

# **Stanovení vybraných chemických parametrů rýže v průběhu skladování a její stravitelnost**

Bc. Jana Skýpalová

---

Diplomová práce  
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana SKÝPALOVÁ**  
Osobní číslo: **T08819**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Stanovení vybraných chemických parametrů rýže v průběhu skladování a její stravitelnost**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

- Fyziologický popis rostliny a faktory významně ovlivňující pěstování či skladování rýže
- Uvést základní principy metod použitých při chemických analýzách

### II. Praktická část

- V průběhu skladování sledovat případné změny v obsahu vlhkosti, popela, kyselosti rýžové mouky a škrobu
- Stanovit stravitelnost rýže surové a tepelně upravené

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] HLÁSNÁ ČEPKOVÁ, P. Pěstování a využití rýže. Farmář. 2008., č. 13, roč.10, s. 14-15.  
ISSN: 1210-9789

[2] DIAMOND, J. The Fates of Human Societies. New York: W.W. Norton & Copany, 1999.  
ISBN: 0-393-31755

[3] Rýže -- druhy rýže a její jakost, Výživa a potraviny, 2008., č.63, roč.3, s. 76-79. ISSN:  
1211-846Xnl

[4] ŠAŠKOVÁ, D., Trávy a obilí, 1993, 1. vyd., 64 s., ISBN: 80-85805-03-0

[5] BOILING, A. A., Yield constraint analysis of rainfed lowland rice in Southeast Asia,  
2007, 1. vyd. 140 s., ISBN: 978-90-8504-799-5

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Daniela Kramářová, Ph.D.**

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

**4. ledna 2010**

Termín odevzdání diplomové práce:

**19. května 2010**

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ..... SKYPALOVA' JANA, Bc. ....

Obor: ..... THEVP .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně ..... 29.4.2010 .....

.....  


<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 vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce byla zaměřena na změny vybraných chemických parametrů rýže v průběhu skladování, v závislosti na různých skladovacích podmínkách. Dalším cílem bylo stanovení stravitelnosti jednotlivých druhů rýže. V této práci je obsažen základní popis rýže jako rostliny a jsou zde zmíněny také faktory ovlivňující pěstování a skladování rýže.

Klíčová slova: rýže, *Oryza sativa*, stravitelnost

## **ABSTRACT**

The aim of the diploma thesis was to measure the changes of chosen chemical parameters of rice during the storage, in dependent on a different conditions of storage. The next aim was the determination of digestibility in an individual kinds of rice. In this thesis basic description of rice as a plant and factors influences growing and storage of rice are included.

Keywords: rice, *Oryza sativa*, digestibility

## Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce, Ing. Daniele Kramářové, Ph.D. za odborné rady, poskytnuté informace, za velkou ochotu, podporu a nekonečnou trpělivost. Mé díky patří rovněž mé rodině a blízkým přátelům za jejich podporu a povzbuzení během celého studia.

## Prohlášení

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 FYZIOLOGICKÝ POPIS ROSTLINY</b> .....	<b>12</b>
1.1 FYZIOLOGIE RÝŽE.....	12
1.2 PĚSTOVÁNÍ RÝŽE.....	14
1.3 ŠKŮDCI A PLEVELE OHROŽUJÍCÍ RÝŽI.....	16
1.3.1 Skladištní škůdci .....	17
1.4 VYBRANÉ DRUHY RÝŽE.....	19
1.4.1 Dělení rýže podle konzistence.....	20
1.4.2 Dělení rýže podle technologické úpravy .....	21
1.4.3 Tržní rozdělení rýže .....	21
1.5 CHEMICKÉ SLOŽENÍ RÝŽE .....	22
1.5.1 Bílkoviny .....	23
1.5.2 Lipidy .....	24
1.5.3 Sacharidy .....	24
1.5.4 Škrob .....	25
1.5.5 Vlákna .....	27
1.5.6 Vitaminy.....	27
1.5.7 Minerální látky .....	28
1.5.8 Stravitelnost.....	29
<b>2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY METOD POUŽITÝCH PŘI ANALÝZÁCH</b> .....	<b>30</b>
2.1 STANOVENÍ POPELA.....	30
2.2 STANOVENÍ VLHKOSTI KONTROLNÍ METODOU .....	30
2.3 STANOVENÍ OBSAHU ŠKROBU .....	31
2.4 STANOVENÍ KYSELOSTI.....	32
2.5 STANOVENÍ STRAVITELNOSTI S POUŽITÍM INKUBÁTORU DAISY .....	32
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>33</b>
<b>3 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>34</b>
3.1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY .....	34
3.2 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE .....	35
3.3 VZORKY RÝŽE .....	36
3.4 METODIKA STANOVENÍ.....	37
3.4.1 Stanovení popela .....	37
3.4.2 Stanovení vlhkosti kontrolní metodou .....	38
3.4.3 Stanovení obsahu škrobu dle Ewersovy metody .....	38
3.4.4 Stanovení kyselosti.....	39
3.4.5 Stanovení stravitelnosti s použitím inkubátoru Daisy.....	40
<b>4 VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>43</b>



4.1	STANOVENÍ POPELA.....	43
4.2	STANOVENÍ VLHKOSTI KONTROLNÍ METODOU .....	47
4.3	STANOVENÍ OBSAHU ŠKROBU DLE EWERSOVY METODY .....	52
4.4	STANOVENÍ KYSELOSTI.....	55
4.5	STANOVENÍ STRAVITELNOSTI RÝŽE S POUŽITÍM INKUBÁTORU DAISY .....	58
4.5.1	Stanovení stravitelnosti rýže – pilotní pokus .....	58
4.5.2	Stravitelnost rýže syrové .....	61
4.5.3	Stanovení stravitelnosti rýže po tepelné úpravě .....	62
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>76</b>

## ÚVOD

Rýže je druh traviny nebo obilniny podobně jako pšenice, proso nebo ječmen. Pro více než polovinu obyvatel zeměkoule je základní potravinou. Přestože je rýže dobře dostupná potravina, bohatá na energii, stále zůstává ve stínu jiných a své příznivce má především v Asijských zemích.

Rýže se začala pěstovat asi před 6000 lety v Číně. Po většinu její dlouhé historie, byla existence rýže svázána pouze s Asií. V Egyptě neznali rýži až do středověku a byli to Arabové, kdo zavedli pěstování rýže v severní Africe. Za dob Římského impéria se pak rýže pěstovala okolo celého Středozemního moře. Výnosy z těchto rýžových plantáží však nikdy nebyly tak vysoké, jako na plantážích v Číně nebo Indii. Na rýžových polích v Číně jsou uměle vyrobené vodní nádrže zavlažovány mnohdy unikátním zavlažovacím systémem. Voda při pěstování rýže je tak využívána ze 100 % a navíc působí jako pesticid, protože nedovoluje růst plevelu v těsné blízkosti rostlinek rýže. I přes veliký rozmach pěstování rýže zůstali Američané i Evropané u tradičních potravin, jako je chléb nebo těstoviny.

Dnes je rýže jednou z nejrozšířenějších a dobře dostupných potravin. Na trhu můžeme kromě surové rýže nalézt různé rýžové výrobky. Rýžový chléb, rýžové pečivo neboli rýžové ovoce, známé spíše jako čínská směs, rýžové mandle, rýžový papír, arak (pálenka z rýže), saké (rýžové víno), raciolky a podobně. Oblíbené burisony jsou rýžová zrna nabobtnalá v oslazené vodě a nafouklá krátkým slabým napražením. Z rýžové slámy se vyrábí pletené košíky nebo rohože a hlavně jemný cigaretový papír.

Rýže je bohatý zdroj komplexních sacharidů a může se pyšnit téměř nulovým obsahem tuků. Hnědá rýže obsahuje velké množství vitaminů B (zejména B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub> a B<sub>6</sub>) a také významné množství vlákniny, která předchází střevním problémům. Rýže je též dobrým zdrojem bílkovin. Mimo jiné, obsahuje také minerální látky. Příkladem je železo, hořčík a zinek. Z rostlinných potravin jsou tyto látky hůře absorbovatelné. Využitelnost minerálních látek závisí na zpracování a typu rýže. Za zmínku jistě stojí, že rýže je cenným zdrojem draslíku, díky kterému se odvodňují ledviny a organismus se detoxikuje.

Úkolem diplomové práce bylo stanovení vybraných chemických parametrů rýže v průběhu skladování. Dále stanovení stravitelnosti rýže a sledování případných změn v obsahu vlhkosti, popela, škrobu a kyselosti rýžové mouky v průběhu skladování, v závislosti na různých skladovacích podmínkách.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 FYZIOLOGICKÝ POPIS ROSTLINY

Rýže je jedna z nejdůležitějších obilnin na světě. Pro více než polovinu obyvatel naší planety je základní potravinou. Jako primární potravinový zdroj sacharidů hraje rýže důležitou roli při uspokojování energetických požadavků a příjmu živin, zejména u obyvatel Asie [1].

**Rýže setá** (*Oryza sativa*) je kulturní obilnina. Za její mateřskou rostlinu se považuje **rýže vytrvalá** (*O. perennis*), rozšířená v tropech Asie, Afriky i Ameriky. Donedávna uznávaný domnělý předek rýže, tj. **rýže hluchá** (*O. rufipogon*), je spíše jen plevelovým odštěpencem rýže kulturní [2].

Rýže se pěstuje v nesčetných odrůdách (přes 7 tisíc) v oblastech se subtropickým a tropickým klimatem. Přes devadesát procent světové produkce roste v jižní a východní Asii. Obilky rýže se liší od jiných obilných druhů nízkým obsahem dusíkatých látek – lepku – a vyšším obsahem sacharidů. Pro nízký obsah lepku není možno použít rýži k výrobě klasického chleba. Před spotřebou se musí rýže upravit, proto se obilky, které jsou pevně uzavřené v pluchách, po vymláčení loupou v mlýnech na loupacích strojích. Obrušováním a leštěním se získá hlazená, tzv. polírovaná rýže, která se používá k vaření. Takto upravená rýže je stále výživná, má vysoký obsah škrobu (79 %), nižší obsah bílkovin (6 %) a nepatrné množství tuku (0,7 %). Problém je, že po těchto úpravách zde chybějí všechny vitaminy, zejména skupiny B, jejichž nedostatek je příčinou známé choroby zvané beri-beri, projevující se poruchami nervů, mozku a míchy [3, 4, 5].

Četné studie prokázaly, že základní složky v ovoci, zelenině a v obilných zrnech, včetně rýže, jsou podstatně spojeny se snížením rizika vzniku chronických onemocnění, jako jsou kardiovaskulární choroby, diabetes typu 2 a dokonce některé druhy rakovinných onemocnění [6].

### 1.1 Fyziologie rýže

Rýže je jednoletá bažinná tráva s přímými dutými, přes 100 cm vysokými stébly. Listy jsou široké, vzpřímené, čárkovitě kopinaté, až 60 cm dlouhé, na okraji drsné. Pochva s bílým dlouhým jazýčkem je až 30 cm dlouhá a má dvě brvitá ouška. Stéblo končí skloněnou latou složenou z jednkvětých klásků. Lata je dlouhá asi 20 cm a obsahuje přes 200 obilek. Zploštělé obilky jsou trvale obaleny pluchami, které jsou buď bezosinné, nebo s krátkými

i dlouhými osinami. Bezosinné odrůdy jsou cennější. Pluchy bývají různě zbarvené. Rýže se opyluje převážně vlastním pylem. Kořenový systém proniká do hloubky asi 40 cm a jeho vývoj je závislý na půdě a způsobu obdělávání. Jsou-li odnožovací kolénka zaplavena vodou, rýže hodně odnožuje [5, 7].

Rýže je teplomilná rostlina s velkými nároky na vodu. Pro závlahu rýžových polí se nejlépe hodí prohřátá voda z potoků. Výška vodní hladiny na poli se pohybuje od 3 do 30 cm podle vzrůstu rostlin. Od doby květu se hladina postupně snižuje tak, aby byl pozemek při sklizni suchý a bylo možno využít mechanizaci. Rýže je náročná na půdu, nejraději má těžší půdy hlinitojílovité nebo naplavené, bohaté na živiny. Rýže se buď přímo vysévá, nebo se vysazují předpěstované sazenice. Přímý výsev se používá v subtropických oblastech mírného pásu. Při druhém způsobu se předpěstovaná sadba vysazuje po čtyřech až pěti týdnech do zavodněného rýžoviště; výhodou je nižší spotřeba osiva, vyrovnanější porost, menší zaplevelení a vyšší výnosy [5, 8].



Obr. 1: Rostlina rýže (*Oryza sativa*) [9]

Dnešní kulturní formy rýže se rozdělují podle nároků na zavlažování na dva typy: horský a bažinný. Systém **horské rýže** se uplatňuje v humidních hornatých tropických oblastech. Pěstuje se na terasovitých políčkách a zavlažována je pouze srážkami, kterých musí být minimálně 750 mm. Odrůdy takto pěstované rýže vykazují určitý stupeň odolnosti vůči suchu. Horská rýže je také méně náročná na ruční práci. Má drobné obilky a proto i nízké výnosy. **Bažinná rýže** se pěstuje v nížinách, v deltách řek a v bažinách s vysokou teplotou vody a vzduchu a s velkým množstvím slunečního svitu. Vyžaduje zavodňování a více manuální práce. Tyto dva typy rýže je možné ještě dále dělit na moučnatou a sklovitou. Moučnatá má vysoký obsah škrobu, cukru a dextrinů, při vaření se rozpadává a tvoří maz-

lavou kaši. Výživností předčí ostatní druhy, ale k nám se nedováží. Sklovitá rýže má sklovité lesklé obilky. Je to rýže, která se u nás běžně konzumuje. Z hlediska vařivosti je hodnotnější než moučnatá a je i více ceněna. Dříve se moučnatá rýže falšovala olejováním a leštěním [5, 10].



Obr. 2: Rýžová pole [9]

## 1.2 Pěstování rýže

Stejně jako obilniny patří rýže do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Nejjednodušším rozdělením rodu rýže (*Oryza*) je členění na rýži setou (*O. sativa*) a rýži horskou (*O. montana*). Rýže setá má nejkvalitnější odrůdy vhodné pro vaření. Rýže horská má delší vegetační dobu, daří se jí ve vyšších oblastech a poskytuje zrna nižší kvality [11].

Rýže se pěstuje na polích, kde jsou vytvořeny zavlažovací kanály a hráze. Vybudování závlahového systému je velmi pracné a nákladné, proto se tato rýže pěstuje jako monokultura. Naproti tomu rýže pěstovaná bez zavodňování (horská) se může na pozemku střídát s jinými plodinami, např. luskoviny nebo okopaniny. Ve Vietnamu, stejně jako v dalších asijských zemích (Čína, Korea, Indonésie, Thajsko, Japonsko), je opakované pěstování rýže na tomtéž pozemku umožněno pečlivou agrotechnikou. Pozemky jsou pravidelně vyhnojovány organickými hnojivy, plevele i nemocné rostliny jsou včas a preventivně odstraňovány [12, 13, 14].



Obr. 3: Pěstování zavodněné rýže [9]

Zavodňovaná rýže se může do půdy vysévat, nebo se vysazují rýžové sazenice. Sazení rýže umožňuje v jednom roce dosáhnout několika sklizní, protože předpěstované sazenice zkracují vegetační dobu. Potřebné sazenice se předpěstovávají na zvláštních záhonech. V optimálních podmínkách dorostou do požadované velikosti za 25 – 40 dnů. Sazenice by v době vysazování měly dosahovat velikosti 30 až 70 cm. V mnoha zemích se sazenice stále vysazují ručně, ale v posledních letech se rozmáhá používání sázecích strojů. Sazení se provádí do hloubky 3 až 5 cm, přičemž vysazená rostlina musí být alespoň z poloviny ponořena ve vodě. Během vegetace se provádí kontrola zavlažování. Rýže je velmi náročná na dostatek nebo nadbytek vody [15, 16, 17].



Obr. 4: Sazenice rýže [9]

Rýže je rostlina citlivá vůči chladu, neboť pochází z tropických a subtropických oblastí. Optimální teploty pro klíčení semen a rychlý růst sazenic je od 25 do 35 °C. Fáze ranného klíčení rýže je důležitá, aby sazenice byla stabilní a následně mohlo dojít k energickému vegetativnímu růstu. Vystavení nízkým teplotám pod 15 °C v této fázi obvykle způsobí

nedostatečnou stabilitu sazenic, nebo vede k odumírání sazenic. Ztráty na výnosech vlivem chladného počasí jsou velké, je to velmi vážný a celosvětový problém v produkci rýže. Nejefektivnějším způsobem ochrany před zničením úrody je výběr odrůd s vysokou odolností vůči nízkým teplotám. Odrůdy odolné vůči chladu vykazují vyšší plodnost a nově vyvinutá technika pěstování, zvaná „Metoda předchozího hlubinného zavlažování“, se ukázala být velmi účinným protiopatřením k vyrovnání vlivu chladných podmínek na produkci rýže [16, 18].



Obr. 5: Ruční sázení rýže [9]



Obr. 6: Strojové sázení rýže [9]

### 1.3 Škůdci a plevelé ohrožující rýži

Rýže se v tropech pěstuje převážně jako monokultura, to znamená, mnoho let po sobě na stejných pozemcích, z čehož vyplývají zvýšené nároky na udržování úrodnosti půdy, na likvidaci chorob, škůdců a plevelů [19].

Výrazný problém při pěstování rýže je výskyt plevelů na rýžovištích. Je možné eliminovat tento problém zabezpečením neustále proudícího toku vody na rýžových polích. Vzhledem k invazivní povaze parazitárních plevelů a jejich schopnosti přizpůsobit se měnícím se podmínkám, jako jsou změny klimatu, jejich význam stále roste. Nejvýznamnější parazitární plevely rýže jsou *Striga hermonthica*, *Striga asiatica*, *Striga Aspera* a *Rhamphicarpa fistulosa*. První dvě se primárně nacházejí volně na vrchovinách, zatímco *R. fistulosa* se vyskytuje pouze v neupravených nížinách, včetně vnitrozemských údolí. *S. aspera* je k vidění ve vyšších polohách a také na hydromorfních půdách [10, 20].



Jedním z hlavních problémů čínského zemědělství je ochrana rýže, jako hlavní potravinářské plodiny, proti škůdcům a houbovým chorobám. Téměř 400 druhů hmyzu ohrožuje produkci rýže, ale pouze 40 druhů je považováno za klíčové. Nejvýznamnější škůdci jsou housenky můr, vyskytující se ve stvolech (*Scirpophage incertulas*) nebo poškozující listy (*Cnaphalocrocis medinalis*) a křísy (*Nilaparvata lugens*). Dále pak Pilous černý (*Sitophilus granarius*), Pilous rýžový (*Sitophilus oryzae*), rýžová veš nebo krysy. Jeden z nejvýznamnějších původců houbových chorob je *Pyricularia grisea*, který způsobuje skvrnitost ve všech stádiích vývoje rýže [21, 22].

Až o 90 % nižší výnos rýže mohou způsobit virová onemocnění rýže. Jednou z nejdestruktivnějších viróz rýže v jižní Asii je choroba zvaná Tungro. Původcem jsou viry baciliformní (DNA) a izometrické (RNA), jejichž hlavním vektorem jsou křísy. Ochrana spočívá v pěstování rezistentních kultivarů a aplikaci insekticidů při výskytu vektorů. Přítomnost těchto virů v tkáních rýže způsobuje zakrslost a žloutnutí až oranžovění listů [21, 23].



