nepříznivým klimatickým podmínkám, chorobám a škůdcům. Vzhledem k nenáročnosti na hnojení a ochranu proti škodlivým činitelům je vhodná pro ekologické zemědělství [8].

2.3.2 Kamut (*Triticum turgidum* subsp. *polonicum*)

Kamut patří k nejstarším druhům obilí a pochází z divoce rostoucí pšenice. Dnes se jedná o kulturní formu tvrdé pšenice. Kamut, pšenice jednozrnka i pšenice dvouzrnka, patří k rodu pšenic a tyto plodiny jsou stejně jako měkká pšenice, špalda a tvrdé pšenice samostatným druhem. Zrno kamutu je dvakrát tak velké, než je normální pšeničné zrno. Obsahuje až o 40 % více bílkovin a prokazatelně více nenasycených mastných kyselin a minerálů než moderní druhy pšenice. Má také například o 30 až 35 % více hořčíku a zinku než jiné druhy obilí. Kromě toho se kamut vyznačuje zvláště vysokým obsahem stopového prvku selenu, který posiluje imunitní systém. Těsta z kamutu lze zpracovávat podobně jako žitná těsta. Svou lahodnou, ořechovou chutí je obilí vhodné pro výrobu chleba a těstovin, v nichž se jinak zpracovává pšenice nebo špalda. Kromě vyšších nutričních hodnot, působí také preventivně proti alergiím [39].

2.3.3 Grünkern

Grünkern je špalda, která je sklízena mlátičkami, ještě když je zrno zelené, následně se suší buď tradičně nad ohněm z bukového dřeva, nebo moderně ve velkých sušárnách při 120 – 180 °C [40, 41]. Je pěstován v poměrně malé oblasti v jižním Německu kolem města Boxberg [42]. Daří se mu především na vápenitých půdách. Má charakteristickou silnou, kořeněnou a aromatickou chuť [40]. Tradičně byl Grünkern používán v polévkách, ve formě škrobu pak v omáčkách, pudincích a těstovinách. Senzorické vlastnosti byly popsány jako „kouřové“ a „bohaté v aromatu“ [41]. Kritériem jakosti je olivově zelená barva, pikantní, aromatická chuť a sklovitá struktura zrna [40].

2.3.4 Pšenice ozimá (*Triticum aestivum*)

Je to ozimá forma Pšenice obecné a je nejrozšířenější domácí plodinou. Zaujímá asi čtvrtinu orné půdy. Její nezastupitelný význam spočívá ve využití zrna jako důležité suroviny pro potravinářské a krmivářské zpracování. Pšenice ozimá je nejnáročnější obilninou na půdní podmínky a živiny [43]. Má velmi dobrou klíčivost, vysoký obsah vlákniny a některých biologicky cenných látek jako jsou vitaminy z řady B, vitamin E, β-karoten, z minerálů draslík, fosfor, hořčík, křemík a vápník. Pšenice se pouze čistí a je tudíž v přirozeném stavu, proto se s úspěchem používá ke kuchyňskému nakličování, dále k velkému množství kuchyňských úprav (máčení, vaření, pražení, mletí, šrotování) [44].

3 PRINCIPY METOD A STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH CHARAKTERISTIK OBILOVIN

3.1 Stanovení vlhkosti

Stanovení vlhkosti obilovin upravuje ČSN ISO 712, 2003. Dle této normy je vlhkost definována jako úbytek hmotnosti výrobku, vyjádřený v procentech, ke kterému dojde za podmínek definovaných v této mezinárodní normě. Odvážené množství vzorku se suší v elektrické sušárně za předepsaných podmínek. Vlhkost se stanoví jako úbytek hmotnosti zkoušeného vzorku po sušení za předepsaných podmínek. Stanovení vlhkosti probíhá buď pomocí kontrolní metody, nebo praktickou referenční metodou. Podstatou obou zkoušek je rozemletí vzorku, pokud je potřebné a jeho sušení při teplotě 130 °C u referenční metody nebo 105 °C u kontrolní metody za podmínek, které umožňují získat výsledek [45]. Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., která upravuje požadavky na mlýnské obilné výrobky, těstoviny a pekařské výrobky, ve znění pozdějších předpisů je uvedeno, že vlhkost mouk ze všech druhů obilovin smí být nejvýše 15 % [46].

Obrázek 4 Sušárna Venticell 111 comfort

3.2 Stanovení popela

Bylo postupováno dle normy ČSN ISO 2171, 2008. Norma definuje popel jako nespalitelný zbytek získaný po spalování v souladu s metodou uvedenou v této mezinárodní normě. Popeloviny se stanoví spalováním zkušebního vzorku při 550 °C až do dokonalého spálení organických látek, získaný zbytek se zváží. Získaný zbytek je po spalování při této teplotě vločkovitý [45].

Tabulka 1 Chemické požadavky na mouky [46]

podskupina	popel (hmot. % v sušině) nejvýše
mouky hladké, z toho:	
pšeničná světlá	0,60
pšeničná polosvětlá	0,75
pšeničná chlebová	1,15
mouky polohrubé	0,50
mouky hrubé	0,50
mouky celozrnné pšeničné	1,90

Obrázek 5 Muflová pec VEBF

3.3 Stanovení obsahu škrobu

Byla použita polarimetrická metoda podle Ewerse [14]. Při Ewersově metodě se vzorek hydrolyzuje zředěnou kyselinou chlorovodíkovou (pro obilné škroby je koncentrace kyseliny chlorovodíkové 1,124 hmot. %) [47], a po vyčeření a filtraci se polarimetricky měří úhel otočení polarizovaného světla [48]. Polarimetrie je fyzikální metoda, která využívá schopnost některých sloučenin stáčet rovinu polarizovaného světla. Sloučeniny toto způsobující jsou opticky aktivní. Úhel otočení roviny polarizovaného světla α závisí nejen na charakteru látky, na vlnové délce světla a na teplotě, ale také na množství opticky aktivních částic, se kterými se paprsek polarizovaného světla setká, tedy na tloušťce vrstvy a na složení roztoku (koncentraci) [14].

