

# **Stanovení základních chemických charakteristik neobvyklých druhů rýže**

Bc. Michaela Kozáčiková

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela KOZÁČIKOVÁ**  
Osobní číslo: **T10933**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Stanovení základních chemických charakteristik  
neobvyklých druhů rýže**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Stručně charakterizovat rostlinu rýže, její botanické zařazení apod.
2. Popsat chemické složení rýže a její význam jako potravinářské plodiny.
3. Uvést principy analytických metod použitých v experimentální části.

### II. Praktická část

1. Příprava vzorků a jejich následné analýzy včetně pracovních postupů.
2. Formulovat diskuzi výsledků a závěry práce.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] KUČEROVÁ, J., Technologie cereálií. 1.vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická universita v Brně, 2004. Str. 141.

[2] KHUSH, GURDEV S., Origin, dispersal, cultivation and variation of rice, Plant Molecular Biology 35: 25 34, Kluwer Academic Publisher, 1997. Vol. 27, 29.

[3] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin, 1. Vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004. Str. 20.

[4] BENDA, V., BABŮREK, I., ŽDÁRSKÝ, J.: Biologie II, Nauka o potravinářských surovinách, Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, fakulta potravinářské a biochemické technologie, 2000. Str.196.

[5] CHANG, TE-TZU, BARDENAS, ELISEO A., The Morfology and Varietal Characteristics of the Rice Plant, Technical Bulletin 4, 1965, Vol. 5,6,7.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**11. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce:

**17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Michaela Kozáčiková

Obor: Chemie a technologie potravin

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <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 .....27.2.2013

  
.....

<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.

<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 nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

<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 přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Teoretická část je zaměřena na taxonomické členění rýže, její morfologii a chemické složení rýžového zrna. Experimentální část je zaměřena na stanovení obsahu popela, sušiny, tuku a dusíkatých látek u jednotlivých druhů rýže. Obsah popela se ve vzorcích pohybuje v rozmezí 0,35 – 1,62 %. Obsah vlhkosti rýžových zrn je 7,92 – 11,69 %. Zkoumané vzorky obsahují 0,43 – 4,39 % tuku a obsah dusíkatých látek se pohybuje v rozmezí 6,88 – 10,83 %.

Klíčová slova: rýže, popel, sušina, tuk, dusíkaté látky, bílkoviny

## **ABSTRACT**

The theoretical part focuses on the taxonomic classification of rice, its morphology and chemical composition of rice grain. The experimental part is focused on determining the ash content, dry matter, fat and nitrogen in various kinds of rice. The ash content in the samples range from 0,35 to 1,62 %. The moisture content of rice grains is from 7,92 to 11,69 %. The investigated samples contain from 0,43 to 4,39 % fat and crude protein content ranged from 6,88 to 10,83 %.

Keywords: rice, ash, dry matter, fat, nitrogen contents, protein

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za odborné vedení, za všestrannou pomoc a trpělivost při vzájemné spolupráci. Mé poděkování také patří paní laborantce Ing. Lence Fojtíkové za pomoc při měření experimentální části.

Prohlášení:

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 RÝŽE</b> .....	<b>12</b>
1.1 TAXONOMIE RÝŽE .....	12
1.2 MORFOLOGIE RÝŽE .....	13
1.3 PĚSTOVÁNÍ RÝŽE .....	17
1.4 PRODUKCE RÝŽE .....	17
1.5 ROZDĚLENÍ RÝŽE .....	18
1.6 CHEMICKÉ SLOŽENÍ RÝŽE .....	20
1.6.1 Sacharidy .....	21
1.6.1.1 Rýžový škrob .....	21
1.6.1.2 Pentózy .....	22
1.6.1.3 Jednoduché cukry .....	22
1.6.2 Bílkoviny .....	23
1.6.3 Vitaminy .....	24
1.6.4 Lipidy .....	27
1.6.5 Minerální látky .....	27
<b>2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY METOD POUŽITÝCH PŘI STANOVENÍ</b> .....	<b>30</b>
2.1 STANOVENÍ POPELA.....	30
2.2 STANOVENÍ SUŠINY A VLHKOSTI .....	30
2.3 STANOVENÍ TUKU .....	31
2.4 STANOVENÍ DUSÍKATÝCH LÁTEK.....	33
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>3 CÍL EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE</b> .....	<b>36</b>
<b>4 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>37</b>
4.1 POMŮCKY, PŘÍSTROJE.....	37
4.2 CHEMIKÁLIE.....	37
4.3 VYBRANÉ VZORKY RÝŽE .....	37
4.3.1 Jasmínová rýže z Thajska, červená .....	38
4.3.2 Rýže sladká – zlatozrná.....	38
4.3.3 Bio rýže Thaibonnet natural.....	39
4.3.4 Lila rýže z Laosu .....	39
4.3.5 Rýže červená střednězrná.....	40
4.3.6 Jasmínová rýže z Thajska, hnědá .....	40
4.3.7 Rýže dlouhozrná.....	41
4.4 STANOVENÍ OBSAHU POPELA.....	41
4.5 STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY A VLHKOSTI.....	41
4.6 STANOVENÍ OBSAHU TUKU .....	42
4.7 STANOVENÍ OBSAHU DUSÍKATÝCH LÁTEK.....	42
4.7.1 Mineralizace vzorků mokrou cestou .....	42
4.7.2 Destilace dle Parnas-Wagnera.....	43
4.7.3 Titrační stanovení.....	43



<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>44</b>
5.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU POPELA .....	44
5.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY A VLNKOSTI.....	45
5.3	STANOVENÍ OBSAHU TUKU .....	46
5.4	STANOVENÍ DUSÍKATÝCH LÁTEK.....	47
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>60</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>61</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>62</b>

## ÚVOD

Obiloviny tvoří ekonomicky, agronomicky a spotřebitelsky nejdůležitější skupinu plodin ve struktuře celé rostlinné výroby. V první řadě se pěstují pro výživu člověka, na výživu zvířat, ale i pro průmyslové zpracování a osivo. Jejich velkou předností je dlouhá skladovatelnost, mají vhodné chemické složení a možnost přepravy na dlouhé vzdálenosti. Do velké míry ovlivňují výživovou bilanci světové populace, čímž získávají mezi ostatními produkty výsadní postavení [1].

Rýže je nejrozšířenější obilovinou, pěstovanou pro přímou konzumaci. Rýže pochází z tropické a subtropické jihovýchodní Asie, patří mezi nejstarší kulturní rostliny světa. Z hlediska výživy člověka patří k nejdůležitějším obilovinám a v jídelníčku dodnes figuruje jako základní potrava pro téměř 60 % světové populace. V Evropě a Americe je rýže oblíbená většinou jako příloha, pro polovinu populace je ale stěžejní potravinou. V současné době se pěstuje značný počet rýžových variet, a to převážně z rodu *Oryza sativa* [2].

Jedním z největších „strašáků“ moderní doby jsou špatné stravovací návyky, které dříve či později vyústí k vážným zdravotním potížím. I proto je kladen takový důraz na zdravé stravování. Za výbornou potravinu pro zdravou výživu a také jako základní surovinu pro mnoho diet, je považována právě rýže.

Rýže je jednou z nejkompexnějších potravin rostlinného původu. Přes 85 % energie tvoří komplexní sacharidy, je lehce stravitelná a proto vhodná pro různé typy diet, neobsahuje žádný cholesterol. Má pouze nízké množství tuku, neobsahuje sodík ani lepek, hnědá rýže nad to obsahuje vysoké množství vlákniny [2].

Různé druhy rýže mají i různý obsah základních nutrientů. Je důležité znát tyto rozdíly, abychom mohli zvolit vhodný obchodní druh rýže.

Diplomová práce se v teoretické části zaměřuje na popis rýže a obilného zrna z hlediska anatomické stavby a chemického složení. Druhá část se zaměřuje na popsání metod určených pro stanovení základních charakteristik neobvyklých druhů rýže. Praktická část se věnuje stanovení sušiny a vlhkosti, popele, tuku a dusíkatých látek ve zkoumaných vzorcích rýže a jsou zde také zpracovány výsledky.

# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 RÝŽE

Obiloviny jsou nejstarší a historicky nejvýznamnější pěstované plodiny. V současnosti se pěstují téměř po celém světě, záleží především na úrodnosti půdy. Všechny obiloviny mají z nutričního hlediska podobné parametry a jsou tvořeny převážně škrobem [3]. Rýže (*Oryza sativa*) je jednoletá bylina, dorůstající do výšky 1 až 2 metrů. Řadíme ji do čeledi lipnicovitých. Listy jsou ploché, 600 x 15 mm velké, na krajích drsné, s dlouhými pochvami. Stébla jsou přímá, lysá, olistěná. Lata dosahuje až 300 mm, je úzká, po odkvětu převislá, klásky jsou silně z boku zmáčknuté, plevy okrouhlé, bezkvěté pluchy jednožilné. Obilky jsou zploštělé, červenohnědě okoralé. Původ má v tropických částech Afriky a Asie [4,5].



Obr. 1: Rostlina rýže [6]

### 1.1 TAXONOMIE RÝŽE

Rýže se řadí do říše rostlin (*Plantae*) ze skupiny rýžovitých (*Oryzeae*), zahrnujících asi 21 – 25 druhů [7,8,9]. Dále patří do podříše cévnaté rostliny (*Tracheobionta*), oddělení krytosemenné (*Magnoliophyta*), třída jednoděložné (*Liliopsida*), řád lipnicotvaré (*Poales*), čeleď lipnicovité (*Poaceae*) [10].

Rod *Oryza* má dvacet jedna divoce rostoucích druhů, pouze dva druhy jsou pěstovány zemědělsky s příslušnými výnosy. Devět z divoce rostoucích druhů jsou tetraploidní (48 chromozomů, sady BBCC, CCDD, HHJJ a HHKK) a zbývající jsou diploidní (24 chromozomů, sady AA, BB, CC, EE, FF a GG). Studie 16 druhů a jejich 42 morfologických vlastností, podle Morishima a Oka (1960), navrhla rozdělení *Oryza* druhů do tří hlavních skupin:

- a) *O. sativa* a její příbuzné druhy,
- b) *O. officinalis* a její příbuzné druhy,
- c) vzdáleně příbuzné druhy.

V posledních letech bylo vyvinuto úsilí, kdy se užitečné geny z divokých druhů rýže pěstují přes mezidruhové hybridizace. Na základě snadného přenosu genů se základní ge-

nofond skládá z divoce rostoucích druhů (*O. rufipogon*, *O. nivara*, *O. glaberrima*, *O. meridionalis*, *O. breviligulata*, *O. longistaminata*) a dvou pěstovaných druhů (*O. sativa* a *O. glaberrima*) [9,11].

Nyní jsou dva základní druhy pěstované rýže:

- a) *O. sativa* – asijská rýže, pěstovaná po celém světě,
- b) *O. glaberrima* – africká rýže, pěstovaná v omezené míře v Západní Africe.

Rod *Oryza* vznikl asi před 130 000 000 lety. Domestikace divoké rýže začala pravděpodobně před 9 000 lety v Asii. Došlo k ní souběžně na několika místech v rámci širokého pásu, který se táhne od východního pohoří Himaláje v Indii, přes Barmu, Thajsko, Laos a Vietnam až po jihozápadní a jižní Čínu [12]. Do Severní Ameriky se rýže dostala od evropských osadníků a rovněž ji sebou přivezli afričtí otroci. Pěstování se pak šířilo na území celé Ameriky, především v Kalifornii, kde jí podnebí vyhovuje [5,13].

## 1.2 MORFOLOGIE RÝŽE

Rostlina rýže se skládá z kořenů, stébla a listů. Má mohutný svazčitý kořenový systém s řadou odnoží [15]. Kořeny jsou vláknité, mají spoustu kořínků a kořenových vlasů (Obr. 2). Hlavní kořeny jsou řídce větvené. Sekundární adventivní kořeny jsou tvořeny z podzemních uzlů mladých stébel a jsou volně rozvětveny [16]. Mohutnost kořenového systému závisí na druhu a odrůdě, ale i na půdě a používané agrotechnice. Kořenový systém se vyvíjí v průběhu růstu a kvetení rostliny. Po ukončení kvetení se již nerozvíjí [14]. Čím více má rostlina odnoží, tím mohutnější má kořenový systém, který tyto odnože vyživuje (Obr. 3) [7].



