

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

ELIŠKA JUREČKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav technologie potravin



Rýže jako surovina a její využití v cereálních technologiích

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jindřiška Kučerová, Ph.D.

Vypracovala:

Eliška Jurečková

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Rýže jako surovina a její využití v cereálních technologiích vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala doc. Ing. Jindřišce Kučerové, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytla. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která mě podporovala v průběhu celého studia. A nakonec musím poděkovat všem přátelům a spolužákům, kteří mi ochotně pomohli se sensorickým hodnocením sušenek.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřená na rýži obecně jako surovinu a dále na její využití v cereálních technologiích. Popisuje historii pěstování rýže, charakterizuje rýži z botanického hlediska a věnuje se jejímu chemickému složení. Dále je práce zaměřena na zpracování rýže pro potravinářský průmysl a také se věnuje jednotlivým cereálním výrobkům z rýže. Závěr práce je zaměřen na sensorické hodnocení domácích sušenek z rýžové mouky.

Klíčová slova: rýže, historie, chemické složení, využití rýže v potravinářství, sušenky

ABSTRACT

This work is focused on rice as an ingredient, as well as its usage in cereal technology. It describes the history of rice growing, characterises rice from the botanical point of view and describes its chemical composition. Furthermore this work focuses on rice processing for the use in food industry and particular rice cereal products. The conclusion is devoted to sensory evaluation of home-made rice flour biscuits.

Key words: rice, history, chemical composition, rice utilization in food, biscuits

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 CÍL PRÁCE	9
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1 Historie.....	10
3.2 Legislativa.....	11
3.3 Pěstování rýže	11
3.4 Anatomická stavba zrna	13
3.5 Chemické složení	14
3.5.1 Sacharidy.....	15
3.5.2 Lipidy	16
3.5.3 Proteiny	17
3.5.4 Vitamíny.....	19
3.5.5 Minerální látky	19
3.5.6 Fytochemikálie.....	20
3.6 Zpracování rýže.....	20
3.6.1 Čištění a loupání.....	20
3.6.2 Mletí	22
3.6.3 Předvařená rýže	23
4 KULINÁRNÍ VYUŽITÍ RÝŽE	25
4.1 Druhy rýže.....	25
4.2 Rýžová mouka.....	26
4.2.1 Pekařské výrobky	26
4.2.2 Dorty, moučníky	27
4.2.3 Rýžové snídaňové cereálie	28
4.2.4 Rýžové sušenky.....	28
4.2.5 Nudle	29
4.3 Naklíčená hnědá rýže	30
4.4 Dětská výživa.....	30
4.5 Konzervovaná rýže	31
4.6 Senzorické hodnocení sušenek.....	31
5 ZÁVĚR	36

6 POUŽITÁ LITERATURA.....	38
----------------------------------	-----------

1 ÚVOD

Rýže je spolu s pšenicí a kukuřicí jednou z nejdůležitějších plodin na Zemi. Jedná se o základní plodinu v rozvojových zemích a představuje základní potravinu pro téměř dvě třetiny populace. Rýže poskytuje 21 % energie a 15 % bílkovin. Světová zásoba uloženého rýžového zrna upadá do negativní korelace. Každý rok úroveň spotřeby rýže přesahuje její aktuální roční produkci.

Rostlina rýže je jednoletá, polovodní travina, která může růst v rámci široké škály podmínek. Rýže se pěstuje již téměř 15 000 let. Rod *Oryzae* vznikl na superkontinentu Gondwana a po rozpadnutí superkontinentu se stal široce rozšířeným ve vlhkých tropech Afriky, Jižní Ameriky, Jižní a jihovýchodní Asie a Oceánie. Rod v roce 1753 pojmenoval Carl Linne. Pěstují se dva druhy rýže *Oryza sativa* a *Oryza glaberrima*, která, se pěstuje převážně v Africe. Hlavními producenty rýže je Čína, Indie, Indonesie a Vietnam, kteří produkují více než 75 % světové produkce rýže. V závislosti na klimatu, půdních podmínkách, odrůdě, zemědělské praxi a jiných podmínkách se výnosy rýže pohybují od 0,7 do 10,8 t/ha. V současné době celosvětové výnosy rýže mají tendenci být v průměru vyšší než 4 t/ha. Rýže se pěstuje ve 114ti zemích a Čína v historii byla a stále je předním světovým producentem rýže.

Před vlastní konzumací se musí zrno upravit, odstranit z něj obalové vrstvy. Tyto úpravy se provádí v průběhu zpracování. Hlavní způsob konzumace rýže je velmi odlišný oproti konzumaci jiných rýži příbuzných rostlin. Nejčastěji se konzumuje vařená, nebo ve formě nudlí, burizónů, fermentované sladké rýže a v podobě snacků vyráběných extruzí. Malá část se používá na výrobu rýžových potravin, případně jako krmivo pro zvířata. Dále se rýže využívá na výrobu konzervovaných potravin, na výrobu alkoholických nápojů, nebo jako přídavek při jejich výrobě, jako například do piva.

Rýže, díky nízkému obsahu sodíku, tuku a nulovému obsahu cholesterolu, slouží při léčbě hypertenze. Je rovněž bez alergenů a díky tomu je nyní široce používána v kojenkové výživě. Rýžový škrob může také sloužit jako náhražka glukózy v perorálním rehydratačním roztoku pro kojence, kteří trpí průjmem.

Mouka má nevýraznou chuť, bílou barvu, je dobře stravitelná a neobsahuje alergeny. Používá se pro výrobu chleba, dortů, sušenek (samotná nebo smíchaná s pšeničnou). Vzhledem k absenci gliadinu a přítomnosti stravitelných sacharidů je rýžová mouka vhodná pro přípravu potravin pro celiaky.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši na téma „Rýže jako surovina a její využití v cereálních technologiích,“ prostudovat historii pěstování rýže, její botanické zařazení, chemické složení zrna a popsat způsoby zpracování rýžového zrna. Dále jsou uvedeny způsoby využití rýže v potravinářském průmyslu. Na závěr byly senzoric-ky hodnoceny sušenky z pšeničné a rýžové mouky.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Historie

Nejstarší důkazy o pěstování rýže se díky výzkumu půdy vápencových jeskyní a v ní obsažených fytoolytů našly v Číně v záplavových oblastech řeky Jang-c' a jsou datovány kolem roku 12 000 př. n. l. Jednalo se o pěstování divoké rýže, která existuje nejméně ve dvaceti varietách a uvádí se pod názvem *Oryza rufipogen*. Výzkum půdy taktéž ukázal, že kolem roku 7 500 př. n. l. byl již podíl domestikovaných a divokých forem vyrovnaný a o tisíc let později stopy divokých forem mizí. Z tohoto období pocházejí nejstarší domestikované variety rýže, které v roce 1988 objevil čínský archeolog An-pching Pchej.

Není známo, jaký způsob setby se v dávné historii používal, ale předpokládá se, že se zrno selo do půdy provlhčené každoročními záplavami, protože je to nejjednodušší metoda a v jihovýchodní Asii se k pěstování rýže používá dodnes (Mithen, 2006).

Do Evropy se rýže dostala údajně kolem roku 300 př. n. l., a to vojsky Alexandra Velikého, která rýži přivezla do Řecka. V období Římského impéria se rýže pěstovala v celé oblasti Středozemního moře, avšak výnosy rýžových plantáží nebyly tak vysoké jako v Číně nebo Indii. Ve středověku byli pěstitelé rýže obviněni za rozšíření malárie, kvůli stojatým vodám, kam moskyti kladou svá vajíčka, ve kterých pěstovali rýži (Král, 2006).

Největším Evropským producentem rýže je Itálie. Cílevědomé pěstování rýže začalo až v 15. století, kdy Evropa byla zpustošena epidemiemi moru a hladomory. Cisterciánští mniši kláštera Lucedio v blízkosti města Trino Vercellese zjistili, že v Pádské nížině, která je bohatá na vodu jsou pro pěstování rýže příznivé podmínky. Okolní obyvatelé byli vůči rýži velmi skeptičtí a obávali se různých onemocnění. Pěstování rýže v Pádské nížině ve velkém začalo v 19. století, když se ukázalo, že obchod s rýží představuje významný hospodářský potenciál. Brzy se italská rýže stala velmi oblíbenou také v cizině. Ve 20. století se stala Itálie největším evropským producentem rýže. V Itálii se pěstuje převážně rýže poddruhu *Oryza sativa japonica*, která si při vaření uchová pevné jádro (Piras, 2008).

V ČSR Slováci v roce 1948 poprvé se státní podporou zaseli rýži na třech místech v Kollárově, Landoru a v Zálabí, na celkové výměře 14,75 ha. Na setbu použili osivo

odřůdy Dunghan-Šaly. V letech 1950 a 1951 úroda přesáhla světový průměr. Za krátkou dobu se pěstování rýže rozšířilo na několik set hektarů (Denisenko, 1954).

V ČR se rýže nikdy nepěstovala. Na začátku 21. století se o to chtěl čínský podnikatel Liu Sou Din pokusit, ale jeho projekt ztroskotal na problémech s úřady. Rýži chtěl pěstovat ve velkém a skutečně se mu na kaskádovitých políčkách uchytila. Rostliny vyrostly do půlmetrové výšky, ale pak v extrémně horkém létě uschly. Celý projekt byl v roce 2003 zrušen (Žáčková, 2003).

3.2 Legislativa

Vyhláška č. 333/1997 Sb. rýži definuje jako zrno kulturní rostliny rýže seté (*Oryza sativa* L.) a jejích odrůd. Za rýži neloupanou je považována obilka s celistvou vrchní slupkou. Pololoupaná (natural) rýže je zrno zbavené vrchní slupky (pluchy). Zrno zbavené všech částí oplodí a osemení a částečně i klíčků je loupaná rýže. Dlouhozrná rýže má zrno průměrně 6 mm dlouhé a poměr jeho délky a šířky je zpravidla více než 3 mm. Rýže s průměrnou délkou 5,2 – 6,0 mm délky a poměrem mezi délkou a šířkou nižším než 3 mm je označována jako střednězrná a kulatozrná rýže má zrno průměrné délky menší než 5,2 mm a poměr mezi délkou a šířkou je nižší než 5,2 mm. Členění rýže na skupiny a podskupiny dle vyhlášky č. 333/1997 Sb., je uvedeno v tabulce 1.

Tab. 1 Členění rýže na skupiny a podskupiny dle vyhlášky č. 333/1997 Sb.

Druh	Skupina	Podskupina
Rýže	dlouhozrná rýže	pololoupaná rýže
	střednězrná rýže	loupaná rýže
	kulatozrná rýže	neloupaná rýže
		parboiled rýže

3.3 Pěstování rýže

Pěstovaná rýže (*O. sativa* L.) je travnatá rostlina patřící rodu rýže (*Oryza*), čeledi lipnicovité (*Poaceae*) a řádu lipnicotvaré (*Poales*). Rod *Oryza* má 22 druhů. Pěstovanými druhy jsou rýže setá (*O. sativa*) a rýže africká (*O. Glaberima*), též nazývána jako rýže červená.

Počet chromozomů pěstované rýže a jí příbuzných druhů se pohybuje od 24 do 48, s „n“ rovným 12. *O. sativa* je diploidní druh tedy $2n = 24$ chromozomů.

