

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Srovnání nutriční hodnoty quinoj (*Chenopodium quinoa*)
s vybranými plodinami**

Bakalářská práce

Autor práce: Jana Říhová

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Srovnání nutriční hodnoty quinoj (*Chenopodium quinoa*) s vybranými plodinami" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2013

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D., za jeho odborné vedení, poskytnuté rady a informace. Současně také děkuji své rodině za umožnění podmínek pro vytvoření této práce.

Srovnání nutriční hodnoty quinoy (*Chenopodium quinoa*) s vybranými plodinami

Comparison of quinoa (*Chenopodium quinoa*) nutritional values with selected cereals and crops

Souhrn

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) je prastará původem jihoamerická plodina, která se tradičně pěstuje zejména na andských náhorních plošinách již více než 5000 let. Pro vzrůstající zájem o tuto plodinu, se od konce 20. století zvýšila produkce v Bolívii a Peru, a souběžně také export do vyspělých oblastí světa, kde tato plodina získala své místo na trhu jako všestranná a nutričně hodnotná potravina. V Bolívii, odkud pochází největší část vývozu, dochází v souvislosti s rozšiřujícími se pěstebními plochami k mnohým problémům, z nichž nejvýraznější je postupující degradace půdy. Vyvážená rostlinná strava je zdrojem všech potřebných živin ve stravě, je-li zajištěna rozmanitost potravin a jejich vhodná kombinace. Quinoa se jeví jako plodina s výjimečným nutričním složením. V porovnání s tradičními plodinami, obsahuje srovnatelné množství sacharidů, vyšší obsah tuku a bílkovin, které zároveň obsahují všechny esenciální aminokyseliny; příznivý je také obsah minerálních látek a vitamínů. Quinoa obsahuje velmi nízké množství lepku, a proto je vhodná v bezlepkové dietě. Quinoa obsahuje i některé antinutriční látky, které však nepředstavují žádná zdravotní rizika, nedochází-li k nadměrné konzumaci.

Klíčová slova: quinoa, protein, aminokyseliny, tuk, mastné kyseliny, sacharidy, obiloviny

Summary

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) is an ancient crop native to South America. It has traditionally been cultivated in the Andean Plateau more than 5000 ago. Due to growing demand of quinoa products has the production of quinoa as well as the export progressively increased since the end of 20th century. The country with highest quinoa export is Bolivia, where the expansion of area under quinoa brings various problems. It appears that the most serious one is the progressive soil degradation. Quinoa is regarded as a crop with high nutritional value and variable usage. As a source of a food energy, diverse and well balanced plant-based diet may provide all essential nutrients. Quinoa seems to be a crop with an exceptional nutrient profile: in comparison with traditional crops quinoa contains similar amount of saccharides, but higher content of fat and protein with all essential amino acids. Quinoa is also a good source of minerals and vitamins. Quinoa grain is very low in gluten, and therefore suitable for gluten-free diets. It contains some anti-nutritional compounds but non-excessive consumption of quinoa does not cause any health problems.

Keywords: quinoa, protein, amino acids, lipids, fatty acids, saccharides, cereals

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce	9
2.1 Quinoa (merlík chilský)	9
2.1.1 Botanická charakteristika.....	9
2.1.2 Historie produkce quinoxy.....	9
2.1.3 Pěstování quinoxy	10
2.1.3.1 Nároky na prostředí a agrotechnika	10
2.1.3.2 Sklizeň a posklizňová úprava	11
2.1.4 Možnosti využití quinoxy	12
2.1.5 Produkce quinoxy v Jižní Americe	12
2.1.5.1 Specifika pěstování quinoxy	12
2.1.5.2 Tradice pěstování quinoxy v Bolívii a současná situace	13
2.1.5.3 Ekologické dopady produkce quinoxy v Bolívii	13
2.2 Charakteristika základních živin.....	14
2.2.1 Sacharidy	14
2.2.1.1 Monosacharidy	15
2.2.1.2 Disacharidy	15
2.2.1.3 Polysacharidy	15
2.2.2 Bílkoviny	16
2.2.2.1 Charakteristika	16
2.2.2.2 Aminokyseliny	17
2.2.2.3 Lepek.....	18
2.2.2.4 Dietetická doporučení	18
2.2.3 Lipidy.....	19
2.2.3.1 Charakteristika	19
2.2.3.2 Dietetická doporučení	20
2.3 Metodika	21
2.3.1 Stanovení sušiny	21
2.3.2 Stanovení popelovin	21
2.3.3 Stanovení vlákniny	22
2.3.4 Stanovení dusíkatých látek	22
2.3.5 Stanovení tuku	22
2.3.6 Stanovení BNLV	22
2.3.7 Výsledky	22
2.4 Rostlinné zdroje živin a jejich srovnání s živinami quinoxy	23
2.4.1 Sacharidy v rostlinné stravě.....	23

2.4.1.1	Monosacharidy a disacharidy	23
2.4.1.2	Polysacharidy - škrob	23
2.4.1.3	Sacharidy quinoj	24
2.4.1.4	Obiloviny	25
2.4.1.5	Luštěniny	26
2.4.1.6	Okopaniny	27
2.4.1.7	Srovnání obsahu sacharidů (škrobu) quinoj s uvedenými plodinami	27
2.4.2	Bílkoviny v rostlinné stravě	27
2.4.2.1	Bílkoviny quinoj	28
2.4.2.2	Obiloviny	28
2.4.2.3	Pseudocereálie	29
2.4.2.4	Luštěniny	30
2.4.2.5	Srovnání obsahu bílkovin quinoj s uvedenými plodinami	31
2.4.3	Lipidy v rostlinné stravě	31
2.4.3.1	Lipidy quinoj	32
2.4.3.2	Obilniny	32
2.4.3.3	Pseudocereálie	33
2.4.3.4	Olejniny	34
2.4.3.5	Luštěniny	35
2.4.3.6	Srovnání obsahu lipidů v quinoe s uvedenými plodinami	35
2.4.4	Vitaminy a minerální látky quinoj	35
2.5	Antinutriční látky	36
2.5.1	Charakteristika	36
2.5.2	Antinutriční látky quiony	37
2.5.2.1	Saponiny	37
2.5.2.2	Kyselina fytová	37
2.5.2.3	Inhibitory proteáz	38
2.5.2.4	Taniny	38
3	Závěr	40
4	Použitá literatura	41

1 Úvod

Společně s rostoucím zájmem spotřebitelů o zdravou výživu, stoupá také obliba konzumace netradičních plodin, od nichž se očekává nejen zpestření běžné stravy, ale i vyšší nutriční hodnota. Jednou z nich je merlík chilský, aneb quiona, který se na českém trhu objevil teprve nedávno. Po vzoru západních zemí, kde se quinoa těší vysoké oblibě, a řadí mezi tzv. superpotravinu, vzrůstá i v ČR zájem o tuto původně jihoamerickou plodinu.

Quinoa je prastará plodina, kterou pěstovali již staří Inkové, pro něž byla natolik významná, že se řadila mezi posvátné rostliny. V nehostinných podmínkách vysokých And, jež snesou pouze málokteré otužilé rostliny, představovala quinoa velmi důležitý zdroj obživy, který byl postupně omezován prvně po dobytí Jižní Ameriky Španěly v 16. století, a naposledy v moderní době, koncem 20. století, kdy se v kolébce historie quino, v Bolívii, zvýšil vývoz jako odpověď na rostoucí poptávku a současně se tak snížila její spotřeba na domácím trhu.

Konzumace quino je stabilnější v Peru, kam směřuje i bolivijský vývoz, a narůstá i mimo původní areál, např. v Japonsku, Severní Americe a západní Evropě, kde se quinoe připisují veskrze pozitivní vlastnosti; oceňuje se také její snadná kulinární úprava. Quinoa téměř neobsahuje lepek, a proto je vhodná v bezlepkové dietě, stejně jako se doporučuje při dietách redukčních. Dováží se obvykle jako nezpracované semeno a mouka, často v bio a fair trade kvalitě.

Ve spojitosti s quinoou se často zdůrazňuje, že v porovnání s ostatními plodinami, které obsahují neplnohodnotné rostlinné bílkoviny, vyniká naopak kvalitní bílkovinou, obsahující všechny esenciální aminokyseliny. Upozorňuje se také na vyšší obsah vlákniny, minerálních látek, příznivou skladbu mastných kyselin v tuku, a antioxidační účinky. Proto se quinoa jeví jako nutričně hodnotná potravina a doporučuje se její zapojení i do jídelníčku českých spotřebitelů.

2 Cíl práce

Cílem této práce je představit quinou jako takovou, popsat zvláštnosti její produkce a na základě dostupných pramenů umožnit srovnání nutričních hodnot quinoy s jinými v lidské výživě využívanými plodinami. Podkladem pro toto srovnání je charakteristika jednotlivých základních živin a antinutričních látek.

2.1 Quinoa (merlík chilský)

2.1.1 Botanická charakteristika

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) je jednoletá rostlina z čeledi laskavcovitých, *Amaranthaceae*, původní v oblasti jihoamerických And (Kuljanabhagavad and Wink, 2009). Dříve se quinoa řadila do čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*). Rod *Chenopodium* se vyskytuje po celém světě a čítá na 250 druhů (Gálvez et al., 2010), k nimž se řadí quinoe příbuzná cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), po dlouhou dobu považovaná za odrůdu quinoy (Gade, 1970).

Quinoa obvykle dosahuje průměrné výšky 1-1,5 m (Moudrý, 2011), avšak v závislosti na hustotě výsevu, může vyrůst až do 3 m. Semeno klíčí velmi rychle, již po několika hodinách, je-li vystaveno vlhkosti. Při hlubším setí dosahují kořeny quinoy až do hloubky 30 cm. Stonek je cylindrický, s průměrem 3,5 cm, vzpřímený, anebo rozvětvený s rozličným zbarvením. V závislosti na druhu, může být barva stonku bílá, žlutá, světle hnědá až červená. Květy jsou obojpohlavní, bez pestíku a rostliny jsou převážně samosprašné (Valencia-Chamorro, 2003; George, 2011). Semena jsou kulatá a zploštělá s průměrem 1,5-4 mm (Ruales and Nair, 1993) s HTS 1,8-2,8 g (Prugar et al., 2008). Barva semene je variabilní, od bílé přes šedou k černé; s tóny žluté, růžové, purpurové a fialové barvy. Běžně se vyskytují barevné mixy semen v jedné latě (Risic and Galwey, 1984).

2.1.2 Historie produkce quinoy

V oblasti andských náhorních plošin se quinoa pěstuje již 5000-7000 let (NRC, 1989) a společně s postupujícím obchodem a migrací dobytka se rozšířila na sever a jih Jižní Ameriky (Tagle and Planella, 2002), pročež je známa pod mnoha jmény: v jazyce Ayamara – tupapa supha, v jazyce Chibcha – suba, v jazyce Quechua – ayara. V jižním Chile je známa jako dawé (jazyk Mapudungun); nejznámější je však quinoa či quinua (v překladu „matka zrno“), jak pojmenovali rostlinu Inkové, pro něž byla tato rostlina

posvátná, darem bohů. Po španělské conquistě (1532 n. l.) se pěstování quinojy uchovalo pouze na místech, kam neprošli Evropané (oblasti náhorních rovin vysokých And ve výšce nad 3500 m n. m.) a nemohli tak introdukovat plodiny, jako jsou pšenice, žito a oves, nebo v izolovaných regionech, kde jsou v zimě nedostupné komunikace či na místech, kde zůstaly starověké kultury věrné svým zemědělským zvyklostem a tradičním stravovacím návykům (kmen Aymara na severu chilského Altiplana, izolovaní farmáři z pobřeží středního Chile, a kmen Mapuche na jihu Chile). Na více přístupných místech byla quinoa postupně nahrazena introdukovanými plodinami z Evropy (NRC, 1989; Tagle and Planella, 2002; Tapia, 1997). V důsledku širokého rozšíření quinojy po jihoamerickém kontinentě, došlo ke genetické diferenciaci jednotlivých ekotypů (Fuentes, et al., 2008); v Jižní Americe se uchovává sbírka zárodečné plazmy čítající 300 odrůd quinojy (Bhagrava et al., 2006).

2.1.3 Pěstování quinojy

2.1.3.1 Nároky na prostředí a agrotechnika

Quinoa vykazuje vysokou toleranci vůči zasoleným půdám a chladnému klimatu (Jacobsen, 1998). Lze ji pěstovat v různých typech půdy, včetně tzv. okrajových půd, při širokém rozpětí pH 6-8,5. Stejně široké je teplotní rozmezí; rostlina je tolerantní vůči mrazu do $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, stejně tak snese teploty do $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Quinoa je rezistentní vůči mrazivým teplotám, jestliže se mrazy objeví před vykvetením. V případě vystavení mrazu po kvetení, může být postihnuta značným poškozením (Mujica et al., 2001).

Přestože je odolná vůči suchu a nemá vysoké požadavky na vláhu, výnos je významně ovlivněn srážkami (Oelke, 1992). Pěstuje se jak v oblastech, kde jsou roční srážky 200-400 mm, stejně jako např. v jižním Chile při ročním úhrnu 3000 mm (Martínez, 2007). Ačkoli se dobře pěstuje v chudých půdách, příznivě reaguje na hnojení dusíkem, který značně navyšuje produkci semen a obsah bílkovin (Thanapornpoonpong, 2008).