Obr. 2: Morfologie rýžové rostliny [14]

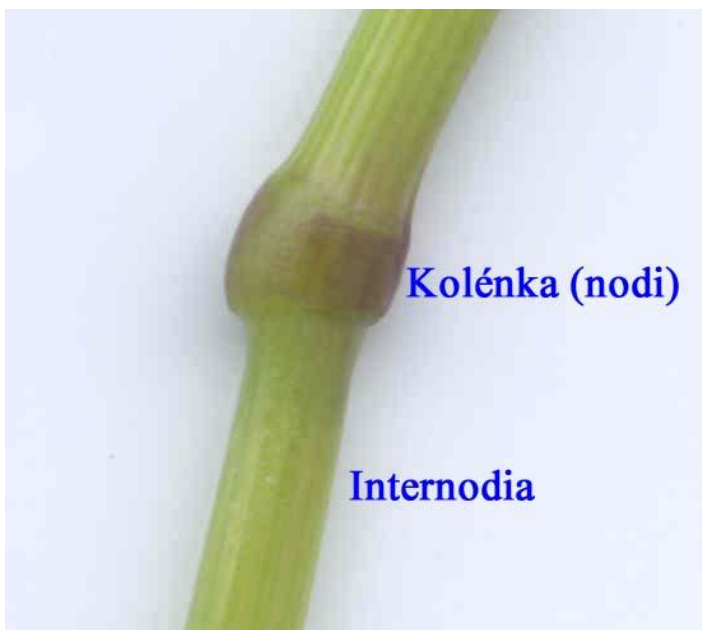
Spojované stonky rýže, nazývané stébla, jsou tvořeny z řady kolínek a internodií.



*Obr. 3: Kořeny rýže [17]*

Z kolínek rostou listy. Zralé internodia jsou duté, jemně rýhované, lysé (Obr. 4). Liší se v délce, obecně se prodlužují od spodního internodia k horním [16]. Stéblo má zelenou barvu, která se s vegetačním stářím mění do žluté, některé druhy a kultivary jsou s nádechem do růžova či tmavě červena. Většina druhů rýže je vzpřímená, existují však i poléhavé taxony [7].

Listy vyrůstají ze stébla ve dvou řadách, jeden na každém kolínku. List se skládá z pochvy a čepele. Listová pochva je s čepelí spojitá. Ta obklopuje kolínko v různé délce, formě a těsnosti [16]. V určité vzdálenosti se odděluje a tvoří listovou čepel. V místě předělu se nalézají tzv. ouška, která jsou chlupatá [18]. Čepele jsou obecně ploché a přisedlé (Obr. 5). Druhy vazeb se liší délkou, šířkou, plochou, tvarem, barvou a dospělostí. Liší se také počtem listů [15].



*Obr. 4: Detail stébla [18]*

Květenství rýže se nazývá lata. Lata je tvořena klásky. Klásky se rozdělují na primární a sekundární větve (Obr. 6). Samotný květ se skládá z pestíku (samičí orgán) a šesti tyčinek (samčí orgány). Tyčinky mají dva jednobuněčné prašníky na štíhlých vláknech. Čnělka obsahuje jedno vajíčko [20].

Obilka se skládá z následných částí vláknitých tkání: oplodí, osemení, aleuronové vrstvy, endospermu a embrya (klíček). Oplodí se skládá ze tří vrstev vláknitých bílkovin, celulózy a hemiceululózy (Obr. 7).

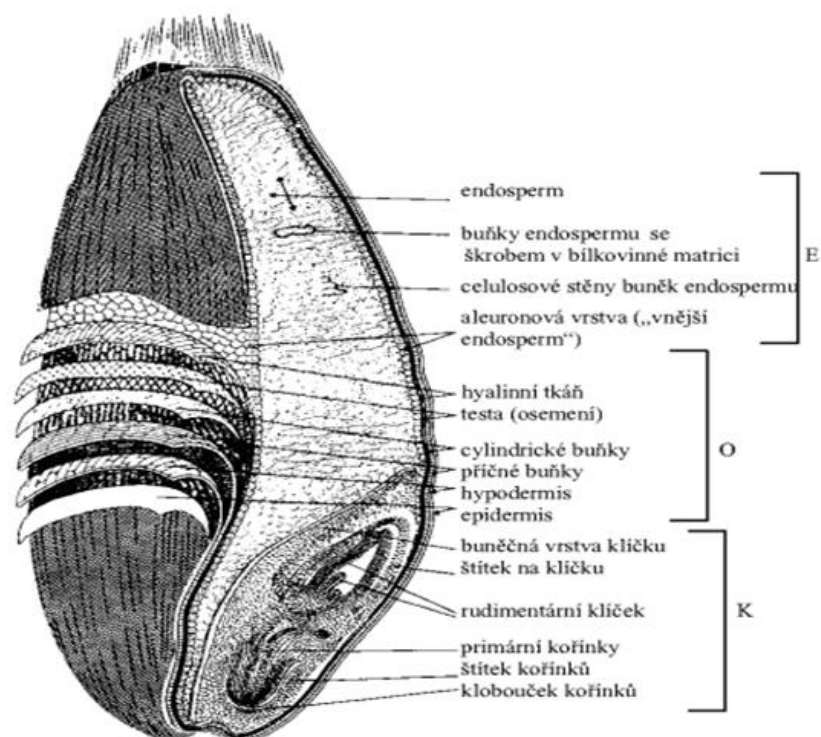


*Obr. 5: Listy rýže [19]*

Osemení se nachází z vnitřní strany na oplodí. Pod ní se nachází aleuronová vrstva. Tyto vrstvy obklopuje škrob endospermu a embrya. Aleuronová vrstva obsahuje bílkoviny a částečně tuky, celulózu a hemicelulózu. Embryo, reprodukční orgán zrna, je bohaté na bílkoviny a lipidy [22].



*Obr. 6: Květenství lata [21]*



O - část obilného zrna - mletí do otrub

E - část obilného zrna - mletí do mouky

K - část obilného zrna - odstraňovaná s klíčkem

Obr. 7: Stavba obilného zrna [23]



### 1.3 PĚSTOVÁNÍ RÝŽE

Rýže, jako nejrozšířenější obilovina pro přímou konzumaci, je pěstována ponejvíce v asijských a afrických zemích a z části v Americe [25]. Její rostliny vyžadují hlavně v počátku svého růstu velmi vydatnou vláhu, bohaté půdy a vysoké jarní a letní teploty. Rýžová pole jsou vodorovně upravené plochy, dobře zpracované a vyhnojené, ohrazené nízkými hrázemi, zalité vodou do výšky zpravidla 5 – 15 cm. Na stránkách se zakládají políčka stupňovitě nad sebou, vodní kanálky jsou navzájem propojené (vedou vodu pomalým proudem z vysoko položených zdrojů postupně až do nejnižších políček). Rýže se buď seje přímo na pole, nebo se předpěstují sazenice o velikosti 20 – 30 cm, které se pak do připraveného pole sázejí. Před sklizní se pole nechá vyschnout. V příznivých podmínkách probíhá sklizeň i 2x do roka [26].

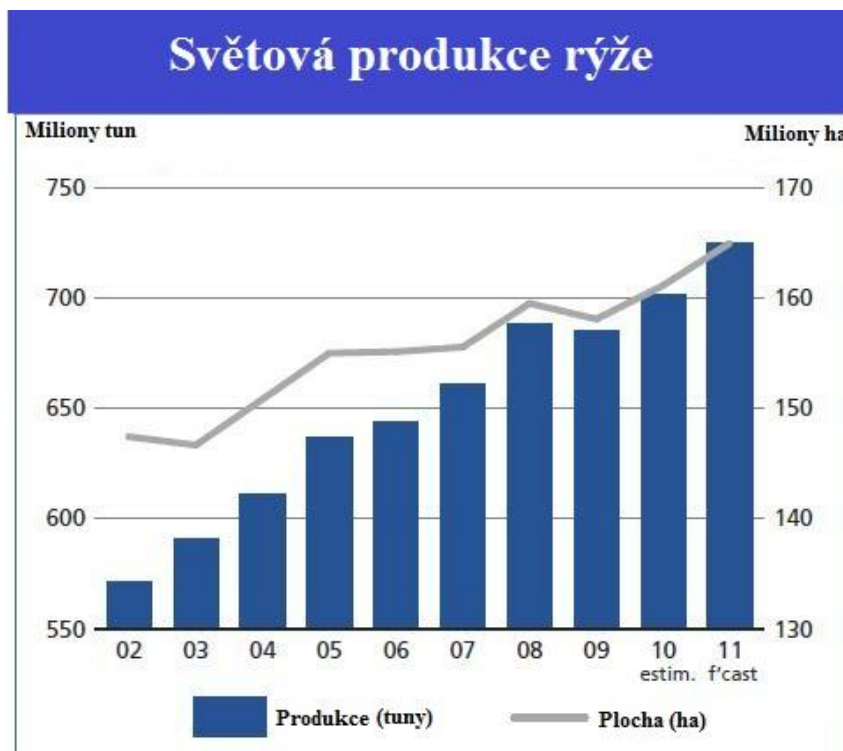


Obr. 8: Obilka rýže [24]

### 1.4 PRODUKCE RÝŽE

Rýže (*Oryza sativa*) je jedním z hlavních obchodních obilných zrn po celém světě, spolu s pšenicí a kukuřicí [27]. Více než 90 % světové rýže se pěstuje a konzumuje v Asii, kde je 60 % lidské populace. Vysazuje se 148 milionů hektarů ročně na 11 % celosvětově obdělávané půdy. Světová produkce rýže v roce 1996 byla 553 milionů tun. Čína, největší producent, produkovala 187 milionů tun, po ní následuje Indie (122 mil. tun), Indonésie (50 mil. tun), Bangladéš (27 mil. tun), Vietnam (24 mil. tun), Thajsko (21 mil. tun) a Myanmar (20 mil. tun). Jen s asi 4 % světové produkce rýže se obchoduje v mezinárodním měřítku. Spojené státy jsou druhým největším vývozcem, a to i přesto, že jim patří 11. místo v produkci [12]. Podle odhadu FAO (Food and Agriculture Organization, Organizace pro výživu a zemědělství) bylo v roce 2005 po celém světě vypěstováno 628 milionů tun rýže.

Pro rok 2011 FAO očekávala, že produkcí rýže pomůže vymizení nepříznivých průvodních jevů klimatického jevu La Niña [28]. Světové zásoby rýže vzrostly na nejvyšší úroveň za deset let. Spotřeba rostla již sedmý rok po sobě. V důsledku toho se očekává v roce 2012 nárůst světových zásob o 8 % (11 milionů tun). Největší podíl za zvýšení bude mít Čína a Indie, cca 70 % celosvětových zásob. Další nárůst je očekáván v Pákistánu a Vietnamu, ale také v Argentině a Uruguayi. FAO předvídá zvýšení produkce v Africe o 2,6 % oproti roku 2010. Nejvyšší růst se očekává z Egypta. I Rusko, které se stalo úspěšným vývozcem rýže v roce 2011, očekává v roce 2012 zvýšení svého podílu na trhu. Naproti tomu USA zaznamenává pokles produkce o téměř 6 milionů tun, což znamená pokles o 21 % od roku 2010 a nejnižší výkon od roku 1998 [29].



Obr. 9: Světová produkce rýže - upraveno podle zdroje [29]

Rýže je základní potravinou pro převládajících 17 zemí v Asii a Tichomoří, 9 zemí v Severní a Jižní Americe a 8 zemí v Africe. Rýže představuje 20 % celosvětových zásob energie, zatímco zásoby pšenice jsou okolo 19 % a zásoby kukuřice 5 % [30].

## 1.5 ROZDĚLENÍ RÝŽE

Podle konzistence lze rýži rozdělit na u nás obvyklejší sklovitou (lesklé sklovité obilky) a na moučnatou (obvykle kulatozrné druhy), která se při vaření rozpadává, a zrna se slepují.

Druhy rýže se dle vyhlášky 333/1997 Sb., ve znění pozdějších prepisů dělí na:

- a) neloupanou – obilky rýže s celistvou vrchní slupkou,

- b) pololoupanou (natural) – zrna rýže zbavená vrchní slupky (pluchy),
- c) loupanou – zrna rýže zbavená všech částí oplodí a osemení a částečně i klíčků [31].

Označování rýže podle délky zrna podle vyhlášky 333/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů je následující:

- a) dlouhozrná – zrno je průměrně 6 mm dlouhé, poměr délky a šířky více než 3,
- b) střednězrná – průměrná délka zrna je 5,2 až 5 mm, poměr délky a šířky méně než 3,
- c) kulatozrná – průměrná délka zrna pod 5,2, poměr délky a šířky méně než 2 [31].

Rýže se však v obchodní síti prodává ještě různými technologickými postupy předupravená a má tak svá specifika. Předvařená rýže se vyrábí z bílé loupané rýže působením zvýšené teploty bez přidání vody. Vaření pak trvá cca jen 10 minut. Rýže parboiled je upravena zvláštním postupem, při němž se živiny z vnějších vrstev rýže uvolní a pod tlakem se dostanou do středu zrna, povrch zrna ztvdne, dojde k přeměně škrobů, takže se rýže při vaření nelepí a vitaminy a minerální látky se při kuchyňské úpravě méně vyluhují. Doba vaření je kratší než u rýže natural.