Specifická otáčivost roztoku se číselně rovná úhlu α, o který by se za teploty t stočila rovina polarizovaného světla (o vlnové délce λ) při jeho průchodu 1 dm tlustou vrstvou roztoku, v němž by na každý 1 dm^3 roztoku připadal 1 g rozpuštěné látky. Při měření specifické otáčivosti se zpravidla užívá monochromatické světlo, sodíkového dubletu

označovaného D o vlnové délce 589,6 nm a při teplotě 20 °C [14]. Specifická otáčivost pšeničného škrobu podle Ewerse je 182,7 ° [45].

Cukerné extrakty získané extrakcí nejsou zpravidla ještě použitelné pro další stanovení. Při polarimetrických metodách zákal roztoku podstatně zvyšuje chyby a zabarvení roztoků zcela znemožňuje měření. Proto se musí provádět čiření. U daného stanovení bylo použito čiření podle Carreze. Při tomto postupu je dosaženo čiřícího účinku vytvořením objemné sraženiny hexakyanoželeznatanu zinečnatého v cukerném roztoku. Používá se 15 % roztok hexakyanoželeznatanu draselného (Carrezův roztok I) a 30 % roztok síranu zinečnatého (Carrezův roztok II) [47].

$$2\ ZnSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Zn_2[Fe(CN)_6] + 2\ K_2SO_4$$

Toto čiřidlo má vysokou účinnost zvláště v kyselém prostředí. Neutrální a alkalické roztoky je nutno nejdříve mírně okyselit zředěnou kyselinou octovou. Carrezovo činidlo dokonale odstraňuje bílkoviny, méně dokonale slizovité látky [47].

V České republice jsou v platnosti tři normy, které jsou principiálně podobné. Jedná se o polarimetrické stanovení škrobu podle Ewerse – ČSN EN ISO 10520 Přírodní škrob (1999), ČSN 56 0512-16 v rámci metod zkoušení mlýnských výrobků (1995) a ČSN 46 7092-21 jako metoda pro zkoušení krmiv (1998) [48].

3.4 Stanovení hmotnosti tisíce zrn

Jednou ze základních charakteristik stanovovaných u obilovin je i hmotnost tisíce zrn (dále jen HTZ). HTZ patří mezi hlavní parametry ovlivňující výnos obilovin [49].

Výnos obilovin je také ovlivňován:

- počtem klasů na jednotku plochy,

- počtem zrn v klasu

- kvalitativními parametry.

Uvedené parametry jsou na sobě závislé a vzájemně se ovlivňují. Rozhodujícím momentem z pohledu realizace není pouze výnos, ale také jeho kvalita [49].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Použité přístroje a pomůcky

obilní teploměr

síta pro obiloviny o velikosti pórů 3,55 mm

mixer BRAUN MR 6550 M CA

standardní laboratorní vybavení

porcelánové kelímky

hliníkové misky

předvážky KERN KB 600 – 2

analytické váhy ADAM AFA 210 LC, Schoeller

exsikátor

muflová pec VEB ELEKTRO BAD FRANKENHAUSEN LM 212.11

sušárna Venticell 111 comfort, Brněnská medicínská technika a.s.

termostat – Biological thermostat BT 120 v. č. 1061, Laboratorní přístroje Praha

třecí misky

vodní lázeň typ 1031 GFL, Gesellschaft für Labortechnik

digestoř kompletní LBO1

polarimetr OPTIKA MICROSKOPES

filtrační papír

běžné laboratorní pomůcky a sklo

4.2 Použité chemikálie

Carrez I. (síran zinečnatý, 30 hmot. %)

Carrez II. (hexakyanoželezitan draselný, 15 hmot. %)

kyselina chlorovodíková (1,124 hmot. %)

4.3 Vzorky obilovin

Tabulka 2 Vzorky obilovin používané při stanovení

vzorek	obrázek	výrobce, obal	země původu	hmotnost, min. trvanlivost
Špaldové kernotto		PRO-BIO, s.r.o. PVC obal	Česká republika	500 g 24.8.2010
Grünkern		PRO-BIO, s.r.o. PVC obal	Rakousko	300 g 27.10.2010
Špalda loupaná		PRO-BIO, s.r.o. PVC obal	Česká republika	1000 g 1.3.2011
Kamut		PRO-BIO, s.r.o. PVC obal	Kanada	500 g 1.3.2011
Pšenice ozimá		PRO-BIO, s.r.o. PVC obal	Česká republika	1000 g 26.6.2011

Pro stanovení byly použity vzorky obilovin uvedené v tabulce 2. Jednotlivé vzorky byly skladovány v laboratoři, termostatu a lednici po dobu několika měsíců.

4.4 Metodika stanovení

Stanovením předcházelo oddělení tvarově a velikostně nevhodných zrn pro analýzu pomocí síta pro obiloviny (otvory o velikosti 3,55 mm), postup dle normy ČSN ISO 5223, 2002. Následovalo rozemletí obilných zrn zkoumaných vzorků pomocí tyčového mixéru (Braun MR 6550 M CA), pro pozdější stanovení byl použit na rozemletí mlýnek na kávu, který vzorky lépe zhomogenizoval.

4.4.1 Stanovení vlhkosti kontrolní metodou

Na analytických vahách se s přesností na 0,0001 g navážil 1 g rozemletého vzorku obilovin do předem vysušené a zvážené hliníkové misky. Miska byla vysušena při teplotě 105 °C. Vzorek se na misce rozprostřel do stejnoměrné vrstvy a umístil se v sušárně předehřáté na teplotu 105 °C. Zde se vzorek sušil až do konstantní hmotnosti. Po vysušení se miska přemístila do exsikátoru a po vychladnutí se opět zvážila na analytických vahách. Výsledek byl zprůměrován z pěti provedených stanovení.

Obsah vlhkosti v % (w/w) se vypočetl podle vzorce:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100,$$

kde m_0……. hmotnost vysušené prázdné misky (g),

m_1……. hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením (g),

m_2……. hmotnost misky se vzorkem po vysušení (g).

Sušina mouky v % (w/w) se vypočetla podle rovnice:

$S = 100 – v$

4.4.2 Stanovení vlhkosti referenční metodou

Postup přípravy vzorku je stejný jako u kontrolní metody. Rozdíl je v teplotě a délce sušení. U referenční metody se suší vzorek v sušárně předehřáté na teplotu 130 °C po dobu

1 hodiny. Výsledek byl průměrem ze tří provedených stanovení. Pro výpočet vlhkosti a sušiny byly použity stejné vzorce jako u kontrolní metody.

