

REVIEW

Chemické složení a nutriční hodnota chinoy (*Chenopodium quinoa*)*

PAVEL KALÁČ a JAN MOUDRÝ

University of South Bohemia – Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

Abstract

KALÁČ P., MOUDRÝ J. (2000): **Composition and nutritinal value of quinoa** (*Chenopodium quinoa*). Czech J. Food Sci., 18: 105–109.

Literature data on proteins, lipids, starch, minerals, vitamins and saponins contents and composition and their distribution within whole quinoa seeds, hulls, bran and flour are reviewed. An information on effects of quinoa processing on nutritional value and food applications is also given.

Key words: *Chenopodium quinoa*; quinoa seeds; composition; nutritional value

Souhrn

KALÁČ P., MOUDRÝ J. (2000): **Chemické složení a nutriční hodnota chinoy** (*Chenopodium quinoa*). Czech J. Food Sci., 18: 115–119.

Literární přehled shrnuje údaje o obsahu bílkovin, lipidů, škrobu, minerálních látek, vitaminů a saponinů a o jejich rozložení v celých semenech chinoy, jejich obalech, mouce a otrubách. Jsou uvedeny i informace o vlivu různých technologických úprav na změny nutriční hodnoty některých složek a údaje o potravinářské využitelnosti této alternativní plodiny.

Klíčová slova: *Chenopodium quinoa*; semena chinoy; složení; nutriční hodnota

Chinoya (*Chenopodium quinoa* Willd., merlík chilský) je alternativní plodinou, o jejíž pěstování a potravinářské užití se začaly v 70. letech zajímat jak země v oblasti jejího původu, tak vyspělé státy Severní Ameriky a Evropy. Pochází z And, kde ji ve značném rozsahu pěstovali Inkové, ale po zániku jejich kultury byla téměř zapomenuta. Botanicky není příbuzná obilovinám. Její semena však mají podobné potravinářské, resp. krmné užití jako běžné obiloviny. V tomto směru se nejčastěji srovnává s rýží, takže se někdy také nazývá „rýže Inků“. Zejména v německy psané literatuře se označuje spolu s různými druhy rodu *Amaranthus* jako tzv. pseudocereálie.

Značný zájem o chinou je dán především dvěma momenty. Má vyšší obsah bílkovin značné biologické hodnoty než běžné obiloviny a agrotechnicky je nenáročná. Její původ ji vybavil řadou příznivých pěstitelských vlastností, jako jsou odolnost vůči pomrznutí, suchu, či nenáročnost na kvalitu půdy a obsah živin. V roce 1994 byl

v rámci Evropské unie zahájen společný výzkumný projekt šesti zemí pro zavedení chinoy do evropského zemědělství v rámci snah o jeho diverzifikaci. Je snaha získat rané, rovnoměrně dozrávající odrůdy s nízkými stonky, neodnožující, s vysokým výnosem semen a nízkým obsahem saponinů (GALWEY 1993; JACOBSEN 1998).

Chinoya je dvouděložná rostlina z čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*). Semena umístěná v lichoklasech mají vesměs světle žlutou barvu, ale vyskytují se i ekotypy bílé, růžové či hnědé. Jsou kónického, kulovitěho či elipsoidního tvaru s průměrem 1,8–2,6 mm, na povrchu chráněná volně přiléhajícím a snadno odstranitelným květním obalem, perikarpem a dvěma vrstvami osemení. V těchto povrchových vrstvách je soustředěna většina saponinů, což jsou nejdůležitější antinutriční látky chinoy, způsobující hořkost. Rostlina si je vytváří jako ochranu semen proti ptákům, příp. i dalším konzumentům. Pro potravní, příp. i krmné užití je třeba obsah saponinů výrazně snížit.

*Přehled vznikl za podpory Grantové agentury ČR č. projektu 521/97/0052.

Chinou lze po odhořčení potravinářsky využít buď jako celá semena, nebo jako mouku. Celá semena se používají místo rýže nebo se přidávají do polévek. Mouka se může až do asi 10 % hmot. mísit s moukami běžných obilovin a směsi jsou použitelné pro řadu pekařských výrobků.

O chemickém složení a nutriční hodnotě chinoy bylo zpracováno několik literárních přehledů (COULTER, LORENZ 1990; KOZIOL 1992; GUZMÁN-MALDONADO, PAREDES-LÓPEZ 1998). Cílem tohoto přehledu je poskytnout souhrnné informace o soudobém stavu poznání o této alternativní plodině, která si jistě najde cestu i do České republiky.

