

# **Stanovení kyselosti a vybraných chemických parametrů v obilovinách**

Jana Hermanová

---

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: **Jana HERMANOVÁ**  
Osobní číslo: **T07067**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Stanovení kyselosti a vybraných chemických parametrů v obilovinách**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Zásady ekologického zemědělství.
2. Základní obiloviny důležité pro lidskou výživu, anatomie zrna a jeho chemické složení.
3. Obiloviny využívané jako biopotraviny.
4. Principy chemických analýz pro stanovení daných parametrů v obilovinách.

### II. Praktická část

1. Stanovení titrační kyselosti, obsahu popele a vlhkosti ve vybraných vzorcích obilovin.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. Cereální chemie a technologie I. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha, 2003. ISBN 80-7080-530-7.
- [2] PRUGAR, J., a kol. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s. Praha, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [3] <http://www.pro-bio.cz/cesky.htm>.
- [4] SHEWRY, P. R. The Contribution of Cereals to a Healthy Diet: Improving the protein content and composition of cereal grain. Journal of Cereal Science. 2007, 46, s. 239 - 250.
- [5] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. Technologie výroby potravin rostlinného původu. Vydavatelství Univerzita Tomáše Bati. Zlín, 2008. ISBN 80-7318-372-2.
- [6] WARD, O. P., SINGHA, A. Omega-3/6 fatty acids: Alternative sources of production Process Biochemistry. 2005, 40, s. 3627 - 3652.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Daniela Kramářová, Ph.D.**

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**11. února 2010**

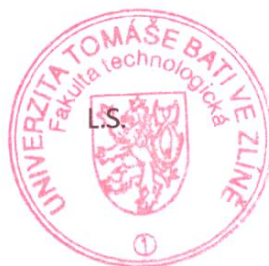
Termín odevzdání bakalářské práce:

**31. května 2010**

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010



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



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

Příjmení a jméno: HEJHALOVÁ JANA

Obor: CHÉMIE A TECHNOLOGIE POTRAVIN

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – 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 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 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 25.5.2010

Hejhalová Jana

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce pracuje s pojmy ekologické zemědělství, ekofarma a biopotravina. Dále se zabývá stavbou a chemickým složením obilného zrna a popisem vybraných obilovin, které byly vypěstovány v ekologickém zemědělství.

Praktická část je pak věnována stanovení základních chemických parametrů, jako jsou vlhkost, obsah popela, titrační kyselost a hmotnost tisíce zrn.

Klíčová slova: ekologické zemědělství, biopotravina, obiloviny, vlhkost, popel, titrační kyselost

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis defines the concepts of organic farming, ecofarm and organic food. It also deals with anatomy and chemical composition of cereal grain and description of selected cereals which were grown in organic farming.

The practical part is devoted to determination of basic chemical parameters such as moisture, contain of ash, titratable acidity and weight of thousand grains.

Keywords: organic farming, organic food, cereals, moisture, ash, titratable acidity

Mé vřelé poděkování patří především Ing. Daniele Kramářové, PhD. za cenné odborné rady, které mi poskytovala v průběhu vzniku této práce, a rovněž za velkou pomoc, trpělivost a čas, který mi byla ochotna věnovat.

Dále bych ráda poděkovala pracovníci Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži Mgr. Věře Kroftové za pomoc při hledání materiálů o netradičních obilovinách.

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

## OBSAH

ÚVOD .....	10
<b>I</b> <b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1</b> <b>EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b> <b>EKOFARMY</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2</b> <b>BIOPOTRAVINY</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3</b> <b>STATISTICKÉ ÚDAJE Z OBLASTI EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b> <b>OBILOVINY</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b> <b>ANATOMIE OBILNÉHO ZRNA A JEHO CHEMICKÉ SLOŽENÍ</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b> <b>PRODUKTY EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ</b> .....	<b>19</b>
2.2.1 <b>ŠPALDA</b> .....	19
2.2.1.1 <b>Špaldové kernotto</b> .....	21
2.2.1.2 <b>Grünkern</b> .....	22
2.2.2 <b>KAMUT</b> .....	23
2.2.3 <b>PŠENICE OZIMÁ</b> .....	24
<b>3</b> <b>LIPIDY V OBILOVINÁCH</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b> <b>PRINCIPY CHEMICKÝCH ANALÝZ</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1</b> <b>STANOVENÍ VLHKOSTI</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2</b> <b>STANOVENÍ OBASHU POPELA</b> .....	<b>29</b>
<b>4.3</b> <b>STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI</b> .....	<b>29</b>
<b>4.4</b> <b>HMOTNOST TISÍCE ZRN</b> .....	<b>30</b>
<b>II</b> <b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b> <b>METODIKA</b> .....	<b>32</b>
<b>5.1</b> <b>SEZNAM POUŽITÝCH CHEMIKÁLÍ</b> .....	<b>32</b>
<b>5.2</b> <b>SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍSTROJŮ A POMŮCEK</b> .....	<b>32</b>
<b>5.3</b> <b>VZORKY ANALYZOVANÝCH OBILOVIN</b> .....	<b>33</b>
<b>5.4</b> <b>PRACOVNÍ POSTUPY DANNÝCH CHEMICKÝCH CHARATERISTIK</b> .....	<b>34</b>
5.4.1 <b>STANOVENÍ VLHKOSTI KONTROLNÍ A ROZHODČÍ METODOU</b> .....	34
5.4.2 <b>STANOVENÍ OBSAHU POPELA SPALOVÁNÍM</b> .....	35
5.4.3 <b>STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI MOUKY</b> .....	36
5.4.4 <b>STANOVENÍ HMOTNOSTI TISÍCE ZRN</b> .....	37



<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>38</b>
<b>6.1</b>	<b>VÝSLEDKY STANOVENÍ VLHKOSTI.....</b>	<b>38</b>
<b>6.2</b>	<b>VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU POPELA.....</b>	<b>40</b>
<b>6.3</b>	<b>VÝSLEDKY STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI.....</b>	<b>41</b>
<b>6.4</b>	<b>VÝSLEDKY STANOVENÍ HMOTNOSTI TISÍCE ZRN .....</b>	<b>45</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>58</b>

## ÚVOD

Obiloviny neboli cereálie, jsou nenahraditelnou součástí každodenního života. Cereálie pochází z latinského slova *cerealis* (obilný), které je odvozené od Ceres, římské bohyně orby a polních plodin [1].

Již dávno před naším letopočtem pěstovali lidé obilí, aby uživilí sebe i zvířata a aby si předem připravili zásoby na zimu. Už tehdy totiž věděli, že obiloviny jsou za správných podmínek velmi dobře a dlouho skladovatelnou surovinou.

Ve středověku si chudí často museli vystačit jen s nepečeným chlebem a ovesnou kaší, zatímco bohatí holdovali masu a vínu. I přes to však svět na obiloviny nezanevřel jako na podřadnou stravu.

Dnes činí podíl obilovin v celosvětové výživě až 70 %. Nikdo si nedokáže představit den bez snídaňových cereálií, pečiva, koláčků, dortů nebo sušenek. Pravdou také je, že se obiloviny využívají i v jiných odvětvích, než je potravinářství a krmivářství. Natolik jsou lidé vynalézaví, že z nich vyrábí i destiláty či biopaliva.

Obiloviny jsou bohatým zdrojem vitaminů, minerálních látek, esenciálních mastných kyselin a především sacharidů a bílkovin, tedy látek, bez kterých se nikdo neobejde. Proto pro nás zůstává nejdůležitějším faktem, že jsou rovněž nedílnou součástí zdravé výživy. Není tudíž ani moc složité pochopit, proč se také jedná o jedny z nejvýznamnějších plodin pěstovaných i v ekologickém zemědělství. Tento typ zemědělství je pro mnohé sice stále novinkou, ovšem tato „novinka“ v sobě nese dědictví staré někdy i stovky let.

Cílem této bakalářské práce je seznámit čtenáře s pojmem ekologické zemědělství a biopotravina, co obnáší a čím můžou být prospěšné, ale také s takovými druhy obilovin, jež se už někdy v minulosti pěstovaly, ale z různých důvodů se pěstovat přestaly. Jedná se především o Špaldu, Grünkern nebo Kamut, v současnosti pěstované právě v šetrném systému ekologického zemědělství díky svým vlastnostem, které nebyly v průběhu let ovlivněny šlechtěním.

Dalším úkolem této práce je stanovit základní nutriční hodnoty vybraných obilovin, zejména pak vlhkost, obsah popela a titrační kyselost, a jaký vliv na ně budou mít různé podmínky skladování.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

Dne 29. června 2000 přijala Česká republika zákon číslo 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství a tím se zařadila mezi země, které si uvědomují jeho význam i prospěšnost. V moderním zemědělství je třeba respektovat cyklus přírody, využívat přirozenou úrodnost země, chránit i znovu vytvářet přirozené životní podmínky hospodářským zvířatům [2].

Tento zákon jednoznačně definuje ekologické zemědělství jako zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a omezuje či přímo zakazuje používání látek (hnojiv, pesticidů, veterinárních léčiv aj.) a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí. Pro tento účel jsou stále ve větším měřítku budovány tzv. ekofarmy [3].

## 1.1 Ekofarmy

Zásadou ekofarem je produkce bez používání hormonů, minerálních (umělých) hnojiv, geneticky modifikovaných organismů a škodlivých pesticidů, chemických přípravků a postřiků. Často využívá tradičních metod pěstování, jako je ruční pletí, zelené hnojení namísto umělých hnojiv [4]. Zvířata nesmí být chována ve velkochovech, musí mít dostatek životního prostoru pro volný pohyb a přirozenou potravu [5].

Další hlavní zásadou ekologického zemědělství je udržování ekologické stability zemědělských systémů. Proto se od ekofarem vyžaduje ochrana, obnova a zachování významných krajinných prvků, jakými jsou lesy, vodní toky, rybníky, mokřady, remízy, meze, trvalé travní plochy apod., včetně zachování přechodové zóny mezi zemědělskými a přirozenými ekosystémy [2]. Každý takový biovýrobce musí být zaregistrován na Ministerstvu zemědělství.

Všichni ekologičtí farmáři a výrobci biopotravin jsou minimálně jedenkrát ročně kontrolováni dle standardů kontrol ekologického zemědělství, které jsou ukotveny v Evropské legislativě. Kromě každoroční celkové kontroly podniku se provádí i kontroly neohlášené. Kontrola zahrnuje celý podnik, tj. pozemky a kultury, stáje a zvířata, stroje, technologická zařízení, technologie, sklady a ostatní provozní prostory, obaly, značení, skladovou a účetní evidenci.

Kontrolu a certifikaci zajišťují specializované kontrolní organizace pověřené Ministerstvem zemědělství ČR (MZe ČR). V současné době působí v ČR tři soukromé kontrolní organizace - Kontrola ekologického zemědělství (KEZ), o.p.s. v Chrudimi, ABcert AG

a BIOKONT CZ, s.r.o. se sídlem v Brně [6]. Od 1. ledna 2010 k těmto subjektům přibyl také Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ). S ohledem na rostoucí počet ekofarem dochází k rozdělení činností a pravomocí mezi tyto čtyři kontrolní subjekty a ke zvýšení efektivnosti kontrol [7].

Celkové seznamy výrobců biopotravin, podnikatelů a ekologických zemědělců jsou uvedeny na internetových stránkách Ministerstva zemědělství.

## 1.2 Biopotraviny

Výstupem každé ekofarmy je bioprodukt. Rozumí se tím surovina rostlinného nebo živočišného původu získaná v ekologickém zemědělství. Může to být například zelenina, ovoce, obiloviny, luskoviny, olejniny, syrové mléko, vejce nebo zvířata v kusech [2, 3].

Bioprodukty jsou výchozí surovinou pro potraviny, které jsou pak označeny jako biopotraviny, pokud dozorový orgán vydá osvědčení o splnění stanovených podmínek a požadavků. Tyto požadavky a pravidla ekologického zemědělství a výroby biopotravin jsou upravena naší i legislativou Evropské unie (EU). Od 1. 1. 2009 platí zcela nová Evropská legislativa v oblasti biopotravin, která je stejná pro všechny členské státy EU (nařízení Rady 834/2007, prováděcí nařízení Komise 889/2008). V legislativě ČR je to zákon č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství. Výsledné biopotraviny však musí současně splňovat obecné požadavky na jakost a zdravotní nezávadnost vyplývající ze zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích ve znění pozdějších předpisů [3, 8].

Každá biopotravina nebo bioprodukt musí být označen příslušným logem BIO a identifikačním kódem kontrolní organizace (př. CZ-BIO-KEZ-01). V ČR se jedná o tzv. „zelenou zeburu“ s nápisem "Produkt ekologického zemědělství" (Obrázek 1). Každá země používá vlastní loga biopotravin, která se více či méně liší [6].