Obr. 7: Rýže setá napadená virem [9]

### 1.3.1 Skladištní škůdci

Škůdci rýže jsou organizmy nebo mikroorganizmy, které jsou schopny snižovat výnos nebo hodnotu rýžové úrody. Rýžovými škůdci jsou patogeny, ptactvo, hlodavci, plevelé a hmyz [24].

V zemědělských skladech, budovách a provozech je možné se setkat s celou paletou chorob a škůdců, kteří jsou buď výhradně skladištní a nebo škodí jak v porostech tak i ve skladovaných produktech. Tito škůdci nezpůsobují jen ekonomické ztráty na obilí, ale vlivem jejich působení dochází k nenávratnému hygienickému poškození. Nadměrnému rozvoji hmyzích škůdců ve skladovaných produktech napomáhá zvýšená vlhkost naskladňovaného

obilí. Pokud při skladování dochází k aktivnímu větrání, je téměř úplně zastavena destrukční činnost všech škůdců. Mezi nejrozšířenější škůdce skladovaných zásob patří Pilous černý, Pilous rýžový a Lesák skladištní. Dále pak také Zavíječ moučný (známý jako potravinový mol), Korovník obilní a Mol obilní [25, 26].

#### **Pilous černý (*Sitophilus granaria*)**

Pochází z Orientu, je kosmopolitně rozšířen a patří mezi nejzávažnější škůdce skladovaných obilovin. Dorůstá velikosti 3 až 4 mm a má černé zbarvení s hrubě tečkovaným štítem. Tento brouk nesnáší světlo, proto pouze při silném napadení jej lze najít na povrchu hromad. Samičky kladou na každé zrno do vykousnuté prohlubně po jednom vajíčku. Každá samička je takto schopna nakazit přes 200 obilek. Hlavní ochranou proti tomuto škůdci je snížení vlhkosti. Při poklesu vlhkosti zrna pod 13 % nejsou již pilousi schopni rozmnožování. Brouci dokáží přežít až 2 roky bez potravy [25, 27, 28].



Obr. 8: Pilous černý [25]



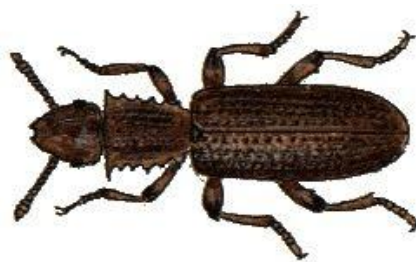
Obr. 9: Pilous rýžový [25]

#### **Pilous rýžový (*Sitophilus oryzae*)**

Tento brouk způsobuje stejné škody jako Pilous černý. Je menší, na krovkách má křížovou kresbu, není tak odolný vůči nedostatku potravy a je teplomilnější [27].

#### **Lesák skladištní (*Oryzaephilus surinamensis*)**

Pochází z jihovýchodní Asie a je nebezpečným škůdcem, který proniká do potravin i přes silné obaly. Brouk má protažený tvar těla a dorůstá délky okolo 3 mm. Objevuje se v těsné spojitosti s pilousem. Na skladovaných zásobách škodí všechna vývojová stádia tohoto škůdce [25, 27].



Obr. 10: Lesák skladištní [25]

### Zavíječ moučný (*Esphestia kuehniella*)

Je jedním z nejvýznamnějších hospodářských škůdců na obilí a mlýnských výrobcích. Škodí nejen pozerem a svými exkrementy, ale hlavně tím, že napadený produkt oplétá vláknem. Zavíječ a jeho larvy poškozují zejména mouku, rýži, strouhanku, cereálie a jiné potravinové produkty [26, 27].



Obr. 11: Zavíječ moučný [26]

Pro zamezení rozšíření škůdců je třeba přijmout dostatečná opatření již před jejich výskytem. Před naskladněním je nutné dostatečně vyčistit všechny skladovací prostory [25].

## 1.4 Vybrané druhy rýže

Naše legislativa klasifikuje rýži jako zrna získaná z kulturní rostliny Rýže seté (*Oryza sativa* L.) a jejich odrůd. Dále uvádí, že skupiny rýže se nesmí vzájemně mísit, je ale povolena přítomnost až 10 % jiné rýže. [11]

Tab. 1: *Klasifikace rýže dle vyhlášky č. 333/1997, Novela č. 93/2000 Sb. [29]*

Rýže	Definice dle vyhlášky
neloupaná	- neloupané obilky rýže s celistvou vrchní slupkou
pololoupaná (natural)	- zrna rýže zbavená vrchní slupky (pluchy)
loupaná	- zrna rýže zbavená všech částí oplodí a osemení a částečně i klíčků
dlouhozrná	- rýže, jejíž zrno je průměrně 6 mm dlouhé a poměr jeho délky a šířky je zpravidla více než 3
střednězrná	- rýže, jejíž průměrná délka zrna je mezi 5,2 mm a 6,0 mm a poměr délky a šířky zrna je zpravidla nižší než 3
kulatozrná	- rýže, jejíž průměrná délka zrna je menší než 5,2 mm a poměr délky a šířky zrna méně než 2

Tab. 2: *Fyzikální a chemické požadavky na jakost rýže [29]*

Ukazatel	Hodnota
Vlhkost	Nejvýše 15,0 %
Nečistoty organické (cizí semena, části slámy, stébla, plevy)	Nejvýše 1,0 %
Nečistoty minerální (kaménky, písek, hrudky zeminy, prach, mastek)	Nejvýše 0,2 %
Příměsi celkem (zlomky, vadná zrna, neloupaná zrna)	Bez limitní hodnoty
Zrna neloupaná	Nejvýše 0,15 %
Drť (propad sítem s kruhovými otvory o velikosti 1,4 mm)	Nejvýše 0,1 %

#### 1.4.1 Dělení rýže podle konzistence

Rýže se podle konzistence dělí na rýži moučnatou a rýži sklovitou. **Rýže sklovitá** má lesklé sklovité obilky, používá se např. jako příloha k pokrmům. Z hlediska vařivosti je hodnotnější než **rýže moučnatá**. Ta je charakteristická vysokým obsahem škrobu, dextrinů a cukru. Při vaření se rozpadává a tvoří až mazovitou kaši. Je výživná, používá se k přípravě rizota, pilafu, nákypu, pudinku, rýžové kaše apod. [11, 30].

### 1.4.2 Dělení rýže podle technologické úpravy

Podle technologické úpravy dělíme rýži na loupanou, neloupanou a pololoupanou neboli natural. **Loupaná rýže** se vyznačuje tím, že poslední vrstva zrna je zde obroušená, tím jsou odstraněny obaly zrna – oplodí a osemení, tzn. je odstraněna také vrstva, která obsahuje vitaminy a minerální látky. **Neloupaná rýže** je méně obvyklá. Tato rýže si po vymlácení ponechala plevy. Nahnědlá neloupaná zrnka obsahují důležitou vlákninu, minerální látky, vitaminy a esenciální aminokyseliny. **Rýže natural** (pololoupaná) má hnědou barvu a slupku. O rýži natural se jedná tehdy, pokud je z neloupané rýže odstraněna pouze vnější vrstva. Je neleštěná, nezravená klíčku a bohatá na minerální látky, vitaminy a vlákninu [11, 30].

### 1.4.3 Tržní rozdělení rýže

Na trhu se většinou rozlišují tyto druhy rýže: bílá, rýže Basmati, rýže Parboiled, rýže jasmínová a rýže patna [30].

**Rýže bílá** je charakteristická tím, že jsou z ní odstraněny všechny obaly. Podle velikosti a tvaru zrna se tato rýže dělí do tří skupin, na dlouhozrnnou, střednězrnnou a kulatozrnnou. Bílá rýže má pěkný vzhled, ale zbavením cenných obalových vrstev, byla zbavena také vitaminů a minerálních látek [11, 30].

**Rýže Basmati** je považována za nejkvalitnější rýži na světě a i přes její vysokou cenu se patrně jedná také o nejrozšířenější druh rýže. Její název v překladu znamená „vůně“. Tato aromatická rýže pochází z Indie a Pákistánu a patří mezi tzv. horskou rýži. Má velmi štíhlá zrna, vyznačuje se jemnou vůní a chutí s oříškovou příchutí. Zrna se po uvaření nelepí, rýže je sypká a kyprá. Basmati je právem pokládána za „královnu rýží“ [11, 30].

**Rýže parboiled** je loupaná rýže, která je upravena speciální technologií, tzv. parboildin-gem. Nejprve se rýže vakuuje, poté následuje namočení do horké vody a pak následuje opracování horkou vodou pod tlakem. Díky této úpravě si rýže parboiled uchovává většinu živin a minerálií v obilce. Působením zvýšené teploty se také inaktivují enzymy, které štěpí tuk a nedochází tak ke vzniku vad chuti a vůně. Tímto postupem se mění také struktura škrobu, takže se zlepší vařivost, rýže je velmi kyprá a nelepí se [11, 30].

**Jasmínová rýže** je charakteristická svou jemnou květinovou vůní, podobá se rýži Basmati, ale po uvaření se lepí. Používá se do salátů, je vhodná k přípravě nákypů, pudingů apod. [11].

**Rýže patna** patří také mezi kvalitnější druhy rýže. Vyznačuje se dlouhými tenkými zrnky a po uvaření je suchá a sypká. Bývá technologicky upravována jako rýže parboiled. Má neutrální chuť a vůni, je vhodná jako příloha a používá se též jako zavářka do polévek. V Americe se tato rýže pěstuje pod názvem Carolina [11, 30].

### 1.5 Chemické složení rýže

Rýže je velmi dobře stravitelná a kaloricky bohatá potravina. Jednostranná výživa rýže však není vhodná, především konzum loupaných a leštěných obilok, kdy je odstraněna aleuronová vrstva a dochází ke značné ztrátě bílkovin, tuků, minerálních prvků (draslík, fosfor) a vitaminů (tiamin, riboflavin, niacin). Za hodnotnou je považována bílkovina rýže, jejíž koncentrace se pohybuje přibližně mezi 7 – 8 % a díky svému složení je vhodná pro bezlepkovou dietu [4, 11].

Ve 100 g porce rýže se nachází zhruba 12 g vody, 6,7 až 7,5 g bílkovin, 0,4 až 1,9 g tuků, 77,4 až 80,4 g sacharidů, 0,3 až 0,9 g vlákniny a 0,5 až 1,2 g popelovin [11].

Tab. 3: Základní chemické složení obilovin [31]

Obilovina	Voda (%)	Bílkoviny (%)	Lipidy (%)	Škrob (%)	Minerální l. (%)
pšenice	13,2	11,7	2,2	59,2	1,5
žito	13,7	11,6	1,7	52,4	1,9
ječmen	11,7	10,6	2,1	52,2	2,3
oves	13	12,6	5,7	40,1	2,9
rýže	13,1	7,4	2,4	70,4	1,2
kukuřice	12,5	9,2	3,8	62,6	1,3

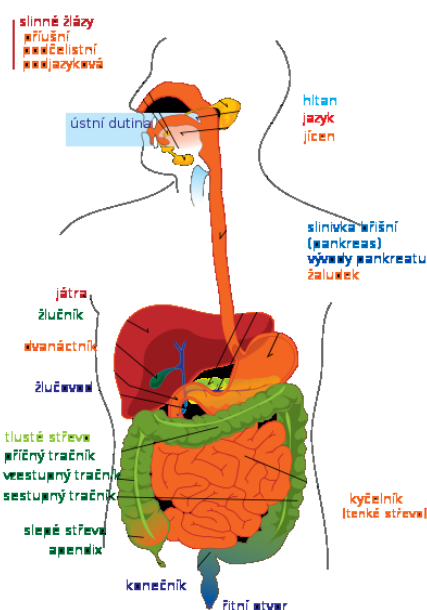
### 1.5.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou polymery aminokyselin, vzniklé procesem proteosyntézy. Ve své molekule běžně obsahují více než 100 aminokyselin vzájemně spojených peptidovou vazbou (-CO-NH-). Na vytváření struktury bílkovin se podílejí i jiné vazby (disulfidové, esterové, amidové). Dále jsou na bílkoviny vázány molekuly vody a anorganické ionty, nebo organické sloučeniny jako jsou lipidy, sacharidy, nukleové kyseliny apod. [32].

Základními bílkovinami všech obilovin jsou albuminy, globuliny, gliadiny a gluteliny. Zásobní bílkovina rýže se nazývá **oryzenin** [31].

### Trávení bílkovin

Organismus není schopen využít bílkoviny v jejich původní formě, proto je musí nejprve procesem trávení rozložit na základní jednotky aminokyseliny. Trávení bílkovin začíná v žaludku. Působením žaludeční kyselosti bílkoviny denaturují, čímž se stanou přístupnější účinku proteolytických enzymů. V silně kyselé žaludeční šťávě je proteolytický enzym *pepsin*. Působením *pepsinu* vzniká z denaturované bílkoviny směs polypeptidů. Hlavním místem trávení bílkovin je tenké střevo. Zdroji enzymů jsou pankreatická a střevní šťáva. Z enzymů pankreatické šťávy se na hydrolyze bílkovin podílí *trypsin*, *chymotrypsin*, *elastáza* a *karboxypeptidáza*. Střevní šťáva obsahuje *aminopeptidázu* štěpící vyšší peptidy, dále jsou zde *dipeptidázy* (enzymy štěpící dipeptidy), které rozklad bílkovin dokončí [31, 33].



Obr. 12: Trávicí soustava člověka [34]

### 1.5.2 Lipidy

Důležitou skupinou živin je pestrá skupina látek nerozpustných ve vodě, ale dobře rozpustných v nepolárních organických rozpouštědlech (chloroform, benzen, eter). Tyto látky jsou souhrnně nazývány lipidy. Jsou chemicky i funkčně nesourodé, jejich společným znakem je pouze převaha nepolárních uhlovodíkových struktur v molekule, které dodávají lipidům olejovou nebo voskovou, hydrofobní povahu. Lipidy jsou energeticky velmi bohaté (1 g tuku obsahuje 39 kJ = 9,3 kcal). V organismu proto často slouží jako zásobárna energie. Lipidy mají v organismu také funkci strukturní (součást biomembrán), ochrannou (tvoří obal některých orgánů, podkožní tuk izoluje proti teplotním výkyvům a vosky na povrchu listů rostlin brání nežádoucímu odparu vody) a regulační (steroidní hormony). Lipidy slouží rovněž jako rozpouštědlo pro některé lipofilní látky [35, 36, 37].

Tuky tvoří malý hmotnostní podíl rýžového zrna. Tuk je obsažen především v klíčku a v aleuronové vrstvě. Žluknutí tuků je podmíněno většinou vyšší vlhkostí obilovin a rozvojem plísní produkujících *lipázy* [38].

#### Trávení lipidů

Trávení lipidů začíná v žaludku. V sekretu žlázek na povrchu jazyka a v žaludeční šťávě je *lipáza*, její aktivita však není velká. Žaludeční trávení lipidů nemá velký význam. Hlavním místem trávení lipidů je tenké střevo. Zdrojem *lipázy* je zde pankreatická šťáva. Produktem hydrolyzy je směs vyšších mastných kyselin a monoglycerolů. Tuky i produkty štěpení jsou v tenkém střevě jemně emulgovány účinkem žlučových kyselin. Emulgaci triglycerolů napomáhá přítomnost fosfolipidů a monoglycerolů, přičemž vznikají tukové kapénky. *Pankreatická lipáza* pro svůj účinek potřebuje kolipázu, což je bílkovina obsažená v pankreatické šťávě, která se váže na povrch tukových kapének. Žlučové kyseliny postupují střevem dál a vstřebávají se až v kyčelníku. Asi 5 až 10 % žlučových kyselin se nevstřebá a jsou vyloučeny stolicí. Celkové množství žlučových kyselin v těle je asi 3,5 g a za den projdou střevem 6 – 8 krát [39].

### 1.5.3 Sacharidy

Názvem sacharidy se označují polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které obsahují v molekule minimálně tři alifaticky vázané uhlíkové atomy. Podle počtu cukerných jednotek vázaných v molekule se sacharidy dělí na monosacharidy (glukóza, fruktóza), oligosa-



charidy (do 10 jednotek, např. sacharóza, laktóza) a polysacharidy (až tisíce jednotek, např. škrob, celulóza). Sacharidy se využívají především jako zdroj energie, 1 g cukru poskytuje 17 kJ, tj. 4 kcal, a proto se spolu s bílkovinami a lipidy řadí k hlavním živinám. Sacharidy bývají složkami mnoha biologicky aktivních látek jako jsou glykoproteiny, některé koenzymy, hormony aj. Také jsou základními stavebními jednotkami mnoha buněk a poskytují buňkám ochranu před působením vnějších vlivů (např. některé polysacharidy a složené sacharidy) [31, 35].

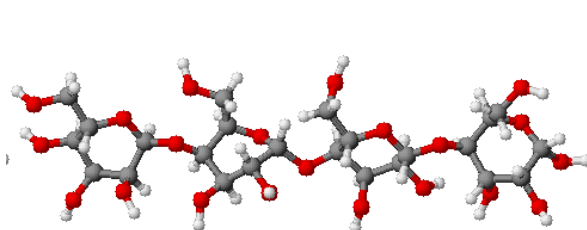
Pro polovinu světové populace je rýže primárním zdrojem sacharidů a tudíž také nejdůležitějším zdrojem energie [1].

#### 1.5.4 Škrob

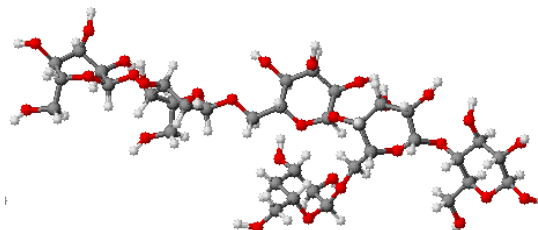
Komoditní vyhláška 329/1997 Sb. pro škrob a výrobky ze škrobu definuje škrob jako přírodní prášek získaný ze škrobových surovin rostlinného původu.

Nejdůležitějším polysacharidem a zásobní látkou v obilce je škrob, jehož obsah kolísá od 50 do 80 % v sušině. V obilce je škrob obsažen v parenchymatických buňkách endospermu. Škrob je ve studené vodě nerozpustný, pouze bobtná. Při teplotě nad 60 °C ve vodě mazovatí a viskozita vzniklého mazu se prudce zvyšuje. Obilný škrob se skládá ze dvou složek a sice z amyulózy s nerozvětveným řetězcem a amylopektinu s rozvětvenou strukturou [38].

Amylóza je tvořena 1000 – 2000 glukózových jednotek. Má lineární strukturu s  $\alpha$ -(1-4) glykosidovou vazbou. Molekula je náhodně svinutá. Amylóza je rozpustná ve vodě a záhřevem nemazovatí. Amylopektin obsahuje 5000 až 1 000 000 glukózových jednotek. Jeho struktura je mnohonásobně větvená s vazbami  $\alpha$ -(1-4) glykosidovými (polymer maltózy). Součástí jsou také postranní řetězce s vazbami  $\alpha$ -(1-6) glykosidovými (isomaltóza) Amylopektin je ve vodě nerozpustný, záhřevem mazovatí a tvoří viskózní roztok – gel [31].



Obr. 13: Amylóza [40]



Obr. 14: Amylopektin [40]

Škrob tvoří polovinu hmoty obilných zrn, proto je ve velkém množství obsažen v pečivu, v různých cereálních výrobcích i v bramborách. Škrob je hlavní součástí rýže a důležitá součást mnoha rýžových produktů. Patří mezi využitelné polysacharidy, které jsou snadno štěpeny v horní části zažívacího traktu [33, 41].