Zvláštní druhy rýže:

- a) Basmati je neloupaná dlouhozrná rýže pocházející ze severní Indie a Pákistánu. Má zvláštní aroma (oříškové), velmi štíhlá zrna. Prodává se neloupaná i leštěná a podle toho se liší i doba vaření. Před tepelnou úpravou se musí dobře proprat. K vaření potřebuje méně vody, po uvaření se zrna nelepí, rýže je sypká a kyprá. Podobný charakter má texasská rýže „Texmati“.
- b) Jasmínová rýže je aromatický druh rýže (květinová vůně) pocházející z Thajska, po uvaření se lepí více než rýže basmati.
- c) Patna (v USA: Caroli) je nejkvalitnější dlouhozrná rýže „s neutrální chutí a vůní, která se po vaření nelepí. Často se upravuje jako parboiled a používá se ve varných sáčcích.
- d) Divoká (indiánská) rýže (*Zizania aquatica*) jsou podlouhlá semínka vysoké vodní trávy ze Severní Ameriky a Kanady, nejedná se o skutečnou rýži (nejedná se o druh *Oryza sativa*). Vzhledem k tomu, že se sbírá ručně, je velmi

drahá a proto bývá nabízena ve směsi s dlouhozrnnou rýží. Vaří se dlouho (cca 45 minut) ve větším množství vody [32].

- e) Hnědá, červená, černá a fialová rýže – nese obchodní označení dle svého zbarvení obalových vrstev, jde o neloupanou rýži s vysokým obsahem antokyanů způsobujících výrazné zbarvení slupky. Po uvaření těchto neloupaných rýží se semena obarví. Tyto druhy jsou vzácnější, ale v současné době z výživového hlediska vysoce oceňované. Červená rýže se vyznačuje příchutí po piniových oříšcích [33,34].

## 1.6 CHEMICKÉ SLOŽENÍ RÝŽE

Rýže je jednou z nejdůležitějších obilnin v lidské výživě, konzumují ji 2/3 světové populace [35]. Chemické složení zrn kolísá v závislosti na prostředí, kvalitě půdy a druhu rýže [36]. Základními stavebními složkami neloupané rýže podle množství jsou sacharidy (68 – 72 %), bílkoviny (8 – 10 %), lipidy (2,4 %), minerální látky (4 – 5 %), vitaminy, barviva a složky, které mají růstové, regulační a genetické funkce [37, 11]. Důležitý je i obsah vlákniny. Ten se u neloupané rýže pohybuje okolo 10 %. Při loupání se odstraní obaly a aleuronová vrstva. Loupáním také klesne obsah vlákniny pod 1 %, spolu s vlákninou se ale odstraní také komplex vitaminů B, většina tuku a minerálních látek, které jsou obsaženy v těchto vrstvách [38].

Rýže obsahuje vysoké množství škrobu, na druhé straně mnohem méně bílkovin a popela, než kukuřice a ječmen. Složení různých druhů sušené rýže se moc nemění. Důležitým parametrem je vlhkost, která se pohybuje od 5 – 15 % [39].

Různé druhy rýže jsou identifikovány podle své barvy. Existuje rýže bílá (leštěná), hnědá rýže, červená rýže, fialová rýže a černá rýže [40].

Za natural se považuje rýže, která je neloupaná, nebo částečně loupaná (částečně zbavená otrub nebo klíčků, překrývající jádro). Je tužší než rýže bílá a má ořechovou příchuť. Oproti bílé rýži obsahuje i spoustu živin, pocházejících z neodstraněných otrub. V neodstraněných klíčcích je větší množství tuku, čímž dochází k rychlejšímu kažení rýže žluknutím [41].

Bílá rýže je rýže loupaná. Po odstranění otrub a klíčků se semena ještě leští, dokud nejsou bílá a lesklá. Nejvyšší kvality bílé rýže jsou takové, u kterých má po oloupaní a uhlazení endosperm sněhově bílou barvu. Proto se nažloutlá barva endospermu obilky ně-

kdy nedovolenými způsoby překrývá bělením. K docílení požadovaného lesku se používá olejování nebo opracování glycerolem. Uměle sklovitá rýže se snadno rozezná od přirozeně leštěné podle klíčku. Uměle leštěná rýže má lesklé i lůžko [42]. Vzhledem ke všem úpravám, ke kterým dochází, obsahuje bílá rýže méně živin než rýže barevné.

Červená rýže patří mezi loupané nebo částečně neloupané formy rýže, které mají červené slupky. Má podobné vlastnosti jako hnědá rýže, má také ořechovou chuť a poskytuje vyšší obsah živin než rýže bílá. [43]. Odrůdy rýže s červeným oplodím mají významný obsah flavonoidních sloučenin, jako například flavonolů antokyanů a proanthokyanidiny, které jsou hlavní sekundární metabolity u rostlin [44]. Pigmenty, odpovědné za zbarvení červené rýže, jsou právě proantokyanidiny nebo kondenzované třísloviny [45].

Černá a fialová rýže se řadí mezi rýži neloupanou. Často bývá zdůrazňována výživová hodnota hnědé rýže, ale černá rýže má ještě vyšší zdravotní potenciál (proti zánětům, srdečně-cévním chorobám, stárnutí, Alzheimerově chorobě, rakovině, prospěšná pro diabetiky). Nejenže jsou ve slupce obsaženy antioxidanty rozpustné v tucích, jako  $\gamma$ -tokotrienol a  $\gamma$ -oryzanol stejně jako v hnědé rýži, ale navíc je zde obsaženo vyšší množství antokyanových antioxidantů. Je to také výborný zdroj železa a vitamínu E a vlákniny. Extrakty z černé rýže mají podle obsahu antokyanů různě intenzivní barvu, od tmavě fialové po černou [46, 47].

Rýže, kromě toho, že je dobrým zdrojem tiaminu (poprvé objeven v rýži), riboflavinu, niacinu a vlákniny (hnědá rýže až 10 %), jde také o bezpečnou potravinu, a proto je vhodná pro lidi trpící celiakií. Obsahuje i vysoký podíl aminokyselin, hlavně kyseliny glutamové, kyseliny asparagové a lyzinu [30,40].

### 1.6.1 Sacharidy

Sacharidy představují čtyři pětiny hmotnosti rýžového zrna a vyskytují se převážně ve formě škrobu [48].

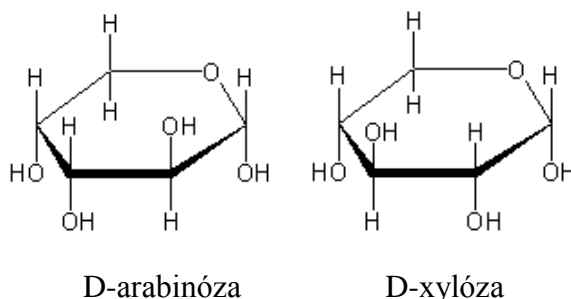
#### 1.6.1.1 Rýžový škrob

Rýžový škrob tvoří asi 85 – 90 % pevných látek v rýžovém zrně. Stejně jako u většiny škrobů jsou hlavními složkami rýžového škrobu amyulóza a amylopektin. Výjimkou je lepová rýže. Ta obsahuje velmi málo nebo neobsahuje žádnou amyulózu. U běžné rýže tvoří amyulóza 12 – 35 % z celkového obsahu škrobu (indické rýže obecně obsahují více amyulózy než japonské odrůdy). Škrob v bílé i hnědé rýži se tráví a absorbuje pomalu a přitom

trvale uvolňuje do krve glukózu, což pomáhá kontrolovat hladinu krevního cukru u diabetiků [49, 50].

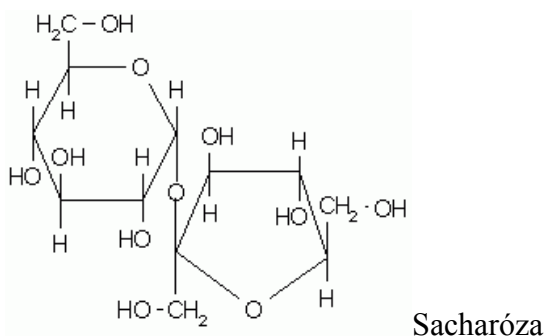
### 1.6.1.2 Pentózy

Pentózy jsou definovány jako polymery obsahující v molekulách podstatný podíl pentóz (zejména arabinózy a xylózy), vedle kterých však obsahují i jiné sloučeniny. Jde o pestrou skupinu látek, kterou lze v zásadě rozdělit na pentózy nerozpustné ve vodě, tzv. hemicelulózy, jež doprovázejí celulózu v buněčných stěnách a na rozpustné pentózy neboli slizy. Obsah pentózánů v obilovinách je velmi rozdílný. Obzvláště bohaté jsou na ně žitné mouky (4 – 7%), ve srovnání např. s pšeničnými, kde se vyskytuje pouze 1 – 3% pentózánů. Strukturně se jedná hlavně o polysacharid arabinoxylan s lineárním základním řetězcem tvořeným jednotkami xylózy, vázanými – (1, 4) vazbami s odvětvenými krátkými řetězci arabinózy [51]. Obsah pentózánů u loupané rýže je v zastoupení 1 – 2 % (poměr arabinóza:xylóza 1:1 až 1: 1,5). Obsah pentózánů u hnědé rýže se pohybuje mezi 2 – 2,5 % [49].



### 1.6.1.3 Jednoduché cukry

Cukry se podílí na obsahu 0,3 – 0,5 % u bílé rýže a 0,6 – 1,4 % u hnědé rýže. Jednoduché cukry jsou tvořeny převážně sacharózou (150 mg.100 g<sup>-1</sup>) s malým množstvím glukózy a fruktózy [49].



### 1.6.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky, tvořeny aminokyselinami, které jsou spojeny převážně peptidovou vazbou (-CO-NH-). Přestože si lidské tělo může vytvořit některé nezbytné aminokyseliny, esenciální musí přijímat z potravy [52]. Jedná se o valin, leucin, izoleucin, treonin, metionin, lyzin, fenylalanin a tryptofan. Vyskytují se i aminokyseliny semiesenciální (u malých dětí esenciální). Řadí se mezi ně arginin a histidin [53]. Aminokyselinové složení proteinů rýže je uvedeno v Tabulce 1.

Tab. 1: Obsah esenciálních aminokyselin v rýži [54]

<b>Průměrný obsah aminokyselin v rýži</b>		
<b>(mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>		
	Bílá rýže	Barevná rýže
<b>Arginin</b>	594	602
<b>Histidin</b>	168	202
<b>Izoleucin</b>	308	336
<b>Leucin</b>	589	657
<b>Lyzin</b>	257	303
<b>Metionin</b>	168	179
<b>Fenylalanin</b>	381	410
<b>Treonin</b>	255	291
<b>Tryptofan</b>	83	101
<b>Tyrosin</b>	238	298
<b>Valin</b>	435	466

Podíl jednotlivých druhů bílkovin, které tvoří celkovou směs rýže, se liší podle druhu rýže (obilniny). Druhy bílkovin obsažených v rýži jsou:

- a) ve vodě rozpustné – albumin (jen malé podíly),
- b) rozpustné v roztocích solí – globulin,

- c) rozpustné v alkoholu – prolamin,
- d) rozpustné v alkalických rozpouštědlech – glutelin (v rýži oryzenin) nejvyšší podíl bílkovin.

Volné aminokyseliny dusíku tvoří přibližně 1 % z celkového dusíku dusíkatých látek. Nejvyšší obsah dusíku je v zárodku, méně v otrubách a nejméně v loupané rýži. Bílkoviny a volné aminokyseliny jsou soustředěny do vnějších vrstev a jejich obsah se snižuje směrem ke středu zrna. Bylo prokázáno, že podíl albuminu a globulinu na celkový obsah bílkovin je nejvyšší ve vnějších vrstvách neloupané rýže a snižoval se směrem ke středu, zatímco u glutelinu je to naopak. Rozmezí obsahu bílkovin je mezi 7 - 13%, záleží na druhu a zpracování zrna rýže [49, 55].

### 1.6.3 Vitaminy

Vitaminy jsou organické sloučeniny životně důležité pro lidský organizmus. Jsou to esenciální látky, které spolu s bílkovinami, lipidy a sacharidy patří k základním složkám lidské stravy [56].

V lidském organizmu mají funkci katalyzátorů biochemických reakcí, tudíž hrají významnou úlohu při procesech vstřebávání a výměně látek mezi vnějším prostředím a živým organismem. Podle rozpustnosti je dělíme na vitaminy rozpustné v tucích a ve vodě [57].

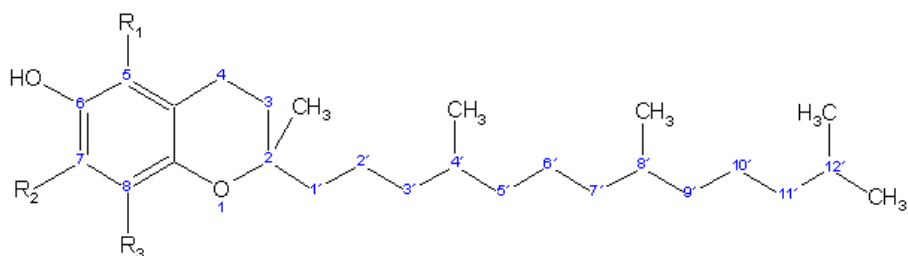
Rýže a její vedlejší produkty obsahují velmi malé množství vitamínu C nebo D. Naopak mají vysoký obsah tiaminu a riboflavinu, liší se podle odrůdy i podle místa pěstování [49]. Všechny vitaminy sk. B pomáhají tělu převést sacharidy z potravin na glukózu, která je využita k výrobě energie a pomáhá tělu metabolizovat tuky a bílkoviny. B-komplex je potřebný pro zdravou kůži, vlasy a oči. Pomáhá také ke správné funkčnosti nervového systému a je nezbytný pro dobrou funkci mozku [58, 59].