**Obrázek 1:** Celostátní značka pro biopotraviny v ČR [6]

Pro biopotraviny vyrobené v EU donedávna platilo logo na obrázku 2, jehož používání bylo dobrovolné. Na obrázku 3 je již vyobrazen vítěz studentské soutěže o nové jednotné BIO logo pro celou EU "Euro-leaf", neboli "Euro list". Z celkového počtu 3 422 návrhů byla veřejným hlasováním vybrána tři loga. Nicméně, ta se setkala s nevolí z řad odborné veřejnosti, že jednoznačně nevyjadřují principy ekologického zemědělství. Proto byly stanoveny podmínky, podle kterých bude vítězné logo upraveno, aby došlo ke všeobecné spokojenosti. Nové logo bude platit od 1. července 2010 a jeho používání bude povinné. Vedle něj budou moci být nadále používána i národní či soukromá loga, označující biopotraviny [8, 9].



**Obrázek 2:** BIO logo pro EU [6]



**Obrázek 3:** Návrh na nové BIO logo pro EU [8]

Biopotraviny je možné rozdělit do čtyř kategorií:

- stoprocentní biopotraviny,
- ekologické potraviny obsahující minimálně 95 % bioproduktů,
- potraviny vyrobené z bioproduktů (více než tři složek) obsahující 70 – 95 % bioproduktů
- potraviny s přísadou bioproduktů [10].

Pravidla pro výrobu biopotravin tedy umožňují použití povolených aditivních látek, pomocných látek a surovin konvenčního zemědělského původu, ale maximálně jen do 30 % hmotnosti. Při dalším zpracování nesmí být uměle prodlužována trvanlivost konzervačními látkami, chemickými barvivy zlepšována barva, nesmí být upravována ani chuť a vůně. Je zakázáno zpracovávat bioprodukty pomocí chemických a fyzikálních postupů, jako např. bělením, působením hormonů, ozařováním, mikrovlnným ohřevem aj. [10, 11].

Růst bioplodin není ovlivněn chemickými hnojivy či jinými prostředky, tudíž rostou pomaleji a následně podle vědeckých studií obsahují méně vody, více sušiny, nutričních látek (např.

hořčíku o 29 %, železa o 21 %, fosforu o 14 %) a vitaminů (např. vitaminu C o 27 %) než konvenční ovoce a zelenina [4].

### 1.3 Statistické údaje z oblasti ekologického zemědělství

První tři ekofarmy byly založeny ještě před revolucí v roce 1989 a ekologické zemědělství zde teprve začínalo. Dnes jich jsou na území ČR necelé tři tisíce. Statistické údaje ukazují, že se u nás ekologické zemědělství rychle rozvíjí.

Celkově se tedy ekologicky hospodaří bezmála na 10 % zemědělské půdy. Oproti roku 2008 se počet ekofarem zvýšil o 743, což představuje meziroční nárůst až 49 %. Souhrnné statistické údaje z let 2006 – 2009 o rostoucím potenciálu ekologického zemědělství jsou uvedeny v tabulce 1 [12, 13, 14].

**Tabulka 1:** Statistické údaje o ekologickém zemědělství za roky 2006 – 2009 [12, 13, 14]

	2006	2007	2008	2009
<b>Počet výrobců biopotravin</b>	152	253	431	501
<b>Počet ekofarem</b>	963	1 318	1 946	2 689
<b>Výměra zemědělské půdy v ekologickém zemědělství (ha)</b>	281 535	312 890	341 632	398 407
<b>Podíl ekologického zemědělství na celkové výměře zemědělské půdy (%)</b>	6,61	7,35	8,04	9,38
<b>Výměra orné půdy (ha)</b>	23 478	29 505	35 178	44 906
<b>Výměra trvalých travních porostů (ha)</b>	232 190	257 899	281 596	329 232
<b>Výměra trvalých kultur (sady, vinice, chmelnice) (ha)</b>	1 196	1 870	2 764	653
<b>Ostatní plochy (ha)</b>	24 671	23 616	21 753	19 890

Zlepšit povědomí o biopotravinách, zvýšit jejich prodej a pomoci tak zemědělcům i spotřebitelům, je hlavním úkolem propagačních aktivit a projektů, které MZe ČR podporuje. Jedná se například o tradiční Měsíc biopotravin, kampaň „Žiju bio“, anebo o evropskou letní akademii ekologického zemědělství Bioakademii [15].

I tak je ale ekologické zemědělství v ČR stále velmi závislé na dotacích. V důsledku ekonomické krize byla v loňském roce spotřeba biopotravin pouze 5 %, zatímco mezi lety 2007 a 2008 byl zaznamenán nárůst spotřeby až o 40 %. Biopotraviny jsou vůči

konvenčním potravinám přece jen dražší, a ačkoliv podíl biovýrobků od domácích producentů roste, stále nadpoloviční množství pochází z dovozu. Z celkové spotřeby potravin tvoří biopotraviny jen 1 % [16].



## 2 OBILOVINY

Obiloviny neboli cereálie, se botanicky řadí mezi traviny (*Gramineae*). Všechny známé obiloviny, kromě např. pohanky (čeleď rdesnovité, *Polygonaceae*), patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Společný botanický původ obilovin čeledi lipnicovité jim dává vzájemnou podobnost jak v tvorbě zrna a ve struktuře, tzn. např. uspořádání obalových a podobalových vrstev zrna, tak v jeho chemickém složení, jako v zastoupení jednotlivých aminokyselin v obilné bílkovině nebo mastných kyselin v tukových složkách [17].

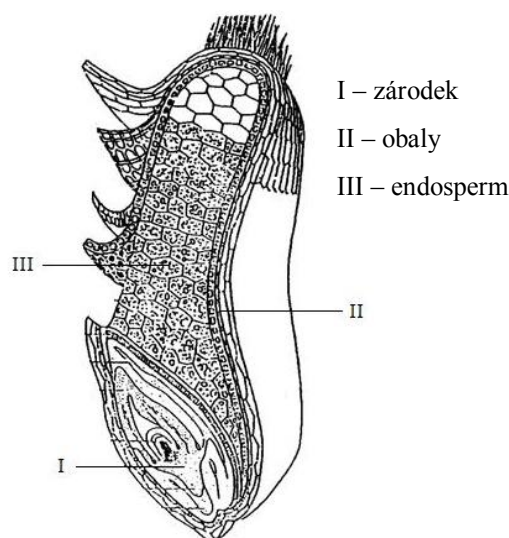
Na základě historických pramenů se předpokládá, že počátky pěstování obilovin se datují až ke 12. – 10. tisíciletí před naším letopočtem. V průběhu dalších tisíciletí si postavení základní potraviny udržely. Teprve v druhé polovině 20. století dochází k poklesu jejich přímé spotřeby, kdy v některých vyspělých zemích bylo obilovinami pokryto pouze 20 – 30 % denní energetické potřeby.

Mezi běžně pěstované druhy obilovin používané pro potravinářské účely patří pšenice, žito, ječmen, kukuřice, rýže, pohanka a oves [18].

### 2.1 Anatomie obilného zrna a jeho chemické složení

Plodem obilovin je obilka (Obrázek 4). Každá obilka je složena ze tří hlavních částí – endospermu, obalových vrstev a zárodku (klíčku). Hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna je rozdílný u jednotlivých obilovin a je proměnlivý v závislosti na vnitřních a vnějších faktorech, jako je odrůda, půdní a klimatické podmínky, hnojení, agrotechnika atd. [18].

Endosperm představuje 84 – 89 % hmotnosti zrna. Je tvořen hranolovitými buňkami a obsahuje zejména škrob a bílkoviny. Vrstvou aleuronových buněk, obsahujících bílkoviny, lipidy, minerální látky a vitaminy, je oddělen od obalových vrstev, které chrání obilku před nepříznivými vnějšími vlivy, hlavně před vysycháním a mechanickým poškozením. Ty tvoří 8 – 14 % hmotnosti zrna a skládají se z oplodí a osemení. Zárodek (klíček) zaujímá asi 1,5 – 3 % hmotnosti obilky, čili její nejmenší část. Je uložen na bázi hřbetní strany obilky, od endospermu je oddělen štítkem a obsahuje mnoho živin, které slouží jako potenciální výživa a energie pro novou rostlinu. Mimo jednoduchých cukrů obsahuje také bílkoviny, lipidy, aminokyseliny, vitaminy rozpustné ve vodě (především vitamin B<sub>1</sub>) a značné množství vitamínu E [18, 19].



**Obrázek 4:** Anatomie zrna [18]

Hlavní podíl jednotlivých složek obsažených v obilovinách je zastoupen sacharidy. Z monosacharidů se jedná o pentózy, které jsou základními stavebními částicemi pentózanů, dále fruktóza a glukóza a z disacharidů sacharóza a maltóza. Hlavními zástupci polysacharidů jsou dextriny, celulóza, hemicelulózy, pentózany, pektinové látky a nejdůležitější je škrob. Jeho obsah v sušině kolísá od 50 do 80 %. Neškrobovými polysacharidy jsou obecně označovány rostlinné slizy [17, 20].

Nejvýznamnější dusíkatou látkou jsou bílkoviny, zejména pšeničná bílkovina, která jako jediná s vodou běžně vytváří pružný gel, tzv. lepek, jehož fyzikální vlastnosti určují jakost pečiva. K charakteristickým zásobním a lepkovým bílkovinám patří prolaminy – pšeničný gliadin, žitný sekalin, ječný hordein, ovesný gliadin a kukuřičný zein. Další významnou bílkovinou jsou gluteliny, z nichž známější jsou pšeničný glutenin a rýžový oryzenin. Jediným nedostatkem je, že rostlinné bílkoviny nejsou považovány za plnohodnotné, vzhledem k nedostatkovému množství některých esenciálních aminokyselin, jako je například lysin [18, 21, 22].

Lipidy tvoří jen malý hmotnostní podíl obilného zrna. Vyskytují se především v aleuronové vrstvě a v klíčku.

V klíčku a aleuronové vrstvě jsou také soustředěny vitaminy. V klíčcích je zastoupen vitamin A ve formě provitaminu  $\beta$ -karotenu, vitamin B<sub>2</sub> a vitamin E. V klíčku i aleuronové vrstvě se nachází vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub> a B<sub>6</sub>. Vitamin C se ve zralém obilí nevyskytuje [18].

Minerální látky, jinak označované jako popeloviny, anorganické zbytky po spálení rostlinného materiálu, zauímají pouze malý podíl 1,25 – 2,5 %. Jejich maximální obsah byl zjištěn v obalech a v aleuronové vrstvě. Endosperm je na minerálie chudý. Největší jejich podíl tvoří oxid fosforečný, většinou ve formě fytinu, hořčík, vápník a železo [17].

## 2.2 Produkty ekologického zemědělství

Obiloviny představují nejvýznamnější skupinu v žebříčku pěstovaných rostlin, jak z hlediska ekonomického a agronomického, tak z hlediska spotřebitelského [23]. V současné době se projevil značný zájem o tzv. alternativní plodiny. Jsou to takové druhy obilovin, které je možné dobře využít vedle stávajících pěstovaných plodin a začínají být opět uznávány jako jedna z cest ke zdravé výživě. Především se jedná o rostlinné druhy, které byly v minulosti již pěstovány, ale následně potlačeny, nebo omezeny. Důvodem mohly být nízké výnosy, malovýrobní technologie, změny stravovacích zvyklostí, konzum industriálně vyrobených potravin, či slabá prošlechtěnost. K neznámějším patří proso, špalda, dvouzrnka (okryž), Kamut a případně další pluchaté pšeničné druhy. Bezsporu se do této skupiny řadí také pseudocereálie, což jsou plodiny botanicky nepatřící do čeledi lipnicovitých [3].

### 2.2.1 Špalda

Špalda (*Triticum aestivum* subsp. *spelta*) je významnou obilovinou pěstovanou téměř výhradně pro výrobu biopotravin [11]. Jedná se o evropskou plodinu, starověký nešlechtěný druh příbuzný pšenici (*Triticum aestivum* L.). Archeologické nálezy potvrzují, že bývala pěstována v oblastech Alp – Švýcarska a Německa, ale i v Polsku, Anglii a ve Skandinávii. V současnosti se pěstuje v zemích západní Evropy, v Německu, Belgii, severní Francii, Rakousku, severním Španělsku a ve Švýcarsku. V českých zemích se špalda (staročesky zvaná samopše) využívala jako surovina pro výrobu kávoviny na Litomyšlsku v 18. století. Dnes se zvyšuje zájem o pšenici špaldu především s rozvojem ekologického zemědělství [3].