Základní údaje o složení

Obsahy jednotlivých základních složek kolísají ve značném rozsahu. Průměrné obsahy sušiny činí 88 %, z čehož je 15–17 % bílkovin, 6–8 % lipidů, 3–4 % popela, 3,5–4,5 % vlákniny a až 70 % sacharidů (převážně škrob). Energetická hodnota je asi 1670 kJ/100 g. Chinoá tedy obsahuje výrazně více bílkovin než běžné obiloviny, ale podstatně méně než luštěniny. Obsah bílkovin se však vypočítává pomocí faktoru 6,25, protože faktor platný pro chinou není dosud stanoven. Tím by mohlo dojít k určité korekci uváděných hodnot. Chinoá má rovněž vyšší obsah tuků a popela než obiloviny.

Bílkoviny

Při posuzování bílkovin lze vycházet z rozdělení podle jejich biologických funkcí. Metabolicky aktivní bílkoviny – albuminy a globuliny – jsou obsaženy především v zárodku a aleuronových buňkách, zatímco bílkoviny zásobní jsou zejména v endospermu, ale také v zárodku. Zásobní nízkomolekulární bílkoviny se označují jako prolamininy, vysokomolekulární jako gluteliny. Uvést podíl těchto frakcí je u chinoy problematické, protože dosavadní literární údaje vycházejí z různých analytických metod i členění frakcí (KOZIOL 1992). Ukazuje se však, že chinoá má vyšší podíl frakce albuminů a globulinů (kolem 45 %) než obiloviny (kromě žita), což se přisuzuje vyššímu hmotnostnímu zastoupení zárodku. To představuje u chinoy asi 25–30 % ve srovnání s 10 % u kukuřice

a jen 2–3 % u pšenice či rýže. Existuje shoda v názoru, že nízký podíl prolaminů jen do asi 7 % omezuje pekařskou využitelnost této plodiny, ale na druhé straně je výhodou pro konzumenty postižené celiakií.

Při posouzení zásobních bílkovin chinoy charakterizovali BRINEGAR a GOUNDAN (1993) hojně zastoupený výšemolekulární 11S protein chenopodin s nízkým obsahem sirných aminokyselin a později nízkomolekulární 2S protein, který je naopak bohatý na cystein, ale také na arginin a histidin (BRINEGAR *et al.* 1996). Toto složení se ukazuje jako příznivé především pro dětskou výživu.

Jednotlivé frakce bílkovin se odlišují aminokyselinovým složením. Proto odlišné zastoupení frakcí ve srovnání s obilovinami způsobuje u chinoy rozdílný obsah aminokyselin. Porovnání hodnot je patrné z tab. 1. Velmi příznivá je situace u lysinu, takže chinoá je doporučována jako zdroj této často limitující aminokyseliny. Výhodné je rovněž zastoupení sirných aminokyselin a isoleucinu. Z několika pokusů provedených na krysách vyplývá, že stravitelnost bílkovin chinoy je vysoká (COULTER, LORENZ 1990; KOZIOL 1992) a asi dvě třetiny bílkovin jsou rozpustné ve vodě (PRAKASH, PAL 1998a).

Při ověřování optimální doby sklizně semen chinoy z hlediska aminokyselinového složení se zjistilo (PRAKASH, PAL 1998b), že během zrání vzrůstalo v semenech zastoupení kyseliny glutamové, glycinu a argininu, klesaly však obsahy kyseliny asparagové, threoninu, serinu, prolinu, valinu a lysinu. Tyto změny byly především důsledkem vývoje v zastoupení volných aminokyselin.

Zajímavé jsou údaje o obsahu bílkovin v jednotlivých frakcích mlýnského zpracování semen chinoy. Hmotnostní podíly obalů („slupek“), otrub a mouky jsou asi 10, 40 a 50 %. Největší podíl bílkovin – kolem 65 % – byl zjištěn v otrubách, asi 7 % v obalech a jen 28 % v mouce (CHAUHAN *et al.* 1992). K obdobným závěrům došli i BECKER a HANNERS (1990), kteří navíc upozorňují, že po několika dnech skladování otrub při teplotě kolem 20 °C se objevil žluklý pach.