Tab. 4: *Obsah škrobu a jeho složení ve významných zdrojích [31]*

Potravina	Škrob (%)	Amylóza (%) (*)
pšenice	59 – 72	24 – 29
žito	52 – 57	24 – 30
ječmen	52 – 62	38 – 44
oves	40 – 56	25 – 29
kukuřice	65 – 75	24 – 26
rýže	70 – 80	8 – 37
fazole	46 – 54	24 – 33
brambory <sup>1)</sup>	17 – 24	20 – 23

<sup>1)</sup> U průmyslových (škrobárenských) odrůd brambor je obsah škrobu na horní hranici uvedeného rozmezí. (\*) Obsah amylopektinu je dopočet do 100 %.

### Trávení škrobu

Strava obsahuje značné množství sacharidů různé struktury, původu rostlinného i živočišného. Jsou v ní zastoupeny mono-, oligo- a polysacharidy, sacharidy rozpustné i nerozpustné, stravitelné snadno i obtížně. V obvyklé stravě je nejvíce zastoupen škrob [33].

Trávení škrobu začíná v ústech, účinkem *slinné  $\alpha$ -amylázy (ptyalin)*. Význam trávení škrobu *amylázou* je však malý, v důsledku krátké doby jejího působení. Žaludek není vybaven enzymy k trávení škrobu. Nejvýznamnější místo pro trávení škrobu je tenké střevo, kde působí *pankreatická  $\alpha$ -amyláza*, která štěpí molekuly amylózy a amylopektinu uprostřed řetězce. Při tomto ději vznikají nejprve dextriny a nakonec maltóza [39].

Hydrolýzu škrobu dokončují enzymy (*disacharidázy*) *maltáza* a *isomaltáza*. Výsledným produktem je glukóza, která se rychle vstřebává díky aktivnímu transportu [39].

### 1.5.5 Vlákna

Jako vlákna se označují pro organismus nevyužitelné sacharidy, tzv. balastní polysacharidy. Vlákna je významnou složkou naší potravy, přestože nepatří mezi živiny. Hlavním důvodem, proč je vlákna tak důležitá, je skutečnost, že prochází zažívacím traktem, aniž by byla rozložena a absorbována. Z chemického hlediska se vlákna skládá z neškrobových polysacharidů a několika dalších složek rostlin jako je celulóza, lignin, vosky, chitiny, pektiny,  $\beta$ -glukany a oligosacharidy. Vlákna je možné dělit na **nerozpustnou** (celulóza a hemicelulózy) a **rozpustnou** (pektiny). Dobrým zdrojem rozpustné vlákniny je ovoce, zelenina, oves, ječmen a luštěniny. Bohatým zdrojem nerozpustné vlákniny jsou cereálie [39, 42].

Balastní polysacharidy zvětšují objem stravy, ale nedodávají jí téměř žádnou energii. Dříve se považovaly za zcela neúčinné a byla tendence jejich obsah ve stravě snižovat (např. snížením stupně vymílání mouky). Strava s vysokým obsahem vlákniny způsobuje rychlejší průchod tráveniny střevem, takže se nestačí všechny živiny vstřebat. Důsledkem je nižší využitelnost energie ze stravy, což je při dnešním vysokém příjmu a nízkém výdeji energie výhodou [39].

Denní příjem vlákniny by měl být asi 30 g. V posledních letech dochází ke zvyšování obsahu vlákniny v potravinových výrobcích, neboť je prokázáno, že vlákna pomáhá chránit před zdravotními problémy, jako je hypertenze, diabetes a rakovina tlustého střeva. Vlákna bohatá na  $\beta$ -glukany dokáže snížit vstřebávání glukózy [43].

Velké množství vlákniny je obsaženo v neloupané rýži. Vlákna, obsažená v této rýži, dodává rychle pocit sytosti, pomáhá proti zácpě a má příznivý účinek na střeva. Díky vláknině z rýže dochází také ke snížení hladiny lipidů v krvi (cholesterol, triacylglyceroly) [44].

### 1.5.6 Vitaminy

Vitaminy jsou organické látky, které lidské tělo potřebuje, ale nedokáže si je samo vyrobit, proto je musí přijímat prostřednictvím stravy. Jsou v určitém minimálním množství nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka. Nejsou zdrojem energie, ani stavebním materiálem, ale mají funkci katalyzátorů biochemických reakcí [31]

Vitaminy dělíme podle fyzikálně chemických vlastností na vitaminy rozpustné ve vodě (vit. skupiny B a C) a vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K) [32].

Vitaminy jsou v obilovinách soustředěny především v klíčku a v aleuronové vrstvě. Vitamin A (retinol) je obsažen ve formě svého provitaminu  $\beta$ -karotenu v klíčcích. Obiloviny jsou považovány za jeden z hlavních zdrojů vitaminu B<sub>1</sub> (tiaminu), který je zde obsažen v klíčcích i v aleuronové vrstvě. Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin) se nachází rovněž v klíčku a řadíme jej k flavonům, tj. žlutým dusíkatým barvivům. Vitamin B<sub>3</sub> (niacin) je termostabilní a odolný vůči oxidaci. Je lokalizován do aleuronové vrstvy a proto hlavní podíl přechází do otrub. Kyselina pantotenová (B<sub>5</sub>) je obsažena v pšenici, zejména sklovité. Vitamin B<sub>6</sub> (pyridoxin) se nachází rovněž v aleuronové vrstvě. Vitamin C – kyselina L-askorbová se ve zralém obilí nevyskytuje. Její obsah však prudce vzrůstá ve vyklíčeném obilí. Vitaminy E – tokoferoly a tokotrienoly jsou obsaženy především v klíčku, v endospermu se prakticky nevyskytují [38].

### 1.5.7 Minerální látky

Pro lidský organizmus jsou minerální látky a stopové prvky důležité podobně jako vitaminy. Náš organizmus si tyto látky neumí vytvářet sám, proto je nutné přijímat je potravou, popřípadě prostřednictvím doplňků stravy. Jsou nepostradatelné, ačkoliv jejich denní potřebné množství se pohybuje řádově v mg či  $\mu$ g. Lidé potřebují více než 22 druhů minerálních látek, které mohou být dodávány vhodnou stravou. Minerální látky se v lidském organizmu podílí na životně důležitých biochemických reakcích v roli kofaktorů enzymů. Podle denní potřeby rozdělujeme minerální látky na makroelementy (denní potřeba nad 100 mg), mikroelementy (denní potřeba do 100 mg) a stopové prvky (potřeba v řádu  $\mu$ g) [45].

V současné době se na obsah minerálních látek klade velký důraz. Například lidé živící se převážně obilovinami, nebo žijící v oblastech s nevyváženým obsahem živin v půdě, často postrádají železo, zinek, vápník, hořčík, měď, jód nebo selen. Proto se zde zavádí proces tzv. biofortifikace tzn. zvyšování koncentrace minerálů v jedlých plodinách [46].

V obilovinách tvoří minerální látky nízký podíl [38].

### 1.5.8 Stravitelnost

Pro stanovení nutriční hodnoty potravin je nutné stanovit jejich stravitelnost neboli využitelnost lidským organizmem. Stravitelnost je dána množstvím živin, které bylo absorbováno zažívacím ústrojím. Stanovit jednotnou metodu pro zjišťování stravitelnosti není jednoduché, neboť každá potravina obsahuje velké množství nutričně významných látek, které svým synergickým a antagonistickým chováním mohou významně ovlivnit využitelnost jednotlivých nutričních faktorů. Mezi látky snižující stravitelnost patří některé sloučeniny vlákniny, tříslovin a fenolické látky běžně se vyskytující v ovoci a zelenině [47, 48].

Známé jsou metody *in vivo* a *in vitro*. Metoda *in vivo* je praktikována na pokusných objektech, kde je stanoveno množství spotřebovaného dusíku ve vztahu k přijatému a vyloučenému dusíku organizmem. Metody *in vitro* jsou založeny na simulování podmínek *in vivo* v laboratorních podmínkách. Zde je stanoveno množství dusíku před a po působení proteolytických enzymů [47].

## 2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY METOD POUŽITÝCH PŘI ANALÝZÁCH

Ve vybraných druzích rýže byly stanovovány následující chemické parametry:

### 2.1 Stanovení popela

Pod pojmem popeloviny se rozumí zpravidla obsah minerálních látek přenesených do mouky ze zrna, a to převážně z jeho obalových částí. Jsou to především draselné, sodné, vápenaté a hořečnaté soli fosforečnanů, hydrogenfosforečnanů, síranů, chloridů, uhličitanů, křemičitanů apod. Obsah popelovin souvisí se stupněm vymletí [49].

Popel mouky je definován jako množství nespalitelných anorganických látek, které zůstanou po spálení zkoušeného vzorku v peci při teplotě 550 °C. Nespálený zbytek se zváží [49].

Tab. 5: *Chemické požadavky na mouku* [49].

Druh mouky	Popel v sušině nejvýše (%)
Pšeničná mouka hrubá	0,45
Pšeničná mouka polohrubá T 550	0,40
Pšeničná mouka polohrubá výběrová	0,40
Pšeničná mouka hladká T 650	0,75
Pšeničná mouka hladká 00	0,53

### 2.2 Stanovení vlhkosti kontrolní metodou

Za vlhkost se pokládají látky těkající za podmínek metody. Odvážené množství vzorku se suší v elektrické sušárně za předepsaných podmínek. Existuje řada metod na stanovení vlhkosti. Nejvýznamnější je metoda rozhodčí a metoda kontrolní. U rozhodčí metody se suší při 130 °C po dobu 1 hodiny a u kontrolní metody sušíme při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Vlhkost mouk ze všech druhů obilovin smí být nejvýše 15 % [49, 50].

### 2.3 Stanovení obsahu škrobu

Ke stanovení škrobu se používá polarimetrická metoda. Polarimetrií rozumíme stanovení látek na základě jejich optické aktivity, tj. schopnosti stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel [51].

Úhel otočení roviny polarizovaného světla závisí na povaze analyzované látky, na povaze rozpouštědla, na teplotě a vlnové délce. Specifická otáčivost je charakteristickou konstantou opticky aktivních látek. Hodnoty specifických otáčivostí nejsou pro dané látky univerzálními konstantami, nýbrž se vztahují k určitému rozpouštědлу. Vliv rozpouštědla může způsobit u téže látky změnu znaménka otáčení. Úhel otočení roviny polarizovaného světla se měří na polarimetrech. Běžně se měření provádí při vlnové délce 589,3 nm a teplotě 20 °C [49, 51].

Úhel otočení je úměrný koncentraci sacharidu podle vztahu (1.1):

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^t \cdot l \cdot c, \quad (1.1)$$

kde  $[\alpha]_{\lambda}^t$ ..... specifická otáčivost při teplotě  $t$  a vlnové délce  $\lambda$  (°),  
 $l$ .....tloušťka vrstvy – délka polarimetrické trubice (dm),  
 $c$ .....koncentrace stanovované látky ( $\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) [49].

Roztoky, u nichž se měří úhel otočení musí být dokonale čiré. U analyzovaných vzorků se proto provádí čiření. Nejpoužívanější je čiření podle Carreze. Čiřícího účinku je zde dosaženo vytvořením objemné sraženiny hexakvanoželeznatanu zinečnatého [49].

Činidla: Carrez I. 30 hmot.%  $\text{ZnSO}_4$

Carrez II. 15 hmot.%  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Dokonale odstraňuje bílkoviny, vysokou účinnost má zvláště v kyselém prostředí.

Škrob se stanovuje polarimetricky pomocí Ewersovy metody, po hydrolýze zředěnou kyselinou chlorovodíkovou ve vroucí vodní lázni. Při této hydrolýze se škrob štěpí až na glukózu [49, 50].

## 2.4 Stanovení kyselosti

Kyselost mouky je způsobena z velké části hydrogen- a dihydrogenfosforečnany, spolu s mastnými kyselinami, které se uvolňují enzymovým rozkladem tuků v mouce. Kyselost obvykle roste se stupněm vymletí mouky (stoupá množství enzymů), se stářím mouky, s její vlhkostí a se stoupající teplotou při skladování. Kyselost patří mezi ukazatele pekařské kvality mouky a vyjadřuje se v milimolech hydroxidu sodného na 1 kg mouky [49].

Tab. 6: *Chemické požadavky na mouku* [49].

Druh mouky	Kyselost (mmol. kg <sup>-1</sup> )
Pšeničná mouka hrubá	40
Pšeničná mouka polohrubá T 550	45
Pšeničná mouka polohrubá výběrová	40
Pšeničná mouka hladká T 650	60
Pšeničná mouka hladká 00	40

## 2.5 Stanovení stravitelnosti s použitím inkubátoru Daisy

Hydrolýza *pankreatinem*:

Směs enzymů, která je produkována buňkami slinivky břišní, je označována termínem *pankreatin*. Je tvořena směsí tří enzymů – *proteázou*, *lipázou* a *amylázou*. Pro tento enzym byly odzkoušeny různé koncentrace pro hydrolýzu vzorků.

Všechny naměřené hodnoty byly vyhodnoceny analýzou rozptylu ANOVA za použití statistického balíku Unistat, v. 5. 1. a Office Excel Microsoft [52].



Obr. 15: Přístroj na stanovení stravitelnosti Daisy inkubátor



## II. PRAKTICKÁ ČÁST

### 3 METODIKA PRÁCE

#### 3.1 Použité přístroje a pomůcky

standardní laboratorní vybavení

kuchyňský mixér ETA

DAISY inkubátor – ANKOM Technology, New York

sušárna Venticell 111 Comfort – Brněnská Medicínská Technologie a.s., MMM-Group

muflová pec – VEB ELEKTRO BAD FRANDENHAUSEN

digestoř kompletní LBO1

analytické váhy – Explorer Pro model EP 214CM

předvážky – ae ADAM, ACB plus – 1000

vodní lázeň GFL 1031

pH metr Microprocessor – HANNA instruments

polarimetr – OPTIKA MICROSKOPES

zažehlovačka – PENTA

exsikátor

inkubační láhev

běžné laboratorní pomůcky a sklo

filtrační sáčky F 57 – ANKOM

filtrační papír

pinzeta

třecí misky

hliníkové misky

porcelánové kelímky

termostat

### 3.2 Použité chemikálie

NaOH (0,1 mol.dm<sup>-3</sup>) – (Lach – Ner, s.r.o., Neratovice)

etanol – (Penta, dodavatel Ing. Petr Lukeš)

fenolftalein – (Drachema, Praha)

dihydrát kyseliny šťavelové – (Lach – Ner, s.r.o., Neratovice)

Tashiro indikátor

CaCl<sub>2</sub> (20 hmot.%) – (Lach – Ner, s.r.o., Neratovice)

Carrez I.(síran zinečnatý, 30 hmot.%)

Carrez II (hexakynoželezitan draselný, 15 hmot.%)

kyselina chlorovodíková (1,124 hmot.%) – (Penta, dodavatel Ing. Petr Lukeš)

*pankreatin* – tvořen směsí tří enzymů – *proteázou*, *lipázou* a *amylázou* – (Merek KGaA)

dihydrogenfosforečnan draselný (čistý) – (Penta, dodavatel Ing. Petr Lukeš)






hydrogenfosforečnan sodný – (Lach – Ner, s.r.o., Neratovice)



aceton – (Penta, dodavatel Ing. Petr Lukeš)

### 3.3 Vzorky rýže

Pro stanovení výše uvedených metod bylo použito sedm vzorků rýže. Byly založeny tři skladovací pokusy. Vzorke rýže byly skladovány při laboratorní teplotě v temnu, dále v termostatu při 39 °C a také v lednici, při 8 °C. Skladovací pokus byl založen 9. prosince 2009. V průběhu skladování byly po dobu čtyř měsíců prováděny analýzy, ke zjištění případných změn, vzniklých vlivem různých podmínek skladování. Pro stanovení stravitelnosti byly pro pilotní pokus použity ještě další čtyři vzorky rýže.

Tab. 7: *Vzorke rýže použité pro analýzy*

Vzorek	Výrobce	Země původu	Obrázek
1. Rýže Parboiled - obal PVC - hmotnost: 1 kg	LAGRIS, a.s.	Itálie	
2. Rýže SUSHI - obal papírový - hmotnost: 500 g	LAGRIS, a.s.	Itálie	
3. Rýže Natural - obal PVC - hmotnost: 500 g	LAGRIS, a.s.	Itálie	
4. Rýže dlouhozrná - obal PVC - hmotnost: 1 kg	LA FOOD, s.r.o.	Itálie	
5. Rýže kulatozrná - obal PVC - hmotnost: 1 kg	LA FOOD, s.r.o.	Itálie	

Vzorek	Výrobce	Země původu	Obrázek
6. Rýže Basmati - obal papírový - hmotnost: 500 g	LAGRIS, a.s.	Itálie	
7. Rýže Parboiled s Indiánskou rýží - obal papírový - hmotnost: 500 g	LAGRIS, a.s.	Itálie	

### 3.4 Metodika stanovení

Před vlastní analýzou byly všechny vzorky nejprve rozemlety pomocí kuchyňského mixéru.

#### 3.4.1 Stanovení popela

Porcelánové kelímky se dají vyžehat do muflové pece při teplotě 550 °C na dobu 1 hodiny. Vychladlé kelímky se zváží na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Poté se do nich na stejných vahách naváží asi 1 g vzorku, s přesností na 0,0001 g. Kelímky se umístí pomocí laboratorních kleští dovnitř pece. Pec se uzavře a vzorek se nechá spalovat při teplotě 550 °C po dobu 5 hodin. Je nutno aby v popelu nebyly výrazné černé body, které charakterizují nedokonalé spálení. Jinak nezáleží na tom, zda je popel kyprý nebo se získá sklovina.

Po dokonalém spálení se kelímky vyndají z pece na azbestovou síťku a asi po pěti minutách se vloží do exsikátoru, kde se nechají vychladnout (přibližně půl hodiny). Nakonec se kelímky zváží na analytických vahách. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení.

Obsah popela v % (w/w) se vypočte ze vztahu (1.2):

$$X = \frac{(m_3 - m_1) * 100}{m_2 - m_1}, \quad (1.2)$$

kde  $m_1$ .....hmotnost prázdného kelímku (g),

$m_2$ .....hmotnost kelímku s navázkou vzorku (g),

$m_3$ .....hmotnost kelímku s popelem (g).

Obsah popela v sušině vzorku (mouky) v % (w/w) se vypočte podle vzorce (1.3):

$$Y = \frac{X * 100}{S}, \quad (1.3)$$

kde S.....sušina mouky v % (w/w).

### 3.4.2 Stanovení vlhkosti kontrolní metodou

Do čistých hliníkových misek, předem vysušených při teplotě 105 °C se na analytických vahách navážil 1 g vzorku rýže s přesností na 0,0001 g. Vzorek se rovnoměrně rozprostřel pomocí skleněné tyčinky a misky se umístily v sušárně předehřáté na teplotu 105 °C. Při této teplotě proběhlo sušení vzorku do konstantní hmotnosti. Po vysušení byly misky ještě v sušárně uzavřeny víčkem a vloženy do exsikátoru. Po vychladnutí byly misky opět zvaženy na analytických vahách. Výsledkem byl průměr ze tří provedených stanovení.

Obsah sušiny mouky v % (w/w) se vypočítá podle vzorce (1.4):

$$S = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100, \quad (1.4)$$

kde m<sub>1</sub>.....hmotnost vysušené prázdné misky (g),

m<sub>2</sub>.....hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením (g),

m<sub>3</sub>.....hmotnost misky se vzorkem po vysušení (g).