Je výjimečná látkovým složením svého zrna i zajímavou ořechovou chutí. I při nízkém procentu hnojení dává dobrou sklizeň a má lepší minerální složení ve srovnání s pšenicí obecnou. Je zde ovšem ještě pár dalších rozdílů mezi těmito dvěma druhy. Špalda je také vyšší ( $150 \pm 200$  cm), má delší klasy ( $15 \pm 20$  cm), křehčí stonek a hladké pluchy (Obrázek 5) [23].



**Obrázek 5:** Pšenice špalda [24]

Výživová hodnota špaldy je vysoká a obsahuje všechny základní komponenty nezbytné pro lidský organizmus. Velmi cenný nutriční potenciál vychází z obsahu bílkovin, hrubé vlákniny, vitaminů, ale i minerálů.

Charakteristický pro špaldové odrůdy je relativně vysoký obsah bílkovin a lepku, tudíž jsou vhodné pro výrobu chleba i jiných výrobků – snídaňové cereálie, těstoviny, sušenky, výživné tyčinky [25]. Podle vědeckých studií se obsah bílkovin pohybuje mezi 11,4 a 19,5 %. Jejich množství může být značně ovlivněno podnebím a zemědělskými technikami. Pro pekárenskou výrobu je důležitějším ukazatelem obsah mokrého lepku, který činí 30,1 – 51,8 %. Dále bylo zjištěno, že v zrně špaldy se nachází 71,6 – 85,4 % škrobu a 0,29 – 0,39 % redukujících cukrů. Celkový obsah vlákniny 10,5 – 14,9 % se dělí na vlákninu rozpustnou, která zaujímá 1,2 – 2,5 %, a nerozpustnou, jíž patří 11,2 – 12,1 %. Ve špaldě se také udává vysoký obsah vitaminů. Z analýzy tří vitaminů skupiny B ( $B_1$ ,  $B_2$  a  $B_3$ ), byla jen hodnota vitaminu  $B_3$  o 5 % vyšší než u pšenice červené ozimé. Obsah popela ve špaldové mouce byl stanoven na 0,43 – 0,61 %. Ve srovnání s pšenicí obecnou má špalda v průměru o 30 – 60 % vyšší koncentrace železa, zinku, mědi, hořčíku a fosforu v otrubách [23, 26, 27].

V některých postupech alternativní medicíny byla špalda navržena pro zařazení do stravy pacientů léčených pro zdravotní problémy, jako je vysoká hladina cholesterolu v krvi, rev-

matoidní artritida, deprese a rakovina. Pšenice špalda ovšem obsahuje lepek, čímž se stává problematickou pro jedince trpící celiakií [23].

Špalda byla analyzována v průběhu let 1996 – 1998 v systému ekologického zemědělství ve Středočeském kraji. Špaldové kultivary vykazovaly vyšší hmotnost tisíce zrn (HTZ), obsah popele i obsah bílkovin než kultivar pšenice obecné Hana, se kterým byly porovnávány. Byl zjištěn i poměrně vysoký obsah mokrého lepku (až 40 %), jehož kvalita byla ovšem o něco horší, přesto je diskutována budoucnost špaldových chlebů a dalších pekařských výrobků [28, 29].

Jako biopotraviny se prodávají různé výrobky z pšenice špaldy – Celozrnná špaldová mouka, Bílá špaldová mouka, Špalda loupaná (Obrázek 6), Špaldové kafe, Špaldoto, Špaldové kernotto, anebo Grünkern [24].



**Obrázek 6:** Špalda loupaná

### 2.2.1.1 Špaldové kernotto

Špaldové kernotto (Obrázek 7) jsou kroupy získané z pšenice špaldy. Vznikají loupáním a broušením tvrdých obalových vrstev zrn, čímž oproti špaldovému zrnku při vaření rychleji měkne a je pro většinu lidí lépe stravitelné. Špaldové kernotto je po uvaření vzhledově podobné klasickým ječným kroupám [24].



**Obrázek 7:** Špaldové kernotto

### 2.2.1.2 Grünkern

Grünkern (doslov. překlad - zelená zrna) je v podstatě produktem ze špaldy, která se sklízí ještě zelená (Obrázek 8), v tzv. mléčné zralosti a poté se zrna suší kouřem [30].

Pěstuje se v poměrně malé oblasti v jižním Německu kolem města Boxberg. Poprvé byl jako takový vypěstován okolo roku 1660, kdy v Německu vládl velký hladomor. Lidé potřebovali jídlo, a proto sklízeli obilí ještě dříve, než bylo zralé.

Výroba Grünkernu má již svou historii. Až do roku 1960 byl Grünkern vyráběn tradičním způsobem. Nezralá špalda byla posekána srpem, stonky byly asi po 50 vázány do svazků, od nichž byly oddělovány klasy pomocí železných hřebenů namontovaných na dřevěných truhlách. Samostatné klasy se v pytlicích odvážely do sušárny mimo město kvůli nebezpečí vzniku požáru. Ve středu sušárny byl rošt, pod nímž hořelo bukové dřevo. Klasy se na rošt vysypaly a pražily se za teploty 120 – 180 °C. Po dosažení určitého stupně pražení, byly na speciálním stroji z obilí odstraněny vousy [31].

100 g nezralých celých zrn Grünkernu v průměru obsahuje 11,6 % bílkovin, 63,2 % všech sacharidů, 2,7 % tuku, 8,8 % vlákniny a z minerálních látek především 0,4 % fosforu, 0,13 % hořčíku, 0,45 % draslíku, 0,004 % železa a asi 0,003 % sodíku [32].

Grünkern má velmi specifickou kouřovou chuť a používá se hlavně do polévek či nákypů. Dnes je Grünkern pěstován výhradně v ekologickém zemědělství pro výrobu biopotravin ve formě celých zrn (Obrázek 9), krupice, vloček a někdy i mouky. Je také znám pod názvem „zelený kaviár“ [24].



**Obrázek 8:** Zelené klasy pšenice špaldy [33]



**Obrázek 9:** Grünkern

### 2.2.2 Kamut

Označení Kamut<sup>®</sup> je patentovaná americká značka (v textu Kamut), na jejímž základě byla vypracovaná mohutná reklama a díky níž byl s Kamutem seznámen celý svět.

Pšenice Kamut (Obrázek 10) je nejčastěji botanicky označována jako pšenice naduřelá (*Triticum turgidum* subsp. *turanicum*), též jako pšenice khorasanská. Její historie je velmi bohatá. Traduje se, že byla objevena v jedné z egyptských pyramid a následně v Americe znovu vypěstována [34].

Pěstování a zpracování Kamutu probíhá v rámci přísných pravidel ekozemědělství, čímž je zaručena jeho vysoká nutriční hodnota [35]. Ve srovnání s běžnou pšenicí obsahuje asi 17 % bílkovin, což je až o 40 % více, dále pak o 65 % více aminokyselin, zejména treoninu, serinu, cysteinu, argininu, histidinu a asparaginu. Má také více nenasycených mastných kyselin, o 30 – 35 % více hořčíku a zinku, z vitaminů o 30 % více vitamínu E a 1,8 % popela. Ovšem největší zájem vzbuzuje zvláště vysokým obsahem stopového prvku a cenného antioxidantu selenu, který činí asi 3 mg.kg<sup>-1</sup> [36, 37, 38]. Další výraznou vlastností Kamutu



je rovněž vysoká HTZ, která se pohybuje v rozmezí 56 – 70 g. Kamutové zrno má nasládlou oříškovou chuť a vůni, je dvakrát větší a má vyšší sklovitost než zrno běžné pšenice [34].

Existuje několik různých názorů na Kamut jako vhodnou potravinu pro pacienty s celiakií. Závěry několika výzkumů, které se zabývaly srovnáním složení lepku Kamutu a pšenice obecné, se shodují, že by se alergici na lepek měli konzumaci Kamutu vyvarovat vzhledem k úzkým fylogenetickým vztahům těchto dvou obilovin [39]. Na druhou stranu byly provedeny i zkoušky, v nichž 70 % alergiků neprokázalo žádné alergické příznaky. Stále je zde ale možnost, že v některých případech mohou být reakce na Kamut ještě horší než na běžnou pšenici [40].

Kamut má mnohostranné využití a lze jím nahradit všechny druhy pšenice, přestože jeho kvalita lepku není příliš vysoká. Vyrábí se z něj například nápoje, chleby, těstoviny, ale i snídaňové cereálie [40, 41]. Rovněž je možné ho podávat jako přílohu místo rýže (Obrázek 11).



**Obrázek 10:** Klasy Kamutu [40]



**Obrázek 11:** Kamut

### 2.2.3 Pšenice ozimá

Pšenice ozimá (Obrázek 12) je v České republice nejvýznamnější a nejrozšířenější obilninou. Její podíl na celkové produkci pšenice v roce 2001 byl 53,8 % [20]. Pěstuje se prakticky ve všech výrobních oblastech a může být využívána k potravinářským, krmivářským, technickým a energetickým účelům. V posledních letech je stále ve větším rozsahu pěstována



i v ekologickém zemědělství. Tento druh pšenice je ovšem také velmi náročný na půdní podmínky a živiny [42, 43].

Ve srovnání s konvenčně pěstovanou pšenicí ozimou má tento druh pšenice pěstovaný v ekologickém zemědělství (Obrázek 13), tj. bez použití rychle působících průmyslových dusíkatých hnojiv, velmi nízkou potravinářskou i pekárenskou jakost. Díky vyššímu zastoupení albuminů a globulinů jej lze však považovat za kvalitnější, a proto by mohl být dobře využitelný k pečivářskému zpracování [44, 45].

Co se týče nutričních hodnot, obsahuje pšenice ozimá 12,8 – 14,3 % bílkovin, 1,84 % popela, 0,15 % fosforu, 1,3 % dusíku a 0,044 % fenolických látek. HTZ činí 42 – 51 g. Pšenice je také ceněna pro svůj vyšší obsah vitaminů skupiny B, které podporují nervový systém [46, 47, 48].



**Obrázek 12:** Kласы pšenice ozimé [49]



**Obrázek 13:** Pšenice ozimá

### 3 LIPIDY V OBILOVINÁCH

Lipidy se řadí mezi významné složky potravin a ve výživě člověka tvoří jednu z hlavních živin, které jsou pro zdraví a vývoj organismu nezbytné. Lze je definovat jako přírodní sloučeniny rozpustné v organických rozpouštědlech jako jsou benzen, chloroform, toluen, hexan aj. [50].

Z hlediska chemické podstaty tvoří pestrou, velmi nesourodou skupinu látek, jejichž jediným společným znakem je převaha dlouhých nepolárních uhlovodíkových řetězců, které dodávají lipidům jejich typickou hydrofobní olejovou a voskovou povahu a současně je činí ve vodě jen částečně nebo úplně nerozpustnými [17, 21].

Základní stavební složky jsou vyšší mastné kyseliny obsahující ve své molekule více než tři atomy uhlíku, různé dusíkaté báze, alkoholy, esterově vázané zbytky kyseliny fosforečné, někdy i cukry. Za lipidy se v praxi považují i netěkavé lipofilní sloučeniny, které v přírodních i průmyslových produktech vlastní lipidy doprovázejí, proto jsou nazývány jako doprovodné látky lipidů. V potravinách se nacházejí i takové sloučeniny mastných kyselin vzniklé průmyslovou činností nebo jinými lidskými aktivitami (estery cukrů a cukerných alkoholů s vyššími mastnými kyselinami). V tomto případě se nejedná o přírodní látky, ale i přesto jsou přiřazovány k lipidům [21, 50].

Představitelé potravinářsky nejvýznamnějších a nejrozšířenějších lipidů jsou triacylglyceroly, estery glycerolu a vyšších mastných kyselin. Triacylglycerolové frakce lipidů jsou tradičně rozdělovány na tuky (tuhé při pokojové teplotě) a oleje (při pokojové teplotě kapalné), přičemž toto dělení má dnes už jen historický význam a celá skupina se bez ohledu na konzistenci označuje pojmem tuk [51].

Rostlinná pletiva obsahují vysoké procento lipidů, které především slouží jako rezerva energie pro organismus. Ovšem obiloviny jsou na lipidy poměrně chudé. Jejich vyšší podíl je patrný v klíčcích obilí. Klíček tvoří 3 % hmotnosti celého zrna, ale obsah lipidů v něm je asi 64 %. Naopak endosperm, který představuje až 90 % zrna, obsahuje jen 3,3 % lipidů. Množství lipidů v mouce je ovlivněno stupněm vymletí. S rostoucím stupněm vymletí jejich obsah klesá [17, 18, 52].