Dalším důležitým vitamínem v rýži je vitamín E. Je považován za jeden z nejsilnějších antioxidantů. Účastní se oxidačně-redukčních procesů, respiračních procesů, ochrany  $\beta$ -karotenu před oxidací a ochrany esenciálních mastných kyselin. Je také důležitý při tvorbě červených krvinek a podporuje funkci zdravého oběhového systému [60, 61]. Celkový obsah vitamínů v rýži je uveden v Tabulce 2.

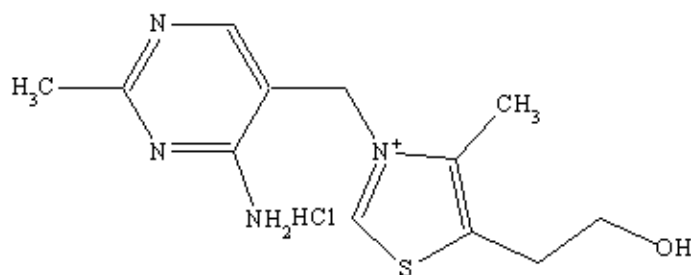


Tab. 2: Obsah vitaminů v rýži [54]

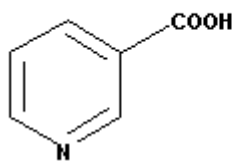
Průměrný obsah vitaminů v rýži (mg.100 g <sup>-1</sup> )		
	Bílá rýže	Barevná rýže
<b>Vitamin E</b>	0,200	1,200
<b>Tiamin</b>	0,100	0,400
<b>Riboflavin</b>	-	0,100
<b>Niacin</b>	1,600	5,100
<b>Kyselina pantotenová</b>	1,000	1,500
<b>Pyridoxin</b>	0,200	0,500
<b>Kyselina listo- vá</b>	0,008	0,020



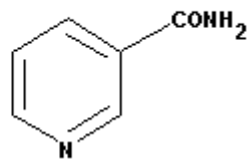
Vitamin E



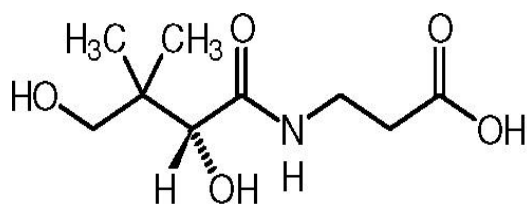
Tiamin



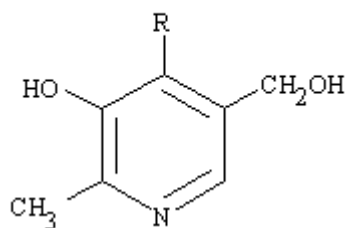
Kys. Nikotinová



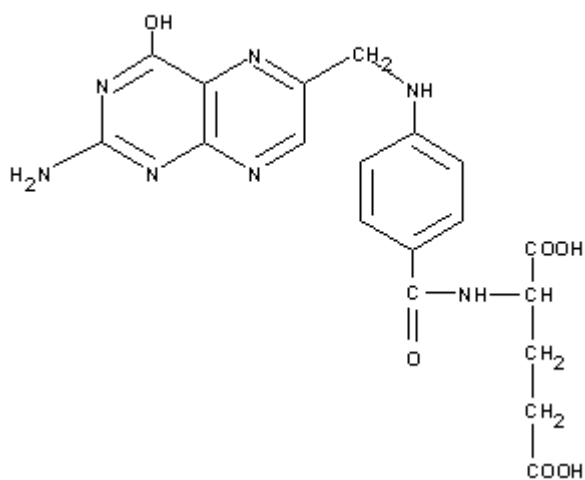
Nikotinamid



Kys. Pantotenová



Pyridoxin



Kys. Listová.

### 1.6.4 Lipidy

Lipidy patří do velmi heterogenní skupiny organických látek. Jsou to nízkomolekulární látky, omezeně rozpustné ve vodě a naopak dobře rozpustné v organických rozpouštědlech. Převažují dlouhé nepolární uhlovodíkové řetězce, které mohou za hydrofóbnost těchto látek [57, 62].

Obilné lipidy jsou chemicky různorodou skupinou, rozdělenou do tří podskupin: neutrální lipidy, glykolipidy a fosfolipidy [63]. Hlavní podíl lipidů rýže je obsažen v otrubách (obsahují zárodek), kde může přispět až 20 % k celkové hmotnosti zrna. Odstraněné otruby obsahují 10,1 – 11,5 % lipidů. Bílá rýže obsahuje jen asi 0,3 – 0,7 % lipidů. Hnědá rýže obsahuje 1,5 – 2,5 % lipidů. U červené rýže se celkový obsah lipidů pohybuje okolo 4 % [49]. Vzhledem k tomu, že bílá rýže má po odstranění otrub mnohem méně tuku než hnědá, je podstatně méně náchylná ke žluknutí. Oproti tomu hnědá rýže žlukne velmi snadno a rychle [64]. V Tabulce 3 je uvedeno zastoupení lipidů v rýži.

Tab. 3: Průměrný obsah lipidů v rýži [54]

<b>Průměrný obsah lipidů v rýži</b>		
<b>(mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>		
	Bílá rýže	Barevná rýže
<b>Tuky celkem</b>	0,700	2,900
<b>Nasycené MK</b>	0,200	0,600
<b>Monoenové MK</b>	0,200	1,100
<b>Polyenové MK</b>	0,200	1,000
<b>Ω-3 MK</b>	0,031	0,044
<b>Ω-6 MK</b>	0,146	1,000

Pozn: MK – mastná kyselina

### 1.6.5 Minerální látky

Prvky, u nichž je prokázána nějaká biologická funkce, se označují jako prvky biogenní. Esenciální stopové prvky jsou zpravidla součástí biochemicky účinných látek a jejich fyzi-

ologická potřeba je velmi malá [61]. Rýže obsahuje rozličná množství jednotlivých minerálních látek. Příkladem je např. železo, hořčík a také zinek. Obsah minerálních látek je vázán na zpracování a typ rýže. Za zmínku určitě stojí i to, že rýže je cenným zdrojem draslíku a fosforu [50].

Železo se účastní převážně na transportu kyslíku krevním řečištěm a katalýze oxidačně-redukčních reakcí [61, 65]. Vápník je minerální složkou, jejíž velké množství je obsaženo v kostech a zubech ve formě fosforečnanu vápenatého. Hořčík je nezbytný pro všechny metabolické děje, při kterých se tvoří nebo se hydrolyzuje ATP. Ovlivňuje permeabilitu biologických membrán [61]. Fosfor patří k základním stavebním kamenům, ze kterých jsou sestaveny naše nukleové kyseliny. Plní funkce stavební, funkce v energetickém metabolismu a dále funkce aktivační, regulační a katalytické. Spolu s vápníkem tvoří fosfáty hlavní součást kostí a zubů [66, 67]. Celkový obsah minerálních látek v rýži je uveden v Tabulce 4a,b. Sodík se vyskytuje převážně v extracelulárním prostoru, zatímco draslík je lokalizován hlavně uvnitř buněk [61]. Protože rýže je potravinou s velmi nízkým obsahem sodíku, je užitečná při hypertenzi. Sodík v těle zadržuje tekutinu a tím způsobuje vznik edémů a zvětšení objemu krve, což přispívá ke zvýšení krevního tlaku [48].

Tab. 4a: Obsah minerálních látek v rýži [54]

<b>Průměrný obsah minerálních látek v rýži</b>		
<b>(mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>		
	Bílá rýže	Barevná rýže
<b>Železo</b>	0,8	1,5
<b>Sodík</b>	5,0	7,0
<b>Draslík</b>	115,0	223,0
<b>Hořčík</b>	25,0	143,0
<b>Vápník</b>	28,0	23,0
<b>Mangan</b>	1,1	3,7

Tab. 4b: Obsah minerálních látek v rýži [54]

<b>Průměrný obsah minerálních látek v rýži</b> <b>(mg.100 g<sup>-1</sup>)</b>		
	Bílá rýže	Barevná rýže
<b>Měď</b>	0,2	0,3
<b>Zinek</b>	1,1	2,0
<b>Fosfor</b>	115,0	333,0

## 2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY METOD POUŽITÝCH PŘI STANOVENÍ

### 2.1 Stanovení popela

Popelem rozumíme podíl látky nespalitelný při předepsané teplotě [68]. Podle ČSN ISO 2171 (46 1019) je popel nespalitelný zbytek získaný v souladu s metodou uvedenou v této mezinárodní normě. Obsah popela je hrubý ukazatel množství minerálních složek ve vzorku. Podstatou stanovení je spalování vzorku do úplného spálení organických látek, získaný zbytek se zváží [69,70].

Popel mouky je definován jako množství nespalitelných anorganických látek, které zůstanou po spálení zkoušeného vzorku v muflové peci při teplotě 550 °C. Množství popela je možno vypočítat po zvážení zbytku vzorku. Získaný zbytek je po spalování při teplotě 550 °C vločkovitý [69].

**Výpočet obsahu popela v %:**

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100 \quad (1)$$

$m$  – hmotnost navážky vzorku [g],

$m_1$  – hmotnost kelímku se vzorkem po spálení při 550 °C [g],

$m_2$  – hmotnost vyžíhaného prázdného kelímku [g].

### 2.2 Stanovení sušiny a vlhkosti

Voda je součástí všech potravin, vyskytuje se v různém množství a různých formách. Podle ČSN EN ISO 712 (46 1014) je vlhkost úbytkem hmotnosti vzorku, vyjádřený v procentech, ke kterému se dojde za definovaných podmínek metody a pevný zbytek vzorku po odstranění vody a těkavých látek se označuje jako sušina [71]. Stanovení vlhkosti může být významným ukazatelem jakosti a trvanlivosti výrobku, popřípadě ukazatelem porušování jakosti potravin. Stanovení sušiny naopak umožňuje zjistit, v jakém množství je sledovaná komponenta obsažena v potravinách o různém obsahu vody. Pro stanovení vlhkosti existují metody přímé a nepřímé. Nejvýznamnější jsou metody referenční a kontrolní [68]. Odvážené množství vzorku se suší v elektrické sušárně za předepsaných podmínek dané metody. U kontrolní metody se vzorek suší při teplotě 105 °C do konstant-

ní hmotnosti. U referenční metody, se vzorek suší 90 min. při teplotě 130 – 133 °C [69, 71].

**Výpočet obsahu sušiny v %:**

$$S = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100 \quad (2)$$

$m$  – hmotnost navážky vzorku [g],

$m_1$  – hmotnost misky se vzorkem po sušení při 105 °C [g],

$m_2$  – hmotnost vysušené prázdné misky [g].



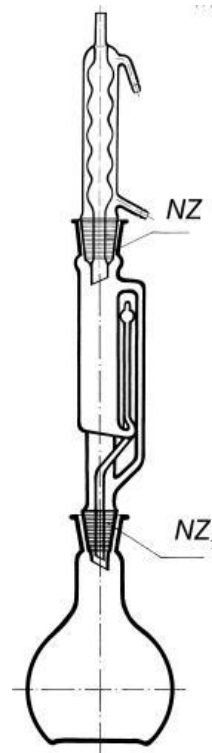
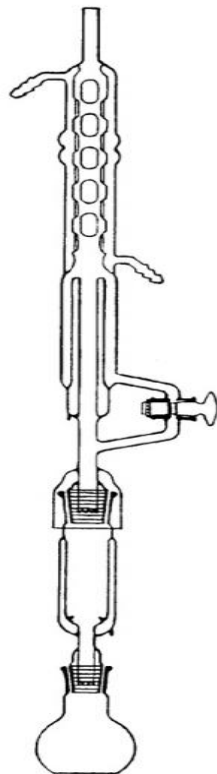
Obsah vody (sušiny) lze stanovit i podle směrnice AOAC ( Association of Official Analytical Chemists) a to dvěma metodami. Vzorek se vysuší při 130°C 1 hodinu nebo 98–100°C 5 hodin za sníženého tlaku [73].

Obr. 10: Sušárna Venticell [72]

### 2.3 Stanovení tuku

Nejrozšířenější metody pro stanovení tuku v potravinách jsou extrakční metody, jejichž pracovní postupy se liší podle povahy vzorku. Tuk, vyextrahovaný z potravin se označuje jako souhrn všech látek získaných rozpouštědlem z analyzovaného materiálu. Jeho hlavní složkou jsou triacylglyceroly. K extrakci se používá Soxhletova nebo Twiselmannova aparatura. Twiselmannův extraktor má oproti Soxhletovu extraktoru výhodu v tom, že je rychlejší a je s ním jednodušší manipulace. Kratší doba extrakce je dána intenzivnější cirkulací extrakčního rozpouštědla. Po skončení extrakce se v Twiselmannově aparatuře uzavře kohout, čímž se rozpouštědlo nahromadí v extrakčním prostoru a může být znovu použito. Princip stanovení spočívá v extrakci rozemletého vysušeného vzorku lipofilním rozpouště-

dlem (hexanem). Po odstranění rozpouštědla a po vysušení v sušárně se zjistí hmotnost tuku tak, že se zváží vyextrahovaný podíl [74].