Rýže vyžaduje dlouhodobé zavodnění, ale existují extrémní varianty, které mohou být pěstovány nejen v hluboké vodě (až 5 metrů), ale i na souši (Chang, 1985). Rýže pěstovaná v Africe patří k druhu *O. glaberrima Steud.*, která se liší od *O. sativa* nedostatečným sekundárním větvením na primárních větvích laty.

Většina komerčních odrůd dorůstá do výšky 1 – 2 metry, mohou být od trpasličích mutantů (0,3 – 0,4 m) až po odrůdy 7 m vysoké.

Vegetativní orgány se skládají z vláknitých kořenů, stébla (složeného z řady uzlů a internodií) a listů, které jsou složeny z pochvy a čepele. Listy jsou čárkovité, zašpičatělé s dlouhými pochvami a chlupatými oušky. Čepel je až 35 cm dlouhá, 1 až 2 cm široká, na okrajích drsná (Valíček, 1989). Pro rýži je typické zakončení stébla květenstvím typu laty různého tvaru a velikosti, v jedné latě bývá 50 – 100 jednokvětých vejčitých klásků (Žáček, 1981). Lata se skládá z krčku laty, stonku, primárních a sekundárních větví, a primitivních plev a klásků.

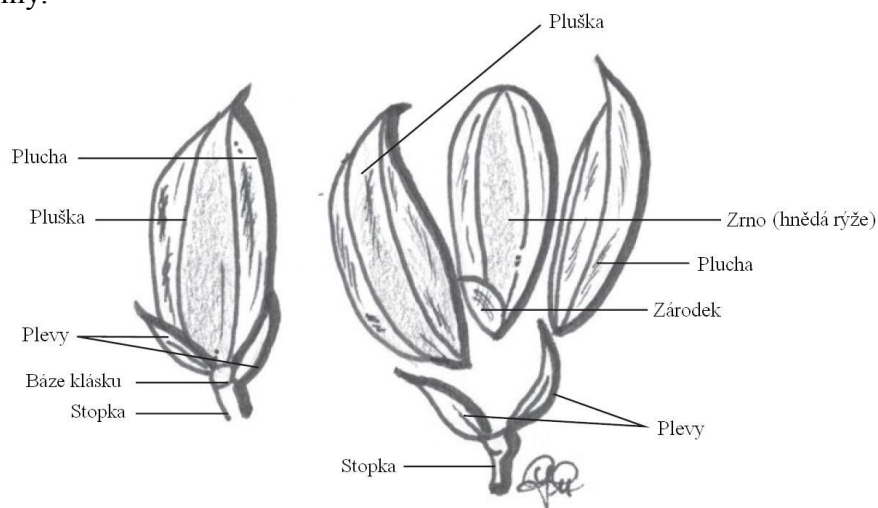
Doba růstu pěstované rýže se pohybuje od 80 do 280 dnů a lze ji obecně rozdělit na časně (80 – 130 dnů), střední (130 – 160 dnů) a pozdní (více než 160 dní) zrání kultivarů (Yoshida, 1981). V růstu rýže lze rozlišit tři fáze: vegetativní, rostlina se začne rozdělovat asimilací do laty; reprodukční s kvetoucí latou a fáze zrání, která začíná po kvetení a končí zralostí (Tanaka, 1965).

Vývoj rostliny rýže ovlivňují různé faktory prostředí, jako například teplota, délka dne, výživa, hustota výsadby a vlhkost (Nemoto et al., 1995). Ačkoli se normálně jedná o obilovinu pěstovanou v mokřadu, rýže může být pěstována i na souši, nebo pod vodou. Běžná praxe zaplavení rýžového pole byla přijata jako prostředek k zavlažování a také k regulaci plevelů. Rýži lze pěstovat v různých teplotních podmínkách. Pěstuje se například v horkém, vlhkém klimatu, stejně jako v podhůří Alp, v Andách Peru až do 1220 m. n. m., na Filipínách do 1830 m. n. m. a v Indii až do 3050 m. n. m. Tato široká adaptabilita rostliny rýže částečně vysvětluje její význam jako potravinářské plodiny ve světě (Kent a Evers, 1994).

3.4 Anatomická stavba zrna

Zrno rýže se skládá z obalových vrstev, endospermu a klíčku. Rýžové zrno se skládá z oplodí (2 %), osemení, aleuronové vrstvy (5 %), endospermu (89 – 94 %) a embrya (2 – 3 %) (Delcour a Hosoney, 2010).

Obal se skládá z pluchy, plušky, báze klásku a plevy (Obr. 1). Loupaná obilka rýže se nazývá hnědá rýže, kvůli zbarvení oplodí. Obilka rýže má stejnou hrubou strukturu jako ostatní obiloviny.



Obr. 1 Struktura rýžového zrna (Arendt a Zannini, 2013)

Ve stádiu zralosti jsou obilky rýže uzavřeny v tvrdém křemičitém obalu, který představuje přibližně 18 až 20 % hmotnosti zrna rýže (Champagne et al., 2004). Obal rýže se skládá ze dvou modifikovaných listů, a to ze stopky a plušky, které jsou vzájemně podélně spojeny. Tato vnější vrstva poskytuje ochranu před napadením hmyzem plísněmi a proti velkému kolísání vlhkosti ve vnějším prostředí (Marshall a Wadsworth, 1994).

Oplodí je vláknité a liší se v tloušťce. Barevné pigmenty rýže, jsou umístěny v obalu semene nebo v oplodí.

Aleuronová vrstva obklopuje endosperm a vnější stranu embrya. Buňky obklopující škrobová zrna endospermu jsou kubické a obsahují převážně aleuronová zrna a lipidy, zatímco obdélníkové aleuronové buňky, které obklopují embryo, se vyznačují menším množstvím a menší velikostí lipidových subjektů a postrádají aleuronová zrna (Champagne a kol., 2004). Škrobový endosperm je charakterizován dvěma odlišnými oblastmi – subaleuronová vrstva a centrální oblast. Subaleuronová oblast je znázorněna omezeným počtem malých, oválných škrobových zrn a je obklopena třemi různými typy bílkovinných struktur vázaných na membránu (Bechtel a Pomeranz, 1978). Centrální endosperm je primárně složen z velkých škrobových zrn (o průměru 3 – 9 mikrometrů),

s polygonálním (hexagonálním) tvarem (Delcour a Hoseneý, 2010). Jsou kompaktní a jsou obklopeny hustým proteinovým materiálem. Embryo se nachází na jedné straně endospermu směrem k základně obilky (Tateoka, 1964).

3.5 Chemické složení

Odrůda, podmínky životního prostředí a zpracování ovlivňují hrubé složení rýže a jejich frakcí. Polysacharidy, proteiny a tuky představují tři hlavní složky jádra rýže. Rýže má nejnižší obsah bílkovin (7 %) ze všech obilovin, přestože rýžový protein má vysoký obsah lysinu (Juliano, 2003). Z chemického hlediska má zrno nízký obsah škrobu, bílkovin a tuku, je obzvláště bohatý na celulózu, lignin, arabinoxylany a minerální látky (hlavně oxid křemičitý). Obsah energie a živin je uveden v tabulce 2.

Tab. 2 Obsah energie a živin ve 100 g bílé a hnědé rýže (Dostálová, 2000)

	Bílá rýže	Hnědá rýže
Energie kJ	1510	1532
Základní složení (g)		
Bílkoviny	6,7	7,7
Tuky	0,6	2,8
Sacharidy	79,5	76,7
Vláknina	1,3	3,5
Popel	0,6	1,4
Minerální látky (mg)		
Vápník	13	28
Hořčík	28	143
Fosfor	106	299
Draslík	92	245
Železo	0,8	1,7
Zinek	1,1	2
Vitaminy (mg)		
Thiamin	0,07	0,41
Riboflavin	0,05	0,06
Niacin	1,6	4,7
Tokoferol	0,1	0,7

Vitaminy jsou přítomny ve větším množství v hnědé rýži než v rýži omleté, zejména vitamíny skupiny B, které jsou soustředěny především ve štitku (Hinton, 1948). Rýže nemá žádné detekovatelné hladiny vitaminů A, C a D. Minerální látky jsou soustředěny především v obilce a otrubách; u otrub kyselina fytoová, a pravděpodobně také vláknina, v aleuronové vrstvě tvoří komplexy s minerálními látkami a proteiny, čímž se snižuje jejich biologická dostupnost (Juliano, 2003). **Rýžové otruby** mají vyvážený obsah bílkovin (13,2 až 17,3 % v suš.), tuku (17,0 až 22,9 % v suš.), sacharidů (16,1 % v suš.) a vlákniny (27,6 až 33,3 % v suš.) dále i vitaminů a minerálních látek, které obsahují v množstvích, která jsou prospěšná pro člověka (Champagne et al., 2004). **Embryo** je bohaté na lipidy (19,3 – 23,8 % v suš.) a proteiny (17,7 – 23,9 % v suš.) (Pomeranz a Ory, 1982).

3.5.1 Sacharidy

Škrob je soustředěn v endospermu rýžového zrna, a představuje přibližně 90 % z celkové hmotnosti mleté suché rýže. Škrobové granule jsou složeny převážně z rozvětvené frakce amylopektinu, a lineární frakce amyulózy. Výživová hodnota rýže je výrazně ovlivněna teplotou mazovatění škrobu, které je v přímé korelaci s objemovou expanzí a absorpcí vody během vaření a s finální tvrdostí a barvou vařené rýže (Bergman et al., 2004). Zejména rýže s vysokým obsahem amyulózy vykazuje vysokou objemovou expanzi a má tendenci se nerozvářet a po ochlazení ztvrdnou. Na rozdíl od rýže s nízkým obsahem amyulózy, která má tendenci se rozvářet a je často označována jako lepkavá rýže (Mutters a Thompson, 2009).

Vzhledem k tomu že mletá rýže obsahuje 85 % škrobu, je mazovatění škrobu jedním z nejdůležitějších faktorů, které mají vliv na strukturu a dobu přípravy vařených produktů (Juliano a Perez, 1983). Mazovatění je výrazně ovlivněno strukturou rýžového škrobu. Velmi krátký amylopektinový řetězec byl v negativní korelaci s průběhem mazovatění, zatímco delší amylopektinové řetězce měly pozitivní korelaci s průběhem mazovatění (Vandeputte et al, 2003).

Kromě amyulózy a amylopektinu, škrobové granule obsahují malé množství dalších minoritních složek, jako jsou proteiny, lipidy a minerální látky (fosfor), které jsou buď na povrchu, nebo uvnitř granulí. Obsah tuků v rozsahu od 0,9 – 1,3 % v nevoskovém rýžovém škrobu (12,2 – 28,6 % amyulózy), přičemž jeho obsah je zanedbatelný ve vos-

kovém rýžovém škrobu (1,0 až 2,3% amylozy) (Azudin a Morrison, 1986). Škrobové proteiny jsou obecně buď zásobní proteiny, které existují především jako bílkovinné subjekty (tj. prolamin nebo glutelin), nebo biosyntetické nebo hydrolytické enzymy (Baldwin, 2001), které jsou pravděpodobně zachyceny uvnitř škrobových zrn v průběhu syntézy škrobu (Denyer et al., 1995). Kromě tuků a bílkovin, je fosfor důležitým nesa-charidovou složkou rýžového škrobu. Je to především 6-fosfoglukóza fosfor (0,003 % v suš.) ve voskovém rýžovém škrobu (Jane et al., 1996). Ostatní minerální složky škrobu patří Ca, K, Mg a Na v jejich iontové formě. Rýžový škrob je široce používán jako zahušťovadlo, stabilizátor nebo plnidlo v mnoha potravinách a je primárně konzumován jako součást vařené, celozrnné rýže (James, 1983).