4.4.3 Stanovení popela

Na analytických vahách se naváží 1 g vzorku s přesností na 0,0001 g do předem vyžíhaného porcelánového kelímku. Kelímek se žíhá v peci 1 hodinu při 550 °C. Poté se navážené vzorky umístí do pece, ta se uzavře a vzorky se nechají spalovat 5,5 hodiny při teplotě 550 °C. V popelu by neměly být výrazné černé body, které charakterizují nedokonalé spálení. Po dokonalém spálení se kelímek vyndá z pece na azbestovou síťku a po pár minutách se vloží do exsikátoru. Jakmile kelímek vychladne, zváží se opět na analytických vahách. Výsledek byl průměrem z pěti provedených stanovení.

Obsah popela v % (w/w) se vypočte ze vztahu:

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

kde m_a……. hmotnost kelímku s popelem (g),

m_b……. hmotnost prázdného kelímku (g),

m_c……. hmotnost kelímku s navážkou mouky (g).

Obsah popela v sušině mouky v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

$$Y = \frac{X \times 100}{S},$$

kde S……. sušina mouky v % (w/w).

4.4.4 Stanovení obsahu škrobu podle Ewerse

Použité roztoky a chemikálie: Carrez I. (síran zinečnatý, 30 hmot. %), Carrez II. (hexakyanoželezitan draselný, 15 hmot. %), kyselina chlorovodíková (1,124 hmot. %).

Nejprve se navážilo 5 g vzorku do 100 ml odměrné baňky, poté bylo přidáno 25 ml roztoku HCl o koncentraci 1,124 hmot. %. Obsah baňky byl důkladně promíchán a přidáním dalších 25 ml roztoku HCl byly opláchnuty stěny. Baňka byla vložena do vroucí vodní lázně a zahřívala se po dobu 15 minut. Během prvních 3 minut se baňka promíchávala. Po uplynutí dané doby byla baňka vyjmuta z vodní lázně a přidalo se 20 ml roztoku HCl,

poté se vzorek ochladil. Následovalo vyčiření podle Carreze. Nejprve byl přidán 1 ml Carrez I., vzorek se důkladně promíchal a pak se přidal 1 ml Carrez II., vzorek se opět důkladně promíchal. Po 5 minutách se baňka doplnila destilovanou vodou po rysku a roztok se zfiltroval. První podíly filtrátu se vracejí zpět na filtr. Až je filtrát čirý, změří se na polarimetru úhel otočení α při teplotě 20 °C. Výsledek byl průměr ze tří provedených stanovení.

Obsah škrobu v % (w/w) se vypočte podle vzorce:

$$X = \frac{100 \times \alpha}{[\alpha]_{\lambda}^{t} \times l \times n} \times 100,$$

kde l……. tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice – v dm),

n……. navážka (g),

α……. naměřená otáčivost (°),

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

pro pšeničný škrob 182,7° [45]

4.4.5 Stanovení hmotnosti tisíce zrn

Bylo napočítáno a následně zváženo 1000 zrn od každého druhu zkoumaného vzorku obilovin. HTZ byla zjišťována před uskladněním a následně po skladování v lednici, termostatu a laboratoři. Výsledek byl uveden v gramech.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Před každým prováděným stanovením byla změřena teplota uvnitř vzorku, čímž byla provedena kontrola teploty nastavená při skladovacím pokusu. Všechny teploty odpovídaly vždy daným hodnotám, tj. v lednici (4 - 8 °C), v laboratoři (22 – 23 °C) a v termostatu (35 °C).

5.1 Stanovení hmotnosti tisíce zrn

Zkouška byla provedena podle postupu uvedeného v kapitole 4.4.5.

Tabulka 3 HTZ před skladováním a po 6 měsících skladování

vzorek	hmotnost [g]			
	před skladováním	6 měsíců po skladování		
		lednice	termostat	laboratoř
Špaldové kernotto	40,13 ± 0,60	39,07 ± 0,73	39,04 ± 0,31	39,43 ± 0,50
Grünkern	38,41 ± 0,63	36,27 ± 0,36	37,61 ± 0,31	37,06 ± 0,04
Špalda loupaná	44,59 ± 0,54	40,14 ± 0,24	40,81 ± 0,08	40,95 ± 0,36
Kamut	71,23 ± 0,44	65,33 ± 0,67	70,44 ± 0,74	64,58 ± 0,94
Pšenice ozimá	36,71 ± 0,28	38,25 ± 0,60	39,03 ± 0,48	40,03 ± 0,23

Špaldové kernotto, grünkern, špalda loupaná a kamut snížili svou hodnotu HTZ při všech způsobech skladování. Naproti tomu pšenice ozimá svou HTZ u všech zvýšila. Nejvíce tomu bylo při skladování v laboratoři, a to o necelé 4 g. Nejmenší úbytek hmotnosti byl u špaldového kernotta, nejvyšší u kamutu, kdy po skladování v laboratoři jeho HTZ klesla ze 71,23 g na 64,58 g. Z tabulky 3 lze usoudit, že na teplotní změny nejlépe reaguje špaldové kernotto, které svou hmotnost snížilo, ale jen nepatrně. U pšenice ozimé se naopak její HTZ zvýšila. Vyšší hodnoty HTZ pšenice mohou signalizovat vyšší pórovitost zrna, kdy dochází k sorpci molekul vody z prostředí. Bohužel, tento parametr nebyl proměřován, lze tak pouze usuzovat z příslušných publikačních údajů [50].

5.2 Stanovení vlhkosti kontrolní metodou

Postup práce je popsán v kapitole 4.4.1.