Obr. 11: Twiselmannův extraktor [75]    Obr. 12 Soxhletův extraktor [76]

**Výpočet obsahu tuku v %:**

$$pt = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

$m_2$  – hmotnost prázdné baňky [g],

$m_1$  – hmotnost baňky s tukem [g],

$m$  – hmotnost navážky vzorku [g].

**Obsah tuku v sušině v %:**

$$ptS = \frac{pt}{S} \quad (4)$$

$S$  – obsah sušiny v %.



## 2.4 Stanovení dusíkatých látek

Než se smí přistoupit k samotnému stanovení obsahu dusíkatých látek, je nutné provést úpravu vzorku mineralizací. Mineralizaci lze provést dvěma cestami a to suchou cestou a mokrou cestou.

Suchý rozklad je charakterizován jako rozklad v otevřeném systému, na vzduchu a za atmosférického tlaku. Při zahřívání vzorku v reakční nádobě z křemenného skla, platiny nebo porcelánu (za nejvhodnější se považuje křemenné sklo) nejprve dochází k úniku vody přítomných a vzniklých těkavých zplodin. Se zvyšováním teploty pak dochází k postupné destrukci organické hmoty. V tomto stadiu se mohou ve vzorku vytvářet centra lokálního záhřevu s podstatně vyšší teplotou než je zvolená mineralizační teplota. Aby suchý rozklad probíhal plynule a bez exotermních reakcí, je nutno zvyšovat teplotu mineralizace velmi zvolna nebo zuhelnat'ovat vzorky nejprve mimo pec při teplotě 200–300 °C na horké desce s definovaným nárůstem teploty [77].

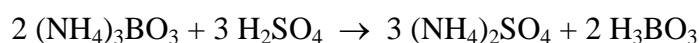
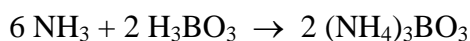
Testované vzorky byly mineralizovány tzv. mokrým rozkladem, kdy působením zkoncentrované H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Rozklad probíhá za varu, urychlen přidavkem 2 – 4 kapek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a malou lžičkou katalyzátoru (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CuSO<sub>4</sub>), v mineralizátoru Block Digest 12 [69].



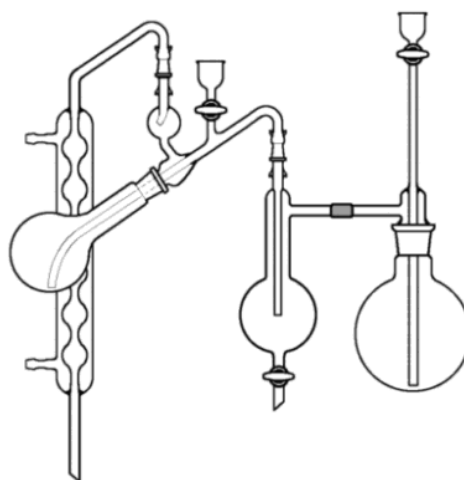
Obr. 13: Mineralizátor Block digest [78]

### Metoda podle Winklera- acidimetrická titrace:

Z mineralizátu bílkovinného materiálu, připraveného podle Kjeldahla, se amoniak, uvolněný ze síranu amonného koncentrovaným roztokem NaOH, predestiluje s vodní parou v destilačním přístroji do roztoku kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně odměrným roztokem H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> na indikátor Tashiro.



Z množství spotřebované kyseliny se vypočítá obsah dusíku [79]. Zjišťování obsahu bílkovin stanovením dusíku je založeno na skutečnosti, že bílkoviny obsahují asi 16% dusíku. Množství nalezeného dusíku násobené přepočítacím faktorem 6,25 ( $100 : 16 = 6,25$ ) udává množství hrubé bílkoviny. Přepočítávací faktor závisí na druhu bílkoviny (je dán AMK složením). Například pro mléko a mléčné výrobky platí př. faktor 6,38, mandle 5,18, želatina 5,55 [80]. Při stanovování obilnin se výsledek se přepočítá na navážku a vynásobením faktorem 5,7 se určí % hrubé bílkoviny v analyzovaném obilném materiálu [79].



Obr. 14: Parnas-Wagnerova aparatura [81]

**Výpočet obsahu hrubé bílkoviny (%):**

$$\left(\frac{w}{w}\right) \text{ hrubé bílkoviny} = \frac{a \cdot 10^{-3} \cdot c \cdot M_N \cdot f_t \cdot f_z \cdot f_{př}}{n} \cdot 100 \quad (5)$$

$a$  – spotřeba odměrného roztoku  $H_2SO_4$  při titraci [ml],

$c$  – koncentrace odměrného roztoku  $H_2SO_4$  ( $0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ),

$M_N$  – molární hmotnost dusíku ( $M_N = 14,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ),

$f_t$  – titrační faktor ( $f_t = 2$ ),

$f_z$  – zředovací faktor ( $f_z = 5$ ),

$f_{př}$  – přepočítávací faktor podle druhu potraviny (pro obiloviny, mouku, chleba = 5,7),

$n$  – navážka vzorku, která byla zmineralizována [g].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CÍL EXPERIMENTÁLNÍ PRÁCE

Cílem experimentální práce bylo zjistit u neobvyklých druhů rýže, které jsou omezeně dostupné na českém trhu, parametry jako obsah popela, který je ukazatel množství minerálních složek ve vzorku, obsah vlhkosti, která je podle vyhlášky ČSN EN ISO 712 (46 1014) maximálně 15%. Při vyšší vlhkosti dochází ke změnám jakosti, kterou může způsobovat například rychlejší pomnožování mikroorganismů, atd. Dalším zjišťovaným parametrem byl obsah tuku. Čím vyšší obsah tuku rýže obsahuje, tím náročnější je na skladovací podmínky, v důsledku snadnějšího žluknutí tuků v zrna. Posledním ze zjišťovaných parametrů byl obsah hrubých bílkovin. Mezi neobvyklé druhy testované rýže byly zařazeny druhy neloupané nebo pololoupané a jejich parametry byly porovnávány s parametry celosvětově nejkonzumovanějším druhem rýže a to s rýží bílou, celoloupanou.

## 4 METODIKA PRÁCE

### 4.1 Pomůcky, přístroje

Porcelánové kelímky

Analytické váhy - AFA 210 LC (Schoeller)

Exsikátor

Muflová pec – LM 112.10, MLW Elektro – VEB ELEKTRO BAD FRANKENHAUSEN

Sušárna Venticell

Hliníkové misky

Extrakční patrony

Extrakční přístroj podle Twiselmanna

Parnas-Wagnerova aparatura

Mineralizátor Block digest 12 (12 - místný)

Laboratorní sklo a běžné laboratorní pomůcky

### 4.2 Chemikálie

Hexan (Ing. Petr Lukeš)

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (PENTA, Ing. Petr Švec)

NaOH (PENTA, Ing. Petr Švec)

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Chemapol)

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CuSO<sub>4</sub> – směsný katalyzátor v poměru 10:1

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Ing. Petr Lukeš)

Tashiro (FLUKA)

### 4.3 Vybrané vzorky rýže

U analyzovaných výrobků byly zaznamenány základní údaje, které udává výrobce či dovozce. Jejich jména nejsou záměrně uvedena, budou však prezentována u obhajoby diplomové práce.

Od každého vzorku bylo zakoupeno vždy 7 balení tak, aby pocházely z jedné výrobní šarže či se jednalo o jednorázovou společnou dodávku. Vzorky rýže byly skladovány v temnu, v klimatizované laboratoři při 23 °C. Od každého balení byla vzata jedna čtvrtina a tato umleta na laboratorním mlýnku do homogenní konzistence. Takto připravené vzorky byly umístěny do tmavých plastových lahví, zavřeny a skladovány při 23 °C. Z takto připravených vzorků byly odebírány jednotlivé navážky pro analýzu základních chemických charakteristik.

#### 4.3.1 Jasmínová rýže z Thajska, červená

Tento produkt pochází od malých farmářů na Severovýchodě nejchudšího regionu Thajska.



Kód kontrolní organizace: CZ-BIO-ARCERT-02

Minimální trvanlivost: 31. 7. 2014

Balení: vakuově balená, 500 g, na obale nebyly uvedeny nutriční hodnoty

*Obr. 15: Jasmínová rýže z Thajska, červená*

#### 4.3.2 Rýže sladká – zlatozrná

Pochází z Japonska, kde se z ní připravuje saké a tradiční pokrm Mochi (křupavé pečivo).



Jak nám napovídá její název, jedná se o rýži charakteristickou svou přirozenou sladkostí. Po uvaření je rýže příjemně měkká a lepkavá, proto je vhodná k přípravě sladkých rýžových pokrmů, nákypů, kaší.

*Obr. 16: Rýže sladká - zlatozrná*

Kód kontrolní organizace: CZ-KE2-01

Minimální trvanlivost: 25. 7. 2012

Země původu: US

Balení: v ochranné atmosféře, 500 g, na obale nebyly uvedeny nutriční hodnoty

### 4.3.3 Bio rýže Thaibonnet natural

Jedná se o rýži dlouhozrnnou a pololoupanou. Natural rýže nebyla zbavena cenné vrchní slupky a klíčku, je tudíž i součástí zdravé kuchyně a makrobiotiky. Dlouhozrnná rýže je po uvaření krásně nadýchaná a sypká, zrna jsou pevná a voňavá. Používá se hlavně jako příloha, jako základ čínské smažené rýže se zeleninou či masem a rizota.

Nutriční hodnoty ve 100 g: energie 1427 kJ/ 341 kcal, bílkoviny 7,5 g, sacharidy 77,4 g, tuky 1,9 g



Kód kontrolní organizace: CZ-BIO-001

Minimální trvanlivost: 7. 4. 2014

Země původu: Itálie, zemědělská produkce EU

Balení: vakuově balená, 500 g

*Obr. 17: Bio rýže Thaibonnet natural*

### 4.3.4 Lila rýže z Laosu



Tuto kulinářskou specialitu přináší drobní zemědělci, kteří jsou sdruženi do laoské organizace ASDSP (The Agricultural Sector Development Support Program). Rýže je z 80 % tvořena bílou a z 20 % fialovou rýží, takže během vaření se celá porce přebarví do světle fialova. Rýže není geneticky upravena.

*Obr. 18: Lila rýže z Laosu*

Minimální trvanlivost: 30. 11. 2012

Balení: vakuově balená, 500 g, na obale nebyly uvedeny nutriční hodnoty

#### 4.3.5 Rýže červená střednězrnná

Červená rýže patří mezi speciální neloupané druhy rýže. Pěstuje se původně v oblasti Camar ve Francii a má velice delikátní chuť připomínající ořechy. Nově ji lze získat také z Itálie.



Země původu: Itálie

Kód kontrolní organizace: CZ-BIO-KEZ-01

Minimální trvanlivost: 3. 2. 2012

Balení: vakuově balená, 500 g, na obale nebyly uvedeny nutriční hodnoty

*Obr. 19: Rýže červená střednězrnná*

#### 4.3.6 Jasmínová rýže z Thajska, hnědá

Tento produkt pochází od malých farmářů na Severovýchodě nejchudšího regionu Thajska. Zrna rýže dávají hnědé odlesky.



Kód kontrolní organizace: CZ-BIO-ARCERT-02

Minimální trvanlivost: 31. 7. 2014

Balení: vakuově balená, 500 g, na obale nebyly uvedeny nutriční hodnoty

*Obr. 20: Jasmínová rýže z Thajska, hnědá*



#### 4.3.7 Rýže dlouhozrná



Vyrobeno z rýže seté (*Oryza sativa*).

Nutriční hodnoty ve 100 g: energetická hodnota 1496 kJ/ 357 kcal, bílkoviny 6,7 g, sacharidy 80,4 g, tuky 0,4 g

Balení: kartonová krabice, 480 g

Obr. 21: Rýže dlouhozrná

#### 4.4 Stanovení obsahu popela

Předem vyčištěné spalovací porcelánové kelímky, vhodné k použití při teplotě 550 °C, se umístí do muflové pece a nechají se vyžít při 550 °C po dobu 1 hodiny. Vyžíhané porcelánové kelímky se nechají vychladit v exsikátoru. Poté se kelímky zváží na analytických vahách. Do zvážených kelímků se naváží 1 g pomletého vzorku s přesností na 0,1 mg. Vzorek se váží ve třech opakováních. V muflové peci, vyhřáté na 550 °C, se nechají vzorky spalovat po dobu 5,5 hod. Po spálení se kelímky zchladí v exsikátoru a zváží se na analytických vahách. Obsah popela se vypočítá podle vzorce 1., který je uveden v kapitole 2.1.