V lipidech obilovin jednoznačně převládá kyselina linolová a kyselina olejová. Vysoká výživová hodnota obilných lipidů je dána zastoupením i dalších nenasyčených mastných kyselin. Obsah mastných kyselin v různých druzích obilí je uvedeno v tabulce 2 [51].

**Tabulka 2:** Složení mastných kyselin lipidů v různých obilovinách [17, 51]

Mastná kyselina	Obsah (% veškerých mastných kyselin)				
	pšenice	žito	ječmen	oves	kukuřice
Myristová	---	0,1	0,4	1,4	---
Palmitová	14,0 – 20,0	6,0 – 16,0	9,0 – 22,0	10,0 – 20,0	14,0
Stearová	1,5 – 3,0	3,0 – 8,0	1,2 – 3,0	2,0	1,0 – 2,0
Olejová	16,0 – 45,0	14,0 – 35,0	16,0 – 33,0	35,0 – 59,0	30,0
Linolová	40,0 – 58,0	48,0 – 61,0	55,0	31,0 – 41,0	50,0
Linolenová	2,0 – 4,0	2,0 – 9,0	6,0	2,0	3,0

Nenasycené mastné kyseliny poměrně snadno podléhají oxidaci, což má za následek žluknutí mouky při dlouhodobém skladování.

V průběhu skladování probíhá v moukách také řada enzymatických pochodů. Jde především o lipolytickou hydrolyzu tuků, enzymové štěpení fyтину účinkem *fytyázy* a proteolýzu. Produkty těchto reakcí jsou vesměs kyselé [53].

Největší vliv na zvyšování kyselosti mají v první řadě volné mastné kyseliny. Právě na ně a glycerol jsou rozkládány tuky v mouce působením lipolytických enzymů a oxidačních procesů. Tyto rozkladné procesy jsou urychlovány vyšší teplotou a vlhkostí. Následnou oxidací nenasyčených mastných kyselin vzdušným kyslíkem a působením enzymu *lipoxygenázy* dochází i k hořknutí mouky, které je způsobeno vznikem aldehydů a ketonů. Na vzrůst kyselosti má vliv i stupeň vymletí mouky. Výše vymleté mouky dosahují v průběhu skladování vyšší kyselosti. Kyselost roste nejrychleji v prvních 15 – 20 dnech skladování, poté se rychlost vzrůstu zpomaluje [18, 53].

## 4 PRINCIPY CHEMICKÝCH ANALÝZ

U vybraných druhů obilovin pocházejících z ekologického zemědělství byly stanoveny parametry pro vlhkost, kyselost a obsah popela (Tabulka 3), dále hmotnost tisíce zrn. Principy jednotlivých chemických analýz jsou popsány v následujících kapitolách.

Smyslové, chemické a fyzikální požadavky na jakost mlýnských obilných výrobků jsou uvedeny ve vyhlášce MZe ČR č. 333/1997 Sb. novelizované vyhláškami MZe ČR č. 268/2006 a č. 93/2000 [54].

**Tabulka 3:** Chemické požadavky na pšeničnou mouku [55]

pšeničná mouka	vlhkost (nejvýše %)	popel v sušině (nejvýše %)	kyselost v sušině (nejvýše mmol.kg <sup>-1</sup> )
<b>Zlatý klas – hrubá</b>	15,00	0,45	40,00
<b>polohrubá T 550</b>	15,00	0,75	60,00
<b>hladká T 650</b>	15,00	0,40	45,00
<b>celozrnná</b>	15,00	1,70	90,00
<b>celozrnná Speciál – hrubá</b>	15,00	1,90	90,00
<b>celozrnná Speciál – střední</b>	15,00	1,90	90,00
<b>celozrnná Speciál – hladká</b>	15,00	1,90	90,00

### 4.1 Stanovení vlhkosti

Voda je obsažena ve všech potravinách a vyskytuje se v nich v různém množství a různých formách. Podle ČSN ISO 712 (46 1014) je vlhkost úbytkem hmotnosti vzorku, vyjádřený v procentech, ke kterému dojde za definovaných podmínek metody a pevný zbytek vzorku po odstranění vody a těkavých látek se označuje jako sušina. Pro stanovení vlhkosti existuje řada metod, přímých i nepřímých, z nichž nejvýznamnější je metoda rozhodčí a metoda kontrolní [56].

Při stanovení se odvážené množství vzorku suší v elektrické sušárně za předepsaných podmínek dané metody. V případě metody kontrolní se suší při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti, tj. dokud rozdíl mezi dvěma posledními váženími není nižší než 0,001 g [56].

Naopak u metody rozhodčí se u mouk suší pouze 90 min  $\pm$  5 min a to při teplotě 130 °C  $\pm$  3 °C [57].

## 4.2 Stanovení obsahu popela

Popelem je označován nespalitelný zbytek získaný po spalování vzorku za podmínek metody [58]. Tento zbytek je složen z minerálních látek, které se běžně vyskytují v potravinách ve formě anorganických solí (např. draselných, sodných, vápenatých či hořečnatých), v iontové formě vázané na organické složky nebo ve formě složitých komplexů. Minerální látky jsou velmi stabilní a jejich obsah se v průběhu technologického zpracování nemění, proto se většinou stanovují sumárně právě jako popeloviny.

V potravinářství má obsah popela velký význam, protože může být jedním z ukazatelů řádného technologického postupu, např. dodržování požadovaného stupně vymletí mouky [59].

Přesně odvážené množství vzorku se spaluje v muflové peci při teplotě 550 °C tak dlouho, dokud není celý vzorek zcela zpopelněn a to po dobu nejméně 4 hodin. Po vychladnutí se popel zváží. Pro počátek spalování při teplotě 550 °C je možné vložit misky do studené pece a teplotu nechat postupně narůst [58].

## 4.3 Stanovení titrační kyselosti

Kyselost mouky je způsobena z velké části hydrogenfosforečnany, dihydrogenfosforečnany a mastnými kyselinami, které se uvolňují enzymovým rozkladem moučných lipidů. Roste se vzrůstajícím stupněm vymletí, se stářím mouky, s vlhkostí a teplotou při skladování. Má příznivý vliv na jakost lepku, proto patří mezi ukazatele pekařské kvality mouky. K jejímu stanovení bylo vypracováno několik metod, z nichž nejvýznamnější je rozhodčí metoda titrační a metoda etanolového výluhu mouky dle Schuleruda [59].

Podle ČSN 560512-9 se kyselostí mouky rozumí množství odměrného roztoku NaOH o koncentraci  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  potřebného k neutralizaci všech kyselých složek obsažených v 10 g mouky. V souladu se soustavou SI se kyselost vyjadřuje v  $\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  [59].

#### 4.4 Hmotnost tisíce zrn

Hmotnost tisíce zrn je jeden z hlavních výnosových faktorů u obilovin. Stanovení HTZ je principiálně jednoduché. Spočívá ve zvážení alikvotního počtu (např. 50) náhodně vybraných zrn a následném přepočtu. V české legislativě není platná norma pro stanovení HTZ, obecně platí norma ISO 520. Provedení zkoušky usnadňují počítáče zrn [3].

## II. PRAKTICKÁ ČÁST

## 5 METODIKA

### 5.1 Seznam použitých chemikálií

Hydroxid sodný –  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$

Etanol

Fenolftalein

### 5.2 Seznam použitých přístrojů a dalších pomůcek

Analytické váhy – AFA 210 LC, ae ADAM (Schoeller)

Předvážky – KB 600-2, KERN

Porcelánové kelímky

Hliníkové misky

Muflová pec – LM 212.11, Veb elektro bad Frankenhause

Laboratorní kleště

Azbestové sítky

Exsikátor

Sušárna – Venticell 111 Comfort, Brněnská medicínská technika, a.s.

Porcelánová třecí miska

Běžné laboratorní sklo a vybavení

Vodní lázeň – typ 1031, GFL – Gesellschaft für Labortechnik

Magnetické míchadlo – MR 1000, Heidolph

Termostat – Biological thermostat BT 120, Laboratorní přístroje Praha

Mixér – MR5550 MCA 600 W turbo, Braun

Obilní teploměr



### 5.3 Vzorky analyzovaných obilovin



Vybrané obiloviny byly skladovány po dobu 6 měsíců v lednici (4 – 8 °C), při laboratorní teplotě (23 °C) a v termostatu (35 °C). Před každým stanovením byla obilnám teploměrem pro kontrolu změřena teplota uvnitř balení, které bylo odebráno pro následné analýzy. Tyto analýzy byly rovněž provedeny pouze pro zrna, která prošla zkušebním sítem se dnem z nerezové tkaniny a s velikostí oka 3,5 mm podle ČSN ISO 3310-1.




Před začátkem stanovení bylo nutné vzorky také rozemlít pomocí mixéru (Braun 600 W turbo) na jemnou mouku.

Zakoupené výrobky byly firmou PRO-BIO, s.r.o., po zabalení ihned dopraveny do laboratoře.

Seznam bioproduktů, pro které byly stanovány dané chemické charakteristiky, je uveden v tabulce 4.

**Tabulka 4:** Charakteristika vzorků použitých při analýze

biovýrobek		obrázek
<b>ŠPALDOVÉ KERNOTTO (velké kroupy)</b>		
obal	PVC – průhledný	
hmotnost	500 g	
minimální trvanlivost	2. 3. 2010	
výrobce	PRO-BIO, s.r.o., ČR	
země původu	Česká republika	
<b>GRÜNKERN</b>		
obal	PVC – průhledný	
hmotnost	300 g	
minimální trvanlivost	25. 8. 2010	
výrobce	PRO-BIO, s.r.o., ČR	
země původu	Rakousko	

biovýrobek		obrázek
<b>ŠPALDA LOUPANÁ</b>		
<b>obal</b>	PVC – průhledný	
<b>hmotnost</b>	1 kg	
<b>minimální trvanlivost</b>	31. 8. 2010	
<b>výrobce</b>	PRO-BIO, s.r.o., ČR	
<b>země původu</b>	Slovensko	
<b>KAMUT</b>		
<b>obal</b>	PVC – průhledný	
<b>hmotnost</b>	500 g	
<b>minimální trvanlivost</b>	20. 10. 2010	
<b>výrobce</b>	PRO-BIO, s.r.o., ČR	
<b>země původu</b>	Kanada	
<b>PŠENICE OZIMÁ</b>		
<b>obal</b>	PVC – průhledný	
<b>hmotnost</b>	1 kg	
<b>minimální trvanlivost</b>	7. 9. 2010	
<b>výrobce</b>	PRO-BIO, s.r.o., ČR	
<b>země původu</b>	Česká republika	

## 5.4 Pracovní postupy daných chemických parametrů

### 5.4.1 Stanovení vlhkosti kontrolní a rozhodčí metodou

Do čisté a zvážené hliníkové misky předem vysušené při teplotě 105 °C se na analytických vahách navážil 1 g dobře promíchaného vzorku mouky s přesností na 0,0001 g. Vzorek se rovnoměrně rozprostřel na dno misky, která se pak s odklopeným víčkem umístila do sušárny předehřáté na teplotu 105 °C. Vzorek se při této teplotě sušil do konstantní hmotnosti. Nejdříve se sušilo 2 hodiny, poté se miska ještě v sušárně uzavřela, nechala se v exsikátoru vychladnout a zvažila se na analytických vahách. Další sušení se provedlo ještě alespoň dvakrát vždy 1 hodinu a opět se miska po vychladnutí zvažila. Sušení bylo zpravidla ukončeno

ve chvíli, kdy rozdíl mezi dvěma posledními váženými nebyl nižší než 0,001 g [56, 59]. Výsledkem byl průměr z pěti provedených stanovení.

V případě stanovení vlhkosti rozhodčí metodou se postupovalo stejně jako u metody kontrolní pouze s tím rozdílem, že se sušilo při teplotě 130 °C po dobu 90 min. Výsledkem byl průměr ze tří provedených stanovení.

Obsah vlhkosti  $v$  (%) se počítal dle vzorce (1):

$$v = \left(1 - \frac{m_1}{m_0}\right) \cdot 100 \quad (1),$$

kde  $m_0$  ... je hmotnost zkušební vzorku (g),

$m_1$  ... je hmotnost zkušební vzorku po vysušení (g) [57].

Množství sušiny  $S$  (%) se vypočítalo ze vzorce (2):

$$S = 100 - v \quad (2).$$

#### 5.4.2 Stanovení obsahu popela spalováním

Do předžíhaného vychladlého a zváženého porcelánového kelímku se navážil na analytických vahách 1 g dobře promíchaného vzorku mouky s přesností na 0,0001 g. Kelímek s moukou se umístil do studené muflové pece. Pec se poté uzavřela a vzorek se nechal spalovat po dobu 5,5 hodiny při teplotě 550 °C. V nespáleném zbytku by se neměly vyskytovat žádné výrazné černé body, které by charakterizovaly nedokonalé spálení. Jinak na celkové konzistenci popela nezáleží [59].