Vláknina

Champagne et al., 2004 porovnávali chemické složení několika obilných zrn. Zjistili, že rýže má nejnižší obsah vlákniny (0,8 %), následuje pšenice (1 %), proso (1,5 %), kukuřice (2,0 %), žito (2,2 %), ječmen (3,7 %), čirok (4,1 %) a oves (5,6 %). Obsah vlákniny se mění v závislosti na odrůdě rýže. Savitha a Singh (2011) zkoumali obsah vlákniny v pěti různých odrůdách neloupané rýže (čtyři pigmentované a jedna nepigmentovaná odrůda), zjistili, že obsah dietní vlákniny byl vysoký u pigmentovaných odrůd, ve srovnání s nepigmentovanými. Rozdělení vlákniny v celém jádře rýže je nerovnoměrné (Resurrection et al., 1979).

Bylo zjištěno, že rýžová vláknina má pozitivní účinky na lidské zdraví. V tomto ohledu, Abdul-Hamid a Luan (2000) studovali použití přípravku dietní vlákniny, získané z odtučněných rýžových otrub, jako funkční přísadu do pekařských výrobků. Zjistili, že vláknina z odtučněných rýžových otrub měla srovnatelnou vaznost vody, vyšší vaznost tuku a zvýšenou emulgační kapacitu, ve srovnání s komerční vlákninou z cukrové řepy, která byla použita jako kontrola. Senzorické hodnocení ukázalo, že přidání 5 až 10 % rýžových otrub do chleba, bylo přijatelné pro smyslové hodnocení.

3.5.2 Lipidy

Rýžové zrno obsahuje malé množství lipidů (přibližně 2,2 % z celkové hmotnosti zrna), ve srovnání s ostatními obilovinami, jako je kukuřice (4,9 %), ječmen (3,4 %), oves (5,9 %), čirok (3,9 %) a proso (4,7 %). Pouze pšenice a žito mají nižší obsah tuku než rýže

(pšenice 1,9 %; žito 1,5 % celkové hmotnosti zrna), (údaje uváděné při 14 % vlhkosti) (Child, 2004). V endospermu jsou lipidy rozděleny nerovnoměrně, přičemž nejnižší hodnoty jsou ve středu jádra a postupně narůstají směrem k vnější vrstvě endospermu (Normand et al., 1966). Kyselina linolová je hlavní přítomná mastná kyselina v hnědé rýži, v průměru 38 %, následuje kyselina olejová (35 %) a kyselina palmitová (23 %). Obilné lipidy mohou být rozděleny na neutrální lipidy, glykolipidy a fosfolipidy. Neutrální lipidy, hlavně triglyceridy, jsou rovnoměrně rozděleny mezi různé strukturální části zrna, i když největší podíl je lokalizován v otrubách a zárodku. Naopak, glykolipidy a fosfolipidy jsou soustředěny v trupu a endospermu. Na základě distribuce lze lipidy rozdělit do dvou základních frakcí – neškrobové lipidy a škrobové lipidy. Neškrobové lipidy jsou uloženy v olejových kapičkách zvaných sférozomy, asi 0,1 – 1 μm (Bechtel a Pomeranz, 1978) a jsou distribuovány v celém jádře. Choudhury a Juliano (1980) zjistili, že nejvyšší obsah neškrobových lipidů v hnědé rýži se koncentruje v otrubách (39 – 41 %). Převládající mastné kyseliny rýžového škrobu jsou linoleová (C18 : 2) a palmitová (C16 : 0) kyselina (Kitahara et al, 1997).

3.5.3 Proteiny

Proteiny jsou po škrobu druhou nejvíce zastoupenou složkou rýže. Množství se pohybuje v rozmezí 4,3 % a 18,2 % s průměrnou hodnotou 9 %. Obsah se významně liší v závislosti na odrůdě (Juliano a Villareal, 1993) a to v rozmezí 4,5 – 15,9 % u odrůdy *O. sativa* a 10,2 – 15,9 % u odrůdy *O. glaberrima*. Obsah bílkovin v rýžovém zrně ovlivňují podmínky prostředí (radiace, teplota) a kulturní zvyklosti (vodohospodářství, doba sklizně) (Kennedy a Burlingame, 2003).

Obilné proteiny se tradičně dělí na albuminy, globuliny, prolamininy a gluteliny v závislosti na jejich rozpustnosti. Vnější části rýžového zrna jsou bohaté na albuminy (66 – 98 %) a globuliny, škrobový endosperm (mletá rýže) je nejbohatší na gluteliny (Champagne et al, 2004). Prolaminové bílkoviny mají nejmenší zastoupení ze všech frakcí rýže (Shih, 2004). Rýžové embryo obsahuje zásobní proteiny globuliny. Je snadno rozpustné ve zředěném roztoku soli. Globuliny ve škrobovém endospermu a tvoří asi 70 – 80 % z celkového proteinu rýže (Shewry a Halford, 2002).

Hnědá rýže je obecně považována za obilninu s nejnižším obsahem bílkovin, využitelnost a stravitelnost čistého proteinu v rýži je nejvyšší ze všech obilných zrn (Childs,

2004). Rýžový protein je nejbohatší na glutelin a má nejnižší obsah prolaminu (Kaul a Raghaviah, 1975). Rýžové proteiny jsou také bohaté na esenciální aminokyseliny a to hlavně na metionin (tab. 3) (Wang et al., 1978). Shih (2004) zjistil, že protein hraje významnou roli při určování funkčních vlastností škrobu. Kromě toho, vysoký obsah bílkovin v rýži způsobuje delší dobu vaření a pevnější strukturu, ale negativně ovlivňuje vláčnost, lepivost, chuť a celkovou chutnost (Mutters a Thompson, 2009).

Tab. 3 Obsah AMK v rýži (Gebauer, 2008)

Aminokyselina	g AMK/16g N	g AMK/100g rýže
Alanin	6,0	0,444
Arginin	8,3	0,614
Asparagin, kys. Asparagová	10,3	0,762
Cystein	1,1	0,081
Glutamin, kys. Glutamová	20,6	1,524
Glycin	5,0	0,370
Histidin	2,5	0,185
Prolin	4,7	0,348
Serin	5,4	0,400
Tyrozín	3,5	0,254
Isoleucin	3,8	0,281
Leucin	8,2	0,607
Lysin	3,8	0,281
Metyonin	2,3	0,170
Fenylalanin	5,2	0,385
Threonin	3,4	0,284
Tryptofan	0,8	0,059
Valin	5,5	0,407

3.5.4 Vitamíny

Vitamíny jsou nutriční komponenty produkované rostlinami. Je známo, že obilná zrna, jsou dobrým zdrojem některých vitamínů, zejména některé z vitamínů B-komplexu. Jádru rýže obsahuje málo nebo žádné vitamíny A, C a D. Nedostatek vitamínu A převládá mezi chudými v Asii, protože jejich strava je zcela závislá na rýži, která neobsahuje prekurzory vitamínu A (Juliano, 1993). Zlatá rýže, je novou odrůdou rýže, která byla geneticky modifikovaná na zvýšený obsah beta-karotenu (Datta a Khush, 2002), který je zdrojem vitamínu A. Nestlé (2001) uvádí, že rozsah, ve kterém β -karoten ve Zlaté rýži může kompenzovat biologické, kulturní a dietní překážky je omezený.

Vitamin B1 (thiamin) je distribuován v obilce rýže. Wang et al. (1950) uvádí, že vitamin B1 se nachází převážně ve štitku (více než 55 %), a to společně s aleuronovou vrstvou, představuje více než 80 % vitamínu B1. Vzhledem k leštění zrna kvůli odstranění otrub a klíčků, které obsahují B-komplex, se u osob, jejichž základem stravy je rýže vyvinulo onemocnění z nedostatku thiaminu zvané beri-beri. Tento syndrom způsobil obrovské utrpení na Dálném východě, zejména v dřívějších obdobích 1870 – 1910 (Carpenter, 2004). Je příznačné, že zahrnuje příznaky hubnutí, emoční poruchy, poruchy smyslového vnímání, slabost a srdeční selhání. Předvaření rýže umožňuje hydrofilním vitamínům a minerálním solím rozšířit se do endospermu a bílkovinné hmoty. To má za následek menší ztráty vitamínů, minerálních látek a aminokyselin, během mletí předvařených zrn, což vysvětluje, proč je spotřeba předvařené rýže spojována s imunitou proti onemocnění beri-beri (Bhattacharya, 2004).

Rýžový olej obsahuje asi 0,1 – 0,14 % vitamínu E a 0,9 – 2,9 % oryzanolu, který je antioxidantem nacházejícím se v oleji z rýže, a představuje směs esterů kyseliny ferulové se steroly a triterpenových alkoholů (Zigo-neanu et al., 2008). Obsah vitamínů v obilce rýže může být ovlivněn zpracováním zrna.

3.5.5 Minerální látky

Rýže obsahuje 1,0 – 1,5 % minerálních látek a jejich obsah klesá od vnějších vrstev otrub do endospermu (Lamberts et al., 2007). Otruby obsahují asi 51 % z celkového množství minerálních látek (Childs, 2004). Nejhojnější makroprvky nalezené v rýži jsou P a K, přičemž Cl, Na a Zn jsou hlavními zástupci mikroprvků.

Obecně platí, že obsah minerálních látek v rýži následuje v pořadí $Mg > Ca > Mn > Zn > Fe > Se$.

P, Mg, Ca, Mn a Fe se nachází především ve vnější vrstvě jádra rýže. Naproti tomu, Zn a Se se zdají být rovnoměrně distribuovány v obilce rýže. Bylo prokázáno, že mletí má velký vliv na koncentraci minerálních prvků a umožňuje zvýšit elementární složení rýžové mouky (Wang et al., 2011). Bylo zjištěno, že hnědá rýže obsahuje, v průměru vyšší koncentrace Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, P a Zn, ve srovnání s bílou rýží (Arendt a Zannini, 2013).

3.5.6 Fytochemikálie

Fytochemikálie nemají žádnou výživovou hodnotu a nacházejí se v potravinách rostlinného původu a mají ochranné účinky proti různým onemocněním. Rýžové otruby obsahují významné množství přírodních fytochemikálií, jako jsou oryzanoly, tokoferoly a tokotrienoly, které jsou nejsilnějšími antioxidanty rýžových otrub (Orthofer a Eastman, 2004). Fenolové sloučeniny zahrnují ferulové kyseliny a diferulaty, antokyany, antokyanidiny a polymerní proantokyanidy (kondenzované taniny) (Chun et al., 2005), mají ochranný účinek na buněčné složky proti oxidačnímu poškození. Kromě toho, epidemiologické studie prokázaly, že mohou působit preventivně proti rakovině, kardiovaskulárním a nervovým onemocněním, stejně jako mají pozoruhodné protizánětlivé vlastnosti (Hou et al., 2012). Některé z těchto bioaktivních komponentů jsou termolabilní a ničí se během ošetření vysokými teplotami (Pascual et al., 2012).