Obsah vlhkosti v % (w/w) se vypočítá podle rovnice (1.5):

$$V = 100 - S \quad (1.5)$$

### 3.4.3 Stanovení obsahu škrobu dle Ewersovy metody

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

Do 100 ml odměrné baňky se na analytických vahách naváží 5 g mouky, s přesností na 0,0001 g a přidá se 25 ml roztoku HCl o koncentraci 1,124 hmot. %. Obsah baňky se kroužením důkladně promíchá a stěny se spláchnou dalšími 25 ml roztoku HCl. Potom se baňka vloží do vroucí vodní lázně, kde se zahřívá přesně 15 minut.

Během prvních 3 minut se baňka promíchává, stále ponořená ve vodní lázni. Po 15 minutách se baňka vyjme z vodní lázně, přidá se dalších 20 ml roztoku kyseliny chlorovodíkové a vzorek se ochladí na laboratorní teplotu. Poté se provádí číření podle Carreze. Přidá se 1 ml roztoku Carrez I, baňka se důkladně promíchá, pak se přidá 1 ml Carrez II a opět se vzorek promíchá. Po 5 minutách působení se baňka doplní po rysku destilovanou vodou a roztok se filtruje. První podíly filtrátu se vracejí zpět na filtr. U čirého filtrátu se měří na polarimetru úhel otočení  $\alpha$  při teplotě 20 °C.

Obsah škrobu v % (w/w) se vypočte podle vzorce (1.6):

$$x = \frac{100 \cdot \alpha}{[\alpha]_D^T \cdot l \cdot n} \cdot 100, \quad (1.6.)$$

kde  $l$ .....tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice) (dm),

$n$ .....navážka (g),

$[\alpha]_D^T$ .....specifická otáčivost při teplotě  $t$  a vlnové délce ( $^\circ$ )  
pro rýžový škrob (185,9 $^\circ$ ) [47].

#### 3.4.4 Stanovení kyselosti

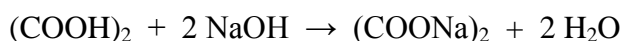
Použité chemikálie a roztoky: NaOH (0,1 mol.dm<sup>-3</sup>), etanol, fenolftalein, dihydrát kyseliny šřavelové, Tashiro indikátor, CaCl<sub>2</sub> (20 hmot.%).

Pro stanovení kyselosti rýžové mouky se připraví 250 ml odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 mol.dm<sup>-3</sup> a provede se jeho standardizace.

Na předvážkách se naváží 10 g vzorku mouky s přesností na 0,01 g. Vzorek se vysype do porcelánové třecí misky, zvlhčí se několika kapkami etanolu k zamezení tvorby shluků a za stálého míchání se rozetře ve 100 ml destilované vody. Voda se přidává postupně. Vzorek se nechá půl hodiny louhovat za občasného promíchávání. Po této době se přidá 3 až 5 kapek fenolftaleinu a vzorek se ihned titruje odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 0,1 mol.dm<sup>-3</sup> do růžového zbarvení, které vydrží asi 1 minutu. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení.

Standardizace odměrného roztoku NaOH:

Na analytických vahách se naváží diferenčně vypočítané množství dihydrátu kyseliny šťavelové pro 1 titraci. Navážka se převede do titrační baňky a zředí se přiměřeným objemem destilované vody. K tomu se přidá několik kapek Tashiro indikátoru a titruje se odměrným roztokem  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  NaOH z fialového zbarvení do šedého nádechu. Pak se přidá 10 ml  $\text{CaCl}_2$  o koncentraci 20 hmot.% a roztok se opatrně dotitruje do zeleného zbarvení.



Molární hmotnost dihydrátu kyseliny šťavelové je  $126,066 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Titrační kyselost mouky  $X$  se vypočítá podle rovnice (1.7):

$$X = V * c \quad (\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}), \quad (1.7)$$

kde  $V$ .....spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,  
 $c$ .....přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH.

### 3.4.5 Stanovení stravitelnosti s použitím inkubátoru Daisy

Použité chemikálie a roztoky: *pankreatin* – (3 g na 1,7 l pufru), dihydrogenfosforečnan draselný (čistý) – (15,4326 g na 1,7 l pufru), hydrogenfosforečnanů sodný – (40,6113 g na 1,7 l pufru), aceton.

Do filtračních sáčků ( $m_1$ ) vypraných v acetonu se s přesností na 0,0001 g naváží 0,25 g vzorku předem pomleté rýže ( $m_2$ ).

Nejvyšší aktivita *pankreatinu* je vázána na hodnoty pH v intervalu od 7 do 8. Z toho důvodu je jako inkubační roztok použit fosfátový pufr o pH 7,45. Tento roztok se připraví smícháním  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ( $9,078 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ ) a  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 - 12 \text{H}_2\text{O}$  ( $23,889 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ ) v poměru 2 : 8. Do inkubační láhve se postupně vkládají zatavené sáčky se vzorky a korekční (prázdný) sáček. Vzorky se zalijí pufrům (1,7 l), který je předem vytemperován na  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  a dále se do inkubační láhve přidají 3 g *pankreatinu*. Obsah láhve se opatrně promíchá. Po 24 hodinové inkubaci v přístroji Daisy se sáčky vyjmou, rozprostřou na filtrační papír a vloží se na 30 min do sušárny předehřáté na  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , z důvodu vysrážení škrobu. Poté se sáčky několikrát promývají destilovanou vodou. Ve chvíli, kdy voda při promývání sáčků zůstane naprosto čirá, se sáčky opět rozprostřou na filtrační papír, čímž dojde k odsátí přebytečné vody a následně se vloží do sušárny předehřáté na  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Po 24 hodinách sušení se sáčky nechají vychladnout v exsikátoru a zváží se ( $m_3$ ). Poté se sáčky spálí v muflové peci při teplotě 550 °C po dobu 5 hodin a po zchladnutí v exsikátoru se zváží popel ( $m_4$ ).

Hodnota stravitelnosti, vyjádřená jako stravitelnost sušiny (DMD) a stravitelnost organické hmoty (OMD) se vypočítá podle rovnic (1.8) až (1.13)

$$DMD = 100 - \frac{100 * DMR}{m_2 * DM}, \quad (1.8)$$

$$DMR = m_3 - m_1 c_1, \quad (1.9)$$

$$DM = \frac{Su * m_s}{100}, \quad (1.10)$$

$$OMD = 100 - \frac{100 * (DMR - AR)}{m_2 * DM * OM}, \quad (1.11)$$

$$AR = m_4 - m_1 c_2, \quad (1.12)$$

$$OM = \frac{Su - Po}{100}, \quad (1.13)$$

kde DMD.....hodnota stravitelnosti sušiny vzorku (%),

OMD.....hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku (%),

DMR.....hmotnost vzorku bez sáčku po inkubaci a vysušení (g),

Su.....obsah sušiny ve vzorku (g),

AR.....hmotnost popela vzorku bez sáčku (g),

OM.....obsah organické hmoty v sušině vzorku (g),

Po.....obsah popela ve vzorku (%),

$m_1$ .....hmotnost sáčku (g),

$m_2$ .....hmotnost vzorku (g),

$m_3$ .....hmotnost vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci (g),

$m_4$ .....hmotnost popela vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci (g),

$m_s$ .....hmotnost vzorku na stanovení sušiny (g),

$c_1$ .....korekce hmotnosti sáčku po inkubaci (g),

$c_2$ .....korekce hmotnosti sáčku po spálení (g).

Výpočet korekcí se provede podle vzorců (1.14) a (1.15):

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1}, \quad (1.14)$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1}, \quad (1.15)$$

kde  $m_s$ .....hmotnost vysušeného sáčku po inkubaci (g),

$m_p$ .....hmotnost popela sáčku (g).

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

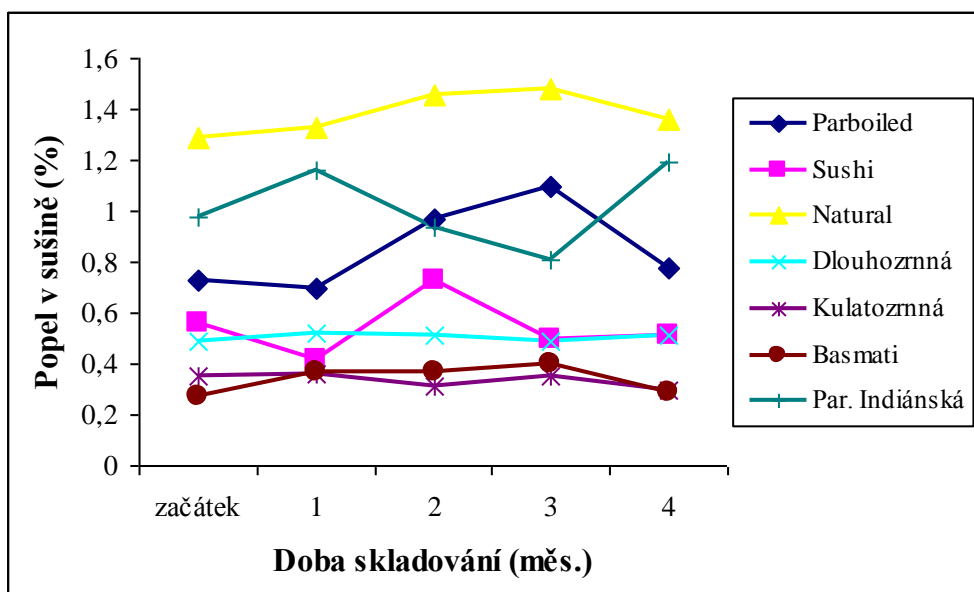
### 4.1 Stanovení popela

Stanovení popela bylo provedeno podle metodiky v kapitole 3.4.1. Vzorky rýže byly předem rozemlety na mouku o velikosti matrice cca 2 mm a následně spáleny v muflové peci.

Tab. 8: *Obsah popela vztažen na sušinu rýže (skladováno při laboratorních podmínkách)*

	Obsah popela v sušině (%) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	0,73 ± 0,05	0,70 ± 0,02	0,97 ± 0,24	1,10 ± 0,26	0,78 ± 0,11
<b>Sus</b>	0,56 ± 0,11	0,42 ± 0,07	0,73 ± 0,18	0,50 ± 0,06	0,51 ± 0,16
<b>Nat</b>	1,29 ± 0,11	1,33 ± 0,25	1,46 ± 0,16	1,48 ± 0,21	1,36 ± 0,13
<b>Dlo</b>	0,49 ± 0,01	0,52 ± 0,15	0,51 ± 0,06	0,49 ± 0,12	0,51 ± 0,18
<b>Kul</b>	0,35 ± 0,05	0,36 ± 0,00	0,31 ± 0,06	0,35 ± 0,05	0,30 ± 0,03
<b>Bas</b>	0,27 ± 0,03	0,37 ± 0,03	0,37 ± 0,02	0,40 ± 0,17	0,29 ± 0,05
<b>Pin</b>	0,98 ± 0,01	1,16 ± 0,31	0,94 ± 0,03	0,81 ± 0,06	1,19 ± 0,02

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 1: *Změny v obsahu popela v průběhu skladování rýže za laboratorních podmínek*

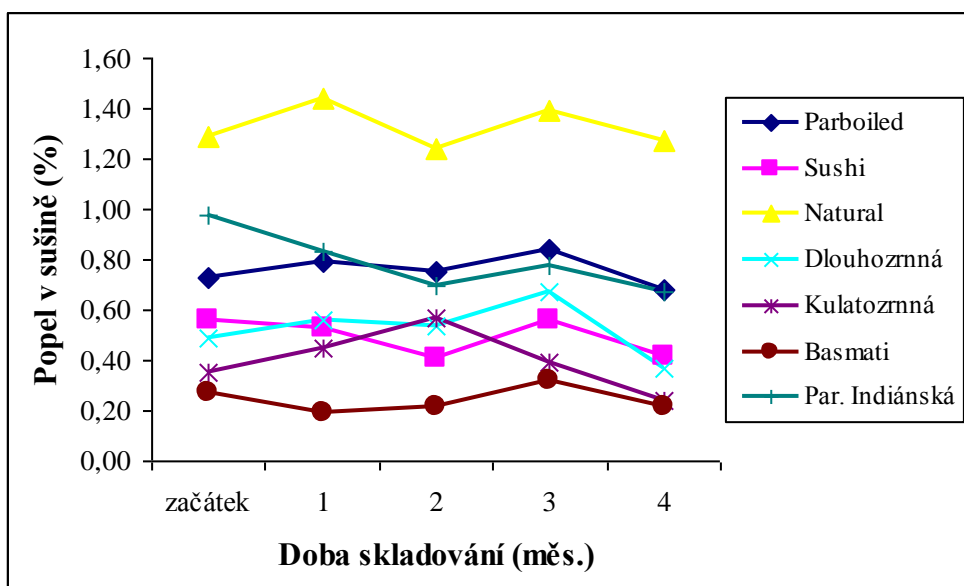
Z grafu je patrné, že nejvyšší hodnoty obsahu popela vykazovala rýže Natural (1,29 %). Vysoký obsah popelovin byl zjištěn také u rýže Parboiled a Parboiled s Indiánskou. U těchto dvou druhů rýže se obsah popela během skladování pohyboval mezi 0,70 až 1,19 %.

Ostatní druhy rýže vykazovaly nižší hodnoty. Nejméně popelovin bylo obsaženo v rýži Basmati, asi 0,34 %. U některých druhů rýže jsou patrné větší rozdíly obsahu popela v průběhu skladování. Lze se domnívat, že tato chyba může být způsobena nestejným obsahem navážky (v obalových vrstvách je více popelovin). Zdroj [11] uvádí, že obsah popelovin ve 100 g rýže se pohybuje od 0,5 do 1,2 g. Další zdroj [46] uvádí hodnoty popelovin pro rýži obecně od 0,3 do 1,8 %. Naměřené hodnoty, až na drobné odchylky, odpovídají hodnotám uvedených zdrojů.

Tab. 9: *Výsledné hodnoty obsahu popela v sušině rýže skladované při 39 °C*

	Obsah popela v sušině (%) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	0,73 ± 0,05	0,79 ± 0,13	0,75 ± 0,07	0,84 ± 0,14	0,68 ± 0,02
<b>Sus</b>	0,56 ± 0,11	0,53 ± 0,04	0,41 ± 0,04	0,56 ± 0,06	0,42 ± 0,03
<b>Nat</b>	1,29 ± 0,11	1,44 ± 0,11	1,24 ± 0,00	1,39 ± 0,09	1,27 ± 0,09
<b>Dlo</b>	0,49 ± 0,01	0,56 ± 0,19	0,54 ± 0,13	0,67 ± 0,15	0,37 ± 0,09
<b>Kul</b>	0,35 ± 0,05	0,45 ± 0,14	0,57 ± 0,21	0,39 ± 0,08	0,24 ± 0,09
<b>Bas</b>	0,27 ± 0,03	0,19 ± 0,01	0,22 ± 0,02	0,32 ± 0,03	0,22 ± 0,07
<b>Pin</b>	0,98 ± 0,01	0,83 ± 0,1	0,70 ± 0,02	0,78 ± 0,02	0,67 ± 0,05

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



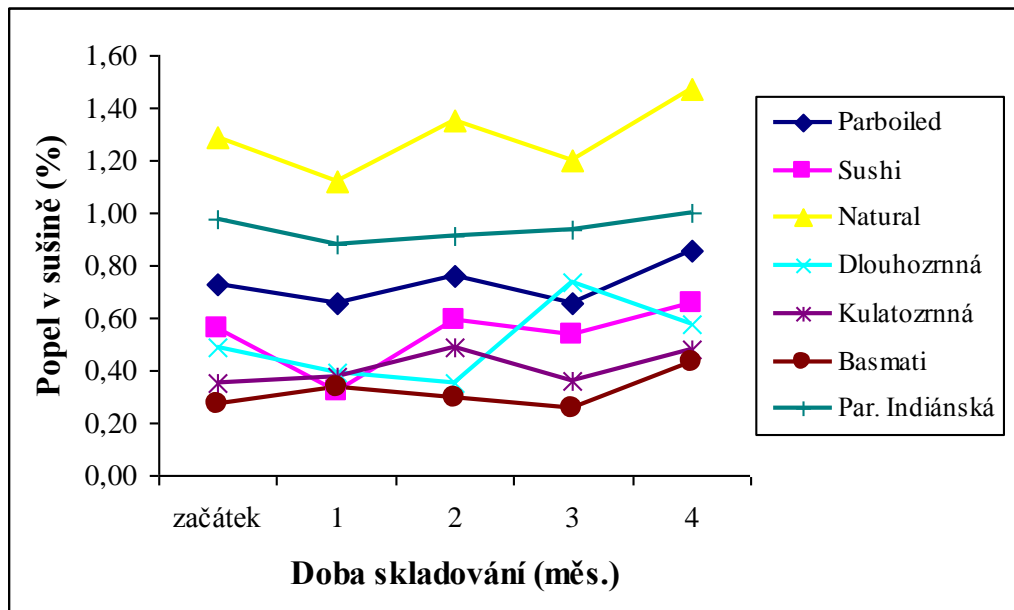
Graf č. 2: Změny obsahu popela v sušině během skladování rýže při 39 °C

Obsah popelovin se nijak výrazně neměnil ani během skladování při 39 °C. Nejvíce popelovin stále vykazovala rýže Natural a nejméně rýže Basmati. Všechny hodnoty se podobají hodnotám naměřených u rýže skladované za laboratorních podmínek.

Tab. 10: Výsledné hodnoty obsahu popela v sušině rýže skladované při 8 °C

	Obsah popela v sušině (%) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	0,73 ± 0,05	0,66 ± 0,05	0,76 ± 0,06	0,66 ± 0,04	0,86 ± 0,06
<b>Sus</b>	0,56 ± 0,11	0,32 ± 0,03	0,59 ± 0,11	0,54 ± 0,10	0,66 ± 0,09
<b>Nat</b>	1,29 ± 0,11	1,12 ± 0,29	1,35 ± 0,23	1,20 ± 0,15	1,47 ± 0,21
<b>Dlo</b>	0,49 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,35 ± 0,03	0,74 ± 0,14	0,58 ± 0,11
<b>Kul</b>	0,35 ± 0,05	0,38 ± 0,03	0,49 ± 0,11	0,36 ± 0,04	0,48 ± 0,07
<b>Bas</b>	0,27 ± 0,03	0,34 ± 0,00	0,30 ± 0,02	0,26 ± 0,02	0,43 ± 0,01
<b>Pin</b>	0,98 ± 0,01	0,88 ± 0,09	0,91 ± 0,15	0,94 ± 0,05	1,00 ± 0,18

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 3: Změny obsahu popela v sušině během skladování rýže při 8 °C

V případě rýže skladované při 8 °C naměřené hodnoty rovněž korespondují s hodnotami předchozích stanovení. Nejvíce popelovin vykazuje rýže Natural, Parboiled s Indiánskou a Parboiled. Nejnižší obsah popela je v rýži Basmati. Různé podmínky skladování rýže zřejmě nemají na obsah popelovin příliš velký vliv.

## 4.2 Stanovení vlhkosti kontrolní metodou

Podle postupu uvedeného v kapitole 3.4.2. bylo provedeno stanovení vlhkosti rýže. Pro každý vzorek bylo stanovení provedeno třikrát. Obsah vlhkosti byl vypočítán ze tří hodnot, jež byly zprůměrovány.