Kelímek s dokonale vyžíhaným popelem se laboratorními kleštěmi vyndal na azbestovou síťku a asi po pěti minutách se vložil do exsikátoru. Po vychladnutí se zvážil opět na analytických vahách [60]. Výsledkem byl průměr z pěti provedených stanovení.

Obsah popela v sušině mouky  $p$  (%) se počítal dle vzorce (3):

$$p = (m_2 - m_1) \left( \frac{100}{m_0} \right) \cdot \frac{100}{S} \quad (3),$$

kde  $m_0$  ... je hmotnost zkušební vzorku (g),

$m_1$  ... je hmotnost prázdného předžilhaného kelímku (g),

$m_2$  ... je hmotnost kelímku a zpopelněného zbytku (g),

$S$  ... je sušina mouky (%) [58].

### 5.4.3 Stanovení titrační kyselosti mouky

Použité chemikálie: NaOH (0,1 mol.dm<sup>-3</sup>), fenolftalein, etanol.

Na předvázkách se navážilo 10 g vzorku mouky s přesností na 0,01 g. Vzorek se vysypal do porcelánové třecí misky, zvlhčil se několika kapkami etanolu, aby se zabránilo tvorbě shluků, a za stálého míchání se postupně přidalo 100 ml destilované vody. Rozetřený vzorek se kvantitativně převedl do 250 ml Erlenmeyerovy baňky, pak se nechal 30 minut vyluhovat a každých deset minut se promíchal. Po uplynulé době se do vzorku přidalo 5 kapek fenolftaleinu a ihned se titrovalo odměrným roztokem hydroxidu sodného NaOH o koncentraci 0,1 mol.dm<sup>-3</sup> do růžového zabarvení, které vydrželo alespoň minutu [59]. Výsledkem byl průměr ze tří provedených stanovení.

Titrační kyselost mouky  $k$  v mmol.kg<sup>-1</sup> se vypočetla dle vzorce (5):

$$k = s.c.100 \quad (5),$$

kde  $s$  ... je spotřeba odměrného roztoku NaOH o koncentraci 0,1 mol.dm<sup>-3</sup>,

$c$  ... přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH (mol.dm<sup>-3</sup>).

Přepočet na titrační kyselost v sušině mouky  $S_k$  (%) se vypočetl dle vzorce (6):

$$S_k = \frac{k}{S} \cdot 100 \quad (6),$$

kde  $S$  ... je sušina mouky (%) [59].

#### 5.4.4 Stanovení hmotnosti tisíce zrn

Z každého vzorku od všech skladování bylo napočítáno 1000 zrn, která prošla zkušebním sítem s velikostí oka 3,5 mm. Toto množství bylo následně zváženo. Výsledek byl vyjádřen v gramech.

Stanovení bylo provedeno na počátku skladovacího pokusu ihned po dodání vzorků a bylo zopakováno po 6 měsících skladování v lednici, laboratoři a termostatu.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Stanovení vybraných chemických analýz bylo pro každé skladování celkem provedeno třikrát a to s odstupem tří měsíců. V průběhu skladovacího procesu byla kontrolována teplota uvnitř balení obilovin, které byly využívány pro dané analýzy. Naměřené hodnoty byly vždy v souladu se skladovací teplotou.

### 6.1 Stanovení vlhkosti

Stanovení vlhkosti kontrolní metodou probíhalo dle pracovního postupu popsaného v kapitole 5.4.1. Veškeré výsledky jsou v tabulce 5 ve tvaru  $\bar{x} \pm S.D.$  (S.D. – směrodatná odchylka).

**Tabulka 5:** Výsledky stanovení vlhkosti kontrolní metodou

skladování	vlhkost (%) – kontrolní metoda $\pm$ S.D.					
	měsíc	ŠK	G	ŠL	K	PO
lednice	0.	12,71 $\pm$ 0,31	8,75 $\pm$ 0,16	12,93 $\pm$ 0,16	10,64 $\pm$ 0,13	13,49 $\pm$ 0,09
	3.	12,07 $\pm$ 0,29	8,77 $\pm$ 0,15	12,25 $\pm$ 0,19	10,90 $\pm$ 0,12	13,07 $\pm$ 0,11
	6.	11,58 $\pm$ 0,27	8,77 $\pm$ 0,14	11,60 $\pm$ 0,27	11,03 $\pm$ 0,15	12,56 $\pm$ 0,26
laboratoř	0.	10,91 $\pm$ 0,51	7,64 $\pm$ 0,11	10,55 $\pm$ 0,42	9,79 $\pm$ 0,24	11,60 $\pm$ 0,50
	3.	11,32 $\pm$ 0,25	8,09 $\pm$ 0,12	11,24 $\pm$ 0,15	10,67 $\pm$ 0,05	12,01 $\pm$ 0,29
	6.	11,77 $\pm$ 0,23	8,75 $\pm$ 0,14	11,81 $\pm$ 0,07	11,12 $\pm$ 0,12	12,32 $\pm$ 0,30
termostat	0.	11,02 $\pm$ 0,27	8,14 $\pm$ 0,11	11,85 $\pm$ 0,13	10,86 $\pm$ 0,10	11,02 $\pm$ 0,23
	3.	10,69 $\pm$ 0,23	8,07 $\pm$ 0,13	11,52 $\pm$ 0,46	10,45 $\pm$ 0,12	11,28 $\pm$ 0,38
	6.	10,46 $\pm$ 0,11	8,04 $\pm$ 0,16	11,31 $\pm$ 0,80	10,07 $\pm$ 0,16	11,45 $\pm$ 0,62

pozn.: ŠK – Špaldové kernotto, G – Grünkern, ŠL – Špalda loupaná, K – Kamut, PO – Pšenice ozimá

Vlhkost je nejdůležitějším rysem tržní kvality obilí. Vyhláška MZe ČR č. 333/1997 Sb. stanovuje kritérium, že by vlhkost pšeničné ani jiné mouky neměla být vyšší než 15 %.

Pro náš skladovací pokus bylo použito stanovení vlhkosti kontrolní metodou. Ve většině případů v průběhu skladování se vlhkost mírně zvyšovala, ale žádná ze zjištěných hodnot nepřesáhla hranici 15 %.

Nejvyšší vlhkost byla zjištěna u Pšenice ozimé při skladování v lednici 13,49 %. Celkově nejnižší vlhkost prokázal při všech skladováních Grünkern. Tuto skutečnost je možné přisuzovat speciální technologii jeho zpracování, kdy se zrna Grünkernu praží při teplotách až 180 °C, čímž současně dochází i k jejich vysoušení.

K výkyvům mezi vlhkostí na počátku a na konci skladování došlo při uskladnění v laboratoři, přestože teplota kolem 20 °C se považuje pro skladování obilí za ideální. Nicméně, tyto rozdíly jsou statisticky nevýznamné. Naopak k nejmenším výchybkám došlo při skladování v termostatu.

Skladování obilovin v termostatu bylo vybráno i k experimentálnímu stanovení vlhkosti rozhodčí metodou. Analýza byla provedena po 6 měsících skladování. Postupovalo se dle návodu v kapitole 5.4.1. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 6 rovněž ve tvaru  $\bar{x} \pm S.D.$

**Tabulka 6:** Výsledky stanovení vlhkosti rozhodčí metodou – po 6 měsících skladování v termostatu

vzorek	vlhkost (%) – rozhodčí metoda $\pm$ S.D.	sušina (%) – rozhodčí metoda $\pm$ S.D.
ŠK	11,40 $\pm$ 0,09	88,60 $\pm$ 0,09
G	8,57 $\pm$ 0,20	91,43 $\pm$ 0,20
ŠL	11,39 $\pm$ 0,13	88,61 $\pm$ 0,13
K	10,43 $\pm$ 0,04	89,57 $\pm$ 0,04
PO	12,19 $\pm$ 0,15	87,81 $\pm$ 0,15

pozn.: ŠK – Špaldové kernotto, G – Grünkern, ŠL – Špalda loupaná, K – Kamut, PO – Pšenice ozimá

Výsledky stanovení vlhkosti rozhodčí metodou na konci skladování v termostatu byly u všech obilovin o něco vyšší než u metody kontrolní, ale v základu potvrdily předchozí výsledky. Přestože byla pro sušení použita vyšší teplota, doba, po kterou se sušilo, byla

mnohem kratší a stačilo se odpařit mnohem méně vlhkosti, než když se sušilo do konstantní hmotnosti.

Nejvyšší vlhkost 12,19 % měla Pšenice ozimá a nejnižší opět Grünkern 8,57 %.

V tabulce 7 jsou výsledky pro sušinu stanovenou kontrolní metodou, které byly použity při výpočtech obsahu popela a kyselosti v sušině.

**Tabulka 7:** Výsledky stanovení sušiny

skladování	sušina (%) – kontrolní metoda ± S.D.					
	měsíc	ŠK	G	ŠL	K	PO
lednice	0.	87,29 ± 0,31	91,25 ± 0,16	87,07 ± 0,16	89,36 ± 0,13	86,51 ± 0,09
	3.	87,93 ± 0,29	91,23 ± 0,15	87,75 ± 0,19	89,10 ± 0,12	86,93 ± 0,11
	6.	88,42 ± 0,27	91,23 ± 0,14	88,40 ± 0,27	88,97 ± 0,15	87,44 ± 0,26
laboratoř	0.	89,09 ± 0,51	92,36 ± 0,11	89,45 ± 0,42	90,21 ± 0,24	88,40 ± 0,50
	3.	88,68 ± 0,25	91,91 ± 0,12	88,76 ± 0,15	89,33 ± 0,05	87,99 ± 0,29
	6.	88,23 ± 0,23	91,25 ± 0,14	88,19 ± 0,07	88,88 ± 0,12	87,68 ± 0,30
termostat	0.	88,98 ± 0,27	91,86 ± 0,11	88,15 ± 0,13	89,14 ± 0,10	88,98 ± 0,23
	3.	89,31 ± 0,23	91,93 ± 0,13	88,48 ± 0,46	89,55 ± 0,12	88,72 ± 0,38
	6.	89,54 ± 0,11	91,96 ± 0,16	88,69 ± 0,80	89,93 ± 0,16	88,55 ± 0,62

pozn.: ŠK – Špaldové kernotto, G – Grünkern, ŠL – Špalda loupaná, K – Kamut, PO – Pšenice ozimá

## 6.2 Výsledky stanovení obsahu popela

Stanovení obsahu popela bylo provedeno dle pracovního postupu v kapitole 5.4.2. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 8 ve tvaru  $\bar{x} \pm S.D.$



Tabulka 8: Výsledky stanovení obsahu popela

skladování	popel v sušině (%) ± S.D.					
	měsíc	ŠK	G	ŠL	K	PO
lednice	0.	2,68 ± 0,03	3,87 ± 0,13	1,70 ± 0,09	1,91 ± 0,06	1,66 ± 0,03
	3.	1,83 ± 0,05	2,17 ± 0,01	1,74 ± 0,04	1,92 ± 0,01	1,49 ± 0,04
	6.	1,79 ± 0,06	2,21 ± 0,01	1,70 ± 0,03	2,05 ± 0,02	1,36 ± 0,40
laboratoř	0.	2,67 ± 0,23	2,77 ± 0,04	2,16 ± 0,03	2,46 ± 0,05	2,06 ± 0,03
	3.	1,79 ± 0,31	1,94 ± 0,05	1,48 ± 0,03	1,87 ± 0,02	1,72 ± 0,06
	6.	1,68 ± 0,34	1,86 ± 0,07	1,36 ± 0,04	1,89 ± 0,03	1,68 ± 0,06
termostat	0.	1,53 ± 0,03	2,15 ± 0,08	1,74 ± 0,04	1,89 ± 0,04	1,43 ± 0,08
	3.	1,49 ± 0,02	2,11 ± 0,07	1,53 ± 0,04	1,77 ± 0,03	1,54 ± 0,09
	6.	1,30 ± 0,04	1,98 ± 0,05	1,41 ± 0,09	1,74 ± 0,29	1,44 ± 0,10