3.6 Zpracování rýže

Zpracování rýže zahrnuje čištění, leštění, odstranění obalových vrstev, mletí a předvaření rýže.

3.6.1 Čištění a loupání

Čištění je prvním krokem v procesu zpracování rýže, které se provádí s cílem odstranit nezralá, neloupaná a prázdná zrna rýže, cizí zrna, jakož i rostlinné (semena plevelů, sláma, plevy) živočišné (hlodavci, výkaly a chlupy, hmyz, roztoči) a minerální (hlína,

prach, písek, kameny, kovové předměty, hřebíky) nečistoty. Velké lehké a velké těžké nečistoty se odstraní pomocí síťového třídíče, zatímco menší se odstraní oscilačním sítem. Malé kameny jsou odstraněny odkaménkovačem s aspirací proudu vzduchu, kdy se díky rozdílné hmotnosti od sebe oddělí rýže a kameny (Bond, 2004).

Kovové částice jsou odstraňovány pomocí elektromagnetického separátoru, který se skládá z otáčivého bubnu s elektromagnetem.

Loupání

Obalové vrstvy nejsou pevně vázány k jádru, a proto je lze snadno odstranit. Obecně platí, že k odstranění slupek neloupané rýže se používají gumové válcové stolice. Tento stroj se skládá ze dvou gumových válců stejného průměru, jeden rotující ve směru hodinových ručiček a druhý proti směru hodinových ručiček. Jeden válec se pohybuje o cca 25 % rychleji než druhý. Rozdíl v obvodových rychlostech podrobuje rýžová zrna, propadající mezi válci, stříhu, který sloupne obal (plevu). Vůle mezi oběma válci je založena na délce zrna. Lineární rychlostní rozdíly válců 229,3 m/min zajistí co nejmenší poškození rýže, a i jiné faktory, jako například odrůda rýže a vlhkost zrna ovlivňují účinnost procesu loupání. Po loupání, se oddělená slupka pomocí aspirace po částech odstraní (Bond, 2004).

Neloupaná rýže musí být oddělena před tím, než hnědá rýže přejde do fáze odstranění otrub. Dělicí stroj odděluje produkt loupání do tří částí – hnědé (surové) rýže, neloupané a směsi těchto dvou. Hnědá (surová) rýže je přiváděna do stroje na odstranění otrub, neloupaná je vrácena na loupání a směs se vrací do separátoru (Fouda, 2011). Přirozené rozdíly mezi neloupanou a hnědou (surovou) rýží jsou průměrná hmotnost neloupané rýže, která je při porovnání k objemu nižší než u rýže hnědé; a zrna neloupané rýže jsou delší, širší a tlustší než zrna hnědé rýže. Běžně používaný separátor neloupané rýže je zásobníkového typu. Skládá se z několika zásobníků odsazených a namontovaných nad sebou asi 5 cm od sebe, a namontované do oscilačního rámu. Montáž zásobníků má dvojí sklon. Sklon desky je nastavitelný pro různé rýžové odrůdy aby bylo dosaženo maximálního oddělení obalů. Sekce zásobníku se pohybuje nahoru a dopředu, mírným vibračním pohybem. Hnědá rýže má hladší povrch a větší objemovou hmotnost a proto se přesune na vrchol zásobníku, kde se převede do leštičky. Neloupaná rýže se přesune do spodní části zásobníku, kde je dopravován zpět do loupačky. Některá neoddělená neloupaná zrna se přesunou do středu zásobníku, kde jsou vrácena zpět do separátoru.

K hnědé rýži jsou pevně připojeny otruby, které je nutné odstranit. Proto jsou rýžová zrna v intenzivně mechanicky a tepelně namáhána, což způsobuje nějaké škody a rozbití jádra rýže. Nejběžnější používaný stroj je brusného a třecího typu. Stroj brusného typu využívá hrubý povrch, aby se rozbily a sloupily otruby z rýžového zrna. Třecí stroj využívá tření mezi zrny, která se tím sama rozbijí a sloupnou otruby.

Leštění

Cílem leštění je odstranit volné otruby, které zůstaly přilnuté k povrchu rozemleté rýže. Lešticí zařízení se skládá z gumového lešticce, který leští rýži pomocí gumového kartáče, má kónický tvar, potažený koženými pásy, které jemně kartáčují zrno při průchodu strojem. Stroj pracuje při nižších otáčkách. Kožené pásy válcují rýži proti sítu. Mírným tlakem, se z rýže procházející těmito síty odstraní zbývající otruby a rýže se stává lesklejší.

Rýže se stále mísí se zlomky rýže, otrub a prachu. Otruby a prachové částice, se oddělí aspirací a malé zlomky rýže se oddělí vibračním sítem nebo rotačními válci, které se nazývají triéry. Triér se skládá z vroubkovaného a hlavně pomalu rotujícího válce, který je nainstalován v mírném sklonu. Každý vroubek má schopnost zachytit zrno nebo částí zrna, které jsou pak odebrány z hmoty zrna a vyprazdňované samospádem (Bond, 2004).

3.6.2 Mletí

Cílem mletí je odstranit z rýže, obalové vrstvy a klíčky, s minimálním rozbitím endospermu. Minoritním produktem je výroba rýžové mouky (Burešová a Lorencová, 2013). K výrobě mouky se používá obroušené, zbavené špiček a klíčků a vyčištěné zrno od nestravitelných obalových vrstev, tzv. otrub, které se dále využívají pro dobytek (Soukupová a Vaníčková, 2008). Výroba rýžové mouky se skládá ze semílání zloмок zrna, které vznikly při zpracování rýže (Burešová a Lorencová, 2013). Existují tři různé způsoby mletí, mokré, suché a polosuché, které se používají k mletí leštěných jader rýže nebo drcení na mouku (Chiang a Yeh, 2002). Mletí za mokra je tradiční způsob, používaný pro přípravu rýžové mouky a zahrnuje pět po sobě jdoucích kroků: namáčení, přidáním vody v průběhu broušení, filtrace, sušení a prosévání. Tento proces zahrnuje použití několika strojů a hodně energie. Navíc, je známo, že tento proces má vysokou spo-

třebu energie a způsobuje významné ztráty mouky (Yeh, 2004). Při suchém mletí se nepoužívá voda, a je charakterizováno omezenou spotřebou energie. Zrno je mleto na mlecích strojích např. kladívkových mlýnech, válcových stolicích nebo diskových mlýnech aj.

Potravinářské výrobky z mouky získané suchým způsobem mletí (například, nudle) mají nedostatečné reologické vlastnosti pro většinu spotřebitelských použití (Yeh, 2004).

Při polosuchém mletí, jsou vlastnosti mouky, co se týče velikosti částic, viskozity, poškození škrobu atd. na rozmezí mezi moukou získanou suchou metodou a moukou získanou mokrou metodou (Ngamnikom a Songsermpong, 2011). Proces polosuchého mletí je charakterizován třemi po sobě následujícími kroky: namáčení, sušení za účelem odstranění přebytečné vody (15 – 17 % ve vlhkém stavu) a mletí suchým brusným strojem (Yeh, 2004). Polosuchá metoda mletí má některé nevýhody, jako je delší doba potřebná k úpravě obsahu vlhkosti rýžového zrna, vysoká spotřeba energie potřebná k usušení, nadměrná spotřeba vody a produkce odpadních vod. Obecně platí, že pro výrobu tradičních pekařských výrobků je lepší mouka mletá mokrou metodou a to zejména z důvodu nízkého podílu poškozeného škrobu (Chen et al., 1999). Byla zkoumána výkonnost procesu broušení, který před broušením za sucha zahrnuje zmrazení rýže kapalným dusíkem. Pokud jde o poškození obsaženého škrobu, průměrné velikosti částic, distribuci velikosti částic, mikroskopické struktury a spotřebu energie, bylo zjištěno, že broušení po zmrazení má za následek, že se snižuje velikost částic a poškození obsahu škrobu vzhledem k extrémně nízké teplotě vzorku před mletím, a vzniká menší velikost částic mouky, než u mouky ze suchého mletí a tím i větší výnos po prosévání. Kromě toho, broušení za zmrazení produkovalo vyšší výnos mouky po prosetí ve srovnání se suchým mletím za použití identické brusky. Spotřeba energie při mletí za zmrazení byla podobná broušení za sucha a mnohem nižší, než je při mletí mokrou metodou. Z čehož vyplývá, že tento proces zmrazeného mletí by byl rentabilní alternativou k tradičnímu způsobu mletí mokrou metodou (Ngamnikom and Songsermpong, 2011).

3.6.3 Předvařená rýže

Předvaření neloupané rýže je hydro-termická úprava, která nahrazuje broušení a zlepšuje nutriční a organoleptické vlastnosti rýže. Je to alternativní metoda k prodloužení trvanlivosti rýže, snižuje množství poškozených obilok, zvyšuje výtěžnost a snižuje nu-

trichní ztráty v průběhu procesu leštění (Bhattacharya, 2004). Předvařená rýže vznikla ve starověké Indii a dnes, se využívá na jednu čtvrtinu světové produkce neloupané rýže (Kar et al., 1999). Proces se skládá z namáčení neloupané rýže ve vodě až do nasycení, zbavení přebytku vody a potom paření, nebo jiné zahřívání zrna, mazování škrobu, s následným sušením a balením zrn. Sušící metody jsou klíčovými faktory ovlivňující kvalitu mletí rýže (Bhattacharya a Indudhara Swamy, 1967). K sušení předvařené rýže se využívá několik různých procesů, například slunce, sušení horkým vzduchem, vakuové sušení a sušení párou.

Předvaření rýže je také ekonomický způsob, jak zlepšit stabilitu při skladování (sníží se riziko napadení hmyzem) a výrazně se tím zvýší nutriční hodnota rýže. V průběhu předvaření se z alueronové vrstvy dostávají vitaminy a minerální látky do endospermu. Pomletá předvařená rýže obsahuje mnohem větší množství vitamínů skupiny B, minerálních látek (zejména Ca, P a Fe) a volných aminokyselin než pomletá surová rýže (Bhattacharya, 2004). Výrazně se snižuje ztráta živin v průběhu praní. Z technologického hlediska předvařená zrna nejsou po uvaření rozvařená, a zůstávají v celku a rýže je vhodná pro výrobu, konzervovaných a expandovaných produktů nebo vloček.

Nevýhodou předvaření je, že obalové vrstvy rýže, má špatnou tepelnou vodivost, což vede ke zvýšení času a tepelné energie, požadované pro zvlhčení a prohřátí. Kromě toho, jsou obalové vrstvy překážkou v průběhu sušení po předvaření a konečná rýže je více náchylná k oxidačnímu žluknutí (Arendt a Zannini, 2013).