Výchozí 78% stravitelnost semen chinoy stanovená enzymovou metodou *in vitro* byla sice průkazně nižší než kaseinu (91 %), ale vyluhováním a různými tepelnými

I. Obsah esenciálních aminokyselin [g/100 g bílkovin] v chinoe a obilovinách (FAO 1970) a jejich doporučené zastoupení v lidské výživě (FAO/WHO/UNU 1985)

Plodina	Lys	Val	Leu	Ile	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Try	His
Chinoá	5,5–6,6	4,0–5,0	5,8–7,1	3,6–6,4	3,6–4,5	6,2–7,4	3,4–4,8	0,9–1,1	2,4–2,7
Pšenice	2,9	4,4	6,7	3,3	4,0	7,5	2,9	1,1	2,3
Ječmen	3,5	5,0	6,7	3,6	4,0	8,2	3,3	–	2,1
Kukuřice	2,7	4,8	12,5	3,7	3,5	8,7	3,6	0,7	2,7
Rýže	3,8	5,5	8,2	3,8	3,4	8,7	3,9	1,1	2,5
Doporučení pro									
děti předškolního věku	5,8	3,5	6,6	2,8	2,5	6,3	3,4	1,1	1,9
děti školního věku	4,4	2,5	4,4	2,8	2,2	2,2	2,8	0,9	1,9
dospělé	1,6	1,3	1,9	1,3	1,7	1,9	0,9	0,5	1,6

Tab. 2. Obsah lipidů [% hm.] v semenech chinoy a jejich složení [% rel.] (PRZYBYLSKY *et al.* 1994)

Frakce	Lipidy			Volné mastné kyseliny
	celkové	neutrální	polární	
Celá semena	7,6	55,9	25,2	18,9
Obaly	5,7	40,2	44,4	15,4
Otruby	11,6	76,2	12,7	11,1
Mouka	3,2	69,5	21,1	9,4

úpravami – vařením či autoklávováním semen, sušením předvařené mouky, nebo extruzí – se stravitelnost zvýšila na 81–86 % (RUALES, NAIR 1994).

Lipidy

Jak již bylo uvedeno, činí obsah lipidů v semenech chinoy obvykle 6–8 % hmotnostních. Složení lipidů v semenech a jejich frakcích je uvedeno v tab. 2. Neutrální lipidy jsou tvořeny z více než 70 % triacylglyceroly, podíl monoacylglycerolů představuje jen jednotky procent. Z polárních lipidů je v celých semenech a obalech nejvíce zastoupen (vždy přes 40 %) lysofosfatidylcholin, zatímco v otrubách a mouce fosfatidylcholin. Podíl nasyčených mastných kyselin činí kolem 11 % s převahou kyseliny palmitové. Z nenasycených kyselin je 50–55 % kyseliny linolové, kolem 20 % kyseliny olejové a 8 % kyseliny α -linolenové (PRZYBYLSKI *et al.* 1994; WOOD *et al.* 1993). Toto zastoupení mastných kyselin je srovnatelné např. se sójovým olejem. Existují úvahy o využití chinoy jako olejnin.

Škrob

Obsah škrobu představuje kolem 60 % hmotnosti semen, redukujících a neredukujících sacharidů je asi 2 a 2,5 % a pentosanů 3 %. Podíl amylosy je nižší než u obilovin a činí jen kolem 11–12 %. Struktura amylopektinu je podobná jako u obilovin. Škrobová zrna mají velikost převážně v rozsahu 0,6–2,0 μm . V buňkách perispermu vytvářejí protáhlé agregáty o velikosti 18–20 μm . Škrob chinoy želatizuje v rozmezí od 57 do 72 °C, což jsou poněkud vyšší teploty než u škrobů pšeničného a ječného. Ve srovnání s nimi vykazuje škrob chinoy vyšší viskozitu, větší vaznost vody a botnavost. Nízký obsah amylosy a velikost škrobových zrn jsou významnými faktory ovlivňujícími použitelnost mouky z chinoy. Tu je možné přidávat do těst pro výrobu chleba a pečiva jen do 10 % hm., protože při vyšších dávkách je nepříznivě snížen objem a pórovitost a konzistence je tuhá. Pro pečení je škrob chinoy srovnatelný se škrobem bramborovým či amarantovým (LORENZ 1990). Vyšší podíly mouky chinoy mohou být použity do těstovin. Mouka je vhodná rovněž pro extrudované výrobky (KOZIOL 1992).