V osevním plánu se quinoa obvykle střídá s bramborami, čímž se zlepšuje její výnos, zachovává půdní úrodnost a zároveň narušuje cyklus některých patogenních mikroorganismů (Valencia-Chamorro, 2003). Pěstební cyklus ve vysokých Andách trvá osm měsíců, zatímco v suchých oblastech středního Chile se zkracuje na čtyři měsíce (Martínez et al., 2007). Na náhorních plošinách blíže k rovníku (při 12 h denního světla) se quinoa vysévá v listopadu, naproti tomu v nížinách blíže jižním zeměpisným šířkám

se vysévá od září do srpna (Martínez et al., 2009). V suchých oblastech je vhodné přihnojovat organickou hmotou a podpořit tak hospodaření s vláhou a vyšší výnos (Martínez et al., 2009).

Při setí se upřednostňuje meziřádková vzdálenost 25-50 cm s hloubkou 1-2 cm do dobře urovnaného, vlhkého povrchu (Jacobsen, 2003). Vhodná doba setí je zásadní pro regulaci plevelu. První dva týdny vegetace představují nejpomalejší fázi vývoje quinoi, a proto se doporučuje brzké setí k získání konkurenční výhody před pleveli (Risi and Galwey, 1984). V porostu quinoi se praktikuje meziřádková kultivace; v případě výsevu do užších řádků, se provádí vláčení, anebo se porost neošetřuje vůbec (Moudrý, 2011).

2.1.3.2 Sklizeň a posklizňová úprava

Dozrávání a sklizeň se uskutečňuje na náhorních plošinách v květnu; a od února do března v centrální oblasti jižního Chile, kde mohou některé ekotypy quinoi dosáhnout dospělosti a vyprodukovat semena při nízké závlaze, jako je pouhých 50 mm srážek za sezónu, což je extrémně nízká hodnota pro kterékoli jiné plodiny (Martínez et al., 2009).

Dozrávání je nerovnoměrné, nedochází však k vypadávání semen; listy opadávají a rostliny žloutnou. Výnos quinoi se pohybuje v rozpětí 0,5-1,5 t/ha (Moudrý, 2011). Mujica et al. (2001) uvádějí rozpětí výnosu od 0,5 do 3,5 t/ha pro odlišné genotypy quinoi pěstované v oblasti andských náhorních plošin.

V době, kdy jsou semena zralá a vhodná ke sklizni, stonky rostliny jsou stále dužnaté a okvěti obsahují většinou značné množství vody. Proto je lépe sklizeň quinoi započít až po prvním vystavení mrazu, pomocí sklízecí mlátičky. Semena quinoi jsou schopna vyklíčit během 24 hodin, protože je důležité vyhnout se sklizni za deštivého počasí (Moudrý, 2011).

Po sklizni se quinoa čistí a ukládá na rošty při provětrávání neupraveným či ohřátým vzduchem, nebo za přímého dosoušení. Hořká semena se odhořčují namáčením a odstraněním obalů, naproti tomu semena s nižším obsahem saponinů se leští. Semena se skladují při vlhkosti 12 % (Moudrý, 2011). Vysušená semena se mohou skladovat až po dobu 10 let (Hellin and Higman, 2005).

2.1.4 Možnosti využití quinoy

Quinoa se využívá jako surovina pro výrobu mouky, polévek i alkoholu. Prodává se v podobě celých semen, která se vaří podobně jako rýže, a kombinují s dalšími potravinami. Z quinoy lze také fermentací vyrábět pivo (Galwey, 1989). V Peru a Bolívii se z quinoy komerčně vyrábí vložky, tortilly, palačinky a pufované výrobky (NRC, 1989). Zřídka se uvádí využití quinoy v léčbě zánětů, při zlomeninách, vnitřním krvácení, jako analgetika a desinfekce močových cest a také jako repelentu proti hmyzu (Mujica, 1994).

Mouka quinoy se mísí s pšeničnou či kukuřičnou moukou; z této směsi se pečou sušenky, chléb a další potraviny (Oshodi et al., 1999). Jacobsen (2003) mimo jiné uvádí quinoou jako vhodnou surovinu pro výrobu bezlepkových potravin, cereálií a těstovin. Zmiňuje také možnost průmyslového využití škrobu, bílkovin a saponinů, a zkrmování quinoy jako zeleného krmiva pro dobytek.

Quinoa, jakožto suchu odolná plodina, by mohla být vhodnou plodinou pro introdukci do rozvojových zemí Afriky a Asie, kde by i za nepříznivých pěstebních podmínek mohla poskytnout nutričně hodnotnou potravinu místnímu obyvatelstvu (Jacobsen, 2003).

2.1.5 Produkce quinoy v Jižní Americe

2.1.5.1 Specifika pěstování quinoy

Quinoa se převážně pěstuje ve specifických geografických a klimatických podmínkách, a proto se na její produkci nevztahuje tolik mezinárodní konkurence. Většina Bolivijského neregistrovaného vývozu směřuje do Peru, zatímco oficiální export míří do USA a Evropy. Od roku 1985, se poptávka po quinoe v rozvinutých zemích prudce zvýšila. Bolívie je zemí s největším vývozem na sever, tj. zejména do USA, naproti tomu Peru představuje největší spotřebitelský trh (Jacobsen, 2003). V současnosti se quinoa pěstuje zejména v Bolívii, Peru a Chile; méně pak v Ekvádoru, Kolumbii a na severu Argentiny (Bonifacio, 2003; Castello et al., 1995).

Quinoou však lze pěstovat napříč agro-klimatickými podmínkami; vedle andských náhorních plošin by se tak mohla uplatnit například v africké vysočině, v Asii, a také v Evropě. Produkce mimo oblasti jižní náhorní roviny Bolívie by přispěla ke snížení tlaku na tento již ohrožený region, a současně by pěstování quinoy v širších geografických podmínkách podnítilo její pozici na trhu (Jacobsen, 2003).

2.1.5.2 Tradice pěstování quinooy v Bolívii a současná situace

Bolivijská populace přežívala díky konzumaci quinooy, jakožto hlavní potraviny, po tisíce let (Jacobsen, 2011). Pro andské zemědělce quinoa původně nebyla vysokým zdrojem příjmů, ale hrála zásadní roli v jejich výživě, společenském uspořádání, a environmentální udržitelnosti. Produkce pro mezinárodní trh započala v roce 1983, kdy byla založena asociace pěstitelů quinooy (ANAPQUI) (Jacobsen, 2011). Quinoa aktuálně disponuje na mezinárodním trhu tak vysokou hodnotou, že zemědělci upřednostňují její prodej, a pro svou spotřebu nakupují méně výživné potraviny (Hellin and Higman, 2005). Spotřeba quinooy v Bolívii činí pouze 2 kg na osobu ročně, zatímco spotřeba rýže a těstovin je 25 kg. V Peru, kde je nižší export quinooy, je roční spotřeba vyšší než 20 kg na osobu (Jacobsen, 2011).

V důsledku nárůstu plochy, na níž se quinoa pěstuje (v hlavní oblasti produkce quinooy Los Lipos se plocha 10 580 ha z roku 1980 rozšířila na 20 685 ha v roce 2001), se souběžně zvyšuje i její produkce (Chura, 2009). Celková produkční plocha činí v Bolívii 50 000 ha s výnosem 25 000 t (Jacobsen, 2011).

2.1.5.3 Ekologické dopady produkce quinooy v Bolívii

Poté co se zvýšila produkce quinooy (oblast Salares), manuální práce byla nahrazena mechanizací, což přineslo vážné problémy (Cossio, 2008). Společně s nárůstem mechanizace a rozšířením pěstování quinooy, došlo k prudkému poklesu půdní úrodnosti (PIEB, 2009) a drastickému úbytku přírodní vegetace, a tím také možnosti pastvy dobytka (Félix and Villca, 2009). Pro úbytek pastvy, bylo nutno přemístit chovy lam, do jiných oblastí, což omezilo přísun organických hnojiv. V oblastech, kde jsou tato hnojiva dostupná, se však nevyužívají, anebo se využívají nevhodným způsobem (APSA II, 2008). Expanzí pěstebních ploch také dochází k půdní erozi důsledkem vymizení přirozeného půdního pokryvu. V oblasti náhorních rovin již probíhá desertifikace (Jacobsen, 2011).

Nepříznivým vlivům, jež přináší produkce quinooy, přispívají také změny klimatu (v případě Bolívie to znamená vyšší teploty, méně srážek a více extrémních povětrnostních jevů), čímž se může urychlit proces desertifikace a degradace půdy, což může negativně postihnout místní populaci a zbortit všechny snahy o rozvoj této oblasti (Jacobsen, 2011).

V důsledku využívání nevhodných půd a technologií pro pěstování quinoj, stejně jako v nedodržování tradice „nechání půdy ladem“ po dostatečnou dobu, dochází k větrné erozi a vyčerpání živin v půdě (PROINPA, 2004). Situace na jihu Bolívie je kritická, hrozí zde ekologická katastrofa v podobě přeměny celého regionu na poušť (Jacobsen, 2011).

2.2 Charakteristika základních živin

2.2.1 Sacharidy

V lidské výživě zaujímají sacharidy zvláštní místo, neboť jsou společně s tuky největším zdrojem energie v potravě a podstatně ovlivňují organoleptické vlastnosti potravin (Eastwood, 2003; Kirk et al. 2008). Sacharidy se vyskytují ve všech organických buňkách, v nichž plní stavební a ochranné funkce, stejně jako se podílí na struktuře a činnostech mnoha biologicky aktivních látek (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Zastoupení sacharidů ve výživě lidí se v celkovém příjmu kalorií pohybuje mezi 40-80 % v závislosti na ekonomické úrovni dané oblasti (Eastwood, 2003); příjem sacharidů je vyšší v méně rozvinutých oblastech (tvoří téměř 80 % příjmu energie v Afrických zemích), zatímco v Evropě a severní Americe se sacharidy nahrazují tukem, a proto jejich zastoupení v potravě nižší než 50 %. V méně rozvinutých oblastech světa je hlavním zdrojem energie ve stravě škrob, získaný hlavně ze základních potravin. V porovnání s vyspělými zeměmi, kde tvoří základní potraviny asi 62% podíl v celkovém příjmu sacharidů, v rozvojových státech tento podíl činí až 85 % (Sanders and Emery, 2003).

Mann et al. (2002) uvádějí, že ve většině bohatších zemí se sacharidy podílejí na celkovém příjmu energie průměrně 40-44 %, přičemž 20-22 % tvoří škrob. Zbytek denní dávky tvoří sacharóza (40-80 g), laktóza (20 g), glukóza (10-20 g), fruktóza (10-20 g), neškrobové polysacharidy a vláknina (15-20 g). Naproti tomu, lidé žijící v souladu s místními tradicemi, jako např. v afrických a asijských oblastech, přijímají 70-80% energie ze sacharidů, hlavně škrobu. V celkovém příjmu energie dospělé populace a dětí starších dvou let, se doporučuje 37% podíl škrobu. Toto doporučení se vztahuje pouze na škrob stravitelný v tenkém střevě, ne však na rezistentní škrob, který slouží obdobně jako vláknina (Eastwood, 2003).

Dle DRI (Dietary Reference Intake) je vhodné 45-65% zastoupení sacharidů v celkovém denním příjmu energie. Stravitelnost glukózy, sacharózy a škrobu je

alespoň 99 %. Sacharidy zajišťuje téměř výhradně rostlinná strava (Sanders and Emery, 2003).

2.2.1.1 Monosacharidy

Nejjednoduššími sacharidy jsou monosacharidy, základní stavební jednotky složitějších oligosacharidů a polysacharidů. Monosacharidy ve stravě se rozumí nejčastěji glukóza, fruktóza a galaktóza. Glukóza se společně s fruktózou přirozeně nachází v medu, ovoci a zelenině (Rolfes and Whitney, 2011). Dalším zdrojem glukózy je hydrolytická degradace škrobu. Průmyslově se tak glukóza získává hydrolýzou bramborového, kukuřičného a pšeničného škrobu. Fruktóza je mezi sacharidy významná nejen pro svou intenzivní sladkou chuť, výraznější než u glukózy, ale také pro možnost využití jako sladidla pro hraniční diabetiky. Mimo přirozené zdroje, se fruktóza získává hydrolýzou inulinu (Belitz et al., 2009).

Glukóza se v lidském organismu uplatňuje jako okamžitý zdroj energie veškerých buněk v těle (Mann et al., 2002). Přebytečná nevyužitá glukóza se ukládá ve formě zásobního polysacharidu glykogenu v játrech a ve svalech, nebo po přeměně v játrech přechází jako tuk do tukových tkání. Příjem jednoduchých, lehce stravitelných sacharidů, jakožto pohotového zdroje energie, by neměl přesáhnout 10 % celkové energie (Rolfes and Whitney, 2011).

2.2.1.2 Disacharidy

Dvě jednotky monosacharidů vytvářejí disacharidy. Spojením glukózy a fruktózy vzniká disacharid sacharóza, jenž se přirozeně vyskytuje ve vegetativních částech rostlin a v plodech. Podíl sacharózy ve stravě se zvyšuje souběžně se zvyšující se životní úrovní v dané oblasti (Sanders and Emery, 2003). Sacharóza globálně představuje nejrozšířenější sladidlo průmyslově vyráběné primárně z cukrové třtiny a cukrové řepy (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Dalšími významnými disacharidy v potravě jsou maltóza, sestávající ze dvou molekul glukózy, pro jejíž výrobu se využívá enzymatická hydrolýza škrobu, a mléčný cukr laktóza, tvořený molekulou glukózy a galaktózy (Belitz et al., 2009).