4 KULINÁRNÍ VYUŽITÍ RÝŽE

Spotřeba rýže spadá do následujících tří kategorií: použití přímo jako potravina, zpracované potraviny a pivovarské využití. Po loupání, může být hnědá rýže zpracovávána různými způsoby. Například loupaná broušením k získání bílé leštěné rýže, předvaření, čímž se zachová více původních minerálních látek a vitamínu B, ve srovnání s leštěnou bílou rýží, nebo neloupaná rýže, která je potom konzumována jako hnědá rýže. Předvařená a hnědá rýže ve srovnání s bílou leštěnou rýží nejsou tak uznávány kvůli jejich tmavší barvě. Rýže leštěná může být také rozemleta na mouku, která se využívá v potravinářském průmyslu na výrobu koláčů, nudlí, pečiva, pudinků, snacků, kojenecké výživy, fermentovaných výrobků a dalších průmyslových výrobků (Kiple a Ornelas, 2000).

Vaření všech druhů rýže, se provádí působením tepla (varem nebo pařením) na pro-močenou rýži, dokud škrobová zrna nejsou plně zmazovatělá a přebytečná voda není vyloučena z vařeného produktu. Vařená rýže může být použita pro přípravu kaše nebo řídké polévky, případně lehce smažená na oleji, jako smažená rýže (Arendt a Zannini, 2013).

Jak vařenou tak i nevařenou rýži je možné dobře kombinovat s potravinami s vysokým obsahem bílkovin, jako je maso, drůbež, ryby a sýry, protože rýže pomáhá k udržení chuti přidaných ingrediencí a z dietního hlediska má nízký obsah bílkovin a proto je využívána ve směsi s potravinami, které jsou na bílkoviny bohaté. Rýže se před vařením může lehce osmažit (Střední Východ), případně může být namočená ve vodě v kombinaci se solí, máslem nebo margarínem (Američani), nebo vařená v přidané vodě kvůli vytvoření kaše nebo řídké polévky (Čína, Korea a Japonsko). Rýže může být také vařená s kari (v Indii a Malajsii), omáčkami (na Filipínách), nebo s kombinací různých přísad, a to včetně vepřového masa, krevet, kuřecího masa a zeleniny (v Číně) (Boesch, 1967).

4.1 Druhy rýže

Rýže basmati je kvalitní, aromatická, dlouhozrná rýže, která pochází z Indie a Pakistánu. Jedná se o nejkvalitnější a zároveň i nejrozšířenější rýži na světě. Má jemnou vůni,

oříškovou příchutí a velmi štíhlé zrno. Nejhodnotnější je neloupaná a neleštěná celozrnná rýže basmati.

Rýže jasmínová se pěstuje v Thajsku. Má charakteristickou květinovou vůni a podobá se rýži basmati. Po uvaření se více lepí, proto se používá do nákypů, pudinků, salátů apod.

Voňavá rýže pochází z Indonésie a Thajska. Po uvaření příjemně voní a využívá se jako příloha k rybám a jemnému masu, případně moučnicků.

Rýže patna je dlouhozrnná a patří mezi nejkvalitnější druhy rýže. Má neutrální vůni a chuť. Nejčastěji se využívá jako příloha.

Bílá a černá lepkavá rýže se řadí mezi kulatozrnné rýže a jsou typické pro Japonsko a Vietnam. Slouží k výrobě cukrovinek nebo piva.

Arborio je zlatozrnná rýže rozšířená zejména v Itálii. Hodí se především k výrobě rizot (Hamr, 2008).

4.2 Rýžová mouka

Rýžová mouka má nevýraznou chuť, bílou barvu, je jednoduše stravitelná a neobsahuje alergeny. Rýžová mouka neobsahuje lepek, a proto se výborně uplatňuje jako náhrada pšeničné mouky při bezlepkových dietách (Bulková, 2011).

4.2.1 Pekařské výrobky

Produkce pečených výrobků z rýže obsahuje několik technologických problémů, když to porovnáme s výrobky z pšenice a to vzhledem k absenci lepku, který dává pšenicí jedinečné vlastnosti vytvářet vysoce rozšířené, jemné, bílé a chutné (kvasnicové) kynuté těsto, nebo chemicky kynuté pečené výrobky (Matz, 1996). V těstě je hlavní funkcí lepku bobtnat a držet vodu, tvořit buňky (bubliny) se silnými pružnými stěnami, které zachycují oxid uhličitý vytvořený v průběhu kynutí.

Chleba s přísadkou droždí vyrobený ze 100 % rýžové mouky upekli Nishita a kol. (1976), kteří zjistili, že hydroxypropylmethylcelulóza je jediný hydrokoloid pro výrobu rýžového chleba, který poskytl těstu správnou viskozitu a vlastnosti tvorby filmu.

Malé množství rýžové mouky může být využito do přípravků na bázi pšenice, za použití technologie pečení výrobků z pšeničné mouky, a přísadka až 150 g rýžové

mouky / 1 kg pšeničné mouky neovlivní celkovou přijatelnost produktu. Veluppillai a kol. (2010) ocenili možnost náhrady pšeničné mouky sladovou rýžovou moukou pro přípravu chleba, s cílem zlepšit texturní, sensorické a nutriční vlastnosti konečného výrobku (chleba). Zjistili, že nejlepší sensorické a fyzikální vlastnosti má chleba vyrobený ze sladové rýžové mouky 35 %, pšeničné mouky 65 %, tuku 2 %, prášku do pečiva 1 %, 2 % droždí, chlebového přídatku 4 %, 3 % cukru a soli 1,67 %. Účinek proteázy na zpracování těsta z hnědé rýže a na kvalitu pečení chleba z hnědé rýže zkoumal Renzetti a Arendtová (2009). Autoři zjistili, že enzymatické ošetření zlepšuje kvalitu chleba zvýšením specifického objemu, a zároveň snižuje drobitost, tvrdost a zlepšuje žvýkatelnost. Protein hydroláza snižuje odolnost proti deformaci v průběhu kynutí těsta a v časných stádiích pečení, zachovává elasticitu těsta a zvyšuje stabilitu těsta. Tím pozitivně ovlivňuje výrobu chleba.

4.2.2 Dorty, moučníky

Rýžové moučníky se vyrábí v mnoha kulturách. Filipínské rýžové dorty, které se nazývají **Pufo**, jsou konzumovány denně ke snídani, nebo jako desert či svačina. Moučník je vyroben z rýže, která se přes noc nechala namočit, smíchané s cukrem a kokosovým mlékem. Výsledné těsto se potom fermentuje po dobu několika hodin, během kterých se tvoří kyseliny a probíhá kvašení. Fermentované těsto se vaří v páře po dobu přibližně 30 minut před podáváním (Kelly et al., 1995).

Moučníky Idili jsou velmi populární kvašené jídlo konzumováno na indickém subkontinentu. Jí se ke snídani v jižní Indii a na Srí Lance v kombinaci s kokosovým čatni a sambarem (dušený Tamarid indický a Kajan indický) (Nout, 2009), jsou to malé, bílé, kyselé, kynuté a v páře vařené koláče, které vznikají mléčnou fermentací hustého těsta z leštěné rýže a loupáných indických bobů. Moučníky jsou měkké, vlhké a houbovitě s žádoucím kyselou chutí. Bylo zjištěno, že v průběhu kvašení, se zvyšuje obsah vitaminů B a C, a hydrolyzuje se fytyl téměř na 50 % svého původního obsahu (Ghosh a Chattopadhyay, 2011).

MiGao je druh v páře vařeného čínského moučníku vyrobeného z rýžové mouky a lepkavé rýžové mouky (v poměru 2 : 3) a vaří se v bambusu. Je oblíbený pro svoji měkkost a lepkavou konzistenci a nejčastěji slouží jako dezert. Tradičně, jsou tyto produkty po

uvaření v páře a po zchlazení baleny v polyethylenových sáčcích. Má krátkou trvanlivost (dva dny) pak ztrácí svou jemnost, rychle se stává zatuchlým a tvrdým (Ji et al., 2007).

Mochi je moučník z lepkavé rýže (voskové nebo sladké) nejběžnější pro Orientální oblasti jako je Taiwan, Čína a Japonsko a je to speciální moučník na oslavu čínského nového roku. Jedná se o velmi vlhké, měkké a lehce lepkavé těsto sloužící jako dezert. Obvykle se lepkavá rýže promyje, uvaří s vodou a roztluče hned po uvaření, aby se zajistila ztráta neporušenosti rýžového zrna a umožnila tvorbu viskoelastické směsi (Chuang a Yeh, 2006). Pro lepší chuť, je mochi někdy slazené cukrem nebo obohacené o sádlo a skořici.

Existuje mnoho jiných druhů rýžových moučníků pocházejících z Azie. Například biko, cuchinta nebo suman a jiné rýžové moučníky vyráběné na Filipínách.

4.2.3 Rýžové snídaňové cereálie

Rýžové snídaňové cereálie mohou být rozděleny do několika skupin. Horké obiloviny - ty je třeba uvařit nebo zalít horkou vodou před podáváním, sem patří instantní rýžové kaše a granulované produkty, jako jsou smetana (krém) z rýže, snídaňové cereálie, které mohou být konzumovány přímo z obalu, jako jsou rýžové výrobky vyrobené pufovacím dělem, pufované v troubě, extrudované burizony a drcená rýže (Yeh, 2004). Doba použitelnosti snídaňových cereálií, se očekává, že bude 12 měsíců při 20 °C. Suboptimální podmínky mohou vést ke snížení trvanlivosti. Doba skladovatelnosti závisí na parametrech, jako je například obalový materiál, přístup vzduchu a způsob skladování, které by měly být dostatečné, aby se zabránilo ztrátě křehkosti a chuti, a aby se zabránilo absorpci vody u hygroskopických produktů, nebo hydrolytickému žluknutí v důsledku oxidace (Luh, 1991).

4.2.4 Rýžové sušenky

Rýžové sušenky jsou populární v Číně, Japonsku a dalších asijských zemích. Jsou vyrobeny z rýžových moučníků s použitím lepkavé a nelepkavé rýže jako primární složky. Po promytí a namočení ve vodě po dobu několika hodin, se rýže paří v pařáku. Dušená rýže se hněte, výsledné rýžové těsto má homogenní viskozitu. Po ochlazení se těsto tva-

ruje do podoby konečného produktu pomocí řezacího stroje nebo děrovacího nástroje. Tyto pelety se pak důkladně suší (obsah vlhkosti klesne na 10 %), a pak se peče v peci při teplotě v rozmezí 200 – 260 °C. Konečný produkt má obsah vlhkosti 3 – 5 % (Lu, 2004).

4.2.5 Nudle

Rýžové nudle s různým složením, formulací a tvarem, jsou jednou z hlavních forem rýžových výrobků spotřebovávaných v jihovýchodní Asii od starověku (Yeh, 2004). Při přípravě ke spotřebě, mohou být nudle buď restované smícháním s masem a zeleninou, nebo vařené v bujónu jako polévkové nudle. Vzhledem k absenci lepku, jsou rýžové proteiny schopny tvořit kontinuální viskoelastické těsto; tak, že je běžné část rýžové mouky zmazovatět k vytvoření pojiva pro zbylou mouku. V závislosti na výrobním procesu, mohou být rýžové nudle vyrobeny válcováním, které se používá k výrobě plochých nudlí, nebo lisováním (extruzí) k výrobě nudlí typu vermicelli.