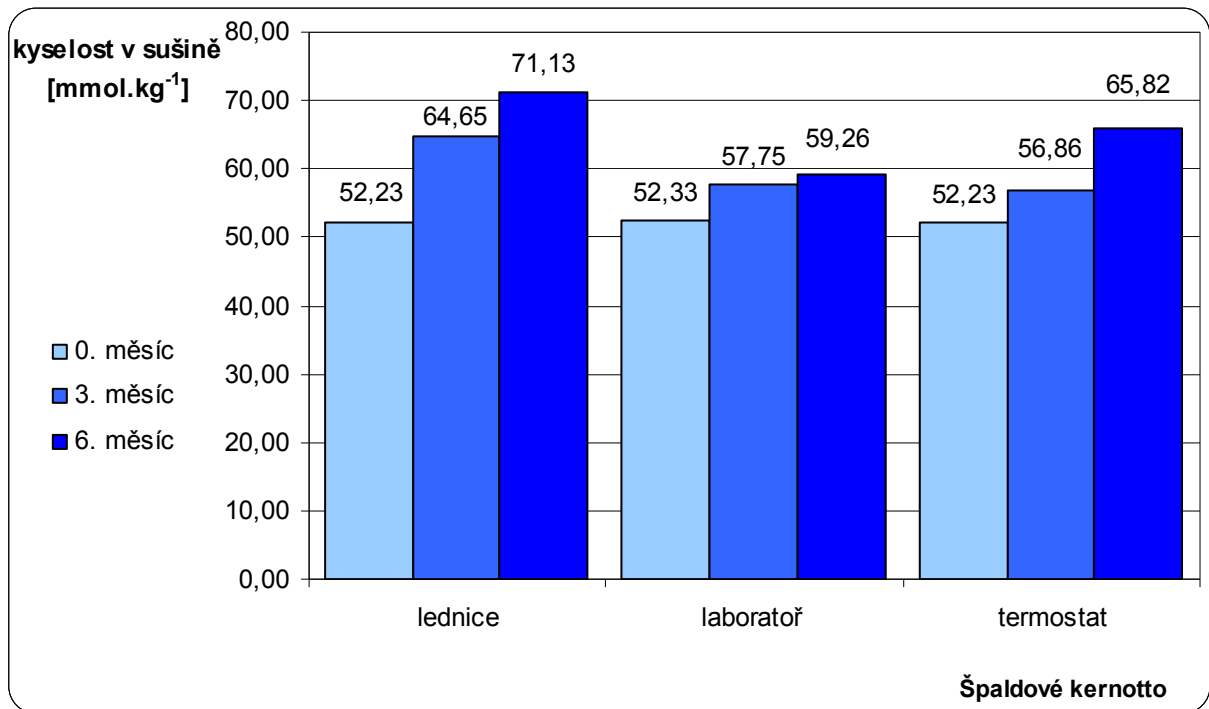
pozn.: ŠK – Špaldové kernotto, G – Grünkern, ŠL – Špalda loupaná, K – Kamut, PO – Pšenice ozimá

Podle zdroje [55] by měl obsah popela v sušině mouky být nejvýše 0,45 – 1,90 %, a to v závislosti na stupni vymletí a druhu mouky (Tabulka 3). Celkové výsledky spíše odpovídají té vyšší hranici, kterou činí obsah popela v celozrnných moukách.

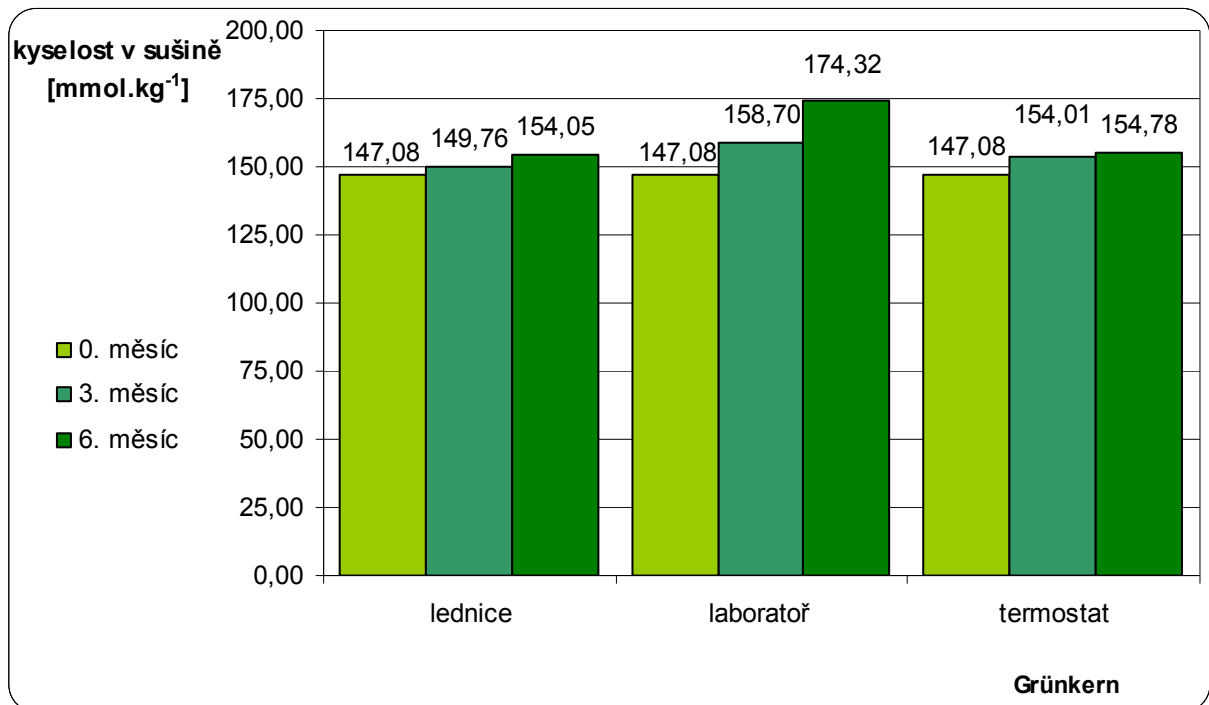
Ačkoliv vysoký obsah popelovin může být dán netradičními odrůdami obilovin, v případě stanovení na začátku skladování při laboratorní teplotě došlo zcela jistě k nehomogennímu rozemletí vzorku s následným nedokonalým spálením v peci, proto tyto výsledky nemohou být pokládány za relevantní, i když byly uvedeny. Obsah popela by se během skladování totiž neměl nijak výrazně měnit, což odpovídá hodnotám naměřeným ve třetím a šestém měsíci skladování.

### 6.3 Výsledky stanovení titrační kyselosti

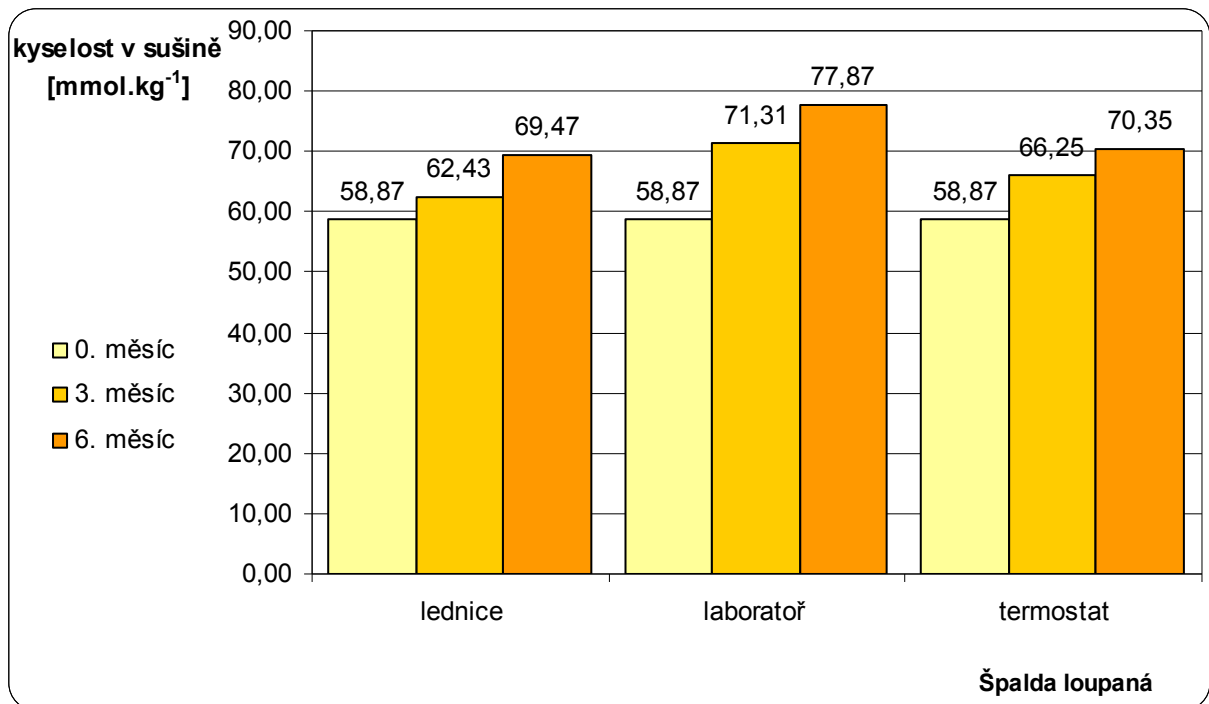
Stanovení titrační kyselosti probíhalo dle pracovního postupu popsaného v kapitole 5.4.3. Výsledky jsou zpracovány graficky v grafech 1 – 5.



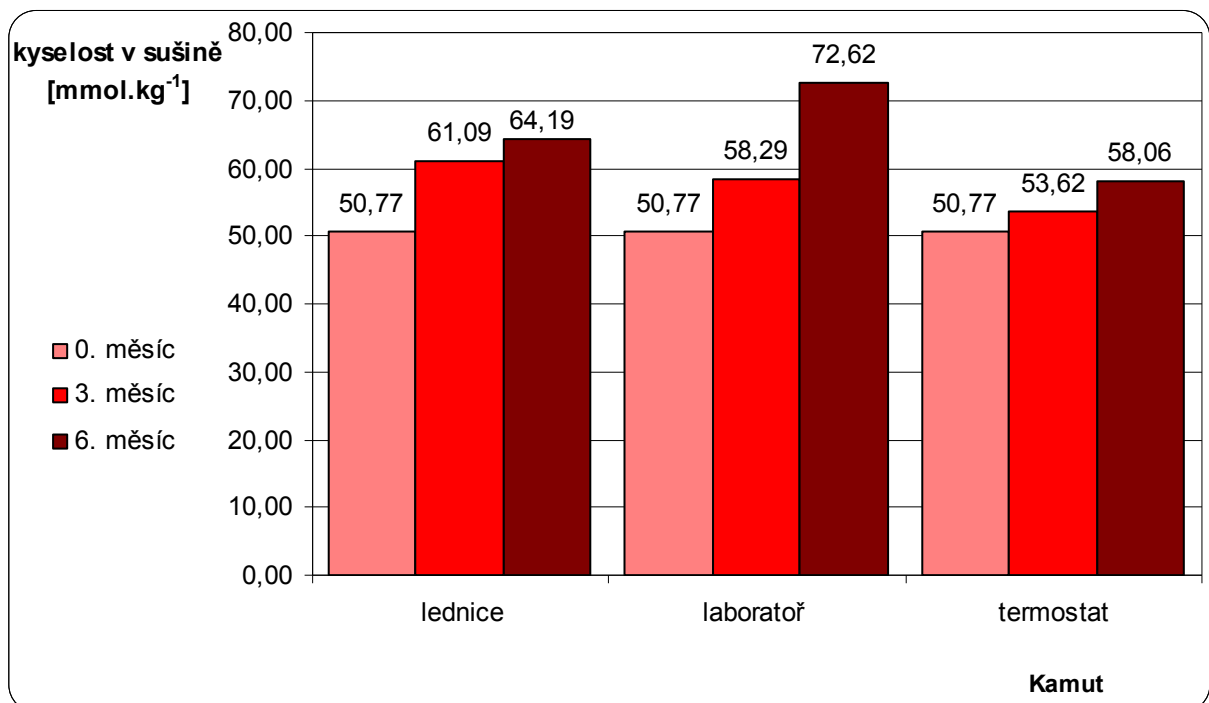
**Graf 1:** Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Špaldového kernotta