2.2.1.3 Polysacharidy

Sacharidy, složené z více než 10 monosacharidových jednotek, se nazývají polysacharidy. V lidském organismu zastávají především rezervní funkci v podobě

glykogenu. Z výživového hlediska se rozdělují na polysacharidy využitelné a nevyužitelné. První skupinu tvoří rostlinný škrob a živočišný glykogen (Rolfes a Whitney, 2011).

2.2.1.3.1 Vlákna

Nevyužitelné polysacharidy jsou různorodé rostlinné balastní látky, rezistentní hydrolyze trávicích enzymů, známé pod jménem vlákna. Tyto látky se rozdělují dle rozpustnosti. Rozpustná vlákna (pektiny, rostlinné slizy, modifikované škroby, modifikované celulózy) vytváří viskózní gely, jež zpomalují promíchávání obsahu žaludku a střev, zamezují rychlé degradaci potravy a vstřebávání střevní stěnou (Shils et al., 2006). Nerozpustná vlákna (celulóza, některé hemicelulózy a lignin) přispívá k nárůstu objemu potravy, zkrácení doby průchodu tráveniny trávicím traktem a zlepšení střevní peristaltiky. Dalšími pozitivy příjmu vlákniny je vliv na hladinu cholesterolu, krevního cukru a podpůrná funkce při redukce hmotnosti (Shils et al., 2006). Uvádí se také inverzní vztah mezi pravidelným příjmem vlákniny a výskytem civilizačních chorob (Rolfes and Whitney, 2011).

V případě nedostatku hlavních živin ve stravě, může nadměrný příjem vlákniny zasahovat do absorpce minerálních látek a vitamínů, a zapříčinit tak zažívací problémy. Trávení vlákniny může také ovlivnit rychlost absorpce perorálních léčiv (Eastwood, 2003). K tomuto jevu dochází za extrémních podmínek výživy. Předpokládá se, že jedním z důvodů vázání minerálních látek může být vyšší příjem vlákniny, tj. nad 35 g/den. Proti tomuto tvrzení se staví argument v podobě existence kultur, u nichž při denním příjmu 60 g vlákniny nejsou pozorovány žádné zdravotní obtíže (Elkins, 1999). Při vyšším podílu vlákniny ve stravě je nutné zvýšit také příjem vody, neboť ta vlákninu zjemňuje. Doporučený denní přísun vlákniny činí 25 g při celkovém příjmu 2000 kcal pro dospělého jedince, nejlépe co nejpestřejšího původu. Dle DRI je tato doporučená hodnota mírně vyšší, mezi 25-30 g/den (Rolfes and Whitney, 2011).

2.2.2 Bílkoviny

2.2.2.1 Charakteristika

Význam bílkovin lze odvodit již z názvu protein; podle překladu jsou to látky primárního významu (Sherwood, 2010). Bílkoviny se označují polymery aminokyselin, jež obvykle v molekule obsahují více než 100 aminokyselin, vzájemně

vázaných nejčastěji peptidovou vazbou do lineárních řetězců (Velíšek a Hajšlová, 2009). V podobě základních strukturálních a funkčních elementů se vyskytují ve veškerých buňkách živých tkání a rostlinných pletiv v podobě jednoduchých bílkovin, jež utváří pouze aminokyseliny, anebo jako konjugované bílkoviny, na něž se mohou vázat sacharidy, lipidy, nukleové kyseliny, kyselina fosforečná, deriváty porfyrinu nebo flavinu a také některé kovy, zejména železo (Raghu, 2006).

Rostlinné bílkoviny obvykle nesou 40% podíl bílkovin ve stravě, především z obilovin, luštěnin, resp. olejnin jako je sója, ale také i z ovoce, zeleniny a okopanin (Velíšek a Hajšlová, 2009). V současnosti nabývají na významu také netradiční zdroje bílkovin, jimiž jsou např. mořské řasy, většinou rodu *Chlorella*, *Spirulina*, a *Scenedesmus* (Belitz, et al., 2009).

Kvalita proteinů se liší dle míry jejich využitelnosti lidským organismem. Tato využitelnost se posuzuje v závislosti na stravitelnosti bílkovin a skladbě esenciálních aminokyselin vzhledem k potřebám člověka (Eastwood, 2003). Vyšší biologické hodnoty tak nabývají proteiny bohaté na esenciální aminokyseliny, než proteiny s jejich nižším zastoupením. Za nejkvalitnější bílkovinu se považuje směs 35% vaječné a 65% bramborové bílkoviny (Belitz et al., 2009). Na rozdíl od živočišných bílkovin, je stravitelnost rostlinných bílkovin nižší (70-90 %), avšak stravitelnost sóji a luštěnin bývá vyšší než 90 % (Rolfes and Whitney, 2011).

2.2.2.2 Aminokyseliny

Aminokyseliny představují stavební jednotky všech bílkovin, peptidů a dalších sloučenin, ale mohou se také vyskytovat i samostatně. Ve výživě jsou významné z kvantitativního hlediska pouze aminokyseliny vázané v bílkovinách (Velíšek a Hajšlová, 2003), které se rozdělují na esenciální aminokyseliny (valin, leucin, izoleucin, tereonin, metionin, lysin, fenylalanin, a tryptofan), fakultativně esenciální aminokyseliny (tyrosin, cystein) a neesenciální aminokyseliny (Eastwood, 2003). V organismu malých dětí, jiných rychle rostoucích organismů, či v podmínkách nedostatečného přísunu živin a při určitých onemocněních, se některé neesenciální aminokyseliny stávají podmíněně esenciálními (Thureen and Hay, 2006).

Veškeré živé organismy, člověka nevyjímaje, dokáží některé aminokyseliny syntetizovat, avšak určité aminokyseliny syntetizovat nemohou vůbec, a proto nesou pojmenování esenciální aminokyseliny. Při nedostatku jakékoli esenciální aminokyseliny v potravě (limitující aminokyseliny), se zároveň snižuje využití všech

ostatních aminokyselin podle Rubnerova zákona limitující aminokyseliny. Naopak ve Wolfově zákoně o nadbytku esenciálních aminokyselin se uvádí, že při velkém nadbytku jakékoli esenciální aminokyseliny, se zesiluje efekt aminokyseliny limitující (Prugar, et al., 2008).

Dostatek esenciálních aminokyselin zajišťuje zpravidla pestrá strava, kterou v mnohých oblastech světa nelze zajistit v odpovídajícím množství a kvalitě. Proto nabývá na význam obohacování potravin esenciálními aminokyselinami obzvláště limitujícími, jimiž jsou lysin, methionin, threonin a tryptofan (Belitz, et al., 2009). Aminokyseliny mohou být deaminovány a posloužit jako zdroj energie při hladovění či nedostatečném příjmu sacharidů (Rolfes and Whitney, 2011).

2.2.2.3 Lepek

Lepek (gluten) je viskoelastická lepivá hmota (gel), jenž sestává ze dvou třetin vody a z jedné třetiny z hydratovaných gliadinových a glutelinových proteinů (Velíšek a Hajšlová, 2009). Tento gel vzniká bobtnáním obou proteinů při vložení mechanické energie na hnětení mouky za přítomnosti vzdušného kyslíku (Příhoda et al., 2006). Poměr obou proteinů gliadinu a glutelinu je jedním z faktorů podmiňujících kvalitu mouky (Uthayakumaran et al., 1999).

Významný je především pšeničný lepek obsahující jak gliadinovou, tak glutelinovou frakci (Příhoda et al., 2006). Gliadinové a glutenové frakce pšeničných bílkovin a glutelinová frakce bílkovin ječmene a žita vyvolávají alergické onemocnění zvané celiakie (Velíšek a Hajšlová, 2009). Toto onemocnění přináší dietní omezení, tzv. bezlepkovou dietu, v níž z rostlinných produktů mohou být zastoupeny obilniny jako kukuřice a rýže, stejně jako jsou vhodné méně obvyklé plodiny (např. pohanka, proso, amarant) a sója (Prugar et al., 2008).

2.2.2.4 Dietetická doporučení

Globálně nesou proteiny 10 až 15 % podíl v celkovém příjmu energie (Rolfes and Whitney, 2011). Tento příjem se však mírně snižuje společně s klesající potřebou energie při stárnutí. Dle dietetických doporučení, kdy platí, že v denním příjmu potravy by měly bílkoviny tvořit 1 díl, společně s 1 dílem lipidů a 4 díly sacharidů, by tento podíl činil 12-14 % (avšak až 18 % v období tělesného růstu) celkového příjmu energie (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Pro zabezpečení optimálního přísunu bílkovin se doporučuje minimální denní příjem 0,75 g na 1 kg tělesné hmotnosti (WHO/FAO/UNO, 1985). Pro prevenci zdravotních obtíží se uvádí denní příjem 0,6-0,8 g na 1 kg. Všechny aminokyseliny bílkovin však není možné využít v optimálním množství, a proto se často doporučuje vyšší denní dávka, až 1,0-1,2 g bílkovin na 1 kg (Velíšek a Hajšlová, 2009). Uvádí se, že průměrný příjem bílkovin by se měl postupně zvyšovat z 10,6 g/den ve 4-6 měsících života na 14,8 g/den ve 4-6 letech, až na 22,8 g/den v 7-10 letech. Pro muže tato potřeba proteinů roste z 33,8 g/den v 11-14 letech na 42,6 g/den pro muže starších 50 let, zatímco u žen jsou tyto hodnoty 33 a 37 g/den (Eastwood, 2003).

Vyšší dávky proteinů jsou určeny zejména dětem v období rychlého růstu (až 2,4 g/kg hmotnosti), pro těhotné a kojící ženy a lidi v rekonvalescenci. Vyšší potřebu proteinů mají sportovci, v závislosti na svalové zátěži. V těhotenství je třeba zvýšit podíl proteinů v dietě o 6 g/den v těhotenství, 11 g/den během prvního půl roku kojení, a v dalších měsících, kdy dochází k poklesu obsahu bílkovin v mléce, na přídavek 8 g/den. Pro starší jedince se doporučuje stejný příjem dusíku, jako pro ostatní dospělé: 0,75 g bílkovin/kg/den (Eastwood, 2003).

Nedostatek bílkovin v potravě nese riziko snížení odolnosti vůči infekcím, zhoršení hojení ran a může vést k poruchám duševního i tělesného vývoje, zatímco jejich nadměrný příjem může vést k obezitě, tvorbě ledvinových kamenů a nemocem jako jsou srdeční onemocnění, rakovina a osteoporóza (Rolfes and Whitney, 2011).

2.2.3 Lipidy

2.2.3.1 Charakteristika

Lipidy představují nesourodou skupinu přírodních sloučenin, obsahujících vázané mastné kyseliny. Mezi lipidy se řadí také volné mastné kyseliny (Velíšek a Hajšlová, 2009). Všem sloučeninám, jež se řadí mezi lipidy, je společná jejich nerozpustnost ve vodě. Rozpustné jsou pouze v organických rozpouštědlech (Belitz et al, 2009). Jejich význam v lidské výživě spočívá v pokrytí energetických nároků organismu, jež zajišťují především tuky společně se sacharidy, a v zásobní energii, jíž lze ve formě uloženého tuku lze využívat po delší dobu. Tyto uložené tuky obstarávají v lidském organismu tepelnou izolaci, napomáhají regulovat tělesnou teplotu a zajišťují fyzickou ochranu vnitřních orgánů (Mann et al, 2002). Slouží jako vehikulum, prostředek pro vstřebávání vitaminů a dalších látek rozpustných v tucích. Absorpční funkce tuků je umožněna při

jejich alespoň 15% zastoupení v celkovém příjmu energie. Tuky jsou nositeli komponentů, jež dodávají pokrmům chuť a aroma při tepelném zpracování potravy. Zjemňují chutě, usnadňují žvýkání a polykání. V pokrmech vytvářejí specifickou krémovou strukturu, avšak v nízkotučných potravinách se k tomuto účelu využívají náhražky z bílkovin a škrobu (Sanders and Emery, 2003).

Nejvýznamnější složkou lipidů jsou ve výživě mastné kyseliny. Ve stravě se rozlišují nasycené mastné kyseliny, nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové) nebo s několika dvojnými vazbami (polyenové), a mastné kyseliny s trojnými vazbami a s různými substituenty. Nasycené mastné kyseliny se vyskytují převážně v živočišných tucích, s nejvyšším zastoupením kyseliny palmitové, zatímco v rostlinných tucích jsou zastoupeny nejvíce kyseliny nenasycené, k nimž náleží esenciální mastné kyseliny. (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Nejdůležitější esenciální mastnou kyselinou je kyselina linolová, řadící se do skupiny ω -6 mastných kyselin, jejímiž významnými zdroji jsou oleje ze slunečnice (*Helianthus annuus* L.) a sóji (*Glycine max* L.), s obsahem 50-60 % kyseliny linolové, olej světlice barvířské (*Carthamus tinctorius* L.): až 75 % kyseliny linolové (Sanders and Emery, 2003; Velíšek a Hajšlová, 2009). Ve vyšším množství je přítomna také v kukuřičném klíčkovém oleji (*Zea mays* L.): 40-60 % (Velíšek a Hajšlová, 2009). Riziko deficitu kyseliny linolové eliminuje její příjem v rozpětí 1-2 % celkového příjmu energie; u dětí, jež jsou na deficit tuku v potravě obzvláště citlivé, je tento podíl minimálně 0,5 % (Sanders and Emery, 2003). Optimálně by však měla tvořit 5-10 % energie (Rolfes and Whitney 2011).