Pro výrobu **širokých rýžových nudlí**, zvláště populárních v mnoha částech jihovýchodní Asie, jižní Číny a Japonska, se rýže mele za mokra, těsto je navrstveno na rotující vyhřívaný buben a vzniklý list se sundá a dopravuje do odpařovacího tunelu, kde probíhá proces želatinizace. Nudle jsou porcovány do 1 cm širokých pásů a sušeny nebo se pásy prodávají čerstvé.

Při výrobě rýžových nudlí typu **vermicelli**, se mletá rýže přefiltruje, rozmělní a tvaruje do kuliček, které jsou předsmážené ve vroucí vodě po dobu asi 20 minut nebo dušené, aby povrch prošel mazovatením. Částečně vařené rýžové kuličky se potom hnětou kvůli rovnoměrné distribuci zmazovatělé rýže v celém těstě, kde bude fungovat jako pojivo. Uhnětené těsto se extruduje pomocí trysky. Extrudované nudle se potom dále vaří 10 – 15 minut v páře, po kterém následuje promývací krok pod tekoucí vodou, a nakonec se suší v zásobnících. Alternativně extrudované nudle jsou částečně vařené ve vroucí vodě a ochlazené ve studené vodě. Nudle jsou poté podrobeny sušení (Fu, 2008). Kvalita nudlí může být obecně posuzována podle jasnosti jejich barvy, zpomalené odbarvení, snížené mikrobiální a chemické (žluknutí) poškození a vhodná chuť a texturní charakteristiky, které se budou lišit v závislosti na typu nudle a regionu (Arendt a Zannini, 2013).

4.3 Naklíčená hnědá rýže

Naklíčená hnědá rýže se vyrábí namočením zrna hnědé rýže ve vodě, až začne klíčit, stává se populární v Japonsku a Koreji jako alternativa k hnědé rýži se zlepšenou texturou. Proces klíčení zahrnuje destruktuřizaci škrobu vlákniny a proteinů, což vede k vytváření fyziologicky aktivních meziproductů, jako je například gama-aminomáselná kyselina (GABA), a ke zlepšení chuti, stravitelnosti a organoleptické a nutriční kvality (Chung et al, 2012b). Klíčící hnědá rýže byla navržena jako zdravá složka v různých potravinách. Ve studii prováděné Chung et al. (2012a), byla vyklíčená hnědá rýže testována jako částečná náhrada pšeničné mouky pro výrobu nudlí, a byl zkoumán účinek zpracování klíčené hnědé rýže teplým vlhkem na texturu a kvalitu vaření nudlí. Zjistili, že výměna vyklíčené hnědé rýžové mouky s pšeničnou moukou výrazně degraduje varnou a texturní kvalitu vařených nudlí, což má za následek zvýšené ztráty při vaření. Nudle vyrobené z mouky obsahující naklíčenou hnědou rýži upravenou teplým vlhkem ukázal podstatně zlepšené varné a texturní vlastnosti srovnatelné s kontrolními pšeničnými nudlemi. V důsledku toho, může být vyklíčená hnědá rýže úspěšně použita jako náhrada pšeničné mouky při výrobě nudlí s dalšími zdravotně a výživně prospěšnými složkami. Úprava teplým vlhkem vyvolává kvůli Maillardově reakci tmavnutí a chuťové modifikace, proto je nutné pečlivě zvážit tepelnou úpravu naklíčené hnědé rýže (Arendt a Zannini, 2013).

4.4 Dětská výživa

I když dětská výživa může být ve formě rýžové mouky, voskové rýžové mouky, předvařené rýže, leštěné rýže, rýžového oleje nebo granulované rýže, obvykle mletá předvařená rýže je dominantní zdroj sacharidů na odstavení kojenců do jednoho roku. To vzhledem k jeho nevýrazné chuti, nízkému obsahu alergenů, potenciální a nutriční hodnotě, včetně jeho nedostatku potenciálně alergenního lepku. Druhá vlastnost je zvláště důležitá pro malé děti s celiakií (Meharg et al., 2008). Klíčem k tomu je, že tento typ obilovin se snadno rozpouští s mlékem homogenním způsobem. Tento proces k produkci předvařené rýže v podstatě sestává z přípravy vařené rýžové kaše, která se potom suší v atmosférických sušárnách ve dvojitém bubnu, na vločky a následně balí (Kelly, 1985).

Několik studií prokázalo, že rýže na bázi kojenecké výživy obsahuje zvýšené množství celkového i anorganického arzenu (Ljung et al, 2011). Tyto prvky jsou známy pro zvýšení kojenecké nemocnosti a úmrtnosti. Kromě toho, Wang a kol. (2011) izolovali *Staphylococcus aureus* v kojenecké výživě z rýže prodávané v provincii Shaanxi v Číně, a mnoho *S. aureus* vykazovalo odolnost vůči různým antimikrobiálním látkám a ukazují expresi různých genů toxinu. Richards a kol. (2005) prokázali, že rekonstituovaná dětská výživa může podporovat bujný růst *Enterobacter sakazakii*, patogenního mikroorganismu, o kterém je známo, že způsobuje onemocnění u předčasně narozených novorozenců, kojenců a dětí ve věku od tří dnů do čtyř let věku. Z tohoto důvodu, rekonstituované obiloviny, které nejsou okamžitě spotřebované, se musí zlikvidovat, nebo být skladovány při nižších teplotách kvůli inhibici růstu *E. sakazakii* a další alimentárních patogenů.

4.5 Konzervovaná rýže

Rýže v konzervách se vyrábí v Japonsku, Koreji, USA a dalších zemích. Konzervy rýže jsou po předvaření prodávány v tekutině, tento výrobek je definován jako produkt s nadbytkem tekutiny (např. polévky), a produkt s volnými a oddělenými zrny bez nadbytku volné vlhkosti. Hlavním problémem, který postihuje tyto produkty je změna strukturních vlastností rýže během skladování. Mohou se tvořit shluky rýže a tím vytvářet nepříjemný pocit v ústech. Použití předvařené rýže pomáhá a zabraňuje rozpadu rýžového jádra (Demont a Burns, 1968). Prototyp rýžové konzervy, který byl vyvinut, byl příznivě přijat panelisty a byl přijat jako vojenská strava, zvláště vhodná v oblastech s nedostatečným kuchyňským vybavením (Arendt a Zannini, 2013).

4.6 Senzorické hodnocení sušenek

Využití rýžové mouky k pečení sušenek v domácnosti se skládalo z přípravy těsta dle receptury, která byla upravena změnou příchuti, kdy místo vanilky a levandule byla do těsta přimíchána skořice nebo zázvor. Následně porovnávání těsta z rýžové mouky s těstem z pšeničné mouky, připraveném dle stejné receptury, kde se hodnotila barva a konzistence. Výroba sušenek se skládala z výroby těst, která se nechala 15 minut odležet v lednici. Před začátkem pečení byla těsta vyválena, vykrájena vykrajovátkou a na

jednotlivých sušenkách byl pomocí vykrajovátek vytištěn reliéf odlišující sušenky z rýžové mouky (reliéf srdce) od sušenek z pšeničné mouky (reliéf hvězdy). Sušenky se pekly při 160 °C po dobu 12 minut. Byl sestaven hodnotící formulář obsahující tři otázky, z toho dvě byly pokládány uzavřenou formou a jedna byla otevřené formy a po upečení a vychladnutí, byly výrobky poskytnuty k ochutnávce a sensorickému ohodnocení veřejnosti. Sensorického hodnocení se zúčastnilo padesát dva respondentů.

Hodnotitelé nevěděli která je z rýžové a která z pšeničné mouky. Cílem bylo zjistit názor respondentů na chuť předložených sušenek.

Receptura

- 220 g změkklého másla
- 180 g cukru krupice
- 1 vejce
- 370 g hladké mouky
- 3 g soli
- 1 lžička skořice, nebo mletého zázvoru
- Prášek do pečiva

(sladkavanilka.cz, 2016)

Otázky hodnotícího formuláře:

- 1) Která ze sušenek Vám chutnala více?
- 2) Proč Vám chutnala více?
- 3) Která ze sušenek je z rýžové mouky?

Hodnocení těsta

Těsto z rýžové mouky se od těsta z pšeničné mouky výrazně lišilo. Těsto z rýžové mouky bylo světlejší (Obr. 2; Obr. 3), měkčí a lepivější, proto muselo být přidáno více mouky, než kolik bylo potřeba na pšeničné těsto.

Těsto z rýžové mouky se hůře zpracovávalo, trhalo se při vyvalování a na rozdíl od pšeničného těsta se hůře vykrajovalo.

V době pečení i teplotě pečení rozdíl od pšeničného těsta nebyl a upečením zmizel i viditelný barevný rozdíl mezi jednotlivými těsty (Obr. 4).

Co se týče samotných sušenek, tak chuť byla typická po příchuti, ale sušenky se lišily konzistencí. Zatímco pšeničné byly tuhé, křupavé, sušenky z rýžové mouky byly spíše drobivé a rozpadající se na jazyku. Také se lišili i chuťově, kde pšeničné sušenky měly typickou známou chuť oproti rýžovým, které chutnaly mírně písčité případně moučnatě.



Obr. 2 Porovnání těsta pšeničné (v levo) a z rýžové (v pravo) mouky (*vlastní foto*)



Obr. 3 Porovnání těsta z pšeničné (*) a z rýžové (♥) a mouky (*vlastní foto*)



Obr. 4 Porovnání upečených sušenek (vlastní foto)

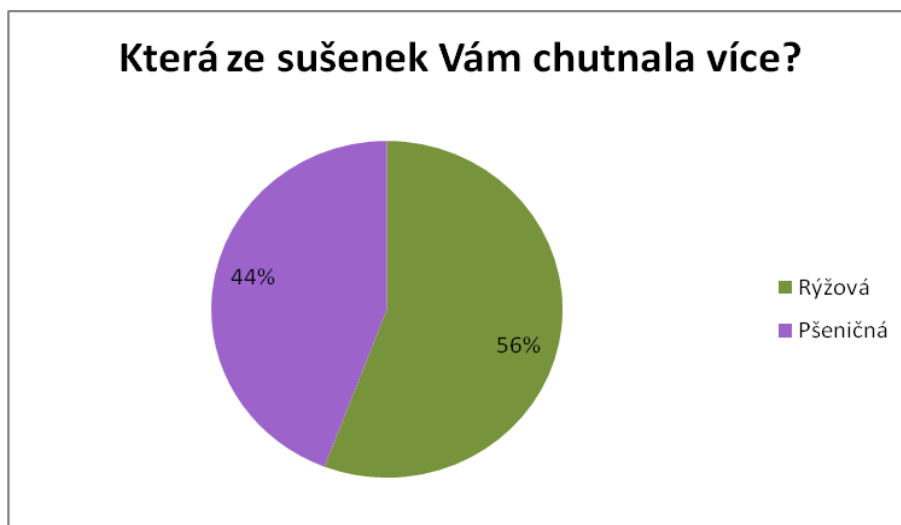
Vyhodnocení dotazníku

Počet dotazovaných: 52

Otázka č. 1. Která ze sušenek Vám chutnala více?