#### 4.5 Stanovení obsahu sušiny a vlhkosti

V sušárně, vyhřáté na teplotu 105 °C, se vysuší hliníkové misky, po dobu jedné hodiny. Nechají se vychladnout v exsikátoru. Poté se zváží na analytických vahách s přesností na 0,1 mg. Do zvážených hliníkových misek se naváží 1g pomletého vzorku s přesností na 0,1 mg. Každý vzorek se váží ve třech opakováních. Pomocí skleněné tyčinky je každý vzorek rozprostřen do stejnoměrné vrstvy a následně se vloží do sušárny, kde se suší do konstantního úbytku hmotnosti při teplotě 105 °C. Po vysušení a vychladnutí

v exsikátoru se misky zvaží na analytických vahách. Obsah sušiny a vlhkosti se vypočítá podle vzorce 2., který je uveden v kapitole 2.2.

## 4.6 Stanovení obsahu tuku

Do extrakční patrony se naváží asi 5 g pomletého vzorku s přesností na 0,001 g. Kouskem vaty se patrona uzavře a vloží do střední části extrakčního přístroje. Do předem vysušené a zvážené extrakční baňky se třemi skleněnými kuličkami (opět zvážené s přesností na 0,001 g) se nalije 100 ml extrakčního činidla (hexanu), extrakční baňka se nasadí na spodní zábrus extrakčního přístroje. Baňka se umístí do vyhřívacího topného elektrického hnízda, napojí se na extraktor a extrahuje 5 hodin. Po pěti hodinách se extrakce přeruší, uzavře kohout, oddestiluje se většina extrakčního činidla. Střední část přístroje se opatrně oddělí a oddestilovaný hexan se slije do láhve. Baňka s tukem a zbylým hexanem se nechá volně odpařit v digestoři. Následně se baňka s tukem dosuší v sušárně při teplotě 105 °C po dobu 30 minut. Poté se nechá vychladnout v exsikátoru a zvaží. Množství tuku se vypočítá podle vzorce 3., uvedeného v kapitole 2.3.

## 4.7 Stanovení obsahu dusíkatých látek

### 4.7.1 Mineralizace vzorků mokrou cestou

Mineralizace vzorku je první fází stanovení. Do mineralizační zkumavky se na analytických vahách naváží 0,1g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. Ke vzorku se v digestoři přidá 10 ml koncentrované  $H_2SO_4$ , 2 – 4 kapky  $H_2O_2$  a 1 malá lžička směsného katalyzátoru ( $Na_2SO_4 + CuSO_4$  v poměru 10:1) a mineralizační zkumavka se vloží na topnou desku mineralizátoru Block Digest 12 s přídatným zařízením umožňujícím odsávání par vznikajících zplodin. Zapne se vyhřívací blok, pračka plynů a digestoř. Teplota ohřevu je nastavena na 400 °C. Po vyhřátí topného zařízení (trvá asi půl hodiny) probíhá mineralizace 1 hodinu (řídí nastavený program). Po skončení mineralizace se vypne vyhřívací blok a zkumavky se přendají do stojanu, pračka se nechá zapnutá, dokud zkumavky nezchladnou. Pračka je složena ze dvou promývaček. V první dochází k částečné kondenzaci par a v druhé, v níž je 13% NaOH, k jejich neutralizaci (roztok NaOH je nutné pravidelně obměnit). Po zchladnutí se do zkumavek přidá destilovaná voda do objemu 25 ml a před analýzou se protřepe.

#### 4.7.2 Destilace dle Parnas-Wagnera

Pro stanovení dusíku a následně bílkovin se použije Parnas-Wagnerova aparatura. Do destilační baňky přístroje se pipetuje 10 ml mineralizátu. Amoniak uvolněný přídatkem 20 ml 30 hmot. % roztoku hydroxidu sodného se predestiluje destilací s vodní parou a jímá se do titrační baňky s 50 ml 2 hmot. % roztoku kyseliny borité. Ústí chladiče musí být ponořeno pod hladinou kyseliny. Destilace trvá 20 minut od počátku varu v destilační baňce. Po skončení destilace se konec chladiče opláchne destilovanou vodou do předlohy, titrační baňka se odstraní.

#### 4.7.3 Titrační stanovení

Po skončení destilace se vypne ohřev, baňka na vyvíjení páry se ochladí (mokrý hadr), takže snížením tlaku se přečerpá tekutina z destilační baňky do přečerpávací, odkud se pak vypustí. Do titrační baňky se přidají 3 – 4 kapky Tashiro indikátoru. Destilát se titruje roztokem  $0,025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ H}_2\text{SO}_4$  do stálého červenofialového zbarvení. Z množství spotřebované kyseliny sírové se vypočte obsah dusíku a ten se přepočítá na obsah „hrubé bílkoviny“ vynásobením přepočítacím faktorem. Za tímto účelem se použijí vzorce 4., které jsou uvedeny v kapitole 2.4.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Výsledky stanovení obsahu popela

Stanovení popela bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 4.4. Výsledné hodnoty jsou vypočteny podle vzorce 1. Tyto výsledky jsou průměrem ze tří měření, u nichž byla následně vypočtena směrodatná odchylka ( $\pm$  S.D., Standard Deviation).

Tab. 5: Obsah popela v analyzovaných vzorcích

Vzorek	Obsah popela $\pm$ S.D. (%)
Jasmínová rýže z Thajska, červená	1,62 $\pm$ 0,01
Rýže sladká, zlatozrná	1,27 $\pm$ 0,02
Bio rýže Thaibonnet natural	1,29 $\pm$ 0,03
Lila rýže z Laosu	0,56 $\pm$ 0,02
Rýže červená, střednězrná	1,52 $\pm$ 0,01
Jasmínová rýže z Thajska, hnědá	1,00 $\pm$ 0,02
Rýže dlouhozrná	0,35 $\pm$ 0,02

Při stanovení obsahu popela u vzorků různých druhů rýže bylo zjištěno, že nejnižší obsah popela je u vzorku dlouhozrné rýže, a to v množství 0,35 % ( $\pm$  0,02). Naopak nejvyšší obsah popela je u vzorku jasmínová rýže z Thajska, červená v množství 1,62 % ( $\pm$  0,01). U vzorku rýže sladké byl obsah popela stanoven na 1,27 % ( $\pm$  0,02). Obsah 1,29 % ( $\pm$  0,03) byl stanoven u vzorku Bio rýže Thaibonnet natural. U vzorku Lila rýže z Laosu byl stanoven obsah popela 0,56 % ( $\pm$  0,02). Vzorek rýže červené, střednězrné obsahoval 1,52 % ( $\pm$  0,01). Vzorek jasmínové rýže z Thajska, hnědé obsahoval 1,00 % ( $\pm$  0,02).

Obsah popela je hrubý ukazatel množství minerálních složek ve vzorku. Literatura uvádí průměrný obsah popela u bílé rýže okolo 0,6 %, u barevných (neloupaných, pololoupaných) druhů rýže okolo 1,5 % [54]. Výrazně nejnižší obsah popela byl stanoven u rýže dlouhozrné, která je tvořena pouze bílými loupanými a leštěnými obilkami a u lila rýže z Laosu, která je z 80 % tvořena bílou rýží. Nejvyšší obsah minerálních látek byl stanoven u jasmínové rýže z Thajska, červené. U druhů bílé rýže se předpokládá nižší obsah mine-

rálních látek než u rýže barevné. Je to dáno tím, že minerální látky se nachází těsně pod obalovými vrstvami obilky, které se ale při loupání odstraňují a tím se odstraní i značný obsah minerálních látek. Za to neloupané a pololoupané rýže obsahují vyšší obsah minerálních látek a proto jsou z výživového hlediska hodnotnější.

## 5.2 Výsledky stanovení obsahu sušiny a vlhkosti

Stanovení sušiny bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 4.5. Výsledné hodnoty jsou vypočteny podle vzorce 2. Tyto výsledky jsou průměrem ze tří měření, u nichž byla následně vypočtena směrodatná odchylka.

Tab. 6: Obsah sušiny a vlhkosti v analyzovaných vzorcích

Vzorek	Obsah sušiny ± S.D. (%)	Obsah vlhkosti ± S.D. (%)
Jasmínová rýže z Thajska, červená	89,47 ± 0,01	10,53 ± 0,01
Rýže sladká, zlatozrná	88,31 ± 0,03	11,69 ± 0,03
Bio rýže Thabonnet natural	88,61 ± 0,03	11,39 ± 0,03
Lila rýže z Laosu	91,57 ± 0,01	8,43 ± 0,01
Rýže červená, střednězrná	89,27 ± 0,02	10,73 ± 0,02
Jasmínová rýže z Thajska, hnědá	89,84 ± 0,01	10,16 ± 0,01
Rýže dlouhozrná	92,08 ± 0,01	7,92 ± 0,01

U stanovení obsahu sušiny se hodnoty pohybovaly v rozmezí 88,31 – 92,08 %. Množství obsahu vlhkosti ve vzorcích se pohybovalo v rozmezí 7,92 – 11,69 %. Podle vyhlášky 268/2006 Sb. je u rýže povolen limitní obsah vlhkosti maximálně 15 %, což podle výsledků splňují všechny vzorky [82]. Vyšší vlhkost u rýže, a u obilovin obecně, by způsobila, v důsledku lepší činnosti bakterií, příznivou půdu, pro vznik plísní a hniloby, při níž může docházet k uvolňování mykotoxinů. Mykotoxiny jsou definovány jako nízkomolekulární sekundárně metabolické produkty houbových organismů, toxické pro rostliny i teplokrevné živočichy včetně člověka. Z hlediska historické posloupnosti poznávání účinku těchto látek lze mykotoxiny zařadit do několika hlavních skupin: alkaloidy produkované houbou *Claviceps purpurea* (ergotoxin a ergotamin), aflatoxiny, ochratoxiny, trichothecény a fumonisiny [83].

### 5.3 Stanovení obsahu tuku

Stanovení obsahu tuku bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 4.6. Výsledné hodnoty jsou vypočteny podle vzorce 3. Tyto hodnoty jsou průměrem ze tří měření, u nichž byla následně vypočtena směrodatná odchylka. Přepočet na tuk v sušině byl proveden podle vzorce 4.

Tab. 7: Obsah tuku a obsah tuku v sušině v analyzovaných vzorcích

Vzorek	Obsah tuku ± S.D. (%)	Obsah tuku v sušině x $10^{-2}$ ± S.D. (%)
Jasmínová rýže z Thajska, červená	4,39 ± 0,02	4,90 ± 0,02
Rýže sladká, zlatozrná	0,24 ± 0,02	0,27 ± 0,02
Bio rýže Thaibonnet natural	3,61 ± 0,01	4,07 ± 0,01
Lila rýže z Laosu	2,03 ± 0,02	2,22 ± 0,02
Rýže červená, střednězrná	3,06 ± 0,01	3,44 ± 0,01
Jasmínová rýže z Thajska, hnědá	3,81 ± 0,02	4,25 ± 0,02
Rýže dlouhozrná	0,39 ± 0,05	0,43 ± 0,05

Nejvíce tuku bylo vyextrahováno ze vzorku Jasmínová rýže červená, jehož hodnota činila 4,39 % ( $\pm 0,02$ ). U vzorku sladké rýže byl stanoven obsah tuku 3,47 % ( $\pm 0,02$ ). U bio rýže Thaibonnet natural byl stanoven obsah tuku 3,61 % ( $\pm 0,01$ ). Množství tuku u vzorku Lila rýže z Laosu bylo 2,03 % ( $\pm 0,01$ ). Vzorek rýže červené obsahoval 3,06 % ( $\pm 0,01$ ) množství tuku. U vzorku jasmínová rýže hnědá bylo vyextrahováno 3,81 % ( $\pm 0,02$ ) množství tuku. Nejmenší množství tuku bylo stanoveno u vzorku rýže dlouhozrné, a to v množství 0,39 % ( $\pm 0,05$ ).

Dva ze sedmi zkoumaných vzorků se řadí mezi červené rýže. U vzorku jasmínové rýže z Thajska byl stanoven obsah tuku na 4,39 % a u vzorku rýže červené, střednězrné byl stanoven obsah tuku na 3,06 %. Oba výsledky stanovení jsou podstatně vyšší, než uvádí literatura, která zmiňuje obsah tuku pro běžné červené odrůdy rýže 2 % [54]. Pro rýže hnědé je v literatuře uveden obsah tuku 3 % [54]. U vzorku hnědé jasmínové rýže z Thajska, byl stanoven obsah tuku 3,81 %. U vzorku bio rýže Thaibonnet natural, byl stanoven obsah tuku 3,61 %, přičemž výrobce uvádí obsah tuku 1,9 %. U bílých rýžích se uvádí

obsah tuku do 0,4 %. U zkoumaného vzorku sladké rýže byl stanoven tuk 0,24 %. Tato hodnota je shodná s hodnotou udávanou v literatuře, která uvádí obsah tuku pro sladké rýže 0,2 % [54]. Rýže dlouhozrná obsahuje množství tuku 0,39 %, čímž se shoduje s výrobcem, který uvádí do 0,4 %. U lila rýže z Laosu byl stanoven obsah tuku na 2,03 %. Vyšší obsah tuku, než uvádí literatura pro bílé rýže, může být způsoben tím, že je zde přimíchána rýže fialová, která se řadí mezi rýže neloupané, obecně rýže s vyšším množstvím tuku.