Tab. 11: *Výsledky obsahu sušiny pro rýži skladovanou za laboratorních podmínek*

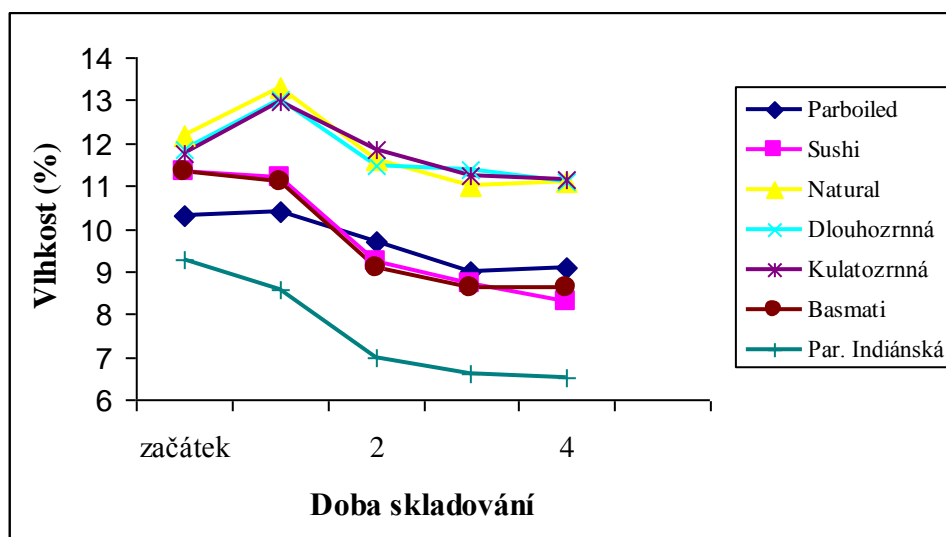
	Obsah sušiny v % ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	89,69 ± 0,11	89,59 ± 0,11	90,31 ± 0,07	91,00 ± 0,06	90,91 ± 0,11
<b>Sus</b>	88,69 ± 0,12	88,83 ± 0,11	90,76 ± 0,05	91,27 ± 0,12	91,73 ± 0,58
<b>Nat</b>	87,81 ± 0,12	86,70 ± 0,07	88,39 ± 0,03	88,98 ± 0,04	88,88 ± 0,18
<b>Dlo</b>	88,16 ± 0,23	86,99 ± 0,02	88,51 ± 0,06	88,63 ± 0,08	88,91 ± 0,04
<b>Kul</b>	88,23 ± 0,15	87,03 ± 0,07	88,14 ± 0,01	88,78 ± 0,04	88,87 ± 0,10
<b>Bas</b>	88,69 ± 0,06	88,90 ± 0,12	90,93 ± 0,09	91,36 ± 0,07	91,39 ± 0,06
<b>Pin</b>	90,71 ± 0,20	91,44 ± 0,25	93,00 ± 0,30	93,39 ± 0,15	93,47 ± 0,18

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.

Tab. 12: *Výsledky stanovení vlhkosti pro rýži skladovanou za laboratorních podmínek*

	Obsah vlhkosti v % ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	10,31 ± 0,11	10,41 ± 0,11	9,69 ± 0,07	9,00 ± 0,06	9,09 ± 0,11
<b>Sus</b>	11,31 ± 0,12	11,17 ± 0,11	9,24 ± 0,05	8,73 ± 0,12	8,27 ± 0,58
<b>Nat</b>	12,19 ± 0,12	13,30 ± 0,07	11,61 ± 0,03	11,02 ± 0,04	11,12 ± 0,18
<b>Dlo</b>	11,84 ± 0,23	13,01 ± 0,02	11,49 ± 0,06	11,37 ± 0,08	11,09 ± 0,04
<b>Kul</b>	11,77 ± 0,15	12,97 ± 0,07	11,86 ± 0,01	11,22 ± 0,04	11,13 ± 0,10
<b>Bas</b>	11,31 ± 0,06	11,10 ± 0,12	9,07 ± 0,09	8,64 ± 0,07	8,61 ± 0,06
<b>Pin</b>	9,29 ± 0,20	8,56 ± 0,25	7,00 ± 0,30	6,61 ± 0,15	6,53 ± 0,18

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 4: Změny v obsahu vlhkosti rýže během skladování za laboratorních podmínek

Obsah vlhkosti jednotlivých vzorků rýže se na začátku skladování pohyboval od 9,29 do 12,19 %. V průběhu skladování se obsah vlhkosti v rýži snižoval. Pouze u některých druhů rýže (Parboiled, kulatozrná, dlouhozrná a Natural) došlo nejprve ke zvýšení obsahu vlhkosti během prvního měsíce skladování a až během delší doby skladování se vlhkost snižovala. Největší pokles obsahu vlhkosti v průběhu skladování byl zaznamenán u rýže Sushi, Basmati a Parboiled s Indiánskou. Obecně se uvádí, že vlhkost rýže by měla být 11 až 15 %. Zdroj [11] uvádí jako optimální vlhkost rýžového zrna hodnotu 12,5 %. Pro většinu vzorků vyšly hodnoty na začátku skladování v normě. Pouze u rýže Parboiled s Indiánskou (9,29 %) a rýže Parboiled (10,31 %) výsledek nebyl v normě a neodpovídal údajům v publikacích ani na začátku skladovacího pokusu.

Tab. 13: Výsledky obsahu sušiny pro rýži skladovanou při 39 °C

	Obsah sušiny v % ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	89,69 ± 0,11	89,91 ± 0,21	89,45 ± 0,07	88,78 ± 0,18	89,54 ± 0,16
<b>Sus</b>	88,69 ± 0,12	88,36 ± 0,04	88,38 ± 0,07	88,36 ± 0,20	89,11 ± 0,15
<b>Nat</b>	87,81 ± 0,12	88,01 ± 0,05	88,11 ± 0,11	88,36 ± 0,18	88,60 ± 0,13
<b>Dlo</b>	88,16 ± 0,23	87,94 ± 0,07	87,91 ± 0,09	87,85 ± 0,06	88,26 ± 0,02
<b>Kul</b>	88,23 ± 0,15	87,94 ± 0,11	87,89 ± 0,18	87,88 ± 0,21	88,69 ± 0,18
<b>Bas</b>	88,69 ± 0,06	88,64 ± 0,13	88,66 ± 0,08	88,35 ± 0,33	89,00 ± 0,06
<b>Pin</b>	90,71 ± 0,20	91,31 ± 0,21	91,38 ± 0,16	90,36 ± 0,17	90,89 ± 0,12

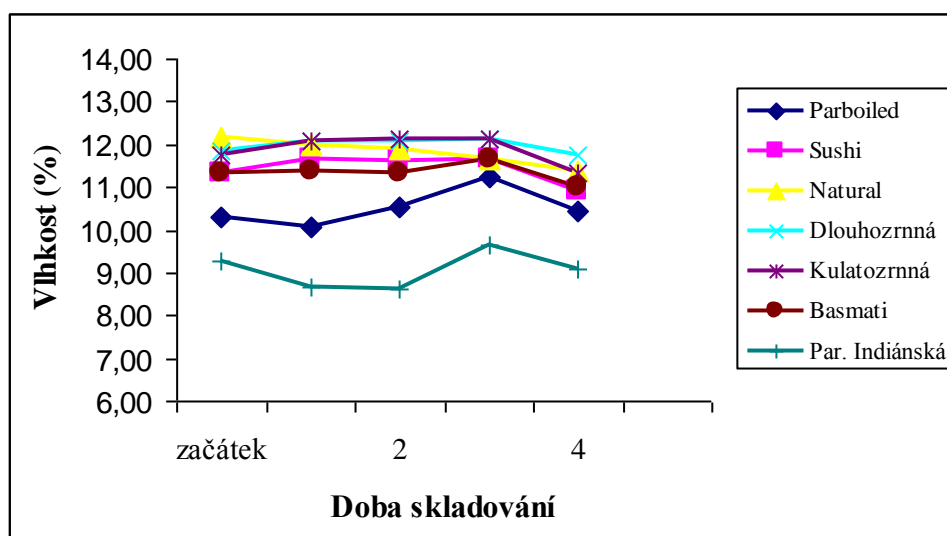
**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Tab. 14: Výsledky obsahu vlhkosti pro rýži skladovanou při 39 °C

	Obsah vlhkosti v % ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	10,31 ± 0,11	10,09 ± 0,21	10,55 ± 0,07	11,22 ± 0,18	10,46 ± 0,16
<b>Sus</b>	11,31 ± 0,12	11,64 ± 0,04	11,62 ± 0,07	11,64 ± 0,20	10,89 ± 0,15
<b>Nat</b>	12,19 ± 0,12	11,99 ± 0,05	11,89 ± 0,11	11,64 ± 0,18	11,40 ± 0,13
<b>Dlo</b>	11,84 ± 0,23	12,06 ± 0,07	12,09 ± 0,09	12,15 ± 0,06	11,74 ± 0,02
<b>Kul</b>	11,77 ± 0,15	12,06 ± 0,11	12,11 ± 0,18	12,12 ± 0,21	11,31 ± 0,18
<b>Bas</b>	11,31 ± 0,06	11,36 ± 0,13	11,34 ± 0,08	11,65 ± 0,33	11,00 ± 0,06
<b>Pin</b>	9,29 ± 0,20	8,69 ± 0,21	8,62 ± 0,16	9,64 ± 0,17	9,11 ± 0,12

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 5: Změny obsahu vlhkosti rýže během skladování při 39 °C

Vlhkost rýžového zrna či mouky je závislá na skladování. Relativní vlhkost vzduchu ve skladu by měla být 60 – 70 %, rýžové zrnko nebo rýžová mouka by měla mít dostatečný přístup vzduchu a čas od času by měla být provzdušněna a nakypřena [27].

V průběhu skladování při 39 °C, na rozdíl od skladování při laboratorních podmínkách, se obsah vlhkosti příliš neměnil, nebo docházelo spíše k jeho mírnému zvyšování. Uvádí se, že rýžové zrnko a zvláště rýžová mouka je špatným vodičem tepla a nedokáže včas vyrovnat výkyvy teplot. Proto může docházet ke kondenzaci vlhkosti v povrchových vrstvách, čímž se vysvětluje fakt, že ačkoliv byla rýže skladována při vyšší teplotě, nedošlo zde k jejímu vysušení. Po čtyřech měsících skladování je nejvíce vlhkosti obsaženo v rýži dlouhozrné (11,74 %) a nejméně v rýži Parboiled s Indiánskou (9,11 %).

Tab. 15: *Výsledné hodnoty obsahu sušiny pro rýži skladovanou při 8 °C*

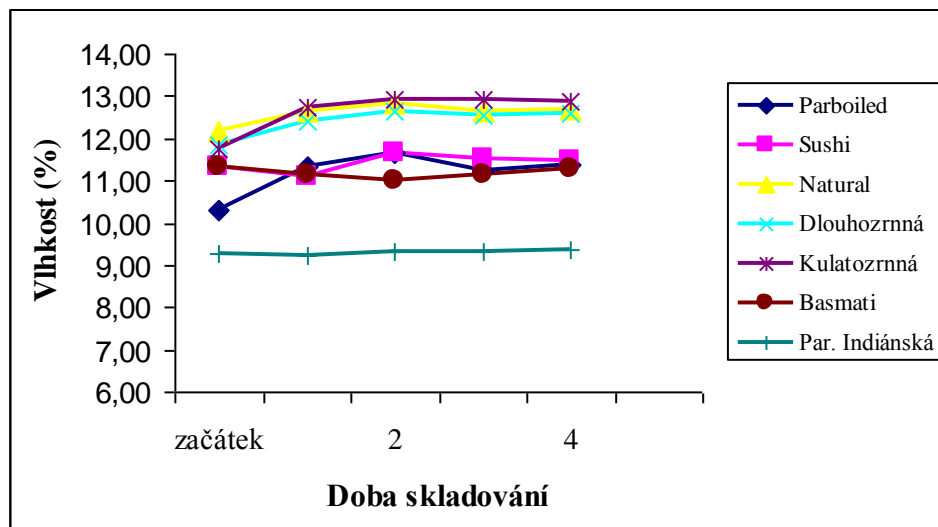
	Obsah sušiny v % ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	89,69 ± 0,11	88,66 ± 0,22	88,34 ± 0,20	88,76 ± 0,05	89,42 ± 0,19
<b>Sus</b>	88,69 ± 0,12	88,89 ± 0,07	88,35 ± 0,09	88,49 ± 0,06	88,98 ± 0,14
<b>Nat</b>	87,81 ± 0,12	87,37 ± 0,05	87,17 ± 0,11	87,37 ± 0,01	88,07 ± 0,13
<b>Dlo</b>	88,16 ± 0,23	87,58 ± 0,16	87,36 ± 0,06	87,45 ± 0,14	88,16 ± 0,13
<b>Kul</b>	88,23 ± 0,15	88,99 ± 0,03	87,08 ± 0,08	87,09 ± 0,17	88,14 ± 0,36
<b>Bas</b>	88,69 ± 0,06	89,85 ± 0,08	88,98 ± 0,07	88,87 ± 0,31	89,37 ± 0,05
<b>Pin</b>	90,71 ± 0,20	90,76 ± 0,09	90,69 ± 0,14	90,23 ± 0,45	91,27 ± 0,22

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.

Tab. 16: *Výsledné hodnoty obsahu vlhkosti pro rýži skladovanou při 8 °C*

	Obsah vlhkosti v % ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	10,31 ± 0,11	11,34 ± 0,22	11,66 ± 0,20	11,24 ± 0,05	11,39 ± 0,19
<b>Sus</b>	11,31 ± 0,12	11,11 ± 0,07	11,65 ± 0,09	11,51 ± 0,06	11,49 ± 0,14
<b>Nat</b>	12,19 ± 0,12	12,63 ± 0,05	12,83 ± 0,11	12,63 ± 0,01	12,68 ± 0,13
<b>Dlo</b>	11,84 ± 0,23	12,42 ± 0,16	12,64 ± 0,06	12,55 ± 0,14	12,59 ± 0,13
<b>Kul</b>	11,77 ± 0,15	12,74 ± 0,03	12,92 ± 0,08	12,91 ± 0,17	12,86 ± 0,38
<b>Bas</b>	11,31 ± 0,06	11,15 ± 0,08	11,02 ± 0,07	11,13 ± 0,31	11,27 ± 0,05
<b>Pin</b>	9,29 ± 0,20	9,24 ± 0,09	9,31 ± 0,14	9,34 ± 0,45	9,36 ± 0,22

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 6: Změny obsahu vlhkosti rýže v průběhu skladování při 8 °C

Během skladování při 8 °C obsah vlhkosti u většiny druhů rýže mírně vzrůstal. Rýže Parboiled s Indiánskou si zachovala podobnou vlhkost jako na začátku skladování (9,36 %). Nejvyšší obsah vlhkosti po čtyřech měsících skladování vykazovala rýže kulatozrná (12,86 %), Natural (12,68 %) a rýže dlouhozrná (12,59 %). Nejnižší obsah vlhkosti je stále v rýži Parboiled s Indiánskou.

Během skladování při 8 °C nedošlo k žádným závažným změnám v obsahu vlhkosti. Největší změny v obsahu vlhkosti byly zaznamenány v průběhu skladování za laboratorních podmínek, v podobě ztrát.

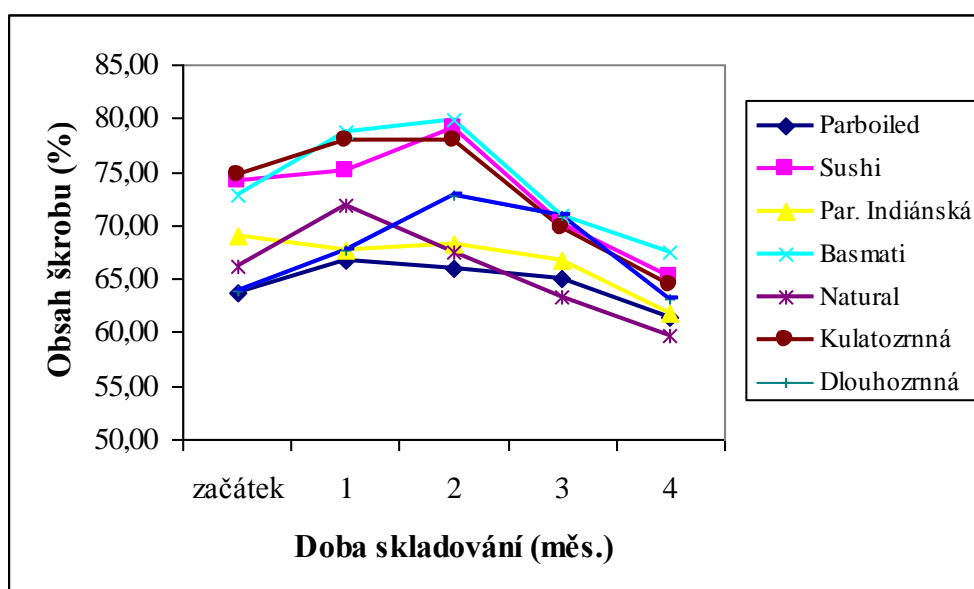
### 4.3 Stanovení obsahu škrobu dle Ewersovy metody

Podle návodu v kapitole 3.4.3 byla provedena analýza obsahu škrobu v rýži Ewersovou metodou. Pro všechna stanovení byla použita stejná polarimetrická trubice o délce 20 cm.

Tab. 17: *Výsledné hodnoty obsahu škrobu a změny v průběhu skladování při laboratorních podmínkách*

	Obsah škrobu (%) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	63,67 ± 0,35	66,65 ± 1,79	65,89 ± 0,46	65,07 ± 0,58	61,47 ± 0,87
<b>Sus</b>	74,11 ± 0,21	75,09 ± 1,31	79,10 ± 0,89	70,08 ± 0,12	65,20 ± 0,22
<b>Pin</b>	69,08 ± 0,74	67,70 ± 0,46	68,31 ± 0,85	66,81 ± 0,13	61,81 ± 0,21
<b>Bas</b>	72,92 ± 0,43	78,79 ± 0,89	79,77 ± 0,13	70,94 ± 0,13	67,47 ± 0,38
<b>Nat</b>	66,09 ± 0,52	71,80 ± 1,32	67,53 ± 0,34	63,29 ± 0,33	59,72 ± 0,44
<b>Kul</b>	74,66 ± 0,64	78,02 ± 0,98	78,03 ± 0,37	69,80 ± 0,22	64,55 ± 0,12
<b>Dlo</b>	63,89 ± 0,26	67,71 ± 1,82	72,77 ± 0,37	70,90 ± 0,22	63,10 ± 0,33

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



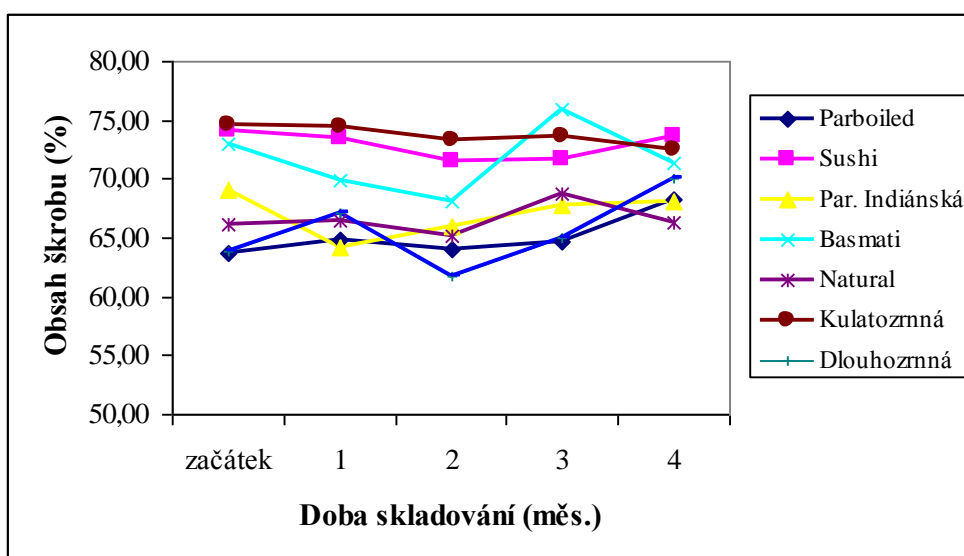
Graf č. 7: *Změny obsahu škrobu v rýži skladované při laboratorních podmínkách*

Během skladování za laboratorních podmínek se u většiny druhů rýže obsah škrobu nejprve mírně zvyšoval a pak nastal jeho pokles. Nejvyšší obsah škrobu byl zaznamenán v rýži kulatozrné (74,66 %) a nejméně škrobu bylo zjištěno u rýže Parboiled (63,67 %). Obecně lze říci, že během skladování došlo ke snížení obsahu škrobu v rýži, neboť všechny hodnoty jsou po čtyřech měsících skladování nižší než na začátku. Pokles obsahu škrobu je způsoben zracími pochody, které v rýži probíhají, přítomností enzymů, které napomáhají degradaci škrobu na nižší dextriny apod. Zdroj [38] udává, že obsah škrobu v rýži se pohybuje mezi 50 – 80 %. Všechny naměřené hodnoty jsou tedy v souladu s literárními zdroji a to i po čtyřech měsících skladování.