Tab. 4 Porovnání chutnosti

	Počet odpovědí	Podíl (%)
Rýžová	29	55,8
Pšeničná	23	44,2



Graf 1 Porovnání chutnosti sušenek

Z výsledků je zřejmé, že více než polovině (55,8 %) dotazovaných více chutnaly sušenky z rýžové mouky, naopak sušenky z pšeničné mouky chutnaly pouze 44,2 % dotazovaných.

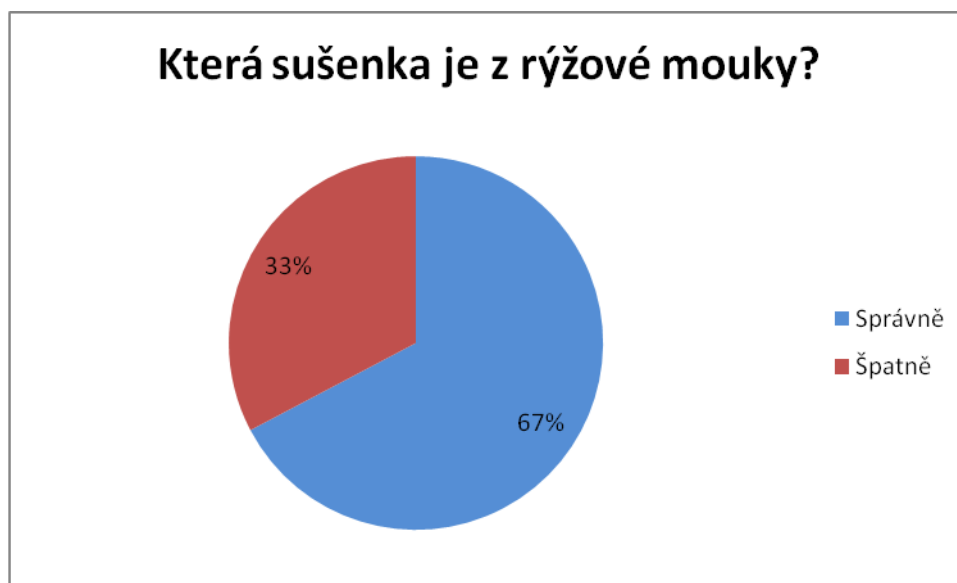
Otázka č. 2. Proč Vám chutnala více?

Tato otázka byla volné formy, proto se odpovědi lišily, ale nejčastěji byla kladně hodnocena rozplývavost a křehkost sušenek z rýžové mouky, nebo naopak křupavost a tuhost sušenek z mouky pšeničné.

Otázka č. 3. Která ze sušenek si myslíte, že je z rýžové mouky?

Tab. 5 Určení, která sušenka je z rýžové mouky

	Počet odpovědí	Podíl (%)
Správně	35	67,3
Špatně	17	32,7



Graf 2 Určení, která ze sušenek je z rýžové mouky

Výsledek ukazuje, že správně určit mouku, ze které daná sušenka byla vyrobena, dokázalo 67,3 % dotazovaných, oproti 32,7 % které složení sušenky určili špatně.

5 ZÁVĚR

V bakalářské práci byla vypracovaná literární rešerše na téma „Rýže jako surovina a její využití v cereálních technologiích“. Nejstarší důkazy o pěstování rýže jsou z Číny a datují se kolem roku 12 000 let př. n. l. Do Evropy rýži přinesla vojska Alexandra Velikého 300 let př. n. l. Rýže ve středověku nebyla dobře přijímána, kvůli strachu z různých onemocnění. K rozšíření pěstování rýže došlo až v 15. století, kvůli hladomoru. V České republice se rýže ve velkém nikdy nepěstovala, ale v 50. letech 20. století se úspěšně začala pěstovat rýže na Slovensku. Z botanického hlediska se jedná o travnatou rostlinu řadící se mezi lipnicovité, která na rozdíl od ostatních zástupců čeledi lipnicovité potřebuje dlouhodobé zavodnění a rostlina může dorůst až do výšky dvou metrů. Celosvětově se pěstují pouze dva druhy rýže a těmi jsou rýže setá (*O. sativa*) a rýže africká (*O. glaberrima*). Zrno rýže se skládá z obalových vrstev, endospermu a klíčku. Loupaná obilka se kvůli zbarvení nazývá hnědá rýže.

Z chemického hlediska má rýže nízký obsah proteinů, a to nejnižší ze všech obilovin. Obsahuje nízké množství tuků a škrobu, ale naopak je bohatá na celulózu a minerální látky. Z vitamínů rýže obsahuje zejména vitamíny skupiny B, naopak neobsahuje téměř žádné vitamíny A, C a D. V rýži jsou obsaženy fytochemikálie, které mají pozitivní účinek na lidské zdraví, ale některé z těchto látek jsou termolabilní a tepelnou úpravou bývají často ztraceny.

K potravinářskému použití je nutné rýži zpracovat. Zrno se čistí, loupe, třídí, pak obrousí, opět třídí podle velikosti a leští. Kvůli prodloužení trvanlivosti a zlepšení nutriční hodnoty se rýže může předvářet. Snižuje se tím množství poškozených obilek při zpracování. Nevýhodou je ekonomická náročnost a zvýšení náchylnosti zrna k oxidačnímu žluknutí.

Rýže se kulinárně využívá přímo jako potravina (vařená, smažená), jako zpracovaná potravina, nebo v pivovarnictví.

Pekařské výrobky se vyrábí z rýžové mouky, která je dobře stravitelná a neobsahuje lepek. Rýžová mouka se může využívat jako přídavek do pekařských produktů z pšeničné mouky. Rýžové moučníky jsou rozšířené v mnoha kulturách, existují různé druhy moučníků jako například Pufo, Idili, MiGao, Mochi a další. Z rýže se dále mohou vyrábět snídaňové cereálie, sušenky, nudle, dětská výživa, konzervovaná rýže, nebo se může konzumovat jako naklíčená hnědá rýže.

V závěru bakalářské práce byly sensoricky hodnoceny domácí sušenky z rýžové mouky.

Vzhledem k dostupnosti v obchodech patří rýže a rýžové výrobky mezi nejrozšířenější potraviny na světě.

6 POUŽITÁ LITERATURA

ABDUL-HAMID, A. and LUAN, Y. S. (2000). Functional properties of dietary fibre pre-prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry*, 68, 15–19.

ARENDETT E. K., ZANNINI E. (2013) Rice, s. 114–154. In ARENDETT E. K, ZANNINI E. *Cereal grains for the food and beverage industries*. 1st ed. Cambridge: Woodhead Publishing. ISBN 978-0-85709-413-1.

AZUDIN, M. N. and MORRISON, W. R. (1986). Non-starch lipids and starch lipids in milled rice. *Journal of Cereal Science*, 4, 23–31.

BALDWIN, P. M. (2001). Starch granule-associated proteins and polypeptides: a review. *Starch*, 53, 475–503.

BECHTEL, D. B. and POMERANZ, Y. (1978). Ultrastructure of the mature ungerminated rice (*Oryza sativa*) caryopsis. The starchy endosperm. *American Journal of Botany*, 65, 684–691.

BERGMAN, C. J., BHATTACHARYA, K. R. and OHTSUBO, K. (2004). Rice end-use quality analysis. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.) *Rice: Chemistry and Technology* (3rd edn). St Paul, MN: AACC International, Inc.

BHATTACHARYA, K. R. (2004). Parboiling of rice. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.) *Rice: Chemistry and Technology* (3rd edn). St Paul, MN: AACC International, Inc.

BHATTACHARYA, K. R. and INDUDHARA SWAMY, Y. M. (1967). Conditions of drying par-boiled paddy for optimum milling quality. *Cereal Chemistry*, 44, 592–600.

BOESCH, M. J. (1967). *The World of Rice*. New York: Dutton.

BOND, N. (2004). Rice milling. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.) *Rice: Chemistry and Technology* (3rd edn). St Paul, MN: AACC International, Inc.

BULKOVÁ, Věra, 2011: Rýže, s. 42 – 44. In: BULKOVÁ, V. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 978-80-7013-532-7.

BUREŠOVÁ, Iva a LORENCOVÁ, Eva, 2013: Mlýnské zpracování rýžového zrna, s. 124 – 126. In: BUREŠOVÁ, I. a LORENCOVÁ E., *Výroba potravin rostlinného původu: zpracování obilovin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-278-7.

CARPENTER, K. J. (2004). NUTRITION | Beriberi, a deficiency related to grains. In: WRIGLEY, C., CORKE, H. and WALKER, C. (eds) *Encyclopedia of Grain Science*. Oxford: Elsevier.

DELCOUR, A. and HOSENEY, C. R. (2010). Structure of cereals. In: DELCOUR, A. and HOSENEY, C. R. (eds) *Principles of Cereal Science and Technology*. St Paul, MN: AACC International, Inc.

DEMONT, J. I. and BURNS, E. E. (1968). Effects of certain variables on canned rice quality. *Food Technology*, 22, 1186–1188.

DENISENKO, Mikuláš. *Pestovanie ryže*. 1. vyd. Bratislava: Štátne pôdohospodárske nakladateľstvo, 1954. Rastlinná výroba.

DENYER, K., HYLTON, C. M., JENNER, C. F. and SMITH, A. M. (1995). Identification of multiple isoforms of soluble and granule-bound starch synthase in developing wheat endosperm. *Planta*, 196, 256–265.

DOSTÁLOVÁ, J.: Rýže, *Výživa a potraviny*, 2000, roč. 55, č.6, str.91-92

FOUDA, T. Z. (2011). Engineering studies on the performance of paddy and rice separator. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 42, 85–90.

FU, B. X. (2008). Asian noodles: history, classification, raw materials, and processing. *Food Research International*, 41, 888–902.

GEBAUER, K. Obsah aminokyselin v rostlinách: Rostliny jako zdroj proteinů. *Institut Galenus* [online]. 2008 [cit. 2017-04-08]. Dostupné z:

<http://galenus.cz/clanky/vyziva/aminokyseliny-obsah-aminokyselin-v-rostlinach>

GHOSH, D. and CHATTOPADHYAY, P. (2011). Preparation of idli batter, its properties and nutritional improvement during fermentation. *Journal of Food Science and Technology*, 48, 610–615.

HAMR, K.: Rýže – druhy rýže, a její jakost, *Výživa a potraviny*, 2008, roč.63, č. 3, 76-79.

HINTON, J. J. C. (1948). The distribution of vitamin B1 in the rice grain. *British Journal of Nutrition*, 2, 237–241.

HOLUBOVÁ K, 2002: Obiloviny, s. 77 – 88. In: VALÍČEK, Pavel: *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia. ISBN 80-200-0939-6.