5.2.1 Skladování v laboratoři

Tabulka 4 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v laboratoři (± SD)

vzorek	začátek skladování		3 měsíce		6 měsíců	
	vlhkost [%]	**sušina [%]**	**vlhkost [%]**	**sušina [%]**	**vlhkost [%]**	**sušina [%]**
1	10,91 ± 0,508	89,09 ± 0,508	11,32 ± 0,251	88,68 ± 0,251	11,77 ± 0,231	88,23 ± 0,231
2	7,64 ± 0,108	92,36 ± 0,108	8,09 ± 0,121	91,91 ± 0,121	8,75 ± 0,140	91,25 ± 0,140
3	10,55 ± 0,424	89,45 ± 0,424	11,24 ± 0,151	88,76 ± 0,151	11,81 ± 0,074	88,19 ± 0,074
4	9,79 ± 0,243	90,21 ± 0,243	10,67 ± 0,048	89,33 ± 0,048	11,12 ± 0,121	88,88 ± 0,121
5	11,60 ± 0,501	88,40 ± 0,501	12,01 ± 0,297	87,99 ± 0,297	12,32 ± 0,302	87,68 ± 0,302

SD – směrodatná odchylka
1 – špaldové kernotto, 2 – grünkern, 3 – špalda loupaná, 4 – kamut, 5 – pšenice ozimá

Vlhkost u vzorků skladovaných při laboratorní teplotě se pohybuje v rozmezí 7,64 – 12,32 %. Podle vyhlášky [46] vlhkost mouk ze všech druhů obilovin smí být nejvýše 15%. Hodnoty tedy byly v dané normě. Nejnižší vlhkost vykazoval grünkern, po sklizni je sušen ve velkých sušárnách, což je právě jeden z předpokladů pro jeho hodnoty sušiny a vlhkosti. Nejvyšší vlhkost měla pšenice ozimá, ta se po sklizni pouze čistí a nijak dál neupravuje. Po 6 měsících skladování se vlhkost u všech vzorků zvýšila o 1 – 2 %. Obecně, pšeničná mouka má vysokou schopnost vázat vodu díku dobrému poměru amylózy a amylopektinu a vaznosti lepku [10]. Změny jsou po stránce požadavků na skladování v pořádku a nejsou v rozporu s literárními údaji [51].

5.2.2 Skladování v lednici

Tabulka 5 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v lednici (± SD)

vzorek	začátek skladování		3 měsíce		6 měsíců	
	vlhkost [%]	**sušina [%]**	**vlhkost [%]**	**sušina [%]**	**vlhkost [%]**	**sušina [%]**
1	12,71 ± 0,307	87,29 ± 0,307	12,07 ± 0,285	87,93 ± 0,285	11,58 ± 0,274	88,42 ± 0,274
2	8,75 ± 0,156	91,25 ± 0,156	8,77 ± 0,150	91,23 ± 0,150	8,77 ± 0,142	91,23 ± 0,142
3	12,93 ± 0,159	87,07 ± 0,159	12,25 ± 0,189	87,75 ± 0,189	11,60 ± 0,267	88,40 ± 0,267
4	10,64 ± 0,127	89,36 ± 0,127	10,90 ± 0,115	89,10 ± 0,115	11,03 ± 0,149	88,97 ± 0,149
5	13,49 ± 0,091	86,51 ± 0,091	13,07 ± 0,106	86,93 ± 0,106	12,56 ± 0,261	87,44 ± 0,261

SD – směrodatná odchylka
1 – špaldové kernotto, 2 – grünkern, 3 – špalda loupaná, 4 – kamut, 5 – pšenice ozimá

Vlhkost u vzorků skladovaných v lednici se pohybovala v rozmezí 8,75 – 13,49 %. Dle dané vyhlášky [46] bylo povolené rozmezí vlhkosti splněno. Nejnižší vlhkost vykazoval opět grünkern a nejvyšší pšenice ozimá. Po šesti měsících skladování zůstala vlhkost u grünkernu stejná. Kromě kamutu, který svou vlhkost zvýšil o 0,5 %, ji všechny ostatní vzorky snížily o 1%. Výsledky nejsou v rozporu s literárními údaji [51,52].

5.2.3 Skladování v termostatu

Tabulka 6 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v termostatu (± SD)

vzorek	začátek skladování		3 měsíce		6 měsíců	
	vlhkost [%]	**sušina [%]**	**vlhkost [%]**	**sušina [%]**	**vlhkost [%]**	**sušina [%]**
1	11,02 ± 0,273	88,98 ± 0,273	10,69 ± 0,231	89,31 ± 0,231	10,46 ± 0,108	89,54 ± 0,108
2	8,14 ± 0,114	91,86 ± 0,114	8,07 ± 0,132	91,93 ± 0,132	8,04 ± 0,164	91,96 ± 0,164
3	11,85 ± 0,132	88,15 ± 0,132	11,52 ± 0,461	88,48 ± 0,461	11,31 ± 0,797	88,69 ± 0,797
4	10,86 ± 0,104	89,14 ± 0,104	10,45 ± 0,120	89,55 ± 0,120	10,07 ± 0,158	89,93 ± 0,158
5	11,02 ± 0,227	88,98 ± 0,227	11,28 ± 0,376	88,72 ± 0,376	11,45 ± 0,624	88,55 ± 0,624

SD – směrodatná odchylka
1 – špaldové kernotto, 2 – grünkern, 3 – špalda loupaná, 4 – kamut, 5 – pšenice ozimá

Při skladování v termostatu se hodnoty vlhkosti pohybovaly v rozmezí 8,04 – 11,45 %. Opět byla splněna povolená norma. Vlhkost grünkernu byla nejmenší a během šesti měsíčního skladování se skoro nezměnila. Největší vlhkost vykazovala špalda loupaná. Zatímco všechny vzorky svou vlhkost zmenšili, pšenice ozimá ji nepatrně zvýšila z 11,02 % na 11, 45%.

Zdroj [4] udává, že vlhkost je nejdůležitějším rysem tržní hodnoty zrna. Rozeznáváme obilí suché s vlhkostí pod 14 %, středně suché 14 – 15,5 %, vlhké 15,5 – 17 % a mokré obilí o vlhkosti nad 17 %. Při skladování v silech se připouští vlhkost 15 %. Naše zkoumané vzorky by tedy byly při všech způsobech skladování charakterizovány jako suché obilí. Nejvhodnější teplota pro skladování je do + 18 °C. Při vyšší teplotě a vlhkosti dochází k urychlování rozkladných procesů tuků v mouce, výsledkem je zvýšení kyselosti mouky.

5.3 Stanovení vlhkosti referenční metodou

Postup práce je popsán v kapitole 4.4.2. Referenční metodou byla stanovena pouze vlhkost u vzorků skladovaných v termostatu po šesti měsících skladování, a to z důvodu srovnání výsledků z obou metod navzájem.