2.2.3.2 Dietetická doporučení

V západních zemích je tuk zdrojem 30-40% celkové energie, zatímco v rozvojových zemích je toto procento podstatně nižší (Mann et al., 2002). V rurálních oblastech Afriky, Jihovýchodní Asie, Indie a Číny tvoří příjem tuku asi 15 % přijaté energie (30-40 g/den), zatímco v rozvinutých oblastech světa, v Asii, Austrálii, Severní Americe a Evropě, nesou tuky asi 40% podíl v celkovém příjmu energie (90-120 g/den). Toto číslo postupně narůstá v urbánních oblastech třetího světa (Sanders and Emery, 2003).

Potřeba tuku se liší v závislosti na životní fázi člověka; nejvyšší podíl tuků ve stravě pro zajištění energie a dostupnosti vitaminů je žádoucí v prvních pěti letech života (Sanders and Emery, 2003). Pro dospělého jedince je dolní limit asi 15 % tuku

v celkové energii, zatímco při překročení 30-35% hranice se zvyšuje riziko obezity (Rolfes and Whitney, 2011). Dle většiny dietetických doporučení by měly tuky tvořit 25-30 % společně s 50-60 % sacharidů v celkovém příjmu energie dospělého člověka, přičemž příjem nasycených mastných kyselin by přitom neměl překročit 10 %, trans mastných kyselin 2 %, a příjem esenciálních mastných kyselin 1 % energie. Tuků jsou v průměru stravitelné přibližně z 95 % (Sanders and Emery, 2003).

Příjem energie je obvykle ve vyspělých oblastech světa nadměrný, činí až 130 % doporučeného množství, a proto podíl tuku ve stravě je nejlépe zachovat pod 30 % dodané energie. Klesne-li tento příjem pod 20 % energie, nastávají poruchy v organismu v důsledku nedostatečného zásobování lipofilními vitaminy a esenciálními mastnými kyselinami (Velíšek a Hajšlová, 2009). U dětí se nedostatek tuků v potravě projevuje především zpomalením růstu; později se vyskytují poruchy plodnosti, kožní nemoci, nemoci ledvin a jater (Rolfes and Whitney, 2011).

2.3 Metodika

Předmětem analýz bylo zjistit obsah sušiny, dusíkatých látek, tuku, vlákniny a popelovin, a následně bezdusíkatých výtažkových látek. Vlastní stanovení probíhalo za použití tří navážek dvou vzorků namletých semen quinoi a jednoho vzorku mouky z quinoi. Metodiky analýz vycházely z platné normy ES 152/2009.

2.3.1 Stanovení sušiny

Stanovení sušiny bylo provedeno vysoušením vzorků v hliníkových miskách do konstantní hmotnosti při 103 °C v sušárně, kterému předcházelo zvážení prázdných misek a 5g navážek. Po vychladnutí v exikátoru se vzorky opět zvážily na analytických vahách. Samotný výpočet sušiny vyjadřuje vzorec $S = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100$, kde m - hmotnost navážky vzorku [g], m_1 - hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g], m_2 - hmotnost vysušené prázdné misky [g].

2.3.2 Stanovení popelovin

Stanovení popelovin spočívá ve spálení vzorku v peci při 550 °C. Výpočet obsahu popelovin se provedl podle následujícího vzorce: $P = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100$, kde m - hmotnost navážky vzorku [g], m_1 - hmotnost vzorku po spálení, m_2 - hmotnost vysušené prázdné misky [g].

2.3.3 Stanovení vlákniny

Byla použita dvoustupňová hydrolyza podle Henneberga a Stohmana na přístroji FIVE 6 (VELP). Při stanovení vlákniny se vzorky nejprve odtučnily acetonem a následně byly vystaveny vlivu vroucího roztoku kyseliny sírové a hydroxidu draselného. Po promytí horkou destilovanou vodou, vysušení, ochlazení a zvážení, se vzorky spalovaly v muflové peci při 550 °C, a po vychladnutí byly zváženy. Obsah vlákniny se stanovil dle vzorce: $V = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100$, kde m – hmotnost navážky vzorku [g], m₁- hmotnost frity po vysušení [g], m₂ - hmotnost frity po spálení [g].

2.3.4 Stanovení dusíkatých látek

Na základě stanovení obsahu dusíků metodou podle Kjeldahla, se stanovil obsah dusíkatých látek na přístroji Kjeltec 2400 (FOSS). Vzorky byly mineralizovány varem v kyselině sírové za přídavku katalyzátoru. Dusíkaté látky se tak převedly na amonné ionty, z nichž se po zalkalizování mineralizátu uvolnil amoniak, jenž se poté stanovil titračně po vydestilování s vodní parou za pomoci 0,1 M HCl.

2.3.5 Stanovení tuku

Stanovení tuku bylo provedeno pomocí extrakce vzorků, umístěných v extrakčních patronách, petroletherem na přístroji SER 146 (VELP). Rozpouštědlo bylo následně oddestilováno a zbytek se po vysušení a zvážil. Hmotnost zbytku po extrakci se vyjádřila jako % tuku ve vzorku.

2.3.6 Stanovení BNLV

Bezdušíkaté látky výtažkové (převážně sacharidy), byly stanoveny na základě odpočtu dusíkatých látek, tuku, vlákniny, a popelovin od sušiny.

2.3.7 Výsledky

Výsledky rozborů (průměrné hodnoty tří navážek každého vzorku) jsou shrnuty v následující tabulce č. 1. Pro jednoduché označování byly vzorky zrn pojmenovány jako Q1, Q2 a vzorek mouky jako QM.

Tabulka č. 1: Obsah základních živin v sušině testovaných vzorků

Vzorky	Sušina (%)	BNLV (%)	N-látky (%)	Tuky (%)	Vláknina (%)	Popeloviny (%)
Q1	90,78	66,70	12,72	7,40	2,02	1,94
Q2	91,58	68,72	12,18	7,44	1,49	1,75
QM	90,34	65,08	13,08	7,59	2,58	2,01

2.4 Rostlinné zdroje živin a jejich srovnání s živinami quiony

2.4.1 Sacharidy v rostlinné stravě

2.4.1.1 Monosacharidy a disacharidy

Monosacharidy jsou přítomny ve velkém množství v ovoci, v nichž jejich množství kolísá dle druhu, stupni zralosti, podmínek skladování a zpracování. Kromě glukózy a fruktózy jsou v ovoci přítomny v menším množství další monosacharidy jako např. arabinóza a xylóza. V obilovinách je výskyt monosacharidů velmi nízký, vyšší je však u luštěnin, v nichž se nachází glukóza a fruktóza. Obsah glukózy ve fazolích se pohybuje v rozpětí 0,1-1,1 % čerstvé hmotnosti, v hrachu kolem 0,3 % a v sóji mezi 0,04-0,2 %. Fruktózy je ve fazolích asi 0,1-1,2 %, v hrachu 0,2 % a v sóji 0,5-3,2 %. Hlavní zdroje disacharidu sacharózy jsou cukrová třtina (*Saccharum officinarum* L.): 12-26 %, cukrová řepa (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *altissima* Döll): 15-20 %, cukrová kukuřice (*Zea mays* L. conv. *saccharata*): 12-17 % a cukrové proso (*Panicum miliaceum* L.): 7-15 % (Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.4.1.2 Polysacharidy - škrob

Pro výživu lidské populace je nejvýznamnějším zdrojem energie škrob obsažený výhradně v rostlinné stravě. V rostlinných buňkách tvoří škrob hlavní zásobní látku s největším zastoupením v amyloplastech, buňkách specifických pro semena, bulvy a kořeny (Rolfes and Whitney, 2011). Vyskytuje se zde v podobě škrobových zrn, jejichž velikost, tvar a kompozice se utváří dle genetiky a druhu, stejně jako závisí na poměru amyulózy a amylopektinu, jež škrob vytvářejí (Eastwood, 2003).

Škrob se obvykle skládá z 20-30 % amyulózy a 70-80 % amylopektinu (Sanders and Emery, 2003), anebo se tento vztah může u většiny škrobů vyjádřit poměrem 1:3, přičemž u některých odrůd kukuřice a rýže, je zastoupen pouze amylopektin (Mann et

al., 2002). U českých tradičních obilovin se uvádí poměr 25 % amylozy a 75 % amylopektinu (Příhoda et al., 2006).

Rozlišuje rychle stravitelný škrob v čerstvě uvařených potravinách, pomalu stravitelný škrob vyskytující se ve většině syrových zrn obilovin a škrob rezistentní, nacházející se zejména v mletých zrnech, banánech a luštěninách (Velíšek a Hajšlová, 2009). Obsah rezistentního škrobu vzrůstá při tepelném zpracování potravin, anebo také vychládáním již uvařených potravin, k čemuž dochází u bramborového a pšeničného škrobu (Eastwood, 2003).

Nejvýznamnějšími zdroji škrobu jsou ve světě pšenice, rýže a kukuřice. V Evropě a Severní Americe slouží jako největší zdroj škrobu pšenice, v Jižní a Střední Americe kukuřice, v Asii rýže a v menším rozsahu ve zbývajících oblastech proso, žito, ječmen, oves, luštěniny a hlíznaté plodiny (Rolfes and Whitney, 2011).

2.4.1.3 Sacharidy quinoj

Obsah celkových sacharidů se pohybuje v rozpětí od 60,0 % (Dini et al., 1992) do 74,7 % (Wright et al., 2002). Obsah sacharidů (bez vlákniny) se u vzorků Q1 (66,70 %) a Q1 (68,72 %) nijak od tohoto rozpětí neodlišuje; mouka (QM) obsahuje 65,08 % sacharidů.

Sacharidy semene quinoj se rozumí především škrob, který tvoří přibližně 58,1-64,2 % sušiny (Repo-Carrasco, 2003), s 11% podílem amylozy (Lorenz and Coulter, 1991). Škrobová zrna vykazují vynikající odolnost vůči mrazu, čímž se quinoa stává ideálním zahušřovadlem mražených potravin (Ahamed, 1998).

Quinoa obsahuje vysoký podíl vlákniny: 11 % (Prugar et al., 2008), přičemž podle jiných zdrojů jsou hodnoty vlákniny velice variabilní: 1,92 % (Dini et al., 1992), 3,8 % (Koziol, 1992) a 10,5 % (Wright et al., 2002). Vzorky Q1 a Q2 obsahovaly nižší podíl vlákniny: 2,02 % a 1,49 %; mouka (QM): 2,58 %.

V quinoe je přítomno také velmi nízké množství glukózy: 1,70 mg/100 g, fruktózy: 0,20 mg/100 g, maltózy: 1,40 mg/100 g a sacharózy: 2,90 mg/100 g (Repo-Carrasco et al., 2003).

2.4.1.4 Obiloviny

2.4.1.4.1 Pšenice setá a pšenice špalda

V obilovinách tvoří škrob 60-75 % sušiny, přičemž v mouce tato hodnota vzrůstá na 75-80 % sušiny (Příhoda et al., 2006). U pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) se obsah škrobu v zrně pohybuje v rozpětí od 50 do 70 % (Prugar et al., 2008). Pšenice setá obsahuje v zrně 1,8 % vlákniny (Moudrý a Dvořáček, 1999). Podle Lacko-Bartošové a Rédlové (2007), se u pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) vyskytuje průměrný obsah škrobu 63,5 %. Tato hodnota je podle Michalové (2000) téměř totožná průměrnému obsahu škrobu u pšenice seté. Pšenice špalda obsahuje 2,8 % vlákniny (Moudrý a Dvořáček, 1999).

2.4.1.4.2 Oves

Další obilovinou, jež se uplatňuje zejména v tzv. zdravé výživě, je oves nahý (*Avena sativa* var. *nuda* L.), v němž se vyskytuje škrob v rozpětí 40-56 % (Velíšek a Hajšlová, 2009), dle Špičky (2002) průměrně 66 %. Obsah hrubé vlákniny se u ovsy pohybuje v rozpětí 1,3-3,2 % (Moudrý, 1995), podle Matz (1991) 11,8 %. Důležitý je obsah β -glukanů v rozpustné vláknině, pročež oves zaujímá mezi ostatními obilovinami výjimečného postavení ve schopnosti snižovat hladinu krevního cholesterolu (Welch, 1999).

2.4.1.4.3 Žito

Žito (*Secale cereale* L.), patřilo společně s ječmenem, k tradičním obilovinám, jehož využití v lidské výživě postupně téměř vymizelo (Příhoda et al., 2006). Žitný škrob (52-59 %) je na rozdíl od jiných obilných škrobů enzymaticky lépe degradovatelný (Prugar et al., 2008). V porovnání s pšeničnou moukou, obsahuje žitná mouka vysoký podíl pentozanů vlákniny: 6-8 % (Belitz et al., 2009).

2.4.1.4.4 Ječmen

Škrob ječmenu (*Hordeum vulgare* L.) tvoří 60-65 % obilky (MacGregor et al., 1993), podle Velíška a Hajšlové (2009) 52-57 %. Pro potravinářské účely se využívá ječmen nahý (*Hordeum vulgare* convar. *distichon* var. *nudum* L.) (Moudrý, 2011), jehož zastoupení ve stravě mělo v ČR dlouhou historii, avšak po 2. světové válce byl nahrazen

pšenici (Příhoda et al., 2006). Obsah hrubé vlákniny zrna ječmene nahého činí 3,7 % (Alais and Linden, 1991). Význam ječmene ve výživě, spočívá v obsahu rozpustné vlákniny, a proto opětovné začlenění ječmene do stravy, se jeví jako velice příznivé, jak z hlediska prevence civilizačních chorob (např. rakovina tlustého střeva), tak pro nutričně kvalitní produkty (Příhoda et al., 2006).