Tuk u zkoumaných vzorků rýže byl stanovován přímou extrakcí za použití Twisselmanovy aparatury. Vyšší výsledky stanovení obsahu tuku u barevných druhů rýže jsou jistě zapříčiněny podmínkami pěstování, druhem rýže, jejích technologickým opracováním apod.

Obecně jsou rýže barevné řazeny do skupiny neloupaných nebo pololoupaných rýží. Tuk je obsažen hlavně v obalových vrstvách, které se odstraňují při loupání a leštění bílé rýže. Proto je obsah tuku v celozrnných rýžích výrazně vyšší než u rýží bílých. Obsah tuku je spojen také se skladovatelností rýže. U neloupaných rýží je mnohem vyšší riziko kažení. Tuk obsažen ve slupkách je daleko náchylnější ke žluknutí. Žluknutí je jiný název pro zkažení tuků, takový tuk vytváří nepříjemný zápach a má špatnou chuť. Zápach a chuť jsou závislé na složení zkaženého tuku. Žluknutí je zapříčiněno buď enzymy, díky kterým se tuk rozkládá na mastné kyseliny a glycerol, nebo bakteriemi, které se mohou rozmnožovat v potravinách obsahujících krom tuku i bílkoviny. v čistém tuku se bakterie nerozmnožují a v neposlední řadě oxidací vzdušným kyslíkem [84]. Z těchto důvodů je potřeba celozrnné rýže, které se nezbavují slupek a vrstev, skladovat ve vhodných podmínkách a rychle konzumovat.

#### 5.4 Stanovení dusíkatých látek

Stanovení obsahu dusíkatých látek bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 4.7. Výsledné hodnoty jsou vypočteny podle vzorce 5. Tyto hodnoty jsou průměrem ze čtyř měření, u nichž byla následně vypočtena směrodatná odchylka.

Tab. 8 Obsah dusíkatých látek ve vzorku

Vzorek	Obsah hrubých bílkovin ± S.D. (%)
Jasmínová rýže z Thajska, červená	10,83 ± 0,02
Rýže sladká, zlatozrná	8,10 ± 0,02
Bio rýže Thaibonnet natural	7,97 ± 0,01
Lila rýže z Laosu	9,21 ± 0,09
Rýže červená, střednězrná	9,46 ± 0,02
Jasmínová rýže z Thajska, hnědá	8,14 ± 0,01
Rýže dlouhozrná	6,88 ± 0,06

Obsah dusíkatých látek ve zkoumaných vzorcích rýže se pohyboval v rozmezí 7,97 – 10,83 %. Vzorek rýže jasmínové červené obsahoval 10,83 % ( $\pm 0,02$ ) hrubých bílkovin. Obsah hrubých bílkovin vzorku rýže sladké byl 8,10 % ( $\pm 0,02$ ). Obsah hrubých bílkovin u vzorku bio rýže Thaibonnet natural činil 7,97 % ( $\pm 0,01$ ). Vzorek Lila rýže obsahoval 9,21 % ( $\pm 0,09$ ) hrubých bílkovin. U vzorku rýže červené byl stanoven obsah hrubých bílkovin 9,46 % ( $\pm 0,02$ ). Jasmínová rýže hnědá obsahovala 9,11 % ( $\pm 0,03$ ) hrubých bílkovin. U vzorku rýže dlouhozrné byl stanoven obsah hrubých bílkovin 6,88 % ( $\pm 0,06$ ).

U jasmínové rýže červené byl stanoven obsah hrubých bílkovin na 10,83 % a u rýže červené, střednězrné 9,46 %. V literatuře se uvádí hodnota pro bílkoviny červené rýže 10 %, což obě červené rýže s mírnými odchylkami splňují [54]. U hnědé jasmínové rýže z Thajska byl stanoven obsah hrubých bílkovin na 8,14 %. Stanovený obsah je shodný s hodnotou uvedenou v literatuře, která činí 8 % [54]. Výrobce bio rýže Thaibonnet natural uvádí obsah bílkovin 7,5 %. Stanovený obsah bílkovin je 7,97 %. Stanovená hodnota je mírně vyšší než uvádí literatura [54]. U vzorku sladké rýže byl stanoven obsah hrubých bílkovin na 8,1 %, což je o 1,1 % více než uvádí literatura [54]. U Lila rýže z Laosu byla stanovena hodnota hrubých bílkovin na 9,21 %. U Lila rýže z Laosu je podíl bílé rýže 80 %, zbývajících 20 % tvoří rýže fialová. Bílá rýže obsahuje průměrně 7 % bílkovin. Důvodem vyššího obsahu bílkovin u Lila rýže z Laosu je 20 % podíl fialové rýže, jejíž součástí jsou obalové vrstvy a klíčky bohaté na bílkoviny. U rýže dlouhozrné byl stanoven obsah hrubých bílkovin na 6,88 %, výrobce dlouhozrné rýže běžně uvádí hodnotu 7 %.



Podle obsahu esenciálních aminokyselin rozdělujeme bílkoviny na plnohodnotné a neplnohodnotné. Plnohodnotné bílkoviny obsahují všechny esenciální aminokyseliny, tj. mají vysokou biologickou hodnotu. Mezi plnohodnotné patří živočišné bílkoviny a bílkovina sóji. Proteiny, které neobsahují všechny esenciální aminokyseliny, mají nízkou biologickou hodnotu, tj. jsou neplnohodnotné (v luštěninách, obilovinách) nacházející se v rostlinách [85]. Rýže je obecně považována za zdroj neplnohodnotných bílkovin, ale tím, že se rýže řadí mezi celosvětově nejkonzumovanější plodinu a čistá využitelnost bílkovin a stravitelná energie v rýži je obrovská, v samotném důsledku je jako zdroj rozhodně nezanedbatelná [36].

## 6 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo v první teoretické části shrnout dostupné informace o jedné ze základních potravin – rýži, zejména pak její anatomické stavbě a chemickém složení. Druhá část se zaměřuje na metody určené pro stanovení základních charakteristik neobvyklých druhů rýže. V praktické části bylo hlavním úkolem stanovení sušiny a vlhkosti, popela, tuku a dusíkatých látek ve zkoumaných vzorcích rýže.

Stanovení popela bylo prováděno podle ČSN ISO 2171 (46 1019). Vzorek rýže byl spálen v muflové peci do úplného spálení organických látek a získaný popel byl zvážen na analytických vahách. Nejvyšší obsah popela byl stanoven u červené jasmínové rýže z Thajska, a to 1,62 %. Nejnižší obsah popela je u vzorku dlouhozrné rýže, a to v množství 0,35 %.

Stanovení sušiny a vlhkosti bylo provedeno podle ČSN EN ISO 712 (46 1014) kontrolní metodou. Odvážené množství vzorku se sušilo v elektrické sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. U stanovení obsahu sušiny se hodnoty pohybovaly v rozmezí 88,31 – 92,08 %. Množství obsahu vlhkosti ve vzorcích se pohybovalo v rozmezí 7,92 – 11,69 %.

Stanovení tuku bylo prováděno přímou extrakcí Twiselmannovou extrakční aparaturou. Nejvíce tuku bylo vyextrahováno ze vzorku Jasmínová rýže červená, jehož hodnota činila 4,39 % ( $\pm 0,02$ ). Nejmenší množství tuku bylo stanoveno u vzorku rýže dlouhozrné, a to v množství 0,39 % ( $\pm 0,05$ ).

Stanovení obsahu dusíkatých látek bylo provedeno Klejhdalovou metodou s úpravou podle Winklera na Parnas-Wagnerově aparatuře. Vzorek rýže jasmínové červené obsahoval nejvyšší obsah hrubých bílkovin 10,83 %. U vzorku rýže dlouhozrné byl stanoven nejnižší obsah hrubých bílkovin 6,88 %.

Zkoumané vzorky rýže byly rozděleny na 2 hlavní skupiny, tou první je rýže bílá (loupaná a leštěná), která se mechanicky zbavuje přirozených obalových vrstev a zárodečných klíčků a druhou rýže barevné (neloupané a pololoupané, tzv. natural), jejichž přirozenou součástí jsou obalové vrstvy včetně zárodečných klíčků, bohaté na nutriční látky a vlákninu.

Rýže je považována za vhodnou potravinu pro zdravou výživu a také jako základní surovinu pro mnoho diet. Hlavně cereální rýže jsou pro svoje nutriční složení významným

přínosem ve výživě člověka a s tím úzce související zdravou výživou. Během posledních let byla, v České republice, zaznamenána snaha o doplnění jídelníčku neobvyklými druhy rýže. Bohužel tento trend je značně limitován vyšší cenou.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E. Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekářských cereálií. *Nova Biotechnologica IV- I*, 2004, 133- 154 s. ISSN 1338-6905.
- [2] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. 1. vydání. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 2007. 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [3] KUČEROVÁ, J.. *Technologie cereálií*. 1. vydání. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická universita v Brně. 2004. 141 s. ISBN 80-7157-811-8.
- [4] *Rýže setá* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <<http://vodnibahenni.atlasrostlin.cz/ryze-seta>>
- [5] *Rýže* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <<http://chemievjidle.cz/prakticke-informace/ryze-clanek>>
- [6] PAČES, V. *Dědičná informace z rýže je přečtena*. 2002. Dostupné online na: <<http://akademon.cz/source/rice.htm>>
- [7] HOLUBOVÁ, K. *Rostlinná výroba I - Obiloviny*, Praha: Vysoká škola zemědělská Praha. 1989. 158 s.
- [8] DELOUCHE, J., C., et ALL. Weedy rices – origin, biology, ecology and kontrol. *FAO Plant Production and Protection Papers 188*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. ISBN 978-92-5-105676-9.
- [9] *Oryza Taxonomy* [online]. Gramene, [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <[http://www.gramene.org/species/oryza/rice\\_taxonomy.html](http://www.gramene.org/species/oryza/rice_taxonomy.html)>
- [10] *Rýže* [Online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <http://ryze.divoce.cz/>
- [11] SINGH, R., K., SINGH, U., S., KHUSH, G., S. *Aromatic rices*. New Delhi. Calcutta: Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. 2000. 292 p. ISBN 81-204-1420-9.
- [12] KHUSH, G., S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Molecular Biology 35*. Belgium: Kluwer Academic Publishers, 1997. 25- 34 s.
- [13] ŽÁČEK, Z. *Plody dalekých krajů*. 1. Vydání. Praha: Merkur. 1981. 197 s.

- [14] *Morfologie rýžové rostliny. Rice* [Online]. [cit. 2011-12-12]. Dostupné online na: <http://tejaratalvand.com/pdf/rice.pdf>
- [15] VALÍČEK, P., A KOL. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Praha: Academia. 2002. 486 s. ISBN 80-200-0939-6.
- [16] CHANG, T., BERNEDAS, E. A. The morfology and Varietal Characteristic of the Rice Plant. *Technical Bulletin 4*. Philippines: The International Rice Research Institute. 1965. 40s.
- [17] Kořeny rýže. *Rice Anatomy* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <http://www-plb.ucdavis.edu/labs/rost/Rice/roots/rtarc.html>
- [18] Detail stébla. *Biologie trav* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: [http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=travy.html](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=travy.html)
- [19] Listy rýže. *United States Department of Agriculture* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=7878&page=6>
- [20] *International Rice Research Institute* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/index.php/flower>
- [21] Květenství lata. *International Rice Research Institute* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/index.php/morphologyofthericeplant-panicle-and-spikelets>
- [22] *Structure of a Rice Grain* [online]. [cit. 2011-12-21]. Dostupné online na: <http://www.teksengricemill.com/knowled/structure.htm>
- [23] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. Vydání. Zlín: UTB Zlín. 2006. 178 s. ISBN 80-7318-372-2.
- [24] Obilka rýže. *International Rice Research Institute* [online]. [cit. 2012-01-16]. Dostupné online na: <http://www.knowledgebank.irri.org/extension/index.php/morphologyofriceplant-rice-grain>

- [25] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. Vydání. Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze. 2004. 20 s. ISBN: 80-7080-530-7.
- [26] SVOBODOVÁ, V. *Oryza sativa l. - rýže setá* [online]. [cit. 2011-12-20]. Dostupné online na: <<http://botany.cz/cs/oryza-sativa/>>
- [27] SUN, D. *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*. 1. edition, USA: Academic Press is an sprint of Elsevier. 2008. 583 s. ISBN 978-0-12-373642-0.
- [28] *FAO: Světová produkce rýže letos vzroste o tři procenta* [online]. [cit. 2011-12-21]. Dostupné online na:  
<<http://finance.cz/zpravy/finance/308591-fao-svetova-produkce-ryze-letos-vzroste-o-tri-procenta/>>
- [29] *2011 Year End Global Rice Production Report, Plus Rice Production this Decade* [online]. [cit. 2011-12-22]. Dostupné online na:  
<<http://bigpictureagriculture.blogspot.com/2011/11/2011-year-end-global-rice-production.html>>
- [30] *FAO: Rice and Human Nutrition* [online]. [cit. 2011-12-23]. Dostupné online na:  
<<http://www.fao.org/rice2004/en/f-sheet/factsheet3.pdf>>
- [31] *Vyhláška 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, ve znění pozdějších předpisů* [online]. [cit. 2011-12-23], Dostupné online na:  
<<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&docType=ART&nid=11816>>
- [32] *Rýže a její druhy* [online]. [cit. 2011-12-23], Dostupné online na:  
<<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92335>>
- [33] *Rýže setá* [online]. [cit. 2011-12-23]. Dostupné online na: <<http://ryze-seta.webnode.cz/o-nas/>>
- [34] *Important Rice Characteristics* [online]. [cit. 2011-12-23]. Dostupné online na:  
<<http://www.foodservicewarehouse.com/education/types-of-rice/c27575.aspx>>