Tabulka 7 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v termostatu (± SD)

vzorek	vlhkost [%]	sušina [%]
Špaldové kernotto	11,40 ± 0,087	88,60 ± 0,087
Grünkern	8,57 ± 0,198	91,43 ± 0,198
Špalda loupaná	11,39 ± 0,132	88,61 ± 0,132
Kamut	10,43 ± 0,039	89,57 ± 0,039
Pšenice ozimá	12,19 ± 0,153	87,81 ± 0,153

SD – směrodatná odchylka

Výsledky vlhkosti stanovené referenční metodou u vzorků z termostatu byly nepatrně vyšší než u stanovení kontrolní metodou. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí 8,57 – 12,19 %, výsledky splňují požadavky vyhlášky č. 333/1997 Sb. [46]. U kontrolní metody je úbytek hmotnosti kontrolován v pravidelných intervalech a je sušeno do konstantní hmotnosti vzorku, kdežto u rozhodčí metody se suší pouze 1 hodinu při 130 °C. Tímto se vysvětluje i tento rozpor v naměřených výsledcích. Metodu rozhodčí lze doporučit pouze pro provozní účely do kontrolních laboratoří např. v silech apod.

5.4 Stanovení popela

Postup práce je uveden v kapitole 4.4.3.

5.4.1 Skladování v laboratoři

Tabulka 8 Výsledky stanovení popela při skladování v laboratoři (± SD)

vzorek	začátek skladování		3 měsíce		6 měsíců	
	popel [%]	popel v sušině [%]	popel [%]	popel v sušině [%]	popel [%]	popel v sušině [%]
Špald. kernotto	2,4 ± 0,20	2,7 ± 0,23	1,6 ± 0,31	1,8 ± 0,31	1,5 ± 0,30	1,7 ± 0,34
Grünkern	2,6 ± 0,04	2,8 ± 0,04	1,7 ± 0,05	1,9 ± 0,05	1,7 ± 0,07	1,9 ± 0,07
Špalda loupaná	1,9 ± 0,03	2,2 ± 0,03	1,3 ± 0,03	1,5 ± 0,03	1,2 ± 0,04	1,4 ± 0,04
Kamut	2,2 ± 0,04	2,5 ± 0,05	1,7 ± 0,02	1,9 ± 0,02	1,7 ± 0,03	1,9 ± 0,03
Pšenice ozimá	1,8 ± 0,02	2,1 ± 0,03	1,5 ± 0,06	1,7 ± 0,06	1,5 ± 0,06	1,7 ±0,06

SD – směrodatná odchylka

Obsah popela ve vzorcích skladovaných v laboratoři byl v rozmezí 1,2 až 2,6 %. Nejnižší hodnoty vykazuje pšenice ozimá, nejvyšší grünkern.

5.4.2 Skladování v lednici

Tabulka 9 Výsledky stanovení popela při skladování v lednici (± SD)

vzorek	začátek skladování		3 měsíce		6 měsíců	
	popel [%]	**popel v sušině [%]**	**popel [%]**	**popel v sušině [%]**	**popel [%]**	**popel v sušině [%]**
Špald. kernotto	2,3 ± 0,03	2,7 ±0,03	1,6 ± 0,05	1,8 ± 0,05	1,5 ± 0,05	1,7 ± 0,06
Grünkern	3,5 ± 0,13	3,9 ± 0,13	2,0 ± 0,02	2,2 ± 0,01	2,0 ± 0,01	2,2 ± 0,01
Špalda loupaná	1,5 ± 0,08	1,7 ± 0,09	1,5 ± 0,04	1,7 ± 0,04	1,5 ± 0,03	1,7 ± 0,03
Kamut	1,7 ± 0,05	1,9 ± 0,06	1,7 ± 0,01	1,9 ± 0,01	1,8 ± 0,02	2,1 ± 0,02
Pšenice ozimá	1,4 ± 0,03	1,7 ± 0,03	1,3 ± 0,04	1,5 ± 0,04	1,2 ± 0,35	1,4 ± 0,40

SD – směrodatná odchylka

Při skladování v lednici vykazují vzorky nižší obsah popela než u skladování v laboratoři. Po dvou měsících skladování se obsah snížil. Nejvyšší byl u grünkernu a nejnižší u pšenice ozimé. Hodnoty u špaldy loupané se nezměnili ani po skladování a obsah popele zůstal na 1,5 %.

5.4.3 Skladování v termostatu

Tabulka 10 Výsledky stanovení popela při skladování v termostatu (± SD)

vzorek	začátek skladování		3 měsíce		6 měsíců	
	popel [%]	**popel v sušině [%]**	**popel [%]**	**popel v sušině [%]**	**popel [%]**	**popel v sušině [%]**
Špald. kernotto	1,4 ± 0,03	1,5 ± 0,03	1,3 ± 0,02	1,5 ± 0,02	1,2 ± 0,04	1,3 ± 0,04
Grünkern	2,0 ± 0,07	2,1 ± 0,08	1,9 ± 0,07	2,1 ± 0,07	1,8 ± 0,04	2,0 ± 0,05
Špalda loupaná	1,5 ± 0,03	1,7 ± 0,04	1,3 ± 0,04	1,5 ± 0,04	1,3 ± 0,08	1,4 ± 0,09
Kamut	1,7 ± 0,04	1,9 ± 0,04	1,6 ± 0,02	1,8 ± 0,03	1,6 ± 0,26	1,7 ± 0,29
Pšenice ozimá	1,3 ± 0,07	1,4 ± 0,08	1,3 ± 0,09	1,5 ± 0,09	1,2 ± 0,09	1,3 ± 0,10

SD – směrodatná odchylka

Nejnižší obsah popela byl opět u pšenice ozimé a nejvyšší u grünkernu.