2.4.1.4.5 Rýže a kukuřice

Vedle pšenice, představuje ve světě druhou nejvíce pěstovanou, a současně i potenciálně nejškrobnatější plodinu, rýže (*Oryza sativa* L.), jejíž obsah škrobu je potenciálně nejvyšší, a to 70-80 % (Velíšek a Hajšlová, 2009). Obsah hrubé vlákniny činí u hnědé rýže 2,2 % (Alais and Linden, 1991). Třetí celosvětově nejvýznamnější plodinou je kukuřice setá (*Zea mays* L.), u níž škrob tvoří 72-73 % hmotnosti zrna (FAO, 1993), 65-75 % (Velíšek a Hajšlová, 2009). Podíl vlákniny v sušině je asi 2,0 % (Alais and Linden, 1991).

2.4.1.4.6 Pseudocereálie

Ve skupině pseudocereálií se škrob vyskytuje v rozmezí 68-76 % v zrně prosa (*Panicum milaceum* L.), které také obsahuje vysoký podíl hrubé vlákniny – průměr pro 8 odrůd dle Kalinové (2002) činil 9,9 %. Škrob je méně zastoupen u amarantu: průměrná hodnota škrobu pro dvě odrůdy *Amaranthus cruentus* L. a čtyři odrůdy *Amaranthus hypochondriacus* L., činí 57,4 % (Jarošová et al., 1997). Nažka pohanky obsahuje asi 55 % škrobu (Michalová a Čejka, 1996) a 10,7 % hrubé vlákniny (Matz, 1991).

2.4.1.5 Luštěniny

Podíl škrobu utváří 30-70 % semene luštěnin (Velíšek a Hajšlová, 2009). Pro vyšší obsah nestravitelných oligosacharidů (α -galaktosidy), je stravitelnost tohoto škrobu nižší ve srovnání se škrobem obilnin a brambor. Tyto nestravitelné oligosacharidy lze redukovat pomocí technologických úprav, především nakličováním a namáčením (Prugar et al., 2008). Namáčením lze docílit až 40% snížení obsahu nestravitelných oligosacharidů v semeni (Dostálová et al., 1999).

Uvádí se, že nejlépe stravitelné luštěniny jsou fazole mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), fazole adzuki (*Phaseolus angularis* L.), čočka (*Lens culinaris* Med.) a hrách (*Pisum sativum* L.), a proto mohou být v dietě zastoupeny častěji (Pitchford, 2002).

Fazole, podobně jako čočka, obsahují 46-54 % škrobu (Velíšek a Hajšlová, 2009), podle Moudrého (2011) průměrně 36,5 %. Nejvyšší průměrné zastoupení škrobu je v semenech hrachu: 30-52 %, a čočky: 45,2 % (Moudrý, 2011), zatímco nejnižší u sóje (*Glycine max* L.), jejíž semena obsahují 0,2-1 % škrobu (Min, 2008). Luštěniny obsahují vyšší podíl vlákniny: hrách 6,3 %, čočka 10,4 % a fazole 10,6 % (Pokorný a Dostálová, 1996).

2.4.1.6 Okopaniny

Významným zdrojem škrobu jak pro přímou výživu člověka, tak pro průmyslové zpracování, je bramborový škrob (*Solanum tuberosum* L.). Ve výživě plní sytící funkci; požití 300 g brambor pokryje z 11,4 % denní energetickou potřebu člověka. Čerstvá hmota konzumních brambor obsahuje až 30% podíl škrobu, v sušině je tento podíl 11-16 %. Ačkoli se řadí k méně stravitelným škrobům, mazovatením při vyšších teplotách se jeho stravitelnost zvyšuje (Bárta, 2002).

2.4.1.7 Srovnání obsahu sacharidů (škrobu) quinoj s uvedenými plodinami

Obilniny obsahují srovnatelné množství škrobu, jako se vyskytuje u quinoj; výraznější rozdíl lze pozorovat u rýže (až o 20 % více škrobu). Naopak nižší hodnoty škrobu se uvádějí u ovsa a žita. Pseudocerálie pohanka a proso nedosahují průměrných hodnot obsahu škrobu quinoj. Průměrné hodnoty škrobu všech uvedených luštěnin, jsou nižší než u quinoj. Čerstvá hmota brambor dosahuje polovičního množství průměrného obsahu škrobu quinoj. Vzhledem k velmi variabilním hodnotám obsahu vlákniny u quinoj, nejsou tyto ukazatele podílu vlákniny v porovnání s ostatními plodinami významné.

2.4.2 Bílkoviny v rostlinné stravě

Rostlinné zdroje se v obsahu proteinů značně liší; svým složením aminokyselin se zcela odlišují od proteinů živočišného původu. Nutriční hodnota všech rostlinných proteinů je poměrně nízká pro absenci některé esenciální aminokyseliny. Vhodnou kombinací rostlinných proteinů však lze dosáhnout příznivého poměru aminokyselin ve stravě, potažmo plnohodnotné bílkoviny. Takto může posloužit např. kombinace obilovin a luštěnin (Cerezal et al., 2007).

Proteiny se nejvíce koncentrují v semenech rostlin, ale i jiné části rostlin (plody, listy, hlízy, bulvy aj.), lze považovat za další, avšak omezený zdroj. Nejbohatším

zdrojem proteinů jsou luštěniny a olejniný. Obiloviny a cereálie disponují středním obsahem proteinů, zatímco nízký obsah proteinů se vyskytuje v zelenině, ovoci a okopaninách (Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.4.2.1 Bílkoviny quinoj

Proteiny quinoj obsahují všechny esenciální aminokyseliny (Koziol, 1992), čímž se její nutriční hodnota blíží mléčnému proteinu kaseinu (Repo-Carrasco et al., 2003). Obsah esenciálních aminokyselin je vyšší než v běžných obilninách, stejně jako je vyšší obsah sirných aminokyselin, nejspíš zásluhou vulkanických půd, v nichž se quinoa vyvíjela (Wright et al, 2002; Ruales and Nair, 1994). Koziol (1992) uvádí obsah bílkovin v rozpětí 13,8-16,5 %, s průměrem 15 %. Obsah bílkovin u „sladké“ a „hořké“ quinoj je podle Wrighta et al. (2002) 14,8 % a 15,7 %. Obsah dusíkatých látek u vzorků Q1 a Q2 byl nižší: 12,72 % a 12,18 %, avšak mouka (QM) obsahovala více N-látek: 13,08 %.

Quinoa se také považuje za jeden z nejlepších zdrojů bílkovinného koncentrátu v listech, protože nese potenciál ve využití jako potravinové bílkovinné náhražky, píče a ve farmaceutickém průmyslu (Bhargava et al., 2005). Quinoa obsahuje velmi málo lepku, 1,8 mg na 100 g vzorku, a proto je vhodná v bezlepkové dietě (Petr et al., 2003).

2.4.2.2 Obiloviny

V rostlinné stravě jsou nevýznamnějším zdrojem bílkovin obiloviny, v závislosti na rozšíření jednotlivých plodin. V ČR je nejvíce pěstovanou obilovinou pšenice setá (*Triticum aestivum* L.), a proto se stává i důležitým zdrojem bílkovin. Průměrný obsah proteinů pšenice seté se uvádí 11,7 % (Velíšek a Hajšlová, 2009), avšak může kolísat od 8 do 20 % bílkovin v sušině zrna (Prugar et al., 2008). Podle analýzy pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) a pšenice seté, pěstovaných ve stejných podmínkách, je průměrný obsah bílkovin mírně vyšší u pšenice špaldy: 12,1 % (Moudrý a Dvořáček, 1999). Podle Moudrého (2011), se obsah bílkovin u špaldy pohybuje mezi 14-19 %. Charakteristická je pro špaldu také skladba aminokyselin, s vyšším zastoupením některých esenciálních aminokyselin (Stehno a Vlasák, 1999). Pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.) obsahuje 14-16 % bílkovin (Moudrý et al., 2011).

Bílkoviny se shromažďují více ve vnější části zrna, než v endospermu, a proto i obsah bílkovin v pšeničné mouce je z velké části závislý na stupni jejího vymletí, čímž

mají celozrnné mouky až o 4 % vyšší obsah proteinů než bílé (Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.4.2.2.1 Žito

Zrno žita je zdrojem v průměru 10-15 % bílkovin (Hui, 2008). V podmínkách ČR tato hodnota kolísá v rozpětí 9-12 %. Bílkoviny žita jsou mnohem méně technologicky významné než u pšenice, zatímco jejich biologická hodnota je vyšší pro podstatně větší zastoupení albuminů a globulinů bohatých na esenciální aminokyseliny. V bílkovinách žita je obvykle vyšší průměrný obsah lysinu (3,5 g/100 g bílkovin) na rozdíl od pšenice (2,1 g/100 g bílkovin). Je zde také více dalších esenciálních aminokyselin: methioninu, valinu, argininu a threoninu. Přestože jsou žitné bílkoviny nutričně hodnotnější, pro obsah některých antinutričních látek je jejich stravitelnost a využitelnost je až o 10 % nižší než u pšeničných bílkovin (Prugar et al., 2008).

2.4.2.2.2 Ječmen, oves a kukuřice

Obsah bílkovin ječmene se pohybuje mezi 7-18 % (Mac Gregor et al., 1993); průměrná hodnota činí 10,6 % (Velíšek a Hajšlová, 2009). Ve výživě se využívají také enzymy (peptidázy) ječmenu nahého (*Horedum vulgare* convar. *distichon* var. *nudum*) (Moudrý et al., 2011).

Další nutričně hodnotnou obilovinou je oves, s rozdílem obsahu bílkovin v zrně pluchatého ovsa: 12,1-16,3 % a ovsa nahého: 15,2-23,6 %. Vyšší obsah bílkovin mají většinou nahé odrůdy ovsa (*Avena sativa* var. *nuda* L.), využívané v lidské výživě (Moudrý, 1991; Moudrý et al., 2011). Velíšek a Hajšlová (2009) uvádějí u ovsa nejvyšší průměrný obsah bílkovin mezi obilovinami: 12,6 %.

Kukuřice obsahuje průměrně 9,2 % bílkovin (Velíšek a Hajšlová, 2009), podle Prugara et al. (2008) 12 % bílkovin. Bílkoviny kukuřice jsou deficitní zejména v obsahu lysinu a tryptofanu (FAO, 1993).

2.4.2.3 Pseudocereálie

2.4.2.3.1 Proso

Proso obsahuje 10-14 % bílkovin. Vyskytuje se zde vyšší podíl rozpustných frakcí albuminů a globulinů: 13,1 %, jakožto nositelů esenciálních aminokyselin. Proso tak nabývá výjimečného postavení mezi ostatními druhy obilovin, neboť disponuje příznivějším obsahem aminokyselin. Obsahuje více esenciálních aminokyselin než

pšenice, žito, ječmen, oves a kukuřice. Aminokyselinové skóre prosa je vyšší než u pšenice, žita a kukuřice. Množství prolaminů v prosu je velice nízké, a proto se zpracované proso v podobě jáhel uplatňuje v bezlepkové dietě (Petr et al., 2003).

2.4.2.3.2 Pohanka

Nažka pohanky seté obsahuje kolem 12 % bílkovin (Petr et al., 2003), při velmi příznivém 50% zastoupení albuminů a globulinů. Obsah esenciálních aminokyselin je u pohanky hodnotný zejména pro vyšší obsah lysinu, treoninu, tryptofanu a sirných aminokyselin, který je ve srovnání s ostatními obilovinami téměř optimální. Limitující aminokyselinou je zde leucin (Kalinová, 2002). Pro absenci výskytu prolaminů (Aubrecht a Biacs, 2001), toxických pro celiaky, je vhodná pro využití v bezlepkové dietě (Radovic et al. 1999).

2.4.2.3.3 Amarant

Bílkoviny amarantu jsou ceněné pro svou vysokou biologickou hodnotu, jenž převažuje i mléko a blíží se tak složení ideálního proteinu dle FAO/WHO (1995). Pro produkci semen (amarant se pěstuje mimo jiné jako listová zelenina) se nejčastěji využívají druhy *Amaranthus hybridus* L. ssp. *hypochondriacus* a *Amaranthus cruentus* L. Podle Jarošové et al. (1997), je průměrný obsah bílkovin amarantu 17,3 % s 56% podílem albuminu a globulinů. Obsah bílkovin se obvykle pohybuje mezi 17-18 % (Moudrý et al., 2011). Využití v bezlepkové dietě je bezpečné, obsah lepku laskavce se pohybuje podle Petra et al. (2003) mezi 2,4-8,4 mg na 100 g sušiny. Stanovený limit 10 mg/100 g sušiny u žádné testované odrůdy nebyl překročen.

2.4.2.4 Luštěniny

2.4.2.4.1 Sója

Nejbohatším zdrojem bílkovin je mezi luštěninami sója, která průměrně obsahuje podle Velíška a Hajšlové (2009) 44,7 % bílkovin, z čehož až 80 % tvoří globuliny, převážně glycinin. Pro nedostatek esenciálních aminokyselin, zejména methioninu a cystinu, nemohou být proteiny sóji plnohodnotné, avšak v kombinaci s proteiny obilovin se stávají kvalitní plnohodnotnou bílkovinou (Mann et al., 2002).