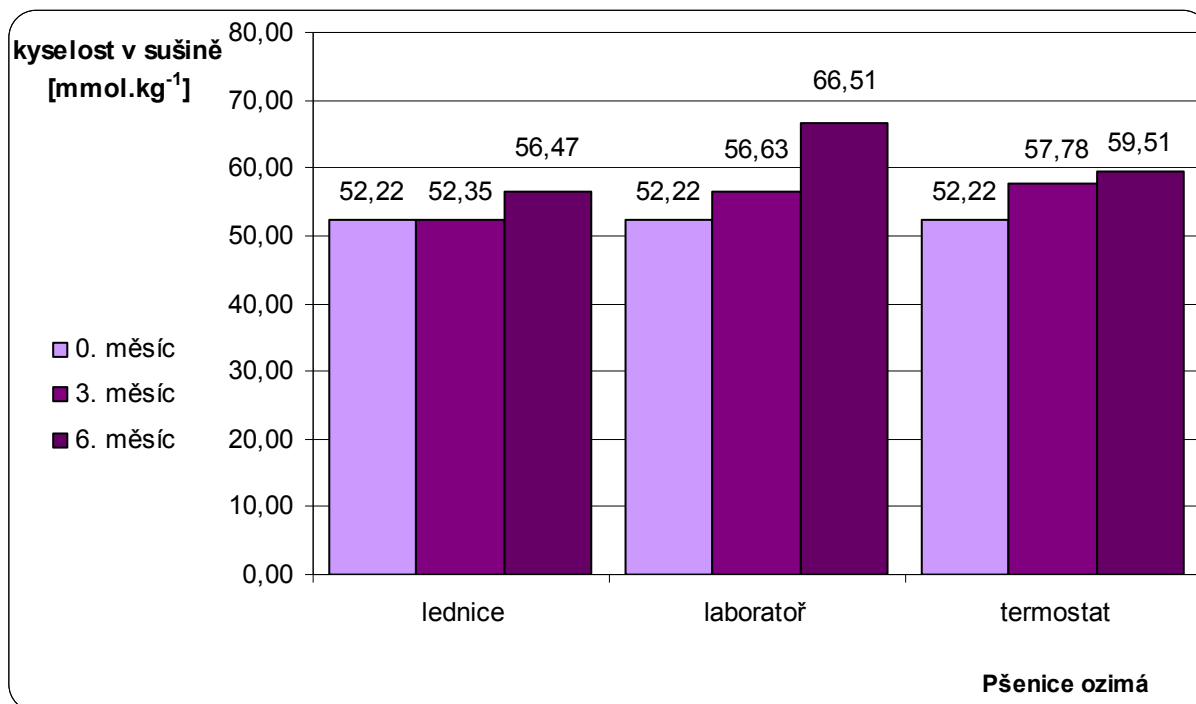
**Graf 2:** Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Grünkernu



**Graf 3:** Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Špaldy loupané



**Graf 4:** Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Kamutu



**Graf 5:** Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Pšenice ozimé

Na růst kyselosti má vliv teplota ve skladu, vlhkost mouky i stupeň vymletí mouky. Dochází v ní k různým enzymatickým a oxidačním dějům, během nichž se z lipidů uvolňují hydrogenfosforečnany, dihydrogenfosforečnany a především mastné kyseliny, které mají na zvyšování kyselosti největší vliv [53, 59].

Zdroj [55] uvádí, že titrovatelných kyselin v sušině mouky by mělo podle druhu mouky být nejvýše 40 – 90 mmol.kg<sup>-1</sup> (Tabulka 3), přičemž horní hranice platí pro mouky celozrnné.

Na počátku skladování kyselost všech vzorků obilovin nepřesáhla 60 mmol.kg<sup>-1</sup>. Druhou nejvyšší kyselost před skladováním měla Špalda loupáná, a to 58,87 mmol.kg<sup>-1</sup>.

Nejvyšší hodnoty kyselosti vykazovala mouka z Grünkernu (147,08 mmol.kg<sup>-1</sup>). Je ovšem nutno podotknout, že tento výrobek je připraven uzením v parách z bukových pilin a už u něj proběhl do značné míry rozklad živin: uvolnění mastných kyselin z molekul lipidů, jejich následné oxidace, uvolnění fosforečnanů a hydrogenfosforečnanů působením tepla apod. Z tohoto důvodu nelze jeho hodnoty porovnávat společně s ostatními vzorky. Při průběhu jeho skladování došlo k dalšímu zvýšení kyselosti, zejména při laboratorní teplotě na 174,32 mmol.kg<sup>-1</sup>.

V průběhu skladování kyselost u všech vzorků stoupala. Po 6 měsících byla zjištěna druhá nejvyšší kyselost opět u Špaldy loupané, a to  $77,87 \text{ mmol.kg}^{-1}$  při skladování za laboratorní teploty. U špaldového kernotta byla vyšší hodnota kyselosti ( $71,13 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ) zaznamenána po skladování v lednici.

Z výsledků je patrné, že ke zvyšování kyselosti docházelo ponejvíce při skladování obilovin v lednici a při laboratorní teplotě, při termostatové teplotě nikoliv. Pravděpodobně rozsah teplot  $5 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$  bude podporovat procesy jako enzymatickou hydrolyzu lipidů, uvolňování hydrogenfosforečnanů z vazeb na anorganické ionty a štěpení dalších organických struktur, které vedou ke zvýšení kyselosti.

#### 6.4 Výsledky stanovení hmotnosti tisíce zrn

Hmotnost tisíce zrn byla stanovena podle postupu v kapitole 5.4.4. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 9 ve tvaru  $\bar{x} \pm \text{S.D.}$

**Tabulka 9:** Výsledky stanovení hmotnosti tisíce zrn

vzorek	hmotnost (g) $\pm$ S.D.	hmotnost (g) po 6 měsících $\pm$ S.D.		
	čerstvé	laboratoř	lednice	termostat
ŠK	$40,13 \pm 0,60$	$39,43 \pm 0,50$	$39,07 \pm 0,73$	$39,04 \pm 0,31$
G	$38,41 \pm 0,63$	$37,06 \pm 0,04$	$36,27 \pm 0,36$	$37,61 \pm 0,51$
ŠL	$44,59 \pm 0,54$	$40,95 \pm 0,36$	$40,14 \pm 0,24$	$40,81 \pm 0,08$
K	$71,23 \pm 0,44$	$64,58 \pm 0,94$	$65,33 \pm 0,67$	$70,44 \pm 0,74$
PO	$36,71 \pm 0,28$	$40,03 \pm 0,23$	$38,25 \pm 0,60$	$39,03 \pm 0,48$

pozn.: ŠK – Špaldové kernotto, G – Grünkern, ŠL – Špalda loupaná, K – Kamut, PO – Pšenice ozimá

Hmotnost tisíce zrn se u všech zkoušených obilovin po skladování na první pohled snížila, kromě Pšenice ozimé, u níž naopak vzrostla. Rozdíly však nejsou statisticky významné na hladině významnosti 95 % ( $\alpha = 0,05$ ).

Už v předešlém textu bylo zmíněno, že se velmi vysokou hmotností tisíce zrn vyznačuje Kamut, která v průměru činí 56 – 70 g [34]. Nejvyšší hodnota tohoto stanovení 71,23 g čerstvého zrna toto tvrzení jen potvrdila. Naopak nejnižší HTZ měl Grünkern, a to 36,27 g.

## ZÁVĚR

Cenné chemické složení obilovin, zejména co se týče bílkovin, minerálních látek a vitaminů, je ekologickým způsobem pěstování a následným zpracováním velmi dobře zachováno.

Ony netradiční obiloviny, o kterých byla řeč v této práci, začínají mít mezi spotřebiteli stále více příznivců, i když je jejich využití v pekárenské výrobě velmi omezené. Jejich mouky patří mezi tzv. slabé, mají slabý lepek, vážou málo vody a rychle kvasí, tudíž těsta z nich jsou měkká a roztékají se. Tím více jsou tyto extrémní vlastnosti ceněny v pečivářském zpracování mouky k výrobě trvanlivého pečiva. Především se jedná o sušenky, crackery, různé tyčinky, směsi müsli a snídaňové cereálie.

Cílem této práce bylo stanovit základní nutriční hodnoty vybraných obilovin, zejména pak vlhkost, obsah popela, titrační kyselost a hmotnost tisíce zrn, a jaký vliv na ně měly různé podmínky skladování.

Při stanovení vlhkosti kontrolní metodou bylo zjištěno, že se během 6 měsíčního skladování vlhkost měnila pouze minimálně. V průměru došlo k jejímu zvýšení asi jen o 1 %. Nejvyšší vlhkost 13,49 % vykazovala Pšenice ozimá po uskladnění v lednici. Celkově nejnižší vlhkost, která se pohybovala kolem 8 %, měl díky své specifické výrobě Grünkern.

Pro srovnání byla experimentálně stanovena i vlhkost rozhodčí metodou. Toto srovnání bylo uskutečněno pro skladování při termostátové teplotě a to na konci skladovacího pokusu. Výsledná vlhkost byla o něco málo vyšší, než vlhkost stanovena kontrolní metodou, což bylo především dáno mnohem kratší dobou sušení.

U stanovení popela nelze považovat za správné výsledky při laboratorní teplotě na počátku skladování vlivem nehomogenity vzorku a tím pádem i nedokonalým spálením v peci. Ovšem obsah popelovin v mouce je považován za stabilní hodnotu, proto je možné vycházet z dalších výsledků, které byly během skladování získány ve třetím a šestém měsíci. Nejvyšší obsah popela měl Grünkern, a to 2,21 %.

Během stanovení titrační kyselosti byla nejvyšší hodnota zjištěna u Pšenice ozimé na začátku skladování ( $58,87 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ) a po 6 měsících skladování při laboratorní teplotě ještě stoupla na  $77,87 \text{ mmol.kg}^{-1}$ .

Za extrémní můžeme označit kyselost Grünkernu, která již před skladováním byla  $147,08 \text{ mmol.kg}^{-1}$ , po uskladnění v laboratoři  $174,32 \text{ mmol.kg}^{-1}$ . Tyto nezvykle vy-

soké hodnoty mají svůj původ pravděpodobně ve zpracování Grünkernu, kdy už proběhla většina rozkladných procesů základních živin. Přesto tyto hodnoty jeho jakosti ani chuti nijak neubírají.

K největšímu vzestupu kyselosti během 6 měsíců skladování u všech vzorků obilovin došlo při teplotách v rozsahu 5 – 25 °C.

Posledním stanovovaným parametrem byla hmotnost tisíce zrn, kterou měla nejvyšší čerstvá zrna Kamutu, 71,23 g, a nejnižší byla u Grünkernu, 36,27 g.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KÁBRT, J., a kol. *Latinsko-český slovník*. 2. vyd. Praha: LEDA spol. s r.o., 2000. str. 575. ISBN 80-85927-82-9.
- [2] Agronavigátor – Ekologické zemědělství: *Zákon č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství* [online] 17. 8. 2004, [cit. 2010-01-13]. Dostupné z www: <<http://www.agronavigator.cz/ekozem/default.asp?ids=0&ch=26&typ=1&val=16773>>.
- [3] PRUGAR, J., a kol. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [4] Měsíc biopotravin: *Proč BIO potraviny* [online], [cit. 2010-01-14]. Dostupné z www: <<http://www.mesic-biopotravin.cz/proc-bio/>>.
- [5] BODOKOVÁ, S. *Biopotravina je když ...* [online] 29. 11. 2005, [cit. 2010-02-06]. Dostupné z www: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=164&ch=13&typ=1&val=41460>>.
- [6] PRO-BIO: *Ekologické zemědělství* [online], [cit. 2010-02-06]. Dostupné z www: <<http://www.pro-bio.cz/cesky.htm>>.
- [7] eAGRI – Zemědělství - Ekologické zemědělství: *Zapojením ÚKZÚZ se zvýší transparentnost a efektivita kontrol ekologických podniků* [online] 28. 12. 2009, [cit. 2010-03-22]. Dostupné z www: <<http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/aktuality/zapojenim-ukzuz-se-zvysi-transparentnost.html>>.
- [8] Bio-info: *Evropa: Kontroverze okolo nového biologa EU* [online] 28. 12. 2009, [cit. 2010-03-09]. Dostupné z www: <<http://www.bio-info.cz/zpravy/evropa-kontroverze-okolo-noveho-biologa-eu>>.
- [9] VORLÍČEK, P. Evropané sami rozhodnou o podobě nového loga pro biopotraviny. *Potravinářský zpravodaj*, roč. 11, č. 1, 2010, str. 5.
- [10] MULRY, M. C. Additives in organic food production. *Food Technol. International*, roč. 56, č. 1, 2002, str. 29 – 32.
- [11] KOMPRDA, T. Srovnání jakosti a zdravotní nezávadnosti biopotravin a konvenčních potravin. *Chemické listy*, roč. 103, č. 9, 2009, str. 729 – 732.

[12] eAGRI – Tiskové zprávy: *Počet ekologických zemědělců již dosahuje čísla 3 000* [online], [cit. 2010-03-04]. Dostupné z www: <<http://eagri.cz/public/eagri/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/>>.