Literatura uvádí, že obsah popela je jednoznačným ukazatelem, který mouku zařazuje do příslušného druhu a typu [10]. Z výživového hlediska jsou důležité také minerální látky, tzv. popeloviny, jejichž obsah je v rozmezí 0,4 - 1,8 %. Vyšší je u tmavších,

tzv. vysokovymletých mouk, které mají větší podíl otrub [53]. Aleuronové buňky mají rovněž nejvyšší obsah minerálních látek, a proto se při vymílání aleuronové vrstvy výrazně zvyšuje obsah minerálních látek (popela) v mouce [7]. Celozrnné mouky smí obsahovat nejvýš 1,9 % minerálních látek [4, 10, 46]. Zkoumané vzorky byly rozemlety i s obalovými vrstvami, proto je obsah popele vyšší než u mouk, kde hlavní podíl tvoří endosperm. Ačkoliv vysoký obsah popelovin může být dán netradičními odrůdami obilovin, v případě stanovení na začátku skladování při laboratorní teplotě jsou vysoké hodnoty způsobeny pravděpodobně nehomogenitou vzorku, která byla zapříčiněna použitím jiného mlýnku než u ostatních stanovení. Došlo zcela jistě k nehomogennímu rozemletí vzorku s následným nedokonalým spálením v peci. Výsledky na začátku skladovacího pokusu jsou zde sice uvedeny, nicméně nemohou být pokládány za relevantní. Obsah popela by se během skladování totiž neměl nijak výrazně měnit, což odpovídá hodnotám naměřeným ve třetím a šestém měsíci skladování.

5.5 Stanovení obsahu škrobu podle Ewerse

Stanovení bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 4.4.4. Pro měření optické otáčivosti byla použita polarimetrická trubice o délce 1 dm.

5.5.1 Skladování v laboratoři

Tabulka 11 Výsledky stanovení škrobu při skladování v laboratoři (± SD)

vzorek	začátek skladování	5 měsíců
	obsah škrobu [%]	**obsah škrobu [%]**
Špaldové kernotto	69,6 ± 0,68	68,4 ± 0,58
Grünkern	56,5 ± 0,37	55,8 ± 0,48
Špalda loupaná	59,1 ± 0,55	57,8 ± 0,47
Kamut	58,3 ± 0,47	56,6 ± 0,54
Pšenice ozimá	60,6 ± 0,51	59,2 ± 0,05

SD – směrodatná odchylka

Jak ukazuje tabulka 11, obsah škrobu ve vzorcích skladovaných v laboratoři se pohyboval v rozmezí 56,5 – 69,6 %. Nejvíce škrobu obsahovalo špaldové kernotto, nejméně grünkern. Po 5 měsících skladování se obsah škrobu u všech vzorků nepatrně snížil.

5.5.2 Skladování v lednici

Tabulka 12 Výsledky stanovení škrobu při skladování v lednici (± SD)

vzorek	začátek skladování	5 měsíců
	obsah škrobu [%]	**obsah škrobu [%]**
Špaldové kernotto	64,6 ± 0,45	62,9 ± 0,68
Grünkern	55,3 ± 0,52	54,2 ± 0,52
Špalda loupaná	59,4 ± 0,18	58,6 ± 0,45
Kamut	57,3 ± 0,45	55,5 ± 0,52
Pšenice ozimá	61,2 ± 0,36	59,5 ± 0,68

SD – směrodatná odchylka

U vzorků skladovaných v lednici se obsah škrobu také nepatrně snížil. Nejvyšší množství škrobu bylo zjištěno u špaldového kernotta, nejnižší obsah vykazoval grünkern.

5.5.3 Skladování v termostatu

Tabulka 13 Výsledky stanovení škrobu při skladování v termostatu (± SD)

vzorek	začátek skladování	5 měsíců
	obsah škrobu [%]	**obsah škrobu [%]**
Špaldové kernotto	66,8 ± 0,21	64,5 ± 0,00
Grünkern	57,5 ± 0,26	56,0 ± 0,20
Špalda loupaná	60,8 ± 0,00	60,5 ± 0,23
Kamut	60,6 ± 0,19	58,3 ± 0,31
Pšenice ozimá	64,6 ± 0,28	63,4 ± 0,40

SD – směrodatná odchylka

Obsah škrobu u vzorků skladovaných v laboratoři se pohyboval kolem 60 %. Nejnižší obsah byl zjištěn opět u grünkernu, nejvyšší byl u špaldového kernotta. U špaldy loupané se po 5 měsících skladování snížil obsah škrobu jen nepatrně.

Zdroj [4] uvádí, že obsah škrobu v obilce kolísá od 50 do 80 % v sušině. Naše zkoumané vzorky se pohybovaly v rozmezí 55,3 – 69,6 % obsahu škrobu v mouce na začátku skladování. Po uplynutí 5 měsíců a následné analýze se obsah škrobu ve vzorcích vždy snížil asi o 1 – 2 %. Při dlouhodobém skladování se mění vlastnosti škrobu, který stárne, což má vliv na zvýšení teploty mazovatění škrobu a zvýšení odolnosti vůči rozkladným účinkům amylolytických enzymů.

ZÁVĚR

Obiloviny tvoří součást našeho jídelníčku již několik tisíc let. V obchodech je nám nabízeno nepřeberné množství potravin, jejichž základem jsou právě obiloviny. Spousta lidí se v poslední době více zaměřuje na zdravou výživu, je to jeden z trendů moderní doby. Nejvíce se zrak veřejnosti upírá na tzv. prastaré obiloviny, které se dříve pěstovaly, ovšem kvůli jejich nízkému výnosu pomalu vymizely. Nyní se k nim společnost postupně navrací z důvodu jejich vysoké výživové hodnoty.

Cílem této práce bylo stanovit vlhkost, obsah popela a obsah škrobu ve vybraných druzích obilovin. Mezi zkoumané vzorky byly vybrány špaldové kernotto, grünkern, špalda loupaná, kamut a pšenice ozimá. K porovnání vlivu teploty na vlastnosti mouky byly také vzorky různě skladovány. Porovnávány byly tři typy skladování a to v lednici, termostatu a v laboratoři.

Jedním ze základních parametrů, který byl u vybraných obilovin posuzován, byla hmotnost tisíce zrn. Napočítaná zrna byla vážena na začátku a na konci skladování. Z velké části dané vzorky obilovin svou hmotnost snížili při všech způsobech skladování. Výjimkou byla pšenice ozimá, která svou hmotnost zvýšila. Důvodem může být vyšší pórovitost zrna, kdy dochází k větší sorpci molekul vody z okolní atmosféry.