2.4.2.4.2 Hrách, fazole, cizrna

Další významné zdroje proteinů jsou hrách (*Pisum sativum L.*) s 24,5% (v průměru 21-25 %) a čočka (*Lens culinaris Med.*) s 24,7% podílem bílkovin. Fazole (*Phaseolus vulgaris L.*) průměrně obsahují 21,5 % bílkovin (obsah bílkovin kolísá mezi 26-29 %), fazole mungo (*Vigna radiata (L.) Wilczek*) 23,6 % bílkovin. Nejnižší průměrné zastoupení bílkovin v luštěninách se vyskytuje u cizrny (*Cicer arietinum L.*), mezi 18-25 %, v průměru pak 19,5 % (Pokorný a Dostálová, 1996; Moudrý et al., 2011), se 7% zastoupením lysinu (Prugar et al., 2008).

2.4.2.4.3 Olejniny

Mezi olejniny vyčnívá obsahem proteinů slunečnice (*Helianthus annuus L.*), jejichž zastoupení se pohybuje v rozpětí 24-40 %. Tyto proteiny tvoří především globuliny (55-60 %) a albuminy (17-23 %), objevuje se zde tedy i vysoký obsah, esenciálních, lehce stravitelných aminokyselin s vysokou biologickou hodnotou (Prugar et al., 2008).

Dalším zdrojem vysoce kvalitních, lehce stravitelných proteinů, je len setý (*Linum usitatissimum L.*) s 18-20% obsahem bílkovin, v němž se vyskytují esenciální aminokyseliny lysin, leucin, izoleucin, valin, methionin, fenylalanin. Mák (*Papaver somniferum L.*) obsahuje průměrně 18 % proteinů (Velíšek a Hajšlová, 2009).

2.4.2.5 Srovnání obsahu bílkovin quiny s uvedenými plodinami

Srovnáme-li průměrné hodnoty bílkovin obilnin a quiny, pak lze quionu, považovat za plodinu s vyšším průměrným obsahem bílkovin v porovnání s tradičními obilovinami; pouze žito nabývá stejně vysokých hodnot a pšenice špalda je převyšuje. Vyšší průměrná hodnota bílkovin, v porovnání s quinoou, se pozoruje pouze u pseudocereálie amarantu. Luštěniny se svým vysokým obsahem bílkovin quinou výrazně překonávají, stejně jako zástupci olejin – len a slunečnice.

2.4.3 Lipidy v rostlinné stravě

Rostlinné tuky a oleje, získané z rostlinných pletiv, jsou dieteticky hodnotným zdrojem lipidů, protože v současnosti vzrůstá jejich podíl ve stravě na úkor živočišných tuků. V rostlinách se tuk, sestávající ze smíšených triacylglycerolů, vyskytuje hlavně

v semenech a oplodí, přičemž každá část disponuje odlišným složením tuku (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Složení rostlinných tuků podmiňuje především skladba mastných kyselin. V průmyslové produkci tuků se zpracovávají nejčastěji semena olejnin, z nichž se olej získává lisováním, nebo při olejnatosti nižší než 25 % přímou extrakcí. Mezi nejvýznamnější oleje v celosvětovém měřítku patří olej sójový, palmový, bezerukový řepkový, slunečnicový, bavlníkový, podzemnicový, kokosový, palmojádrový, sezamový a olivový (Gunstone, 2011).

2.4.3.1 Lipidy quinoj

Obsah tuku se v quinoe pohybuje v rozmezí 1,8-9,5 % s průměrem 5,0-7,2 % (Koziol, 1992). Naproti tomu Dini et al. (1992) uvádějí celkový obsah tuku 14,5 % s 70% podílem nenasycených mastných kyselin, přičemž kyselina linolová a olejová tvoří 38,9 % a 27,7 %, zatímco podle Ahameda et al. (1998) 52 % a 24 %. Dle analýz Wrighta et al. (2002) obsahuje quinoa 5,5 % tuku, podle Dini et al. (1992) 8,5 %. Ve vzorcích Q1 a Q2 bylo zjištěno téměř shodné množství tuku: 7,40 % a 7,44 %, v mouce (QM) 7,59 %.

Nejhojnější nenasycenou mastnou kyselinou v quinoe je kyselina linolová (Abugoch, 2009). Rapo-Carrasco et al. (2003) uvádějí u quinoj z Peru nejvyšší výskyt obsah kyseliny linolové: 50,2 % a 4,8 % kyseliny linolenové. Dle Michalové et al. (2001) tvoří nejvyšší podíl lipidů quinoj kyselina linolová: 56 %; dále pak kyselina olejová: 22 %, palmitová: 11 %, linolenová: 7 % a 1 % tvoří kyselina stearová.

2.4.3.2 Obilniny

V obilovinách není zastoupení tuků příliš výrazné, přičemž nejvíc tuků se nachází v klíčcích zrna obilnin, z nichž se získává velmi kvalitní olej. Přestože hmotnostní podíl klíčku tvoří asi 2,54 % zrna, podíl lipidů je asi 64 %. Naopak je tomu v endospermu, jenž představuje asi 80 % zrna s asi 3,3 % lipidů. Průměrný obsah tuku ve světlých moukách je kolem 1,5 %, v tmavých do 2 % (Příhoda, 2006). Tuk se vyskytuje nejvíce v kukuřici, v níž tvoří 5-8 % zrna (Prugar et al., 2008).

2.4.3.2.1 Oves

Vyšší zastoupení tuku se vyskytuje u ovsa, v průměru 7 % (Moudrý, 1995; Štěrbá, 2002), s dobrým složením vyšších mastných kyselin: kyseliny palmitová, olejová a

linolová tvoří 93,9-95,3 % celkového obsahu tuku (Vaculová et al., 1999). Přestože je oves pro poměrně vysoký obsah tuku energeticky a nutričně hodnotný, jeho nízká stabilita zhoršuje chuťové vlastnosti (Moudrý, 1995). Vlivem mechanického poškození či mletí zrna dochází k aktivaci hydrolytického enzymu lipázy, jenž rozkladem triglyceridů a částí glyceridů produkuje volné mastné kyseliny, čímž dochází ke žluknutí (Valentine, 1995).

2.4.3.2.2 Ječmen a pšenice

V ječmeni (*Hordeum vulgare* L.) se vyskytuje průměrně 3,5 % lipidů (MacGregor et al., 1993). V lidské výživě se kromě nepříliš využívaného zrna uplatňují ječné kroupy, jejichž obsah tuku činí 1,9 % (Příhoda et al., 2006).

Nižší obsah tuku se vyskytuje v zrně pšenice: 1,5-3,0 %, které vytváří vlastní tuky kyseliny linolové a olejové, a fosfatidy obsahující kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi. Obsah lipidů je významný také pro skladování pšeničného zrna a mouky. Změny v kvalitě zrna se projevují ve zvýšení kyselosti v důsledku štěpení fosfatidů a následným uvolněním kyseliny fosforečné a mastných kyselin, stejně jako ve žluknutí, jenž nastává při oxidačních reakcích (Prugar et al., 2008). Pšenice špalda obsahuje 1,7 % lipidů (Moudrý a Dvořáček, 1999).

2.4.3.3 Pseudocereálie

2.4.3.3.1 Amarant

Ve skupině pseudocerálií je zastoupení lipidů vysoké zejména u amarantu – 7,5 %, které jsou zároveň i svou skladbou mastných kyselin velmi kvalitní, složením podobné kukuřičnému a bavlníkovému oleji (Prugar et al., 2008). Nejvyšší podíl zde mají nenasycené kyseliny linolová: 50 % a olejová: více než 20 %, a nasycená palmitová: kolem 20 % (Belton a Taylor, 2002). Pro vyšší obsah tripertenu skvalenu (6-7 %) se amarantový olej využívá v kosmetice (Moudrý et al., 2011).

2.4.3.3.2 Proso a pohanka

Obsah lipidů u další pseudocerálie, prosa, je v podmínkách ČR v průměru 4 %, s vyšším podílem kyseliny linolové: 66,7 %, olejové: 22,7 % a palmitové: 6,6 % (Michalová a Čejka, 1996). V nažce pohanky se lipidy vyskytují zejména v embryu a endospermu v obsahu kolísajícím mezi 1,5-3,0 % (Kalinová, 2002) s příznivým

obsahem nenasycených mastných kyselin, jež tvoří 82 % tuku s nejvyšším zastoupením kyseliny palmitové a linolové (Belton a Taylor, 2002). Lipidy pohanky obsahují také fyziologicky aktivní steroly významné pro snižování hladiny cholesterolu v krvi a s pozitivními účinky na některá chronická onemocnění (Prugar et al, 2008).

2.4.3.4 Olejníny

Z dietetického hlediska jsou nejvýznamnějšími zdroji tuků a olejů v potravě olejníny. Olejníny pěstované v jižních tropických zemích obsahují vysoký podíl nasyčených mastných kyselin na rozdíl od olejnin severních oblastí s vyšším zastoupením nenasycených mastných kyselin. Mezi 58 druhů olejnin pěstovaných v Evropě, se řadí mezi nejdůležitější řepka, slunečnice, oliva, sója, bavlník a len (Prugar et al., 2008).

2.4.3.4.1 Řepka olejná

V ČR mezi důležité olejníny patří navíc hořčice a mák, nejvíce se však pěstuje řepka olejná (*Brassica napus L. subs. napus*), jejíž obsah tuku v semeni se pohybuje mezi 38-45 %. V důsledku šlechtění došlo u řepky k řadě kvalitativních změn, především ke snížení obsahu kyseliny erukové (max. 2 %), čímž se řepkový olej stal vyhledávanou surovinou nejen na výrobu biopaliva, ale i v potravinářství. Kvalitu řepkového oleje dotváří nízký obsah nasyčených mastných kyselin (kyselina palmitová, stearová, arachová, behenová), vysoký obsah nenasycené kyseliny olejové: 60,7-67,3 % a dobrý poměr esenciálních kyselin linolové: 16,1-21,7 % a linolenové: 7,9-10,4 % (Prugar et al., 2008; Velíšek, Hajšlová 2009).

2.4.3.4.2 Slunečnice roční

Dalším zdrojem nutričně hodnotného oleje je slunečnice roční, olejná forma, která obsahuje 42-53 % oleje. Na rozdíl od jiných olejnin, slunečnice obsahuje více nenasycených mastných kyselin. Charakteristický je vysoký podíl kyseliny linolové; u slunečnice typu A 57,0-70 %, zatímco u typu B převládá stejným dílem kyselina olejová, protože je tento typ oleje odolnější vůči destrukcím při vysokých teplotách (Salunkhe et al., 1992).

2.4.3.4.3 Mák, len, konopí, hořčice a světlice barvířská

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) obsahuje až 50 % oleje v semeni, jenž se chutí a aroma přirovnává mandlovému oleji, a nejvyšším podílem, až 60%, se v něm vyskytuje kyselina linolová (Peter, 2003).

Další tradiční plodinou pro ČR je len setý (*Linum usitatissimum* L.), jenž se celosvětově využívá zejména jako olejnina, tedy typ lnu olejného. V semeni lnu se nachází mezi 35-45 % tuku, složeného převážně z triglyceridů tří nasycených kyselin palmitové: 6,5 %, stearové: 2,5 %, olejové: 22 % a nenasycených kyselin linolové: 7-27 % a α -linolenové: 36-65 % (Velíšek a Hajšlová, 2009; Prugar et al., 2008).

Semena konopí setého (*Cannabis sativa* L.) obsahují kolem 35 % oleje s průměrným zastoupením 56,7 % kyseliny linolové, 19,2 % kyseliny linolenové, 6,6 % kyseliny palmitové a 2,6 % kyseliny stearové (Moudrý et al., 2011).

Hořčice sareptská (*Brassica juncea* (L.) Czern. Et Coss in Czern.) obsahuje až 46 % oleje v sušině (Moudrý et al., 2011). Světlice barvířská (*Carthamus tinctorius* L.) obsahuje 17-50 % vysoce kvalitního oleje (Moudrý et al., 2011).

2.4.3.5 Luštěniny

V luštěninách jsou lipidy zastoupeny poměrně v nízkých hodnotách, jejich průměrné hodnoty obsahu tuku v semeni dle Pokorného a Dostálové (1996) činí: hrách 1,0 %, čočka 1,0 %, fazole 1,3 %, fazole mungo 1,4, cizrna 5,7 %. Vyšší obsah tuku se vyskytuje pouze u sóje: 20 % (Moudrý et al., 2011), jež se pro tuto kvalitu může řadit k olejninám (Prugar et al., 2008).

2.4.3.6 Srovnání obsahu lipidů v quinoe s uvedenými plodinami

Z uvedených hodnot obsahu tuku u jednotlivých skupin plodin je zřejmé, že quinoa v porovnání s obilninami, obsahuje poměrně více tuku ve srovnatelném množství pouze s ovsem a amarantem. Ostatní obilniny obsahují výrazně méně tuku než quinoa. Quinoa obsahuje podstatně méně tuku než veškeré olejniny, avšak mnohem vyšší podíl tuku ve srovnání s luštěninami.

2.4.4 Vitaminy a minerální látky quinoy

V quinoe se hojně vyskytuje α -karoten a niacin (Vega-Galvéz, 2010). Ruales a Nair (1994) uvádějí příznivé hodnoty thiaminu (0,4 mg /100 g), kyseliny listové (78,1

mg/100 g) a vitamínu C (16,4 mg/100 g). Koziol (1992) po srovnání obsahu vitamínů quinoi s rýží, ječmenem a pšenicí, zjistil, že quinoa obsahuje podstatně více riboflavínu (vitamin B₂), α -tokoferolu (vitamin E) a karotenoidů. Reppo-Carrosco et al. (2003) také uvádí, že quinoa je bohatá na vitaminy A, B₂ a E. Důležitý je zejména obsah vitamínu E, jelikož působí jako antioxidant ochraňující mastné kyseliny buněčné membrány před poškozením volnými radikály (Reppo-Carrosco et al., 2003). Podle Koziola (1992) tvoří vitamin E 5,37 g/100 mg sušiny quinoi, což je přibližně polovina doporučené denní dávky dospělého jedince. Konzumace 100g porce quinoi znamená přísun 0,20 mg vitamínu B₆, 0,61 g vitamínu B₅, 23,5 g kyseliny listové a 7,1 g biotinu (Koziol, 1992). Semena a klíčky quinoi vykazují poměrně vysokou antioxidační aktivitu, vyšší než amarant (Paško et al., 2009).