Tab. 18: *Výsledné hodnoty obsahu škrobu a změny v průběhu skladování při 39 °C*

	Obsah škrobu (%) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	63,67 ± 0,35	64,76 ± 0,38	63,98 ± 0,98	64,70 ± 0,66	68,34 ± 0,46
<b>Sus</b>	74,11 ± 0,21	73,53 ± 0,55	71,58 ± 0,33	71,73 ± 0,13	73,69 ± 0,21
<b>Pin</b>	69,08 ± 0,74	64,16 ± 0,55	65,94 ± 0,45	67,84 ± 0,12	68,08 ± 0,12
<b>Bas</b>	72,92 ± 0,43	69,96 ± 0,63	68,02 ± 0,13	75,98 ± 0,43	71,30 ± 0,12
<b>Nat</b>	66,09 ± 0,52	66,39 ± 1,01	65,16 ± 0,91	68,70 ± 0,13	66,25 ± 0,22
<b>Kul</b>	74,66 ± 0,64	74,43 ± 0,25	73,28 ± 0,25	73,70 ± 0,22	72,57 ± 0,12
<b>Dlo</b>	63,89 ± 0,26	67,08 ± 0,52	61,78 ± 0,44	65,05 ± 0,13	70,06 ± 0,22

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



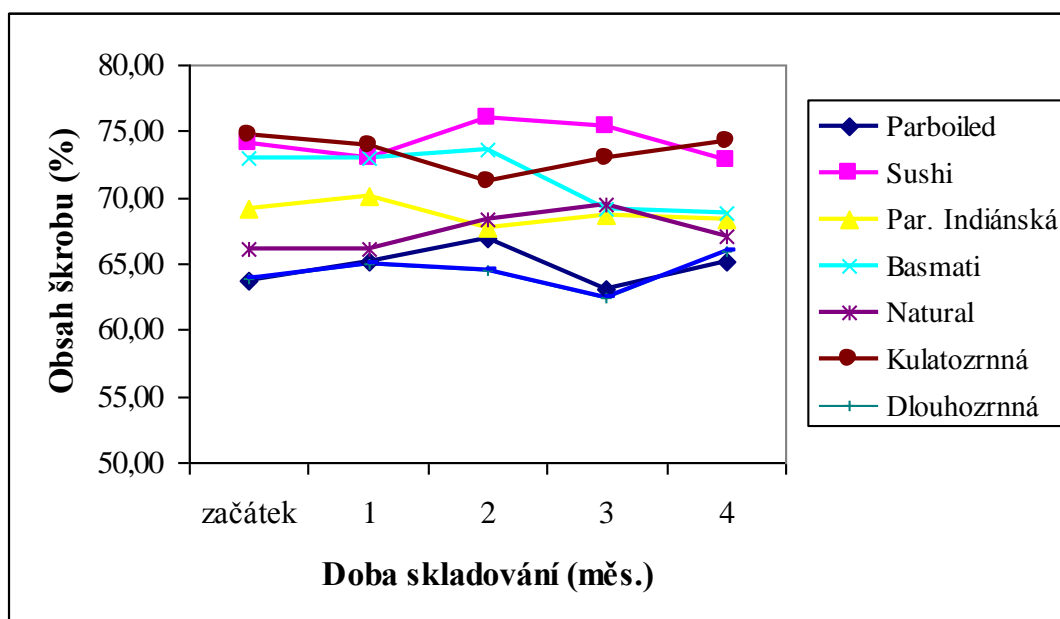
Graf č. 8: *Změny obsahu škrobu v rýži skladované při 39 °C*

V průběhu skladování při 39 °C nedocházelo k závažným změnám v obsahu škrobu. Pouze u rýže Basmati a rýže dlouhozrné lze zaznamenat výkyvy. Tyto výkyvy vznikly zřejmě kvůli nedostatečnému rozemletí vzorků, nebo nepřesným měřením z důvodu nedokonalého vyčiření roztoků. Nejvyšší obsah škrobu po čtyřech měsících skladování byl naměřen v rýži Sushi (73,69 %) a kulatozrné (72,57 %). Nejméně škrobu po čtyřech měsících skladování bylo zjištěno v rýži Natural (66,25 %), ale z grafu je patrné, že nejnižší obsah škrobu obecně byl v rýži Parboiled (asi 64 %).

Tab. 19: Výsledné hodnoty obsahu škrobu a změny v průběhu skladování při 8 °C

	Obsah škrobu (%) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	63,67 ± 0,35	65,12 ± 1,20	66,96 ± 0,38	63,04 ± 0,21	65,17 ± 0,12
<b>Sus</b>	74,11 ± 0,21	73,02 ± 0,55	76,04 ± 0,44	75,32 ± 0,13	72,86 ± 0,22
<b>Pin</b>	69,08 ± 0,74	70,11 ± 0,55	67,65 ± 0,22	68,69 ± 0,13	68,39 ± 0,22
<b>Bas</b>	72,92 ± 0,43	72,94 ± 0,68	73,62 ± 0,43	69,21 ± 0,13	68,90 ± 0,33
<b>Nat</b>	66,09 ± 0,52	66,18 ± 0,63	68,30 ± 0,70	69,39 ± 0,13	67,09 ± 0,21
<b>Kul</b>	74,66 ± 0,64	73,91 ± 0,44	71,17 ± 0,77	72,99 ± 0,54	74,20 ± 0,22
<b>Dlo</b>	63,89 ± 0,26	65,05 ± 0,32	64,57 ± 0,32	62,47 ± 0,12	66,02 ± 0,22

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 9: Změny obsahu škrobu v rýži skladované při 8 °C

Z výše uvedeného grafu je patrné, že v průběhu skladování při 8 °C se obsah škrobu u většiny druhů rýže neměnil. Pouze u rýže Basmati zaznamenáváme pokles obsahu škrobu asi o 4 %. Obsah škrobu se během skladování za různých podmínek příliš neměnil, nebo ve většině případů spíše mírně klesal. Nejmenší výkyvy v obsahu škrobu byly zaznamenány v průběhu skladování při 8 °C.

#### 4.4 Stanovení kyselosti

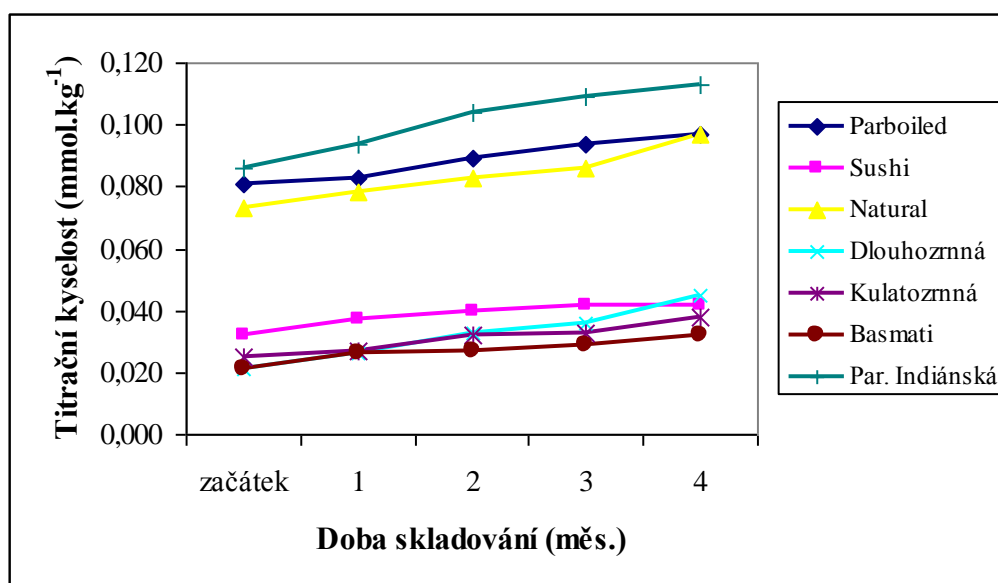
Stanovení titrační kyselosti rýžové mouky bylo provedeno podle kapitoly 3.4.4.

Tab. 20: *Výsledky stanovení titrační kyselosti rýže skladované za laboratorních podmínek*

	Titrační kyselost (mmol.kg <sup>-1</sup> ) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	0,081 ± 0,0209	0,083 ± 0,0023	0,089 ± 0,0067	0,094 ± 0,0144	0,097 ± 0,0088
<b>Sus</b>	0,032 ± 0,0023	0,037 ± 0,0023	0,040 ± 0,0051	0,042 ± 0,0026	0,042 ± 0,0044
<b>Nat</b>	0,073 ± 0,0047	0,078 ± 0,0098	0,083 ± 0,0025	0,086 ± 0,0180	0,097 ± 0,0044
<b>Dlo</b>	0,021 ± 0,0062	0,026 ± 0,0023	0,033 ± 0,0067	0,036 ± 0,0026	0,045 ± 0,0067
<b>Kul</b>	0,025 ± 0,0041	0,027 ± 0,0023	0,032 ± 0,0000	0,033 ± 0,0045	0,038 ± 0,0132
<b>Bas</b>	0,021 ± 0,0062	0,026 ± 0,0045	0,027 ± 0,0044	0,029 ± 0,0045	0,032 ± 0,0076
<b>Pin</b>	0,086 ± 0,0124	0,094 ± 0,0060	0,104 ± 0,0092	0,109 ± 0,0238	0,113 ± 0,0152

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná

**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



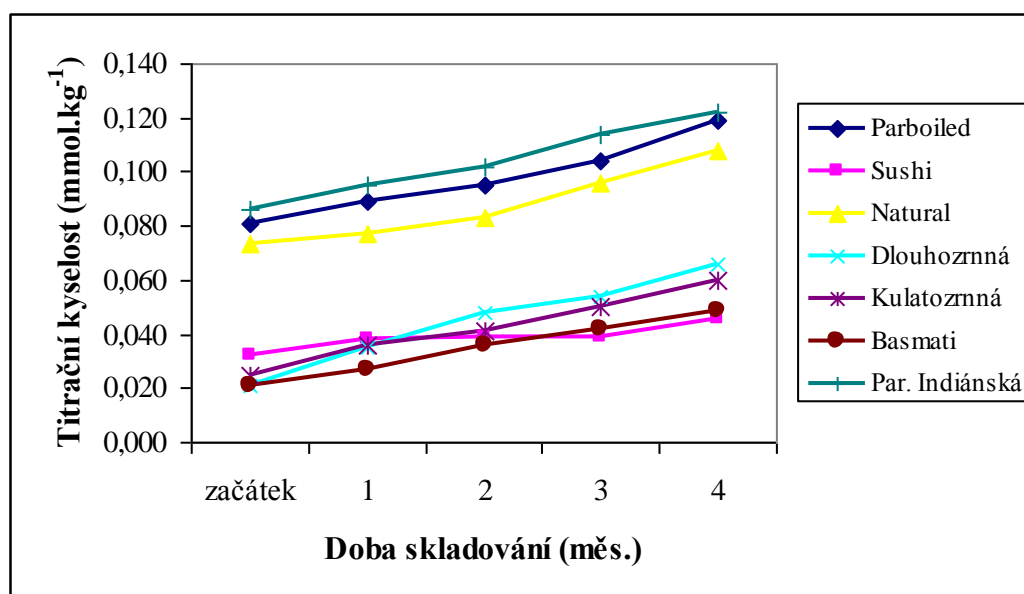
Graf č. 10: *Titrační kyselost rýže v průběhu skladování za laboratorních podmínek*

Z grafu je patrné, že titrační kyselost se v průběhu skladování zvyšuje. Nejvyšší titrační kyselost byla na začátku skladování naměřena u rýže Parboiled s Indiánskou ( $0,086 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ), dále u rýže Parboiled ( $0,081 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ) a Natural ( $0,073 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ). Naměřené hodnoty u ostatních druhů rýže byly mnohem nižší. Nejnižší titrační kyselost byla naměřena u rýže dlouhozrná a rýže Basmati ( $0,021 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ). Nejvýraznější zvýšení titrační kyselosti po čtyřech měsících skladování bylo zaznamenáno u rýže Parboiled s Indiánskou ( $0,027 \text{ mmol.kg}^{-1}$ ).

Tab. 21: Výsledky stanovení titrační kyselosti rýže skladované při  $39 \text{ }^{\circ}\text{C}$

	Titrační kyselost ( $\text{mmol.kg}^{-1}$ ) ( $\bar{X} \pm \text{S.D.}$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	$0,081 \pm 0,0209$	$0,089 \pm 0,0043$	$0,095 \pm 0,0029$	$0,104 \pm 0,0350$	$0,119 \pm 0,0093$
<b>Sus</b>	$0,032 \pm 0,0023$	$0,038 \pm 0,0025$	$0,039 \pm 0,0043$	$0,039 \pm 0,0053$	$0,046 \pm 0,0045$
<b>Nat</b>	$0,073 \pm 0,0047$	$0,077 \pm 0,0132$	$0,083 \pm 0,0090$	$0,096 \pm 0,0096$	$0,108 \pm 0,0077$
<b>Dlo</b>	$0,021 \pm 0,0062$	$0,035 \pm 0,0050$	$0,048 \pm 0,0066$	$0,054 \pm 0,0027$	$0,066 \pm 0,0045$
<b>Kul</b>	$0,025 \pm 0,0041$	$0,036 \pm 0,0025$	$0,041 \pm 0,0066$	$0,050 \pm 0,0046$	$0,060 \pm 0,0045$
<b>Bas</b>	$0,021 \pm 0,0062$	$0,027 \pm 0,0050$	$0,036 \pm 0,0066$	$0,042 \pm 0,0167$	$0,049 \pm 0,0000$
<b>Pin</b>	$0,086 \pm 0,0124$	$0,095 \pm 0,0090$	$0,102 \pm 0,0164$	$0,114 \pm 0,0093$	$0,122 \pm 0,0068$

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 11: Titrační kyselost rýže v průběhu skladování při  $39 \text{ }^{\circ}\text{C}$



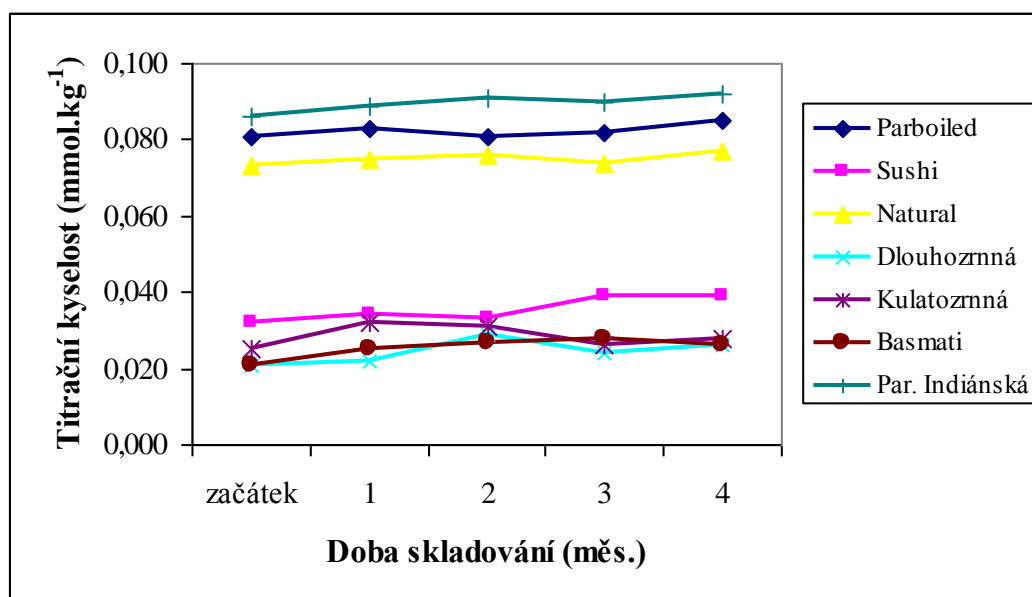
Rýžová i jiná mouka by měla být skladována v suchu a při teplotě pod 20 °C. Mouka, která je uskladněná při teplotě nad 20 °C snadno podléhá žluknutí a to napomáhá zvyšování její kyselosti [27].

V průběhu skladování při 39 °C došlo k výraznému zvýšení titrační kyselosti u všech druhů rýže. Po čtyřech měsících skladování má nejvyšší titrační kyselost stále rýže Parboiled s Indiánskou (0,122 mmol.kg<sup>-1</sup>) a této hodnotě se přibližuje také rýže Parboiled (0,119 mmol.kg<sup>-1</sup>). Nejvýraznější zvýšení titrační kyselosti během skladování při 39 °C bylo zaznamenáno u rýže dlouhozrné (o 0,045 mmol.kg<sup>-1</sup>). Nejnižší titrační kyselost po čtyřech měsících skladování měla rýže Sushi (0,046 mmol.kg<sup>-1</sup>).

Tab. 22: *Výsledky stanovení titrační kyselosti rýže skladované při 8 °C*

	Titrační kyselost (mmol.kg <sup>-1</sup> ) ( $\bar{X} \pm S.D.$ )				
	na začátku	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
<b>Par</b>	0,081 ± 0,0209	0,083 ± 0,0100	0,081 ± 0,0197	0,082 ± 0,0070	0,085 ± 0,0065
<b>Sus</b>	0,032 ± 0,0023	0,034 ± 0,0043	0,033 ± 0,0069	0,039 ± 0,0046	0,039 ± 0,0052
<b>Nat</b>	0,073 ± 0,0047	0,075 ± 0,0050	0,076 ± 0,0000	0,074 ± 0,0070	0,077 ± 0,0084
<b>Dlo</b>	0,021 ± 0,0062	0,022 ± 0,0043	0,029 ± 0,0078	0,024 ± 0,0121	0,026 ± 0,0021
<b>Kul</b>	0,025 ± 0,0041	0,032 ± 0,0043	0,031 ± 0,0094	0,026 ± 0,0026	0,028 ± 0,0041
<b>Bas</b>	0,021 ± 0,0062	0,025 ± 0,0025	0,027 ± 0,0094	0,028 ± 0,0079	0,026 ± 0,0032
<b>Pin</b>	0,086 ± 0,0124	0,089 ± 0,0115	0,091 ± 0,0146	0,090 ± 0,0346	0,092 ± 0,0087

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná  
**Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.