Vlhkost u všech vzorků ze všech skladování se pohybovala v povolených hodnotách do 15 %. Nejnižší vlhkost u všech způsobů skladování měl grünkern, jehož zrno se sklízí v mléčné zralosti a následně suší ve velkých sušárnách. Nejvyšší vlhkost měla pšenice ozimá, ta se po sklizni upravuje pouze čištěním. U vzorků z laboratoře se vlhkost během skladování nepatrně zvýšila, u ostatních došlo ke snížení. K porovnání výsledků byla u vzorků skladovaných v termostatu stanovena vlhkost i pomocí referenční metody. Výsledky byly srovnatelné.

Popel se během všech tří způsobů skladování buď nezměnil vůbec, nebo jen velmi málo. Ve většině případů se jeho hodnota nepatrně snížila. Nejnižší obsah popela při skladování v laboratoři měla špalda loupaná, u zbylých dvou skladování vykazovala nejnižší hodnoty pšenice ozimá. Nejvyšší procento popela obsahoval grünkern. Celozrnné mouky smí obsahovat nejvýše 1,9 % popela, naměřené hodnoty odpovídaly normě. Po šesti měsíčním skladování byl nejnižší obsah popela zjištěn u vzorků z termostatu.

Hodnoty obsahu škrobu se pohybovaly v rozmezí 50 – 70 %. Literatura [4] uvádí, že obsah škrobu kolísá od 50 do 80 % v sušině. Škrob se po 5 měsících skladování snížil u všech sledovaných vzorků o cca 1 až 2 %. Nejvyšší hodnoty obsahu škrobu byly naměřeny u špaldového kernotta, nejnižší obsah měl grünkern. Při dlouhodobém skladování se postupně mění vlastnosti škrobu, který stárne.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] ARNDT, T. *Obiloviny* [online]. 2010 [cit. 2010-05-05]. Dostupný z WWW: <http://www.celostnimedicina.cz/obiloviny.htm>.

[2] CAMPBELL, G., WEBB, C., McKEE, S. *Cereals: Novel Uses and Processes.* New York: Plenum press, 1997. 289 s. ISBN 0-306-45583-8.

[3] KUSHI, M. *Makrobiotická cesta.* Praha: Votobia, 1997. 259 s. ISBN 80-7198-300-4.

[4] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu.* 1. vydání - dotisk, Zlín: UTB ve Zlíně, 2008. 179 s. ISBN 978-80-7318-372-1.

[5] EVERS, T., MILLART, S. Cereal Grain Structure and Development: Some Implications for Quality. *Journal of Cereal Science*, vol. 36, 2002, s. 261 – 284.

[6] KONVALINA, P. a kol. *Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. 1. vydání, České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. 99 s.

[7] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Praha: ÚZPI, 2007. 56 s. ISBN 978-80-7271-184-0.

[8] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny*, Brno: VFU, 2006. 12 s.

[9] Obrázek [online] <http://www.nazeleno.cz/Files/ResizedImages/obrazky/Potraviny/celozrnnepecivo/perex_329x-1.jpg>.

[10] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I*. 1. vydání, Praha: VŠCHT, 2004. ISBN 80-7080-530-7.

[11] SOUČKOVÁ, H., MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., HAVLÍČKOVÁ, K. *Škrob* [online]. 2005 [cit. 2010-01-26]. Dostupný z WWW: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Skrob.htm>.

[12] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I.* 1. vydání - dotisk, Zlín: UTB ve Zlíně, 2008. 169 s. ISBN 978-80-7318-295-3.

[13] JAMES, M., DENYER, K., MYERS, A. Starch synthesis in the cereal endosperm. *Current Opinion in Plant Biology*. vol. 6, 2003, s. 215-222.

[14] *Polarimetrie* [online]. [cit. 2010-05-12]. Dostupný z WWW: <http://www.kch.zcu.cz/cz/di/sks/07-POLARIMETRIE.pdf>.

[15] *Antinutriční látky* [online]. [cit. 2010-03-01]. Dostupný z WWW: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76561>.

[16] *Obiloviny, olejniny, luskoviny a pícniny* [online]. [cit. 2010-03-01]. Dostupný z WWW: <http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/rostlinne-komodity/obiloviny/>.

[17] KŮST, F., POTMĚŠILOVÁ, J. *Situační a výhledová zpráva: Obiloviny*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2008. ISBN 978-80-7084-702-2.

[18] HONSOVÁ, H. *Osivo a výše výnosu u ozimé pšenice* [online]. 2008 [cit. 2010-03-29]. Dostupný z WWW: <http://www.agroweb.cz/Osivo-a-vyse-vynosu-u-ozime-psenice__s232x31163.html>.

[19] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Zemědělství 2007*. Praha: MZ ČR, 2007. ISBN 978-80-7084-715-2.

[20] GARDNER, P., SCOTT, A. a kol. *Encyklopedie Zeměpis světa*. New York: Barnes and Noble Inc., 1993. ISBN 80-901727-6-8.

[21] OWENS, G. *Cereals processing technology*. New York: Boca Raton Boston, 2000. ISBN 0-8493-1219-1.

[22] MORRIS, P., BRYCE, J. *Cereal biotechnology*. New York: Boca Raton Boston, 2000. ISBN 0-8493-0899-2.

[23] Obrázek Dostupný z WWW: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/48272.jpg>.

[24] KALAČ, P. *Funkční potraviny – kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona s.r.o., 2003. ISBN 80-7322-029-6.

[25] WORLD GRAIN STAFF. *Ancient grains increasingly used in processed foods.* [online]. 2008 [cit. 2010-03-05]. Dostupný z WWW: <http://www.world-grain.com/news/daily_enews.asp?ArticleID=93306>.

[26] FAOSTAT [online]. [cit. 2010-04-03]. Dostupný z WWW: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.

[27] *Sklizeň zemědělských plodin v roce 2009* [online]. 2009 [cit. 2010-03-05]. Dostupný z WWW: <http://www.czso.cz/csu/2010edicniplan.nsf/t/B900227D48/$File/21021002.pdf>.

[28] ČT24. *Zemědělcům loni výrazně klesl zisk i produkce* [online]. 2010 [cit. 2010-03-05]. Dostupný z WWW: <http://www.ct24.cz/ekonomika/82214-zemedelcum-loni-vyrazne-klesl-zisk-i-produkce/>.

[29] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Zemědělství 2008*. Praha: MZ ČR, 2008. ISBN 978-80-7084-847-0.