Quinoa obsahuje vysoký podíl vápníku, hořčíku, železa, mědi a zinku (Koziol, 1992). Některé minerální látky se v semenu quinoi vyskytují ve větším rozsahu, než u tradičních plodin. Například Ruales and Nair (1994) společně s Ahamed et al. (1998) uvádějí, že obsah železa, vápníku a fosforu je vyšší než u kukuřice a ječmene; quinoa obsahuje 81 mg železa/kg a 874 mg vápníku/kg. V semeni se nachází také více hořčíku: 0,26 %, v porovnání s pšenicí (0,16 %) a kukuřicí (0,14 %). Železo se zde vyskytuje ve vysoce rozpustné podobě, a proto může být doporučeno jako snadně dostupný zdroj pro jedince trpící anémií (Valencia et al., 1999). V naměřených koncentracích minerálních látek existují značné rozdíly, což je odrazem pěstebních podmínek, zejména půdního typu, minerální kompozice daného regionu a aplikací hnojiv (Schlick and Bubehnheim, 1996). Obsah některých minerálních látek, vápníku a fosforu, se však snižuje až o 40 % při odstraňování saponinů (Konishi et al, 2004). V quinoi se obvykle vyskytuje 3,2-3,7 % popelovin (Koziol, 1992; Wright et al., 2002; Dini et al., 1992). Ve vzorcích Q1 a Q2 bylo zjištěno 1,94 % a 1,75 % popelovin; v mouce (QM) byl obsah popelovin mírně vyšší: 2,01 %.

2.5 Antinutriční látky

2.5.1 Charakteristika

Antinutričními látkami se rozumí různorodé přírodní látky vyskytující se v různém množství v rostlinách se širokou škálou účinků při jejich požití. Mohou ovlivňovat aktivitu některých enzymů, vitamínů a minerálních látek, stejně jako stravitelnost a

využitelnost některých živin, zároveň tedy i nutriční hodnotu potravin. Řadí se zde dále i některé fenolové sloučeniny a oligosacharidy (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Ve výživě tyto látky ohrožují spíše obyvatele rozvojových zemí s omezenými zdroji potravin, kde bývá většinou konzumace byt' nevhodných potravin nutností (Eastwood, 2003).

2.5.2 Antinutriční látky quiony

Quinoa obsahuje některé antinutriční látky, jako jsou především saponiny, kyselina fytová, méně pak taniny a inhibitory proteázy (González et al., 1989; Improta a Kellems, 2001), které mohou negativně ovlivnit konzumenta v případě, že by quinoa tvořila hlavní zdroj energie ve stravě (Improta a Kellems, 2001).

2.5.2.1 Saponiny

V quinoe se nacházejí triterpenoidní saponiny, obsahující jako aglykon fytolakkagenovou kyselinu, hederagenin a oleanolovou kyselinu (Velíšek a Hajšlová, 2009). Saponiny v zelené části rostliny a v semenech slouží jako ochrana před škůdci a ptactvem, působí tak jako přirozené insekticidy a ptačí repelent. Odrůdy s bílými semeny obsahují méně saponinů než odrůdy se žlutými semeny, saponiny se tak mohou vyskytovat v rozpětí 0,01-4,6 % (Aufhammer, 2002). Podle Stuarda a San Martina (2008) se obsah saponinů v quinoe pohybuje mezi 0,1-5 %. Saponiny mají vliv na chuť quinoy, dodávají hořkou nebo svíravou chuť (Tarade et al., 2006). Rozlišuje se tak sladká quinoa s nulovou či nižší než 0,11% přítomností volných saponinů nebo hořká s koncentrací vyšší než 0,11 % (Kozioł, 1992).

2.5.2.2 Kyselina fytová

Kyselina fytová se vyskytuje nejen ve vnější vrstvě semena quinoy, ale také v endospermu (Ahamed et al., 1998). Kozioł (1992), na základě analýz čtyř odrůd quinoy, uvádí rozpětí 10,5-13,5 mg kyseliny fytové na 1 g sušiny, což je nižší množství než např. u pšenice, jejíž celé zrno obsahuje podle Garcia-Esteba et al. (1999) 22 mg na 1 g sušiny. Kyselina fytová se vyskytuje zejména jako fytin, smíšená vápenatá a hořečnatá sůl, sloužící jako hlavní zásobní forma fosforu využívaného při klíčení semen obilovin, luštěnin, olejnin a dalších plodin (Velíšek, Hajšlová, 2009). Obsah fytátového fosforu se v obilkách pšenice, ječmene, rýže a kukuřice pohybuje mezi 0,5-1,9 %, u luskovin 0,4-5,2 % (Kudrna, 2004). V zrně pšenice je přítomno poměrně vysoké

množství kyseliny fytové, která se váže na bivalentní kationty a interferuje s absorpcí vápníku, železa a zinku. Při kynutí těsta pšeničné mouky však dochází k rozkladu této kyseliny (Sanders and Emery, 2003). V kulturách, kde se lidé živí nekynutým chlebem, jako např. v některých oblastech Středního východu, se zaznamenává deficiencie zinku (Mann et al., 2002).

2.5.2.3 Inhibitory proteáz

Quinoa obsahuje velmi nízkou koncentraci inhibitorů proteáz, nižší než 50 ppm (Ahamed et al., 1998), což potvrzují také Improta a Kellems (2001), kteří uvádějí, že quinoa obsahuje velmi nízké množství inhibitorů trypsinů, nižší než u běžných obilnin, a tudíž nepředstavují žádné nebezpečí. Podle analýz Rualese a Naira (1993) se v quinoe nezaznamenal žádný výskyt těchto inhibitorů.

Významné jsou zejména inhibitory proteáz, jež ve střevě zabraňují aktivitě endogenních proteáz (např. trypsin). Lidský organismus na tento účinek reaguje vyšší syntézou trávicích enzymů; mimo jiné syntetizuje rezistentní formu trypsinu daným inhibitorům. Průměrný denní příjem inhibitorů proteáz se uvádí 295 mg, přičemž u vegetariánů s vysokým podílem obilnin a luštěnin ve stravě, je podstatně vyšší (Mann et al., 2002).

Inhibitory proteáz se vyskytují především v semenech luštěnin, obilovin a v zelenině. Mezi luštěninami obsahem inhibitorů vyniká sója, zatímco u cizrny je pozorován nejnižší výskyt (Bewley et al., 2006). Pomocí tepelného zpracování lze však tyto inhibitory denaturovat, a zvýšit tak stravitelnost potravin (Sanders and Emery, 2003).

2.5.2.4 Taniny

Nejvýraznějšími zástupci fenolových sloučenin mezi antinutričními látkami jsou ve vodě rozpustné polyfenoly taniny (třísloviny), běžně se vyskytující v mnoha rostlinách (Shills et al., 2006). V quinoe se mohou objevit ve velmi nízkých koncentracích, anebo vůbec, jak potvrzují analýzy Rualese a Naira (1993). Potravinu bohaté na taniny se považují za málo nutričně hodnotné, jelikož dle experimentů se zvířaty mohou negativně ovlivňovat příjem krmiva a jeho využitelnost, růst a stravitelnost bílkovin. Naproti tomu vykazují antimikrobiální účinky, inhibují růst hub, kvasinek, bakterií a virů (Shills et al., 2006).

Taniny se běžně vyskytují zejména v čaji, kávě a kakau, stejně jako v luštěninách. Taniny inhibují absorpci železa; např. v Egyptě se spojuje výskyt anémie u dětí, které ve stravě přijímají málo železa, s pravidelnou konzumací dušených fazolí. Při nízkém příjmu železa a zároveň vysoké konzumaci čaje, dochází k dalšímu snížení hladiny železa v těle (Mann et al., 2002).

3 Závěr

Z provedených srovnání vyplývá, že quinoa je mezi ostatními běžnými plodinami výjimečná zejména pro vyšší obsah bílkovin, v nichž jsou zastoupeny všechny esenciální aminokyseliny. Příznivý je také obsah tuku, který je rovněž poněkud vyšší, nesrovnáváme-li quinou přímo s olejinami. Sacharidy jsou v quinoe v běžném rozsahu, s možným vyšším zastoupením vlákniny. Nutriční kvalitu dotvářejí některé minerální látky, přítomny ve vyšším množství než u běžných plodin; quinoa je také dobrým zdrojem vitaminů skupiny B. Negativem mohou být některé antinutriční látky vyskytující se v semeni quinoy, které však nepředstavují žádná rizika, nedochází-li k nadměrné konzumaci této plodiny.

Quinoa je tedy dobrým zdrojem nutričně kvalitní potravy, a proto je její zastoupení ve stravě v rozumné míře vhodné; neznamená to však, že by pro své kvality měla nést výhradní postavení ve výživě. Naopak zde platí staré pravidlo zachování pestrosti potravy, dokud jsou tyto různorodé zdroje k dispozici, s ohledem na individuální potřeby konzumenta. Quinou lze doporučit také v bezlepkové dietě, kde může zdárně nahradit např. kukuřici.

Přestože pěstování quinoy citelně ohrožuje část území Bolívie, je současně i jediným zdrojem příjmů místních zemědělců, a proto by pokles spotřeby quinoy v zájmu ochrany tamních oblastí naopak vedl k opětovnému nastolení chudoby mezi jejími producenty.

Jelikož se jedná o plodinu velmi tolerantní a odolnou, kterou lze pěstovat v chudých půdách při nízké závlaze i extrémních povětrnostních jevech, nabízí se doporučení rozšíření pěstebního areálu do dalších oblastí světa, což by přineslo mnohá pozitiva, jak v lepší potravinové bezpečnosti a vylepšení úrovně výživy vůbec, zejména v zemích třetího světa, a zamezit tímto rozšiřujícím se ekologickým problémům v oblastech s nejvyšší produkcí quinoy.

4 Použitá literatura

- Abugoch, L. E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in Food and Nutrition Research*. 58. 1-31.
- Ahamed, N. T., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., Mohinder, P. 1998. A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: review of the chemical composition of its edible parts. *Food and Nutrition Bulletin*. 19. 61-70.
- Alais, Ch., Linden, G. 1991. *Food biochemistry*. Ellis Horwood. 222 s. ISBN: 0747600562.
- APSA II. 2008. Gestión del componente de investigación agropecuaria. Programa de apoyo programático al sector agropecuario. DANIDA, Ministry of Foreign Affairs. 56 s.
- Aubrecht, E., Biacs, P. A. 2001. Characterization of buckwheat grain proteins and its products. *Acta Alimentaria*. 30 (1). 71-80.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberl, P. 2009. *Food Chemistry*, 4th revised and extended Edition. Springer. 1070 s. ISBN: 978-3-540-69933-0.
- Belton, P. S., Taylor, J. R. N. 2002. Pseudocereals and less common cereals – Grain properties and utilization potential. Springer. 269 s. ISBN: 3-540-42939-5.
- Bewley, J. D., Black, M., Halmer, P. 2006. *The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology And Uses*. Cabi. 828 s. ISBN: 978-0-85199-723-0.
- Bewley, J. D., Black, M., Halmer, P. 2006. *The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology And Uses*. Cabi. 828 s. ISBN: 978-0-85199-723-0.
- Bhagrava, A., Shukla, S., Ohri, D. 2006. *Chenopodium quinoa*: an Indian perspective. *Industrial Crops and Products*. 23. 73-87.
- Bhargava, A., Rana, T. S., Shukla, S., Ohri, D. 2005. Seed protein electrophoresis of some cultivated and wild species of *Chenopodium*. *Journal of Plant Biology*. 49. 505-511.
- Bonifacio, A. 2003. *Chenopodium* sp.: genetic resources, ethnobotany, and geographic distribution. *Food Reviews International*. 19. 1-7.
- Castello, J. D., Lakshman, D. K., Tavantzis, S. M., Rogers, S. O., Bachand, G. D., Jagels, R., Carlisle, J., Liu, Y. 1995. Detection of infectious tomato mosaic tobamovirus in fog and clouds. *Phytopathology*. 85. 1409-1412.
- Cerezal, P., Carrasco A., Pinto, K., Romero, N., Arcos, R. 2007. Suplemento alimenticio de alto contenido protéico para niños de 2-5 años, desarrollo de la formulación y aceptabilidad. *Interciencia*. 32. 857-864.
- Dini, A., Rastrelli, L., Saturnino, P., Schettino, O. 1992. A compositional study of *Chenopodium quinoa* seeds. *Nahrung*. 36. 400-404.