- [35] STORCK, C., R., PICOLLI DA SILVA, L., FAGUNDES, C., A., A. Categorizing rice cultivars based on differences in chemical composition. *Journal of Food Composition and Analysis* 18. 2005. 333- 341 s.
- [36] ZHOU, Z., ROBARDS, K., HELLIWELL, S., BLANCHARD, CH. Composition and functional properties of rice. *International Journal of Food Science and Technology* 2002. 37. 849–868 s.
- [37] KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. 1. vydání. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická universita v Brně. 2004. 141 s. ISBN 80-7157-811-8.
- [38] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny* [online]. [cit. 2011-12-22]. Dostupné online na: <<http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/index.htm>>
- [39] STEINER, J. The Chemical Composition of Rice, Maize, and Barley. *Scientific American Supplement No. 288*. 1881, 35s.
- [40] *Rice Nutrition- Comparison of Different Rice Types* [online]. [cit. 2011-12-23]. Dostupné online na: <<http://sourcing.indiamart.com/agriculture/articles/rice-nutrition-comparison-different-rice-types/>>
- [41] SCHUENEMAN, M. *Kalorie, cholesterol*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Svojtka, 2007. 208 s. ISBN 978-80-7352-623-8.
- [42] BENDA, V., BABŮREK, I., ŽDÁRSKÝ, J. *Biologie II, Nauka o potravinářských surovinách*. Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze. 2000. 196 s. ISBN 80-7080-402-5.
- [43] KIM, M., K., et ALL. Identification and quantification of anthocyanin pigments in coloured rice. *Nutrition Research and Practice* 2 (1). 2008. 46- 49 s.
- [44] JOSEPH, M., GROTEWOLD, E., KOES, R. How genes paint flowers and seeds, 1998, *Trends in Plant Science* 3. 212 - 217.
- [45] OKI, T., MASUDA, M., KOBAYASHI, M., NISHIBA, Y., FURUTA, S., SUDA, I., SATO, T. Polymeric procyanidins as radical-scavenging components in redhulled rice. 2002. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 50. 7524 – 7529 s.
- [46] LILA, M., A. Anthocyanins and Human Health: An In Vitro Investigative Approach. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 2004:5. 306- 313 s.

- [47] SUKOVÁ, I. Zdravotní potenciál černé rýže. *Food technology* 10. 2010. [cit. 2011-12-24]. Dostupné online na: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=106946&ids=149>>
- [48] PAMPLONA- ROGER, G., D. *Encyklopedie léčivých potravin*. 1. vydání. Praha: Advent- Orion, spol. s.r.o. 2005. 385 s. ISBN 80-7172-542-0.
- [49] HOUSTON, D., F., KOHLER, G., O. Nutritional Properties of Rice. *Washington, D. C.: National Academy of Sciences Vol. 8*. 1970.
- [50] GODDARD, M., S., et ALL. The Effect of Amylose Content on Insulin and Glucose Responses to Ingested Rice. *The American Journal of Clinical Nutrition Vol. 39*. 1984. 388- 392 s.
- [51] KADLEC, P., A KOL. *Technologie sacharidů*. 1. vydání. Praha: Vysoká škola chemickotechnologická v Praze. 2000. 138 s. ISBN 80-7080-400-9.
- [52] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. Zlín: UTB. 2007. 169 s. ISBN 978-80-7318-295-3.
- [53] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS. 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [54] *Nutrition Facts* [online]. [cit. 2012-04-08]. Dostupné online na: <<http://nutritiondata.self.com/facts/cereal-grains-and-pasta>>
- [55] TADA, Y., et ALL. Reduction of 14- 16kDa Allergenic Proteins in Transgenic Rice Plants by Antisense Gene. *FEBS letters* 391(3). 1996. 341- 345 s.
- [56] LIEBERMAN, S., BRUNING, N. *The Real Vitamin and Mineral book*. New York: The Penguin Group. 2007. 4. Edition. 79 p. ISBN 0895297698.
- [57] KODÍČEK, M. Vitaminy, Biochemické pojmy- výkladový slovník. Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze. 2004. 1. vydání. 171 s. ISBN: 80-7080-551-X.
- [58] *Vitamin B1 (Thiamine)* [online]. [cit. 2012-04-08]. Dostupné online na: <<http://www.umm.edu/altmed/articles/vitamin-b1-000333.htm>>
- [59] TUREK, B. *Výživový stav populace a nutriční rizika*. 1. Vydání. Praha: Státní zdravotní ústav. 2004. ISBN: 80-7071-243-0.
- [60] PEKMEZCI, D. Vitamin E and Immunity, *Vitamins & Hormones vol. 86*. 2011. 179 - 215 s.



- [61] *Analýza a chemie potravin* [online]. [cit. 2012-03-18]. Dostupné online na: <<http://utb.cepac.cz/Screens/Explorer.aspx?id=34>>
- [62] KENT, N. L. *Technology of cereals: an introduction for student of food science and agriculture*. 4. Edition. New York: Pergamon. 1994. 334 s. ISBN 159-124-1081.
- [63] MANO, Y., et ALL. Comparative Composition of Brown Rice Lipids (Lipid Fractions) of Indica and Japonica Rices. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 63 (4). 619- 626 s. ISSN 0916- 8451.
- [64] CARTER, J., S. *Vitamins* [online]. [cit. 2012-04-08]. Dostupné online na: <<http://biology.clc.uc.edu./courses/bio105/vitamin.htm>>
- [65] SUKOVÁ, I. *Význam železa* [online]. [cit. 2012-04-08]. Dostupné online na: <<http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=90991>>
- [66] *Health Benefits of Phosphorus* [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné online na: <<http://www.organicfacts.net/health-benefits/minerals/health-benefits-of-phosphorus.html>>
- [67] KVASNIČKOVÁ, A. *Minerální látky a stopové prvky, esenciální minerální prvky ve výživě*. 1. vydání. Praha: ÚZPI. 1998. 128 s. ISBN 80-85120-94-1.
- [68] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J. *Analýza potravin*. 2. vydání. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka. 2001. 101 s. ISBN 80-86494-02-0.
- [69] DAVÍDEK, J. A KOL. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. Praha: SNTL. 1977. 718 s. ISBN 04-830-77.
- [70] ČSN ISO 2171. *Obiloviny, luštěniny a výrobky z nich - Stanovení obsahu popela spalováním*. Praha: Český normalizační institut. 2008.16 s.
- [71] ČSN EN ISO 712 (46 1014), *Obiloviny a výrobky z obilovin - Stanovení vlhkosti - Referenční metoda*, Praha: Český normalizační institut, 2010, 24 s.
- [72] Sušárna Venticell. *Teplotní skříň sušárna Venticell* [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné online na: <<http://www.optingservis.cz/index.php/nabidka-zboi/505-teplotnsksucrna-venticell>>

- [73] *Obiloviny (cereálie) a výrobky z nich* [online]. [cit. 2013-03-11]. Dostupné online na: <[http://web.vscht.cz/koplikr/2\\_Cere%C3%A1lie.pdf](http://web.vscht.cz/koplikr/2_Cere%C3%A1lie.pdf)>
- [74] SKOUPIL, J., LECJAKOVÁ, Z. *Chemické kontrolní metody*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury. 1998. 280 s.
- [75] *Extrakční přístroj podle Twiselmanna* [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné online na: <[http://www.kavalier.cz/cz/laboratorni-pristroje-sklenene\\_\\_\\_pristroj-extrakcni-podle-twiselmanna\\_\\_\\_\\_\\_technicke-sklo\\_\\_\\_\\_\\_laboratorni-sklo.html](http://www.kavalier.cz/cz/laboratorni-pristroje-sklenene___pristroj-extrakcni-podle-twiselmanna_____technicke-sklo_____laboratorni-sklo.html)>
- [76] *Extrakční přístroj podle Soxhleta* [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné online na: <<http://www.helago-cz.cz/product/pristroj-extrakcni-dle-soxhleta-s-chladicem-podle-allihna-200-ml/>>
- [77] SZÁKOVÁ, J., MADER, P. Základní metody rozkladu nadzemních částí vyšších rostlin pro stanovení obsahu vybraných esenciálních prvků (Ca, K, Mg, P, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo a Zn). 2004. *Chemické listy* 98. 388-395s.
- [78] *Block-digest* [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné online na: <[http://www.alibaba.com/product-free/115011183/Block\\_digest/showimage.html](http://www.alibaba.com/product-free/115011183/Block_digest/showimage.html)>
- [79] DAVIDEK, J., VELÍŠEK, J. *Analýza potravin*. 2. vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. 1992. 122 s. ISBN 80-7080-163-8.
- [80] *Základy analýzy potravin* [online]. [cit. 2013-03-11]. Dostupné online na: <[http://web.vscht.cz/koplikr/%C4%8C%C3%A1stB2\\_1.pdf](http://web.vscht.cz/koplikr/%C4%8C%C3%A1stB2_1.pdf)>
- [81] *Parnas- Wagnerova aparatura* [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné online na: <<http://www.slinap.com.pl/szczegoly.php?idproduktu=794>>
- [82] *Vyhláška 268/2006 Sb.* [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné online na: <[http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/chronologicky-prehled/Legislativa-MZe\\_puvodni-zneni\\_vyhlaska-2006-268-potraviny.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/chronologicky-prehled/Legislativa-MZe_puvodni-zneni_vyhlaska-2006-268-potraviny.html)>
- [83] *Mykotoxiny* [online]. [cit. 2013-03-20]. Dostupné online na: <[http://hplc1.sweb.cz/Mycotoxins/mykotoxiny\\_prehled.htm](http://hplc1.sweb.cz/Mycotoxins/mykotoxiny_prehled.htm)>
- [84] BRÁZDOVÁ, Z. *Výživa člověka*. 1. vydání. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska. 1995. 146 s.

- [85] DUCHOVÁ, I. *Základy výživy člověka: Aminokyseliny, peptidy, bílkoviny* [online]. [cit. 2013-03-20]. Dostupné na: <<http://www.viviente.cz/1-dil-aminokyseliny-peptidy-bilkoviny/>>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FAO Food and Agriculture Organization

S.D. Standard Deviation

AOAC Association of Official Analytical Chemists

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1: Rostlina rýže [6]</i> .....	12
<i>Obr. 2: Morfologie rýžové rostliny [14]</i> .....	13
<i>Obr. 3: Kořeny rýže [17]</i> .....	14
<i>Obr. 4: Detail stébla [18]</i> .....	14
<i>Obr. 5: Listy rýže [19]</i> .....	15
<i>Obr. 6: Květenství lata [21]</i> .....	15
<i>Obr. 7: Stavba obilného zrna [23]</i> .....	16
<i>Obr. 8: Obilka rýže [24]</i> .....	17
<i>Obr. 9: Světová produkce rýže [29]</i> .....	18
<i>Obr. 10: Sušárna Venticell [72]</i> .....	31
<i>Obr. 11: Twiselmannův extraktor [75]</i> .....	33
<i>Obr. 12: Soxhletův extraktor [76]</i> .....	33
<i>Obr. 13: Mineralizátor Block Digest [78]</i> .....	33
<i>Obr. 14: Parnas- Wagnerova aparatura [81]</i> .....	34
<i>Obr. 15: Jasmínová rýže z Thajska, červená [vlastní foto]</i> .....	38
<i>Obr. 16: Rýže sladká- zlatozrná [vlastní foto]</i> .....	38
<i>Obr. 17: Bio rýže Thaibonnet natural [vlastní foto]</i> .....	39
<i>Obr. 18: Lila rýže z Laosu [vlastní foto]</i> .....	39
<i>Obr. 19: Rýže červená střednězrná [vlastní foto]</i> .....	40
<i>Obr. 20: Jasmínová rýže z Thajska, hnědá [vlastní foto]</i> .....	40
<i>Obr. 21: Rýže dlouhozrná [vlastní foto]</i> .....	41

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1: Obsah esenciálních aminokyselin v rýži [54] .....</i>	23
<i>Tab. 2: Obsah vitamínů v rýži [54] .....</i>	25
<i>Tab. 3: Průměrný obsah lipidů v rýži [54] .....</i>	27
<i>Tab. 4a: Obsah minerálních látek v rýži [54] .....</i>	28
<i>Tab. 4b: Obsah minerálních látek v rýži [54] .....</i>	29
<i>Tab. 5: Obsah popela v analyzovaných vzorcích .....</i>	44
<i>Tab. 6: Obsah sušiny a vlhkosti v analyzovaných vzorcích .....</i>	45
<i>Tab. 7: Obsah tuku a obsah tuku v sušině v analyzovaných vzorcích .....</i>	46
<i>Tab. 8 Obsah dusíkatých látek ve vzorku .....</i>	48