- HOU, Z., QIN, P., ZHANG, Y., CUI, S. and REN, G. (2012). Identification of anthocyanins isolated from black rice (*Oryza sativa* L.) and their degradation kinetics. *Food Research International*.
- CHAMPAGNE, E. T., WOOD, D. F., JULIANO, B. O. and BECHTEL, D. B. (2004). The rice grain and its gross composition. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.) *Rice: Chemistry and Technology* (3rd edn). St Paul, MN: AACC International, Inc., 77–107.
- CHANG, T. T. (1985). Crop history and genetic conservation in rice – a case study. *Iowa State Journal of Research*, 59, 405–455.
- CHEN, J. J., LU, S. and LII, C. Y. (1999). Effects of milling on the physicochemical characteristics of waxy rice in Taiwan. *Cereal Chemistry Journal*, 76, 796–799.
- CHIANG, P. Y. and YEH, A. I. (2002). Effect of soaking on wet-milling of rice. *Journal of Cereal Science*, 35, 85–94.
- CHILDS, N. W. (2004). Production and utilization of rice. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.) *Rice: Chemistry and Technology* (3rd edn). St Paul, MN: AACC International, Inc.
- CHOUDHURY, N. H. and JULIANO, B. O. (1980). Effect of amylose content on the lipids of mature rice grain. *Phytochemistry*, 19, 1385–1389.
- CHUN, O. K., KIM, D.-O., SMITH, N., SCHROEDER, D., HAN, J. T. and LEE, C. Y. (2005). Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1715–1724.
- CHUNG, H.-J., CHO, A. and LIM, S.-T. (2012a). Effect of heat-moisture treatment for utilization of germinated brown rice in wheat noodle. *LWT – Food Science and Technology*, 47, 342–347.
- CHUNG, H.-J., CHO, D.-W., PARK, J.-D., KWEON, D.-K. and LIM, S.-T. (2012b). In vitro starch digestibility and pasting properties of germinated brown rice after hydrothermal treatments. *Journal of Cereal Science*, 56, 451–456.
- JANE, J. L., KASEMSUWAN, T., CHEN, J. F. and JULIANO, B. O. (1996). Phosphorus in rice and other starches. *Cereal Foods World*, 41, 827–832.
- JI, Y., ZHU, K., QIAN, H. and ZHOU, H. (2007). Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chemistry*, 104, 53–58.
- JULIANO, B. and VILLAREAL, C. (1993). *Grain Quality Evaluation of World Rices*. Los Baños, Laguna: IRRI.

JULIANO, B. O. (1993). *Rice in Human Nutrition*. Rome: FAO; Los Baños, Laguna: IRRI.

JULIANO, B. O. (2003). RICE. In: CABALLERO, B., TRVGO, C. and fiNGCAS, P. M. (eds) *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (2nd edn). Oxford: Academic Press.

JULIANO, B. O. and PEREZ, C. M. (1983). Major factors affecting cooked milled rice hardness and cooking time. *Journal of Texture Studies*, 14, 235–243.

KAR, N., JAIN, R. K. and SRIVASTAV, P. P. (1999). Parboiling of dehusked rice. *Journal of Food Engineering*, 39, 17–22.

KAUL, A. K. and RAGHAVIAH, P. (1975). Influence of nitrogen fertilization on some nutritional quality characters in rice. *Plant Foods for Human Nutrition* (formerly *Qualitas Plantarum*), 24, 391–403.

KELLY, W. J. (1985). Rice in infant foods. In: JULIANO, B. O. (ed.) *Rice: Chemistry and Technology*. St Paul, MN: AACC International, Inc.

KELLY, W. J., ASMUNDSON, R. V., HARRISON, G. L. and HUANG, C. M. (1995). Differentiation of dextran-producing *Leuconostoc* strains from fermented rice cake (puto) using pulsed-field gel electrophoresis. *International Journal of Food Microbiology*, 26, 345–352.

KENNEDY, G. and BURLINGAME, B. (2003). Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chemistry*, 80, 589–596.

KENT, N. L. and EVERS, A. D. (1994). Storage and pre-processing. In: KENT, N. L. and EVERS, A. D. (eds) *Kent's Technology of Cereals* (4th edn). Oxford: Pergamon.

KIPLE, K. F. and ORNELAS, K. C. (2000). *The Cambridge World History of Food*. Cambridge: Cambridge University Press.

KITAHARA, K., TANAKA, T., SUGANUMA, T. and NAGAHAMA, T. (1997). Release of bound lipids in cereal starches upon hydrolysis by glucoamylase. *Cereal Chemistry*, 74, 1–6.

KRÁL Petr. Rýže a její historie. Vareni.cz. [online]. 27. 10 2006 [cit. 2016-10-11]. Dostupné z: <http://clanky.vareni.cz/ryze-a-jeji-historie/>

LAMBERTS, L., DE BIE, E., VANDEPUTTE, G. E., VERAVERBEKE, W. S., DERYCKE, V., DE MAN, W. and DELCOUR, J. A. (2007). Effect of milling on colour and nutritional properties of rice. *Food Chemistry*, 100, 1496–1503.

Levandulové sušenky. *Sladkavanilka.cz*. [online]. 14.7.2016 [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://sladkavanilka.cz/levandulove-susenky/>

LJUNG, K., PALM, B., GRANDÉR, M. and VAHTER, M. (2011). High concentrations of essential and toxic elements in infant formula and infant foods – A matter of concern. *Food Chemistry*, 127, 943–951.

LU, S. (2004). RICE | Chinese food uses. In: WRIGLEY, C., CORKE, H. and WALKER, C. (eds) *Encyclopedia of Grain Science*. Oxford: Elsevier.

LUH, B. S. (1991). Breakfast rice cereals and baby foods. In: LUH, B. S. (ed.) *Rice, Volume II: Utilization*. New York: Van Nostrand Reinhold.

MARSHALL, W. E. and WADSWORTH, J. I. (1994). Introduction. In: MARSHALL, W. E. and WADSWORTH, J. I. (eds) *Rice Science and Technology*. New York: Marcel Dekker.

MATZ, S. (1996). *Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. New Delhi: CBS.

MEHARG, A. A., DEACON, C., CAMPBELL, R. C. J., CAREY, A.-M., WILLIAMS, P. N., FELDMANN, J. and RAAB, A. (2008). Inorganic arsenic levels in rice milk exceed EU and US drinking water standards. *Journal of Environmental Monitoring*, 10, 428–431.

MITHEN, Steven J. *Konec doby ledové: dějiny lidstva od r. 20 000 do r. 5000 př. Kr.* 1. vyd. v českém jazyce. Praha: BB/art, 2006. ISBN 80-7341-768-5.

MUTTERS, R. G. and THOMPSON, J. F. (2009). Rice quality in the global market. In: MUTTERS, R. G. and THOMPSON, J. F. (eds) *Rice Quality Handbook*. California: University of California, Agriculture and Natural Resources.

NEMOTO, K., MORITA, S. and BABA, T. (1995). Shoot and root development in rice related to the phyllochron. *Crop Science*, 35, 24–29.

NESTLE, M. (2001). Genetically engineered ‘Golden’ rice unlikely to overcome vitamin A deficiency. *Journal of the American Dietetic Association*, 101, 289–290.

NGAMNIKOM, P. and SONGSERMPONG, S. (2011). The effects of freeze, dry, and wet grinding processes on rice flour properties and their energy consumption. *Journal of Food Engineering*, 104, 632–638.

NISHITA, K. D., ROBERTS, R. L., BEAN, M. M. and KENNEDY, B. M. (1976). Development of a yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chemistry*, 53, 626–635.

NORMAND, F. L., SOIGNET, D. M., HOGAN, J. T. and DEOBALD, H. J. (1966). Content of certain nutrients and amino acid patterns in high-protein rice flour. *Rice Journal*, 69, 13–18.

NOUT, M. J. R. (2009). Rich nutrition from the poorest – cereal fermentations in Africa and Asia. *Food Microbiology*, 26, 685–692.

ORTHOEFER, F. T. and EASTMAN, J. (2004). Rice bran and oil. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.) *Rice: Chemistry and Technology* (3rd edn). St Paul, MN: AACC International, Inc.

PASCUAL, C. D. S. C. I., MASSARETTO, I. L., KAWASSAKI, F., BARROS, R. M. C., NOLDIN, J. A. and MARQUEZ, U. M. L. (2012). Effects of parboiling, storage and cooking on the levels of tocopherols, tocotrienols and γ -oryzanol in brown rice (*Oryza sativa* L.). *Food Research International*, doi: 10.1016/j.foodres.2011.07.93.

PIRAS, Claudia, 2008: Pěstování rýže, s. 144 – 145. In: PIRAS, C. *Culinaria Itálie: kulinární průvodce*. 2. vyd. Praha: Slovart. ISBN 978-80-7391-135-5.

POMERANZ, Y. and ORY, R. L. (1982). Rice processing and utilization. In: WOLFF, I. A. (ed.) *Handbook of Processing and Utilization in Agriculture*. West Palm Beach, FL: CRC Press.

RENZETTI, S. and ARENDT, E. K. (2009). 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*, 50, 22–28.

SAVITHA, Y. S. and SINGH, V. (2011). Status of dietary fiber contents in pigmented and non-pigmented rice varieties before and after parboiling. *LWT – Food Science and Technology*, 44, 2180–2184.

SHEWRY, P. R. and HALFORD, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53, 947–958.

SHIH, F. F. (2004). Rice proteins. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.) *Rice Chemistry and Technology* (3rd edn). St Paul, MN: AACC International, Inc.

SOUKUPOVÁ, Jana a Markéta VANÍČKOVÁ. *Člověk a výživa*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. Učebnice. ISBN 978-80-244-2244-2.

TANAKA, A. (1965). Examples of plant performance. In: IRRI (ed.) *The Mineral Nutrition of the Rice Plant. Proceedings of a Symposium at the International Rice Research Institute*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 37–49.

TATEOKA, T. (1964). Notes on some grasses. XVI. Embryo structure of the genus *Oryza* in relation to the systematics. *American Journal of Botany*, 51, 539–543.

VALÍČEK, Pavel. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Praha: Academia, 1989. ISBN 80-200-0000-3.

VANDEPUTTE, G. E., VERMEYLEN, R., GEEROMS, J. and DELCOUR, J. A. (2003). Rice starches. I. Structural aspects provide insight into crystallinity characteristics and gelatinisation behaviour of granular starch. *Journal of Cereal Science*, 38, 43–52.

VELUPPILLAI, S., NITHYANANTHARAJAH, K., VASANTHARUBA, S., BALAKUMAR, S. and ARASARATNAM, V. (2010). Optimization of bread preparation from wheat flour and malted rice flour. *Rice Science*, 17, 51–59.

WANG, H. L., SWAIN, E. W., HESSELTINE, C. W. and GUMBMAN, M. R. (1978). Protein quality of wild rice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 309–312.

WANG, K. M., WU, J. G., LI, G., ZHANG, D. P., YANG, Z. W. and SHI, C. H. (2011). Distribution of phytic acid and mineral elements in three indica rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Journal of Cereal Science*, 54, 116–121.

WANG, Y. L., YANG, K. C. and CHENG, S. M. (1950). Vitamin-B1 in the rice grain and the distribution of nicotinic acid. *Chung Kuo Ko Hsueh*, 1, 99–107.

ŽÁČEK, Zdeněk. *Plody dalekých krajů*. Praha: Merkur, 1981.

ŽÁČKOVÁ Martina. Moravané se pěstování rýže nedočkají. *Novinky.cz*. [online]. 1. 7. 2003 [cit. 2016-10-11]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/10720-moravane-se-pestovani-ryze-nedockaji.html>