- Dostálová, J., Krejčová, A., Réblová, Z., Pokorný, J. 1999. Changes of α -galactoside content during soaking and cooking of peas. *Bulletin of Food Research*. 38 (3). 133-140.
- Eastwood, M. 2003. *Principles of Human Nutrition, Second Edition*. Blackwell. 677 s. ISBN: 0-632-05811-0.
- Elkins, R. 1999. *Fiber facts*. Wodland Publishing. 32 s. ISBN: 1-58054-068-6.
- Félix, D., Villca, C. 2009. Quinoa y territorio. Experiencias de acompañamiento a la gestión del territorio y la autogestión comunal en la zona Intersalar del altiplano boliviano. *Agronomes et Vétérinaires sans frontières*. 156 s.
- Fuentes, F. F., Martínez E. A., Hinrichsen, P. V., Jellen, E. N., Maughan, P. J. 2008. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conservation Genetics*. 10. 369-377.
- Gade, D. W. 1970. Ethnobotany of cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), rustic seed crop of the Altiplano. *Economic Botany*. 24 (1). 55-61.
- Galwey, N. W. 1989. Exploited plants – Quinoa. *Biologist*. 36 (5). 267-274.
- García-Estépa, R. M., Guerra-Hernández, E., García-Villanova, B. 1999. Phytic acid content in milled cereal products and breads. *Food Research International*. 32. 217-221.
- George, A. T. R. 2011. *Agricultural Seed Production*. Cabi. 204 s. ISBN: 978-1-84593-819-2.
- González, J. A., Roldán, A., Gallardo, M., Excudero, T., Prado, F. E. 1989. Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from inca crops: *Chenopodium quinoa* („quinoa“). *Plant Foods for Human Nutrition*. 39. 331-337.
- Gunstone, F. D. 2011. *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses, Second Edition*. Wiley-Blackwell. 376 s. ISBN: 978-1-4443-3268-1.
- Hellin, J., Hígan, S. 2005. Crop diversity and livelihood security in the Andes. *Development in Practice*. 15. 165-174.
- Hui, Y. H. 2006. *Bakery Products: Science and Technology*. Blackwell. 575 s. ISBN: 978-0-8138-0187-2.
- Chura, B. 2009. Fortalecimiento de la cadena productiva de la quinua real. In: Project description. Swissaid. s. 61. Farmer empowerment – Experiences, lessons learned and ways forward. Technical paper. 1.
- Improta, F., Kellems, R. O. 2001. Comparison of raw, washed and polished quinoa (*Chenopodium quinoa*) to wheat, sorghum or maize based diets on growth and survival of broiler chicks. *Livestock Research for Rural development*. 13.

Jacobsen, S. E. 1998. Developmental stability of quinoa under European conditions. *Industrial Crops and Products*. 7. 169-174.

Jacobsen, S. E. 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*. 19. 167-177.

Jacobsen, S. E. 2011. The Situation for Quinoa and Its Production in Southern Bolivia: From Economic Success to Environmental Disaster. *Journal of agronomy and Crop Science*. 187 (5). 390-399.

Jarošová, J., Michalová, A., Vavrejšnová, S., Moudrý, J. 1997. Pěstování a využití amarantu. In: *Metodiky pro zemědělskou praxi*. ÚZPI. ISBN: 80-7271-042-7.

Kalinová, J. 2002. Porovnání produkčních schopností a kvality pohanky a prosa. *Disertační práce*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 175 s.

Kirk, R. E., Othmer, D. F., Seidel, A. 2008. *Food and Feed Technology, Volume 1*. Wiley. 1760 s. ISBN: 978-0-470-17448-7.

Konishi, Y., Hirano, S., Tsuboi, H., Wada, M. 2004. Distribution of minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 68. 231-234.

Kopec, K. 2001. Oříšky nejen pro Popelku. *Výživa a potraviny*. 56 (4). s.126.

Koziol, M. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) *Journal of Food Composition and Analysis*. 5. 35-68.

Kudrna, V. 2004. Zušlechtění krmiv, podmínky jejich bezpečnosti a produkční účinnosti. *Vědecký výbor výživy zvířat*. 57 s.

Kuljanabhagavad, T., Wink, M. 2009. Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. *Phytochemistry Reviews*. 8. 473-490.

Lacko-Bartošová, M., Rédlová, M. 2007. The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. *Proc. of Conference „Organic Farming 2007“ ČZU*. 79-81.

MacGregor, A. W., Bhaty, R. S. 1993. *Barley: Chemistry and Technology*. AACC. 486 s. ISBN: 0-913250-80-5.

Málek, B. 2006. Slunečnice ve světě a v podmínkách České republiky v roce 2006. In: *Hluk – 23. vyhodnocovací seminář výroby řepky a systém výroby slunečnice*. s. 279-298. ISBN: 80-87065-00-X.

Mann, J., Truswell, A. S. 2002. *Essentials of Human Nutrition, Second edition*. Oxford University Press. 681 s. ISBN: 0-19-850861-1.

Martínez, E. A., Delatorre, J., Von Baer, I. 2007. Quínoa: las potencialidades de un cultivo sub-utilizado en Chile. *Tierra Adentro (INIA)*. 75. 24-27.

Martínez, E. A., Veas, E., Jorquera, C., San Martín, R., Jara, P. 2009. ReIntroduction of Quinoa into Arid Chile: Cultivation of two lowland races under extremely low irrigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 195 (1). 1-10.

Matz, S. A. 1991. *Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*. Springer. 751 s. ISBN:0-442-30830-2.

Michalová, A. 2000. Ostatní druhy pšenice. *Nový venkov*. 4 (11). 32-33.

Michalová, A., Čejka, L. 1996. Variabilita agronomických a nutričních znaků v genofondech pohanky, prosa, a laskavce – možnosti jejího využití. In: *Sborník referátů z odborného semináře*. VÚRV. 37-50.

Michalová, A., Kulichová, P., Čepková, P. 2001. Quinoa – nová plodina v evropských podmínkách. In: *Sborník referátů a posterů z odborné konference Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR*. VÚRV. 31-35.

Min, X. 2008. Seed Chemical Composition Change During Development and Post-harvest Processing of Vegetable Soybean. *ProQuest*. 59 s.

Moudrý, J. 1991. Regulace tvorby výnosu a kvality ovsa. *Kand. disertační práce*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 234 s.

Moudrý, J. 1995. Kvalita a odbyt potravinářského ovsa. In: *Současné aspekty posuzování kvality zrnin*. VÚRV. 1-12.

Moudrý, J. 2011. *Alternativní plodiny*. Profi Press. 142 s. ISBN: 978-80-86726-40-3.

Moudrý, J., Dvořáček, V. 1999. Chemical composition of grain of different spelt (*Triticum spelta* L.) varieties. *Rostlinná výroba*. 45 (12). 533-538.

Mujica, A. 1994. Andean grains and legumes. In: *Hernando Bermujo, J. E., Leon, J. (Eds.). Neglected Crops: 1942 from a Different Perspective*. 26. FAO. 131-148.

Mujica, A., Jacobsen, S. E., Izquierdo, J. 2001. Resistencia a factores adversos de la quinua. In: *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. FAO. 162-183.

National Research Council (NRC). 1989. *Lost Crops of the Incas: Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. National Academy Press. 148-161.

Paško, P., Bartoň, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Folta, M., Zachwieja, Z. 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*. 115. 994-998.

Peter, K. V. 2004. *Handbook of herbs and spices, Volume 2*. Woodhead Publishing. 365 s. ISBN: 1-85573-721-3.

Petr, J., Michalík, I., Tlaskalová-Hogenová, H., Capouchová, I., Faměra, O., Urminská, D., Tučková, L., Knoblochová, H. 2003. Extention of Spektra of Plant Products for the Diet in Coeliac disease. *Scientia Agricultura Bohemica*. 34 (1). 8-15.

Pitchford, P. 2002. *Healing with Whole Foods: Asian Traditions and Modern Nutrition*. North Atlantic Books. 765 s. ISBN: 1-55643-471-5.

Pokorný, J., Dostálová, J. 1996. Luštěniny – jejich složení a výživová hodnota. *Výživa a potraviny*. 51 (5). 133-135.

PROINPA (La Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos). 2004. *Rubro granos Altoandinos. Informe Anual*. 137 s.

Prugar, J. 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský*. 327 s. ISBN: 978-80-86576-28-2.

Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. 2003. *Cereální chemie a technologie I.: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. 202 s. ISBN: 80-7080-530-7.

Radovic, R. S., Maksimovic, R. V., Brkjacic, M. J., Varkonji-Gasic, I. E., Savic, P. A. 1999. 2S Albumin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47. 1467-1470.

Raghu, B. 2003. *Review of Medical Biochemistry with MCQs*. Jaypee Brothers Medical Publishers. 167 s. ISBN: 81-8061-157-4.

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S. E. 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*. 19. 179-189.

Risic, J. C., Galwey, N. W. 1984. The *Chenopodium* grains of the Andes: Inca crops for modern agriculture. In: *Advances in Applied Microbiology*. Coaker, T. H. (ed.). Academic Press. 145-217.

Ruales, J., Nair, B. M. 1993. Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 54. 211-219.

Ruales, J., Nair, B. M. 1994. Properties of Starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*. 45. 223-246.

Salunkhe, D. K., Chavan, J. K., Adsule, R. N., Kadam, S. S. 1992. *World Oilseeds*. Aspen Food Science. 554 s. ISBN: 0442001126.

Sanders, T., Emery, P. 2003. *Molecular Basis of Human Nutrition*. Taylor & Francis. 161 s. ISBN: 0-415-29917-9.

Sherwood, L. 2008. *Human Physiology: From Cells to Systems, Seventh Edition*. Brooks/Cole. 928 s. ISBN: 978-0-495-39184-5.

Shils, M. E., Shike, M., Ross, A. C., Caballero, B., Cousins, R. J. 2006. Modern Nutrition in Health and Disease, Tenth Edition. Lippincott Williams & Wilkins. 2069 s. ISBN: 0-7817-4133-5.

Schlick, G., Bubeňheim, D. L. 1996. Quinoa: candidate crop for NASA's controlled ecological life support systems. In: Janick, J. (ed.) Progress in New Crops. ASHS Press. 632-640. ISBN: 9780961502737.

Stehno, Z., Vlasák, M. 1999. Možnosti pěstování a využití pšenice špaldy. Úroda. 47 (11). 6-7.

Stuardo, M., San Martín, R. 2008. Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) alkali treated saponins against *Botrytis cinerea*. Industrial Crops and Products. 27. 296-302.

Špička, J. 2002. Změny koncentrace fruktózy, glukózy, sacharózy a fruktosánů u ovsu setého (*Avena sativa*) v průběhu vegetace. In: Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice. Series for Crop Science. 19 (1). 29-36.

Štěřba, Z. 2002. Vliv genotypu a agroekologických podmínek na kvalitu bezpluchého ovsu. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 123 s.

Tagle, M. B., Planella, M. T. 2002. La Quinoa en la zona central de Chile: Supervivencia de una tradición prehispánica. *IKU*. 117 s. ISBN: 978-956-7936-07-6.

Tapia, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación (2da.). FAO. 273 s.

Tarade, K. M., Singhal, R. S., Jayaram R. V., Panit, A. B. 2006. Kinetics of degradation of saponins in soybean flour (*Glycine max*) during food processing. Journal of Food Engineering. 76. 440-445.

Thanapornpoonpong, S. N., Vearaslip, S., Pawelzik, E., Gorinstein, S. 2008. Influence of various nitrogen applications on protein and amino acid profiles of amaranth and quinoa. Food Chemistry. 56. 11464–11470.

Thureen, P. J., Hay, W. W. 2006. Neonatal nutrition and metabolism. Cambridge University, 2nd edition. 688 s. ISBN: 9780521824552.

Uthayakumaran, S., Gras, P. W., Stoddard, F. L., Bekes, F. 1999. Effect of Varying Protein Content and Glutenin – to – Gliadin Ratio on the Functional Properties of Wheat Dough. Cereal Chemistry. 76 (3). 389-394.

Valencia, S., Svanberg, U., Sandberg A. S., Ruales, J. 1999. Processing of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): effects on *in vitro* iron availability and phytate hydrolysis. International of Food Science and Nutrition. 50. 203-211.

Valencia-Chamorro, S. A. 2003. Quinoa. In: Caballero, B. (ed.). Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Academic Press. s. 4895-4902. ISBN: 978-0122270550.

Valentine, J., 1995. Naked oats. In: Welch, R. W. et al. The Oat Crop. Production and Utilization. Chapman & Hall. 279-320, ISBN: 9780412373107.

Velíšek, J., Hajšlová, J. 2009. Chemie potravin I. Osis. 620 s. ISBN: 978-80-86659-15-2.

Velíšek, J., Hajšlová, J. 2009. Chemie potravin II. Osis. 644 s. ISBN: 978-80-86659-16-9.

Welch, W. R. 1999. Research opportunities for oats in human nutrition. In: Oats „vive la différence“. Seconde European Oats Conference Cambridge.

Whitney, E., Rolfes, S. R. 2008. Understanding Nutrition, Twelfth Edition. Wadsworth. 704 s. ISBN: 978-0-538-73465-3.

Wright, K. H., Pike, O. A., Fairbanks, D. J., Huber, S. C. 2002. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. Food and Chemical Toxicology. 67. 1383-1385.

Internetové zdroje

FAO, 1993. Maize in Human Nutrition. 168 s. ISBN: 9251030138. [online]. [cit. 2013-03-16]. Dostupné z <<http://www.fao.org/docrep/T0395E/T0395E00.htm>>

Oelke, E. A., Putnam, D. H., Teynor, T. M., Oplinger, E. S. 1992. Alternative field crops manual. [online]. University of Wisconsin Cooperative Extension Service. [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/quinoa.html>>

PIEB (Programa de Investigación Estratégica en Bolivia), 2009. Convocatoria: Formulación de propuestas para la producción sostenible de quinoa en Oruro y Potosí [online]. Ministerio de Planificación del Desarrollo, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. [cit. 2013-03-16]. Dostupné z <<http://www.pieb.com.bo/quinoa.php>>