Graf č. 12: *Titrační kyselost rýže v průběhu skladování při 8 °C*





V průběhu skladování při 8 °C se titrační kyselost příliš neměnila. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny opět u rýže Parboiled s Indiánskou (0,092 mmol.kg<sup>-1</sup>) a nejnižší u rýže Basmati a dlouhozrné (0,022 – 0,028 mmol.kg<sup>-1</sup>).

## 4.5 Stanovení stravitelnosti rýže s použitím inkubátoru Daisy

### 4.5.1 Stanovení stravitelnosti rýže – pilotní pokus

Podle kapitoly 3.4.5. byla provedena metodika stanovení stravitelnosti. Nejprve byl proveden pilotní pokus s následujícími vzorky rýže.

Tab. 23: Vzorky rýže použité pro stanovení stravitelnosti (pilotní pokus)

Vzorek	Výrobce	Země původu	Obrázek
1. Rýže pestrobarevná - obal PVC - hmotnost: 500 g	PRO-BIO s.r.o., ČR	Itálie	
2. Rýže natural - obal PVC - hmotnost: 500 g	Jihlava, ČR	Itálie	
3. Rýže Basmati Natural - obal PVC - hmotnost: 400 g	Jihlava, ČR	Itálie	
4. Rýže červená - obal PVC - hmotnost: 500 g	PRO-BIO s.r.o.	Itálie	

### Stravitelnost rýže syrové

Tab. 24: Výsledky stanovení stravitelnosti rýže syrové (pilotní pokus)

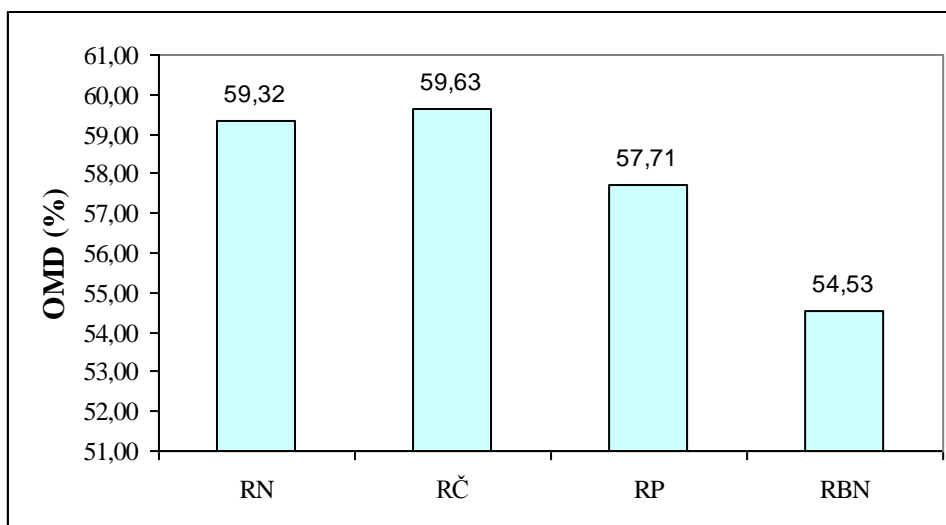
Vzorek	Stravitelnost	
	Průměr DMD (%)	Průměr OMD (%)
<b>RN</b>	53,57 ± 0,84	59,32 ± 1,12
<b>RČ</b>	53,52 ± 0,93	59,63 ± 0,90
<b>RP</b>	51,42 ± 0,54	57,71 ± 0,62
<b>RBN</b>	48,32 ± 0,87	54,53 ± 0,79

**RN** – rýže Natural, **RČ** – rýže červená, **RP** – rýže pestrobarevná,

**RBN** – rýže Basmati Natural ,

DMD – hodnota stravitelnosti sušiny vzorku v (%)

OMD – hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku (%)



Graf č. 13: Stravitelnost organické hmoty rýže syrové (pilotní pokus)

Nejvyšší hodnotu stravitelnosti vykazuje rýže červená (59,63 %). Nejhůře stravitelná je rýže Basmati Natural (54,53 %)

### Stravitelnost rýže po tepelné úpravě

Tab. 25: Výsledky stanovení stravitelnosti rýže po tepelné úpravě (pilotní pokus)

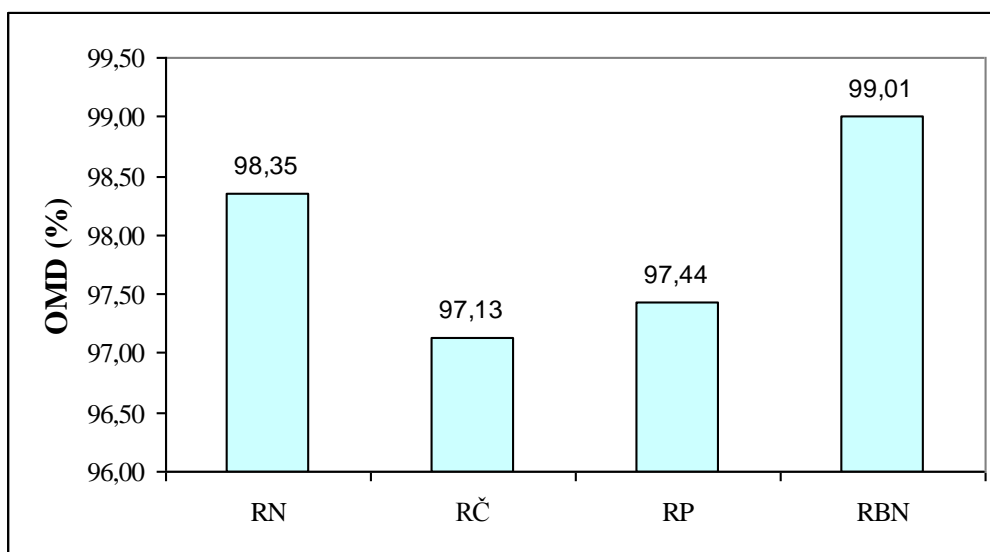
Vzorek	Stravitelnost	
	Průměr DMD (%)	Průměr OMD (%)
<b>RN</b>	94,49 ± 0,14	98,35 ± 0,17
<b>RČ</b>	92,20 ± 0,23	97,13 ± 0,27
<b>RP</b>	93,12 ± 0,16	97,44 ± 0,20
<b>RBN</b>	96,14 ± 0,36	99,01 ± 0,33

**RN** – rýže Natural, **RČ** – rýže červená, **RP** – rýže pestrobarevná,

**RBN** – rýže Basmati Natural ,

DMD – hodnota stravitelnosti sušiny vzorku v (%)

OMD – hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku (%)



Graf č. 14: Stravitelnost organické hmoty rýže po tepelné úpravě (pilotní pokus)

Po tepelné úpravě se rýže stává velmi dobře stravitelnou. Rýže Basmati Natural byla v syrovém stavu nejhůře stravitelná a po tepelné úpravě se stala nejlépe stravitelnou z těchto vzorků. Tyto čtyři vzorky rýže jsou poněkud netradiční. Většinou je u nich ponecháno více obalových vrstev, což je činí bohaté na vitamíny a minerální látky, ale zároveň také o něco méně stravitelné.

#### 4.5.2 Stravitelnost rýže syrové

Vzorky rýže byly nejprve pomocí kuchyňského mixéru rozemlety na mouku. Výsledky stravitelnosti byly zaokrouhleny na 2 desetinná místa.

Tab. 26: *Výsledné hodnoty pro stravitelnost rýže syrové*

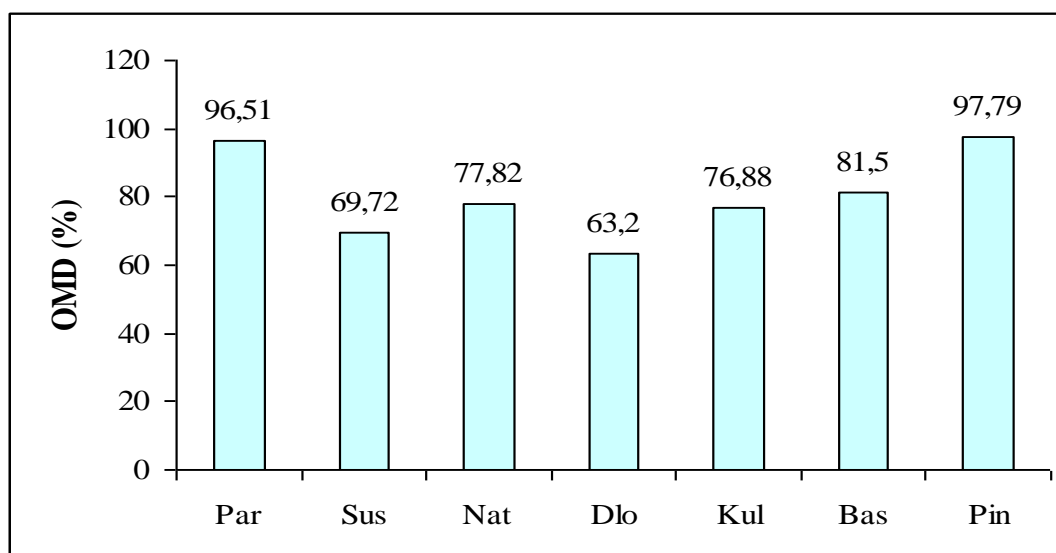
Vzorek	Stravitelnost	
	Průměr DMD (%)	Průměr OMD (%)
<b>Par</b>	95,62 ± 0,900	96,51 ± 0,703
<b>Sus</b>	68,17 ± 1,371	69,72 ± 1,208
<b>Nat</b>	75,21 ± 2,129	77,82 ± 2,356
<b>Dlo</b>	57,70 ± 1,551	63,20 ± 1,508
<b>Kul</b>	72,53 ± 2,087	76,88 ± 2,466
<b>Bas</b>	77,37 ± 2,067	81,50 ± 2,588
<b>Pin</b>	96,16 ± 1,463	97,79 ± 1,266

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná,

**Kul** – rýže kulatozrná, **Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.

DMD – hodnota stravitelnosti sušiny vzorku v (%)

OMD – hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku (%)



Graf č. 15: *Stravitelnost organické hmoty rýže syrové*

Stravitelnost jednotlivých vzorků rýže se pohybuje od hodnoty 63,2 % (rýže dlouhozrná) až po hodnotu 97,79 % (rýže Parboiled s Indiánskou). Velmi dobrou stravitelnost vykazuje také rýže Parboiled (96,51 %). V kapitole 1.4.3. je uveden stručný popis technologické úpravy (parboiling), díky níž zřejmě tato rýže vykazuje tak vysoké hodnoty stravitelnosti. Nejméně stravitelná je rýže dlouhozrná a rýže Sushi (69,72 %). Pro rýži Natural, Basmati a kulatozrnou byly zaznamenány podobné hodnoty. Jejich stravitelnost se pohybuje mezi 76,88 – 81,50 %.

#### 4.5.3 Stanovení stravitelnosti rýže po tepelné úpravě

Vlastnímu stanovení předcházela tepelná úprava rýže. Vzorky rýže byly uvařeny podle návodů uvedených na obalech. Pro výpočet stravitelnosti bylo nutné u těchto uvařených vzorků provést opět stanovení sušiny a popela. Výsledky těchto stanovení jsou uvedeny v příloze č. 2.

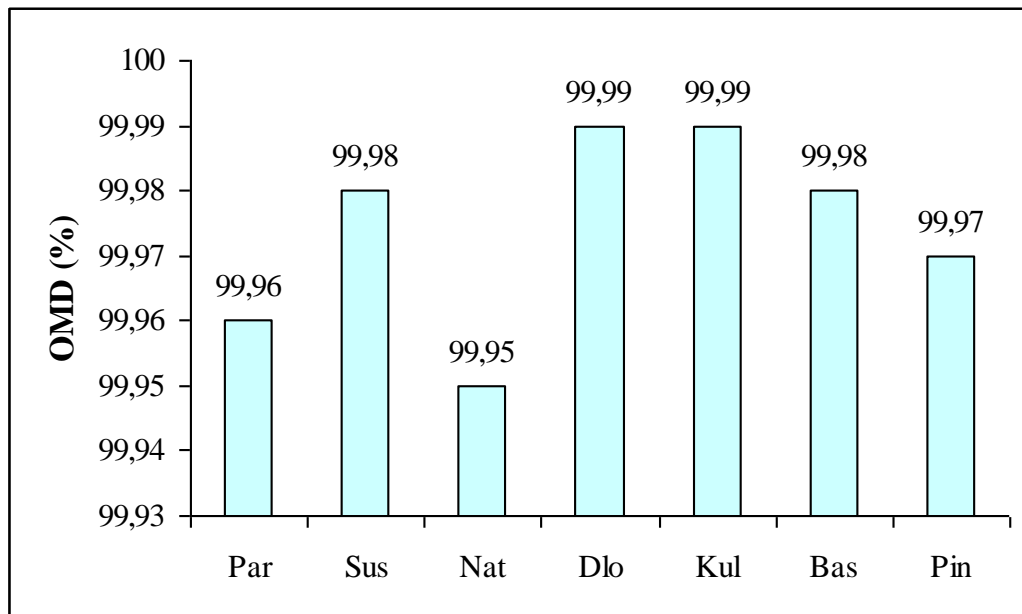
Tab. 27: *Výsledné hodnoty pro stravitelnost rýže po tepelné úpravě*

Vzorek	Stravitelnost	
	Průměr (%)	DMD (%)
<b>Par</b>	99,73 ± 0,012	99,96 ± 0,031
<b>Sus</b>	99,92 ± 0,003	99,98 ± 0,002
<b>Nat</b>	98,90 ± 0,021	99,95 ± 0,006
<b>Dlo</b>	99,94 ± 0,043	99,99 ± 0,002
<b>Kul</b>	99,93 ± 0,014	99,99 ± 0,001
<b>Bas</b>	99,97 ± 0,030	99,98 ± 0,002
<b>Pin</b>	99,96 ± 0,005	99,97 ± 0,002

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná, **Kul** – rýže kulatozrná, **Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou.

DMD – hodnota stravitelnosti sušiny vzorku v (%)

OMD – hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku (%)



Graf č. 16: *Stravitelnost organické hmoty rýže po tepelné úpravě*

Hodnoty se pohybují od 99,95 do 99,99 %. Graf č. 16, který je zde uveden by v podstatě mohl být pro konzumenta mírně zavádějící. Dá se říci, že stravitelnost vařené rýže je prakticky 100 %, i když na první pohled jsou z grafu patrné vizuální rozdíly ve výšce sloupců, které odpovídají jednotlivým druhům rýže.

Rýže patří mezi lehce stravitelné potraviny, proto se velmi dobře hodí pro velmi malé děti a také pro seniory. Vegetariáni mají rýži také v oblibě – obzvlášť rýži hnědou, protože obsahuje vyšší množství bílkovin [53].

## ZÁVĚR

Rýže se po oloupání a dalších technologických úpravách využívá jako dietetická potravina a pro více než polovinu světové populace je potravinou základní. Je velmi dobrým zdrojem škrobu a bílkovin bez lepku, jež jsou vhodné pro nemocné celiakii. Konzumace rýže je spojena se snížením rizika vzniku chronických onemocnění jako je diabetes 2 typu, pomáhá udržovat hladinu glukózy v krevním oběhu a rýžové otruby snižují riziko vzniku rakoviny tlustého střeva. Jednostranná výživa rýže však není vhodná, neboť může vést k onemocnění beri-beri. Strava bohatá na bílou rýži bývá chudá na tiamin a ostatní vitaminy, strava bohatá na hnědou rýži přispívá k nedostatku železa a vápníku.

Cílem práce bylo sledovat případné změny v obsahu popela, vlhkosti, škrobu a kyselosti rýžové mouky v průběhu skladování za různých podmínek a stanovit stravitelnost rýže s použitím inkubátoru Daisy metodou *in vitro*.

Při stanovení popela bylo zjištěno, že nejvyšší obsah popelovin vykazovala rýže Natural (1,29 – 1,46 %). Odchytky výsledných hodnot mohly být způsobeny nestejným obsahem jednotlivých navážek pro analýzy. Nejnižší obsah popelovin byl naměřen u rýže Basmati (0,34 %). Po čtyřech měsících skladování byly výsledky stanovení popela velmi podobné jako na začátku. Různé podmínky skladování tedy neměly na obsah popelovin v rýži nijak závažný vliv.

Obsah vlhkosti se nejvíce měnil v průběhu skladování za laboratorních podmínek. Na začátku skladování byla nejvyšší vlhkost zjištěna u rýže Natural (12,19 %) a nejnižší vlhkost vykazovala rýže Parboiled s Indiánskou (9,29 %). Největší pokles obsahu vlhkosti po čtyřech měsících skladování byl zaznamenán u rýže Sushi (o 3,04 %), dále u rýže Parboiled s Indiánskou (o 2,76 %) a u rýže Basmati (o 2,70 %). U ostatních druhů rýže se pokles vlhkosti během skladování pohyboval mezi 0,64 – 1,22 %. V průběhu skladování při 39 °C došlo po čtyřech měsících pouze k velmi malým ztrátám vlhkosti a během skladování při 8 °C se obsah vlhkosti u většiny druhů rýže neměnil nebo došlo k jeho velmi mírnému zvýšení.

Nejvyšší obsah škrobu na začátku skladování byl naměřen u rýže kulatozrné (74,66 %) a rýže Sushi (74,11 %). Hodnoty obsahu škrobu u ostatních druhů rýže se pohybovaly mezi 63 – 69 %. Nejméně škrobu bylo zjištěno u rýže Parboiled (63,67 %). Všechny tyto hodnoty jsou v souladu s literárními zdroji [36], jež udávají obsah škrobu v rýži mezi 50 – 80 %.



Po čtyřech měsících skladování za laboratorních podmínek došlo k mírnému snížení obsahu škrobu. Nejvýraznější pokles byl zaznamenán u rýže kulatozrné (o 10,11 %) a u rýže Sushi (o 8,99 %). V průběhu skladování při 39 °C, stejně jako během skladování při 8 °C, nebyly zaznamenány žádné závažnější změny v obsahu škrobu.

Titrační kyselost rýžové mouky se během skladování zvyšovala u všech tří skladovacích pokusů. Nejvyšší titrační kyselost na začátku skladování byla naměřena u rýže Parboiled s Indiánskou (0,086 mmol.kg<sup>-1</sup>), dále u rýže Parboiled (0,081 mmol.kg<sup>-1</sup>) a rýže Natural (0,073 mmol.kg<sup>-1</sup>). Titrační kyselost ostatních druhů rýže se na začátku skladování pohybovala mezi 0,021 - 0,032 mmol.kg<sup>-1</sup>. Nejvýraznější zvýšení titrační kyselosti bylo zaznamenáno v průběhu skladování při 39 °C (až o 0,038 mmol.kg<sup>-1</sup>). Během skladování za laboratorních podmínek bylo nejvýraznější zvýšení titrační kyselosti zaznamenáno u rýže Parboiled s Indiánskou (o 0,027 mmol.kg<sup>-1</sup>). Po čtyřech měsících skladování při 39 °C byla nejvyšší titrační kyselost naměřena u rýže Parboiled s Indiánskou (0,122 mmol.kg<sup>-1</sup>) a nejnižší hodnota byla za stejných podmínek zjištěna u rýže Sushi (0,046 mmol.kg<sup>-1</sup>). V průběhu skladování při 8 °C nebyly zaznamenány žádné významné změny týkající se titrační kyselosti rýžové mouky.