[30] KONVALINA, P. a kol. *Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008. ISBN 978-80-7394-116-1.

[31] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Důvěřujte Bio* [online]. 2009 [cit. 2010-04-15]. Dostupný z WWW: <http://www.mesic-biopotravin.cz/duverujte-bio/>.

[32] JELÍNKOVÁ, D. Nové logo pro všechny biovýrobky EU bylo vybráno. *Potravinářský zpravodaj*. č. 2, 2010, str. 11.

[33] Obrázek Dostupný z WWW: <http://ec.europa.eu/agriculture/organic/logo/index_cs.htm>.

[34] GRELA, E. Nutrient Composition and Content of Antinutritional Factors in Spelt (*Triticum spelta* L) Cultivars. *J Sci Food Agric*. vol. 71, 1996, s. 399-404.

[35] MOMČILOVÁ, P. *Špalda a ječmen ve zdravé kuchyni*. 1. vydání, Medica publishing, 2003. ISBN 80-85936-44-5.

[36] FRAZIER, P. Book review. *Journal of Cereal Science*. vol. 42, 2005, s. 135-137.

[37] MICHALOVÁ, A. *Pšenice špalda* [online]. 2001 [cit. 2009-11-29]. Dostupný z WWW: <http://www.vurv.cz/altercrop/spaldavyuz.htm>.

[38] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J. *Pěstování speciálních plodin: multimediální texty* [online]. 2004 [cit. 2010-03-26]. Dostupný z WWW: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/>.

[39] *The Wheat* [online]. [cit. 2010-02-10]. Dostupný z WWW: <http://www.kamut.com/de/index.html>.

[40] ULSHOEFER, H. *Grünkern* [online]. [cit. 2010-04-15]. Dostupný z WWW: <http://www.gruenkern.de/basic.htm>.

[41] PUUMALAINEN, T., NYKOPP, H., TUORILA, H. Old Product in a New Context: Importance of the Type of Dish for the Acceptance of Grünkern, a Spelt – Based Traditional Cereal. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* vol. 35, 2002, s. 549 – 553.

[42] PRAUS, L. *Recepty z grünkernu* [online]. 2008 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <http://www.ekologickelisty.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=323>.

[43] *Pšenice ozimá* [online]. [cit. 2010-03-30]. Dostupný z WWW: <http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/Radce_hospodare/radce_psenice_ozima_uvod.pdf>.

[44] LUKEŠOVÁ, J. *Obiloviny* [online]. 2002 [cit. 2010-04-20]. Dostupný z WWW: <http://www.hka.cz/_zivot/bazalka/obili.html>.

[45] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd*. 2. vydání, Brno: ÚKZÚZ Brno, 2006. ISBN 80-86548-81-3.

[46] *Vyhláška č. 333/1997 Sb., která upravuje požadavky na mlýnské obilné výrobky, těstoviny a pekařské výrobky, ve znění pozdějších předpisů* [online]. 1997 [cit. 2010-04-16]. Dostupný z WWW: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&docType=ART&nid=11307>.

[47] *skripta Chemie a analýza potravin* [online]. 2007 [cit. 2010-05-05]. Dostupný z WWW: <http://utb.cepac.cz/>.

[48] FAMĚRA, O., DVOŘÁČEK, V., PAPOUŠKOVÁ, L., ERHARTOVÁ, D. Stanovení obsahu škrobu v zrnu pšenice různými metodami. In *Bezpečnost a kontrola potravín II. díl*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2008. s. 327 – 330.

[49] HŘIVNA, L. Cesty k dosažení kvalitní produkce obilovin. In *Nové aspekty v pěstování obilovin*. Brno: MZLU Brno, 2002. s. 21 – 31. ISBN 80-7158-604-2.

[50] VARNAMKHASTI, M., MOBLI, H. a kol. Some physical properties of rough rice (*Oryza Sativa* L.) grain. *Journal of Cereal Science.* vol. 47, 2008, s. 496 – 501.

[51] DEAN, M., SHEPHERD, R., ARVOLA, A. a kol. Consumer perceptions of healthy cereal products and production methods. *Journal of Cereal Science.* vol. 46, 2007, s. 188 – 196.

[52] MERT, B., GONZALEZ, D., CAMPANELLA, O. A new method to determine viscoelastic properties of porn grits during cooking and drying. *Journal of Cereal Science.* vol. 46, 2007, s. 32 – 38.

[53] *Typy mouky* [online]. 2005-2009 [cit. 2010-05-15]. Dostupný z WWW: <http://www.pekarny.unas.cz/typy_mouky1.html>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GI Glykemický index

WHO World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

FAO Food and Agriculture Organization (Organizace pro výživu a zemědělství)

GMO Geneticky modifikované organizmy

EU Evropská Unie

HTZ Hmotnost tisíce zrn

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Obilné klasy [9] 12
Obrázek 2 Čirok obecný [23] 16
Obrázek 3 Nové logo pro bio-výrobky EU [33] 20
Obrázek 4 Sušárna Venticell 111 comfort 23
Obrázek 5 Muflová pec VEBF 24

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Chemické požadavky na mouky [46] 24
Tabulka 2 Vzorky obilovin používané při stanovení 28
Tabulka 3 HTZ před skladováním a po 6 měsících skladování 32
Tabulka 4 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v laboratoři (± SD) 33
Tabulka 5 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v lednici (± SD) 33
Tabulka 6 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v termostatu (± SD) 34
Tabulka 7 Výsledky stanovení vlhkosti při skladování v termostatu (± SD) 35
Tabulka 8 Výsledky stanovení popela při skladování v laboratoři (± SD) 35
Tabulka 9 Výsledky stanovení popela při skladování v lednici (± SD) 36
Tabulka 10 Výsledky stanovení popela při skladování v termostatu (± SD) 36
Tabulka 11 Výsledky stanovení škrobu při skladování v laboratoři (± SD) 37
Tabulka 12 Výsledky stanovení škrobu při skladování v lednici (± SD) 38
Tabulka 13 Výsledky stanovení škrobu při skladování v termostatu (± SD) 38

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Oseté plochy vybraných obilovin v roce 2008 [26] 17
Graf 2 Produkce pšenice v roce 2008 dle údajů FAO [26] 18
Graf 3 Produkce kukuřice v roce 2008 dle údajů FAO [26] 19