[13] VALEŠKA, J., DYTRTOVA, K., BAUEROVA, L., SEHNALOVA, L., CAPOUNOVA, K. *Yearbook of Organic Farming in the Czech Republic*. Prague: The Ministry of Agriculture of the Czech republic, 2008. ISBN 978-80-7084-736-7.

[14] KVASNICKOVA, A. *Počet ekofarem v Česku se blíží číslu 2000* [online] 17. 2. 2010, [cit. 2010-03-04] Dostupné z www: <<http://eagri.cz/public/eagri/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/>>.

[15] eAGRI – Zemědělství: *Propagace a osvěta* [online], [cit. 2010-03-22]. Dostupné z www: <<http://eagri.cz/public/eagri/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/propagace-o-osveta/>>.

[16] LÍNKOVÁ, E. Zájem o biopotraviny byl vloni malý. *Potravinářský zpravodaj*, roč. 11, č. 1, 2010, str. 23.

[17] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2003. str. 202. ISBN 80-7080-530-7.

[18] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. str. 179. ISBN 80-7318-372-2.

[19] Skripta ČZU: *Morfologie a anatomie obilnin I. skupiny* [online], [cit. 2010-02-22]. Dostupné z www: <[http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul\\_key=81&idkapitola=4](http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=81&idkapitola=4)>.

[20] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, bulletin, 2006. str. 36.

[21] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. str. 169. ISBN 978-80-7318-295-3.

[22] SHEWRY, P. R. The Contribution of Cereals to a Healthy Diet: Improving the protein content and composition of cereal grain. *Journal of Cereal Science*, roč. 46, č. 3, 2007, str. 239 – 250.

[23] KOHAJDOVA, Z., KAROVICOVA, J. Nutritional Value and Baking Applications of Spelt Wheat. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, roč. 7, č. 3, 2008, str. 5 – 14.

[24] PRO-BIO: *Špalda* [online], [cit. 2010-04-19]. Dostupné z [www: <http://www.probio.cz/vyrobky/obilniny/spalda>](http://www.probio.cz/vyrobky/obilniny/spalda).

[25] REDLOVA, M., SCHERER, R., LACKO-BARTOSOVA, M. Quality Parameters of Several Varieties of Triticum spelta L. from Ecological Farming w.r.t. Their Baking Performance. *Getreidetechnologie*, roč. 61, č. 6, 2007, str. 347 – 353.

[26] CEGLINSKA, A. Technological Value of Spelt and Common Wheat Hybrid. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, roč. 6, č. 1, 2003.

[27] KRKOSKOVA, B., BURAKOVA, E., MACOVA, E. Nutritional and Prophylactic Components of Spelt Wheat. *Bulletin Potravinarskeho Vyskumu*, roč. 44, č. 3, 4, 2005, str. 185 – 193.

[28] CAPOUCHOVA, I. Technological Quality of Spelt (Triticum spelta L.) from Ecological Growing System. *Scientia Agriculturae Bohemica*, roč. 32, č. 4, 2001, str. 307 – 322.

[29] SCHMITZ, K. Spelt Wheat, an Important Raw Material for Bakers in the Future? *Getreidetechnologie*, roč. 59, č. 1, 2005, str. 48 – 51.

[30] 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. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, roč. 35, č. 6, 2002, str. 549 – 553.

[31] ULSHÖFER, H. K. *Grünkern* [online], [cit. 2010-04-19]. Dostupné z [www: <http://www.gruenkern.de/product.htm>](http://www.gruenkern.de/product.htm).

[32] Vereinigung fränkischer Grünkern-Erzeuger Boxberg. e.V. *Grünkern - Produktionstechnik in Stichworten* [online], [cit. 2010-04-19]. Dostupné z [www: <http://www.fraenkischer-gruenkern.de/3erzeugung.html>](http://www.fraenkischer-gruenkern.de/3erzeugung.html).

[33] Wikipedia – Die freie Enzyklopädie: *Grünkern* [online], [cit. 2010-04-29]. Dostupné z [www: <http://de.wikipedia.org/wiki/Grünkern>](http://de.wikipedia.org/wiki/Grünkern).

[34] PETR, J. Kamut<sup>®</sup>, pšenice s mnoha přívlastky. *Úroda*, roč. 57, č. 11, 2009, str. 10 – 12.

[35] SACKS, G. Kamut: a New Old Grain. *Gastronomica*, roč. 5, č. 4, 2005, str. 95 – 98.

[36] GREGOVA, E., MICHALOVA, A., ZAVODOVA, M., KRAIC, J. Kamut<sup>®</sup> - *Molecular Characterization and Comparison with Other Triticum Species*. Proceedings of the international conference „Cereals for Human Health and Preventive Nutrition“. Brno: Mendel University of Agriculture and Forestry, 1998. str. 180 – 181. ISBN 80-902545-0-0.

[37] BERÁNKOVÁ, J. *Staronový Kamut je velmi výživný* [online] 18. 3. 2009, [cit. 2010-04-23]. Dostupné z www: <<http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=1&typ=1&val=89344&ids=0>>.

[38] ANONYM. Kamut, an Ancient Egyptian Cereal. *Tecnica Molitoria*, roč. 51, č. 12, 2000, str. 1303 – 1306.

[39] SIMONATO, B., PASINI, G., GIANNATTASIO, M., CURIONI, A. Allergenic potential of Kamut<sup>®</sup> wheat. *Allergy*, roč. 57, č. 7, 2002, str. 653 – 654.

[40] A-Z slovník pro spotřebitele. *Kamut* [online], [cit. 2010-04-23]. Dostupné z www: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92219>>.

[41] PASQUALONE, A., PIERGIOVANNI, A. R., LAGHETTI, G., VOLPE, N., SIMEONE, R. Bread-making with Alternative Wheats: Evaluation of the Bread Obtained from Kamut and Spelt. *Tecnica Molitoria*, roč. 57, č. 10, 2006, str. 1075 – 1080.

[42] KŘEN, J. *Aktuální otázky pěstování ozimé pšenice v České republice*. Sb. referátů z konference „Zamyšlení nad rostlinnou výrobou“. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1997. str. 39 – 46. ISBN 80-213-0369-7.

[43] PETR, J., MIČÁK, J., ŠKEŘÍK, J. Stability of Yield Potential of Winter Wheat in Ecological Agriculture. *Scientia agriculturae Bohemica*, roč. 40, č. 2, 2009, str. 53 – 57.

[44] KREJČÍŘOVÁ, L., CAPOUCHOVÁ, I., PETR, J. *Skladba bílkovin a kvalita ozimé pšenice z ekologického a konvenčního způsobu pěstování* [online] 7. 2. 2007, [cit. 2010-04-24]. Dostupné z www: <[http://organicfarming.agrobiologie.eu/organicfarming/proceedings\\_pdf/26\\_krejcirova\\_s76-78.pdf](http://organicfarming.agrobiologie.eu/organicfarming/proceedings_pdf/26_krejcirova_s76-78.pdf)>.

[45] CAPOUCHOVÁ, I., KREJČÍŘOVÁ, L., PETR, J. *Kvalita ozimé pšenice z ekologického způsobu pěstování*. Sbírka referátů ze semináře „Současné představy a požadavky na kvalitu rostlinných produktů“. České Budějovice: JČU, 2006. str. 30 – 33. ISBN 80-7040-874-X.

[46] MAZZONCINI, M., BELLONI, P., RISALITI, R., ANTICHI, D. *Organic Vs Conventional Winter Wheat Quality and Organoleptic Bread Test* [online] 9. 3. 2007, [cit. 2010-04-24]. Dostupné z www: <<http://orgprints.org/9753/>>.

[47] ÚKZÚZ a KAK ČR: *Seznam doporučených odrůd 2006 - PŠENICE OZIMÁ* [online], [cit. 2010-05-3]. Dostupné z www: <[www.ukzuz.cz/Uploads/7483-7-SDO\\_Listovka\\_POpdf.aspx](http://www.ukzuz.cz/Uploads/7483-7-SDO_Listovka_POpdf.aspx)>.

[48] RACHON, L., SZUMILO, G. Comparison of Chemical Composition of Selected Winter Wheat Species. *Journal of Elementology*, roč. 14, č. 1, 2009, str. 135 – 145.

[49] VÚRV, v.v.i.: *Agrochemie a výživa rostlin* [online] 13. 9. 2006, [cit. 2010-05-21]. Dostupné z www: <<http://www.vurv.cz/index.php?id=45&key=section>>.

[50] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 2. vyd. uprav. Tábor: OSSIS, 2002. str. 331. ISBN 80-8665-900-3.

[51] DAVÍDEK, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983. str. 629.

[52] MORRISONA, W. R. Lipids in cereal starches: A review. *Journal of Cereal Science*, roč. 8, č. 1, 1988, str. 1 – 15.

[53] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. *Základy pekárenské technologie*. Praha: Pekař a cukrář, s.r.o., 2003. str. 270. ISBN 80-902922-1-6.

[54] eAGRI: *Odstavec předpisu 333/1997* [online], [cit. 2010-04-19]. Dostupné z www: <[http://eagri.cz/public/eagri/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/1000\\_55915.html](http://eagri.cz/public/eagri/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/1000_55915.html)>.

[55] ŽÁČEK, Z., ŽÁČEK A. *Potravinářské tabulky*. Praha: SPN, 1994. str. 484. ISBN 80-04-24474-2.

[56] DAVÍDEK, J. a spol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. Praha: SNTL, 1977. str. 718. ISBN: 04-830-77.

- [57] ČSN ISO 712 (46 1014). *Obiloviny a výrobky z obilovin – Stanovení vlhkosti – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [58] ČSN ISO 2171(46 1019). *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich – Stanovení popela spalováním*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [59] SKOUPIL, J., LECJAKSOVÁ, Z. *Chemické kontrolní metody*. Praha: SNTL, 1988. str. 280. ISBN 04-807-88.
- [60] NOVOTNÝ, F. *Metody chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd*. Brno: ÚKZÚZ, 2006. ISBN 80-86548-81-3.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ČSN	České technické normy
EU	Evropská unie
HTZ	hmotnost tisíce zrn
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro standardizaci)
KEZ	Kontrola ekologického zemědělství
MZe ČR	Ministerstvo zemědělství České republiky
S.D.	směrodatná odchylka
Sb.	Sbírka zákonů
SI	Mezinárodně smluvená soustava jednotek (Le Système International d'Unités)
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<b>Obrázek 1:</b> Celostátní značka pro biopotraviny v ČR .....	13
<b>Obrázek 2:</b> BIO logo pro EU.....	14
<b>Obrázek 3:</b> Návrh na nové BIO logo pro EU .....	14
<b>Obrázek 4:</b> Anatomie zrna .....	18
<b>Obrázek 5:</b> Pšenice Špalda.....	20
<b>Obrázek 6:</b> Špalda loupaná .....	21
<b>Obrázek 7:</b> Špaldové kernotto .....	22
<b>Obrázek 8:</b> Zelené klasy pšenice Špaldy.....	23
<b>Obrázek 9:</b> Grünkern.....	23
<b>Obrázek 10:</b> Klasy Kamutu.....	24
<b>Obrázek 11:</b> Kamut .....	24
<b>Obrázek 12:</b> Klasy Pšenice ozimé .....	25
<b>Obrázek 13:</b> Pšenice ozimá.....	25



**SEZNAM TABULEK**

<b>Tabulka 1:</b> Statistické údaje o ekologickém zemědělství za roky 2006 – 2009.....	15
<b>Tabulka 2:</b> Složení mastných kyselin lipidů v různých obilovinách.....	27
<b>Tabulka 3:</b> Chemické požadavky na pšeničnou mouku.....	28
<b>Tabulka 4:</b> Charakteristika vzorků použitých obilovin při analýzách.....	33
<b>Tabulka 5:</b> Výsledky stanovení vlhkosti kontrolní metodou .....	38
<b>Tabulka 6:</b> Výsledky stanovení vlhkosti rozhodčí metodou – po 6 měsících skladování v termostatu .....	39
<b>Tabulka 7:</b> Výsledky sušiny mouky stanovené kontrolní metodou.....	40
<b>Tabulka 8:</b> Výsledky stanovení obsahu popela .....	41
<b>Tabulka 9:</b> Výsledky stanovení hmotnosti tisíce zrn.....	45

**SEZNAM GRAFŮ**

<b>Graf 1:</b> Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Špaldového kernotta .....	42
<b>Graf 2:</b> Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Grünkernu .....	42
<b>Graf 3:</b> Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Špaldy loupané .....	43
<b>Graf 4:</b> Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Kamutu .....	43
<b>Graf 5:</b> Grafické vyjádření výsledků stanovení titrační kyselosti Pšenice ozimé .....	44