Po provedení pilotního pokusu byla stanovena stravitelnost rýže. Stravitelnost syrové rýže se pohybuje mezi 63 – 97 %. Nejvyšší hodnota stravitelnosti byla zjištěna u rýže Parboiled s Indiánskou (97,79 %) a naopak nejnižší stravitelnost vykazovala rýže dlouhozrná (63,2 %). Stravitelnost rýže po tepelné úpravě se pohybovala od 99,95 do 99,99 %. Rýže je velmi dobře stravitelná potravina.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] HU, P., ZHAO, H., DUAN, Z., LINLIN, Z., WU, D. Starch Digestibility and the Estimated Glycemic Score of Different Types of Rice Differing in Amylose Contents. *Journal of Cereal Science* 2004, 40, p. 231-237.
- [2] JIRÁSEK, V. *Rostliny známé neznámé*, 1985, Praha, Albatros, 2. vyd., s. 302, 13-725-85
- [3] JULIANO, B.O. *Rice in Human Nutrition*, FAO Food and Nutrition Series 26, 1993, p. 162, ISBN: 92-5-103149-5
- [4] RENZETTI, S., ARENDT, E. K. Effect of Protease Treatment on The Baking Quality of Brown Rice Bread: From Textural and Rheological Properties to Biochemistry and Microstructure. *Journal of Cereal Science* 2009, 50, p. 22-28.
- [5] ŠAŠKOVÁ, D. *Trávy a obilí*, 1993, Praha, Artia, 1. vyd., s. 64, ISBN: 80-85805-03-0
- [6] SHEN, Y., JIN, L., XIAO, P., LU, Y., BAO, J. Total Phenolics, Flavonoids, Antioxidant Capacity in Rice Grain and Their Relations to Grain Color, Size and Weight. *Journal of Cereal Science* 2009, 49, p. 106-111.
- [7] MICHALEC, Z. *Člověk a rostliny*, 1977, Praha, Práce, 1. vyd., s. 272, 24-110-77.
- [8] RIPLEY, S. D. *Tropická Asie – země a život*, 1972, Praha, Artia, 1. vyd., přeložil Vratislav Mazák, s. 199, 37-005-72.
- [9] Dostupné na: [http://www.google.cz/images?hl=cs&source=imghp&q=r%C3%BD%C5%BEE+set%C3%A1&gbv=2&aq=f&aqi=gl=&oq=&gs\\_rfai=](http://www.google.cz/images?hl=cs&source=imghp&q=r%C3%BD%C5%BEE+set%C3%A1&gbv=2&aq=f&aqi=gl=&oq=&gs_rfai=)
- [10] HLÁSNÁ ČEPKOVÁ, P. Pěstování a využití rýže. *Farmář* 2008., č. 13, roč. 10, s. 14-15. ISSN: 1210-9789.
- [11] KOLOVECKÁ, M. Rýže – druhy rýže a její jakost, *Výživa a potraviny*, 2008., č.63, roč.3, s. 76-79, ISSN: 1211-846X.
- [12] OTHA, S., KIMURA, A. Impacts of Climate Changes on The Temperature of Paddy Waters and Suitable Land for Rice Cultivation in Japan, *Agricultural and Forest Meteorology* 2007, Vol. 147, Is. 3-4, p. 186-198.
- [13] BOILING, A. A. *Yield Constraint Analysis of Rainfed Lowland Rice in Southeast Asia*, 2007, 1. vyd., s. 140, ISBN: 978-90-8504-799-5.

- [14] PICKA, J. *Vietnam, země pod obratníkem Raka, příroda a lidé*, 2007, Olomouc, Poznání, s. 175, ISBN: 978-80-86606-65-1
- [15] NAGOSHI, T., TAMAI, F., MOTODA, Y. Effect of Different Cultivation Methods on Growth, Yield and Quality of Rice Plants, *Journal of Agricultural Science*, 1995, 40, (1): p. 46-56, AN:1996-04-Mz0025.
- [16] OSHIMA, Y., SPRATT, E., STEWART, J. W. B. *Asian Paddy Fields: Their Environmental, Historical, Cultural and Economic Aspects under Various Physical Conditions*, 1997, University of Saskatchewan, Canada, s. 218, ISBN: 0-8880-361-3.
- [17] KHUSH, G. S. Origin Dispersal, Cultivation and Variation of Rice, *Plant Molecular Biology*, 1997, 35, (1,2): p. 25-34, ISSN: 0167-4412.
- [18] JIANG, L., XUN, M., WANG, J., WAN, J. QTL Analysis of Cold Tolerance at Seedling Stage in Rice (*Oryza sativa* L.) Using Recombination Inbred Lines. *Journal of Cereal Science*, 2008, 48, p. 173-179.
- [19] HOMOLA, J. *Pěstování rýže*, [online], [cit. 2010-03-22], Dostupné na: WWW <<http://www.klubhanoi.cz/view.php?cisloclanku=2006101601>>
- [20] RODENBURG, J., RICHES, C. R., KAYEKE, J. M. Addressing Current and Future Probleme of Parasitic Weeds in Rice, *Crop Protection*, 2010, Vol. 29, Is. 3, p. 210-221.
- [21] NENE, Y. L. Rice Research in South Asia through Agens, *Asian Agri-History*, Vol. 9, No. 2, 2005, p. 85-106.
- [22] COYNE, D., SMITH, M., PLOWRIGHT, R. Plant Parasitic Nematode Populations on Upland and Hydromorphid Rice in Cite d'Ivoire: Relationship with Moisture Availability and Crop Development on a Valley Slope, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2001, Vol. 84, Issue 1, p. 31-43.
- [23] WANG, H. Y., YANG, Y., SU, J. Y., SHEN, J. L., GAO, C. F., ZHU, Y. C. Assessment of The Impact of Insecticides on *Anagrus Nilaparvatae* (Pang et Wang) (Hymenoptera: Mymanidae), an Egg Parasitoid of The Rice Planthopper, *Nilaparvata Lugens* (Hemiptera: Delphacidae), *Crop Protection*, 2008, Vol. 27, Issues 3-5, p. 514-522

- [24] DIAMOND, J. *The Fates of Human Societies*. N. York: W.W. Norton & Company, 1999, ISBN: 0-393-31755
- [25] ŠTĚPÁNEK, P. *Škůdci ve skladech*, [online]. [cit. 2010-03-23]. Dostupné na: WWW <<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/skudci-ve-skladech.html>>
- [26] HAMPLOVÁ, L. *Potravinové moli*, [online]. [cit. 2010-03-23]. Dostupné na: WWW <<http://www.vitalia.cz/clanky/obtezuji-vas-potravinovi-moli-zlikvidujte-je/>>
- [27] DUDÁŠ, F. a kol., *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*, 1981, Praha SZN, 2. přepracované vydání, s. 384, 07-083-81.
- [28] SMITH, P. Three-Dimensional Distribution of *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in Wheat Influenced by The Synthetic Aggregation Pheromone, *Journal of Stored Products Research*, 1996, Vol. 32, Issue 3, p. 275-283.
- [29] *Vyhláška č. 333/1997 Sb.*, o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, *Novela č. 93/2000 Sb.*
- [30] *Rýže*, [online]. [cit. 2010-03-23]. Dostupné na: WWW <<http://www.dietologie.cz/vyziva/potraviny-wiki/obiloviny-obilniny/ryze/ryze-dusenatural-neloupana-dlouhozrna-instantni-ryze.html>>
- [31] VELÍŠEK J. *Chemie potravin I*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. s. 352. ISBN: 80-90239-3-7.
- [32] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*, 1. vyd., Brno, 2006, s. 164 ISBN 80-7013-435-6.
- [33] MAROUNEK, M., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK, J. *Fyziologie a hygiena výživy*, 2. vyd., VVŠ PV Vyškov, 2003, s. 148, ISBN: 80-7231-106-9.
- [34] Dostupné na: [http://www.google.cz/images?hl=cs&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=tr%C3%A1v%C3%ADc%C3%AD+soustava+%C4%8Dlov%C4%9Bka&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs\\_rfai=](http://www.google.cz/images?hl=cs&gbv=2&tbs=isch%3A1&sa=1&q=tr%C3%A1v%C3%ADc%C3%AD+soustava+%C4%8Dlov%C4%9Bka&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=)
- [35] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie I*, 1. vyd., Praha, 1992, 184 s. ISBN 80-200-0438-6.

- [36] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*, 1. vyd., Zlín, 2005, ISBN 80-7318-295-5.
- [37] *Lipidy*, [online]. [cit. 2010-03-25]. Dostupné na: WWW  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Lipidy>>
- [38] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. Technologie výroby potravin rostlinného původu, 2006, č. publikace 1, vydavatelství Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-372-2.
- [39] HOZA, I., VELICHOVÁ, H. *Fyziologie výživy*, učební text, část I., Zlín 2005, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [40] Dostupné na: <http://www.google.cz/images?q=amylosa,+amylopektin&hl=cs&gbv=2&tbs=isch:1&sa=N&start=80&ndsp=20>
- [41] SASAKI, T., KOHYAMA, K., SUZUKI, Y., OKAMOTO, K., NOEL, R.T., RING, S.G. Physicochemical Characteristics of Waxy Rice Starch Influencing The *in vitro* Digestibility of a Starch Gel. *Food chemistry* 2009, 116, p. 137-142.
- [42] GREEN, C. J. Fibre in Enteral Nutrition, *Clinical Nutrition*, 2001, Vol. 20, Supl. 1, p. 23-39.
- [43] SUDHA, M. L., VETRIMANI, R., LEELAVATHI, K. Influence of Fibre From Different Cereals on The Rheological Characteristics of Wheat Flour Dough and on Biscuit Quality, *Food Chemistry*, 2007, Vol. 100, Issue 4, p. 1365-1370.
- [44] TOPPING, D. Cereal Complex Carbohydrates and Their Contribution to Human Health, *Journal of Cereal Science*, 2007, Vol 46, Issue 3, p. 220-229.
- [45] *Minerální látky a stopové prvky* [online]. [cit. 2010-04-08]. Dostupné na: WWW  
<<http://www.chemievjidle.cz/prakticke-informace/mineralni-latky-a-stopove-prvky>>
- [46] WHITE, P. J., BROADLEY, M. R. Biofortifying Crops With Essential Mineral Elements, *Trend in Plant Science*, 2005, Vol. 10, Issue 12, p. 586-593.
- [47] WONG, K. H., CHEUNG, P. C. K. Nutritional Evaluation of Some Subtropical Red and Green Seaweeds. Part II. In Vitro Protein Suggestibility and Amino Acid Profile of Protein Concentrates, *Food Chemistry*, 2001, 72, p. 11-17.
- [48] KOPEC, K. Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny. ÚZPI Praha, 2001, s. 72, ISBN: 80-86153-64-9

- [49] SKOUPIL, J., LECJAKSOVÁ, Z. *Chemické kontrolní metody*, 1. vyd., Praha: 1988, s. 280, ISBN – neuvedeno.
- [50] DAVÍDEK, J. a kol., *Laboratorní příručka analýzy potravin*, 1.vyd., Praha 1977, s. 720, ISBN 04-830-77
- [51] *Polarimetrie*, Dostupné na WWW: <http://web.vscht.cz/kohoutkj/polarimetrie.pdf>
- [52] MIŠURCOVÁ, L. *Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve výživě člověka*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. Fakulta technologická. Dizertační práce, 2008, s. 120.
- [53] DIAMOND, H. a M. *Fit pro život*, 1. vyd., Olomouc, 1993, přeložila MUDr. Božena Žižková, ISBN: 80-85572-21-4.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

- DMD Hodnota stravitelnosti sušiny vzorku (%).
- OMD Hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku (%).
- Su Obsah sušiny ve vzorku (g).
- AR Hmotnost popela vzorku bez sáčku (g).
- OM Obsah organické hmoty v sušině vzorku (g).
- Po Obsah popela ve vzorku (%).
- MZ Ministerstvo zemědělství.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: Rostlina rýže ( <i>Oryza sativa</i> ).....	13
Obr. 2: Rýžová pole.....	14
Obr. 3: Pěstování zavodněné rýže.....	15
Obr. 4: Sazenice rýže.....	15
Obr. 5: Ruční sázení rýže.....	16
Obr. 6: Strojové sázení rýže.....	16
Obr. 7: Rýže setá napadená virem.....	17
Obr. 8: Pilous černý.....	18
Obr. 9: Pilous rýžový.....	18
Obr. 10: Lesák skladištní.....	19
Obr. 11: Zavíječ moučný.....	19
Obr. 12: Trávicí soustava člověka.....	23
Obr. 13: Amylóza.....	25
Obr. 14: Amylopektin.....	25
Obr. 15: Přístroj na stanovení stravitelnosti Daisy inkubátor.....	32



**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1: Klasifikace rýže dle vyhlášky č. 333/1997, Novela č. 93/2000 Sb.....	20
Tab. 2: Fyzikální a chemické požadavky na jakost rýže.....	20
Tab. 3: Základní chemické složení obilovin.....	22
Tab. 4: Obsah škrobu a jeho složení ve významných zdrojích.....	26
Tab. 5: Chemické požadavky na mouku při stanovení popela.....	30
Tab. 6: Chemické požadavky na mouku při stanovení kyselosti.....	32
Tab. 7: Vzorky rýže použité pro analýzy.....	36
Tab. 8: Obsah popela vztažen na sušinu rýže (skladováno při lab. podmínkách).....	43
Tab. 9: Výsledné hodnoty obsahu popela v sušině rýže skladované při 39 °C.....	44
Tab. 10: Výsledné hodnoty obsahu popela v sušině rýže skladované při 8 °C.....	45
Tab. 11: Výsledky obsahu sušiny pro rýži skladovanou za lab. podmínek.....	47
Tab. 12: Výsledky stanovení vlhkosti pro rýži skladovanou za lab. podmínek.....	47
Tab. 13: Výsledky obsahu sušiny pro rýži skladovanou při 39 °C.....	48
Tab. 14: Výsledky obsahu vlhkosti pro rýži skladovanou při 39 °C.....	49
Tab. 15: Výsledné hodnoty obsahu sušiny pro rýži skladovanou při 8 °C.....	50
Tab. 16: Výsledné hodnoty obsahu vlhkosti pro rýži skladovanou při 8 °C.....	50
Tab. 17: Výsledné hodnoty obsahu škrobu v průběhu skladování při lab. podm.....	52
Tab. 18: Výsledné hodnoty obsahu škrobu a změny v průběhu skladování při 39 °C.....	53
Tab. 19: Výsledné hodnoty obsahu škrobu a změny v průběhu skladování při 8 °C.....	54
Tab. 20: Výsledky stanovení titrační kyselosti rýže skladované za lab. podmínek.....	55
Tab. 21: Výsledky stanovení titrační kyselosti rýže skladované při 39 °C.....	56
Tab. 22: Výsledky stanovení titrační kyselosti rýže skladované při 8 °C.....	57
Tab. 23: Vzorky rýže použité pro stanovení stravitelnosti (pilotní pokus).....	58
Tab. 24: Výsledky stanovení stravitelnosti rýže syrové (pilotní pokus).....	59

Tab. 25: Výsledky stanovení stravitelnosti rýže po tepelné úpravě (pilotní pokus).....	60
Tab. 26: Výsledné hodnoty pro stravitelnost rýže syrové.....	61
Tab. 27: Výsledné hodnoty pro stravitelnost rýže po tepelné úpravě.....	62

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf č. 1: Změny v obsahu popela v průběhu skladování rýže za lab. podmínek.....	43
Graf č. 2: Změny obsahu popela v sušině během skladování rýže při 39 °C.....	45
Graf č. 3: Změny obsahu popela v sušině během skladování rýže při 8 °C.....	46
Graf č. 4: Změny v obsahu vlhkosti rýže během skladování za lab. podmínek.....	48
Graf č. 5: Změny obsahu vlhkosti rýže během skladování při 39 °C.....	49
Graf č. 6: Změny obsahu vlhkosti rýže v průběhu skladování při 8 °C.....	51
Graf č. 7: Změny obsahu škrobu v rýži skladované při lab. podmínkách.....	52
Graf č. 8: Změny obsahu škrobu v rýži skladované při 39 °C.....	53
Graf č. 9: Změny obsahu škrobu v rýži skladované při 8 °C.....	54
Graf č. 10: Titrační kyselost rýže v průběhu skladování za lab. podmínek.....	55
Graf č. 11: Titrační kyselost rýže v průběhu skladování při 39 °C.....	56
Graf č. 12: Titrační kyselost rýže v průběhu skladování při 8 °C.....	57
Graf č. 13: Stravitelnost organické hmoty rýže syrové (pilotní pokus).....	59
Graf č. 14: Stravitelnost organické hmoty rýže po tepelné úpravě (pilotní pokus).....	60
Graf č. 15: Stravitelnost organické hmoty rýže syrové.....	61
Graf č. 16: Stravitelnost organické hmoty rýže po tepelné úpravě.....	62

## SEZNAM PŘÍLOH

P I - Vzorky rýže a jejich použité zkratky

P II - Výsledky stanovení obsahu sušiny a popela pro výpočet stravitelnosti po tepelné úpravě

## **PŘÍLOHA P I: VZORKY RÝŽE A JEJICH POUŽITÉ ZKRATKY**

Vzorek 1: **Par** – Rýže Parboiled

Vzorek 2: **Sus** – Rýže Sushi

Vzorek 3: **Nat** – Rýže Natural

Vzorek 4: **Dlo** – Rýže dlouhozrná

Vzorek 5: **Kul** – Rýže kulatozrná

Vzorek 6: **Bas** – Rýže Basmati

Vzorek 7: **Pin** – Rýže Parboiled s Indiánskou

Vzorky použité pro pilotní pokus ke stanovení stravitelnosti rýže:

Vzorek 1: **RN** – Rýže Natural

Vzorek 2: **RČ** – Rýže červená

Vzorek 3: **RP** – Rýže pestrobarevná

Vzorek 4: **RBN** – Rýže Basmati Natural

**PŘÍLOHA P II: VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY A  
POPELA PRO VÝPOČET STRAVITELNOSTI RÝŽE PO TEPELNÉ  
ÚPRAVĚ**

<b>Obsah sušiny a popela pro výpočet stravitelnosti</b>		
	<b>Obsah sušiny (%)</b>	<b>Obsah popela (%)</b>
<b>Par</b>	30,73 ± 0,34	0,77 ± 0,08
<b>Sus</b>	28,26 ± 0,23	0,54 ± 0,12
<b>Nat</b>	29,86 ± 0,42	0,66 ± 0,10
<b>Dlo</b>	28,13 ± 0,15	0,42 ± 0,07
<b>Kul</b>	28,16 ± 0,19	0,41 ± 0,08
<b>Bas</b>	28,03 ± 0,12	0,39 ± 0,13
<b>Pin</b>	30,84 ± 0,33	0,72 ± 0,09

**Par** – rýže Parboiled, **Sus** – rýže Sushi, **Nat** – rýže Natural, **Dlo** – rýže dlouhozrná,  
**Kul** – rýže kulatozrná, **Bas** – rýže Basmati, **Pin** – rýže Parboiled s Indiánskou