Stravitelnost škrobu výchozích semen 72 % se průkazně nezvýšila při různých tepelných úpravách, extruzí se snížila na asi 64 % (RUALES, NAIR 1994).

Minerální složky

I v tomto případě uváděné hodnoty kolísají ve značně širokém rozpětí (tab. 3). Semena chinoy obsahují více vápníku, hořčíku, chloridů, železa a mědi než běžné obiloviny. Pro posouzení z nutričního hlediska je však třeba brát v úvahu rozložení minerálních složek v jednotlivých frakcích. CHAUHAN *et al.* (1992) zjistili v celých semenech 2,8 % hm. popelovin, v obalech ale 8,4 %, v otrubách z loupaných semen kolem 4 % a v mouce jen kolem 1 %. Obdobný pokles v mouce asi na třetinu ve srovnání s obsahem v celém semenu byl prokázán i pro jednotlivé minerální složky, zatímco u stopových prvků nebyl tak výrazný. Z bilance zvažující úbytky minerálních látek, k nimž dochází při obvyklém leštění semen a při jejich namáčení, vyplývá, že chinoa může být dobrým zdrojem mědi, hořčíku, draslíku a železa. Železo je velmi dobře využitelné (KOZIOL 1992).

Tab. 3. Obvyklé obsahy minerálních složek [mg/kg sušiny] v celých semenech chinoy (KOZIOL 1992)

Prvek	Obsah	Prvek	Obsah
Na	120	Fe	130
K	9 300	Cu	50
Ca	1 500	Mn	100
Mg	2 500	Zn	45
P	3 800	Al	110
S	1 900	B	10
Cl	1 500	Co	0,05

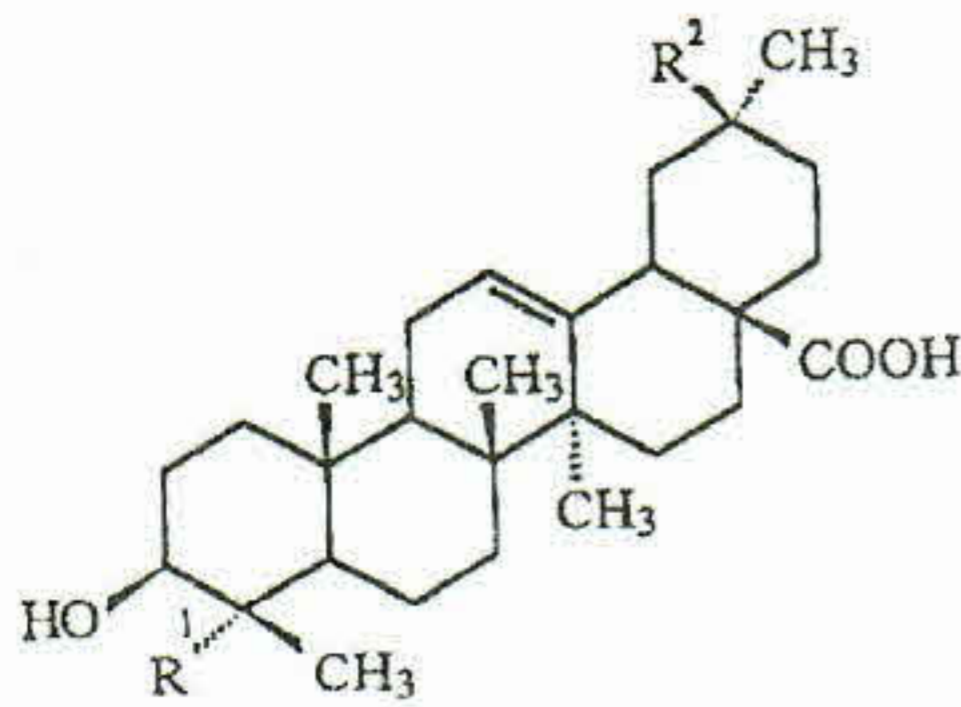
Příznivé vlastnosti chinoy ve srovnání s pšenicí a pohankou byly zjištěny při ověřování, jak tyto plodiny přijímají ze živného roztoku 12 stopových prvků během prvních 3–4 dnů klíčení a ukládají je v biologicky dobře využitelných formách ve svých klíčcích. Ty by po obohacení esenciálními prvky měly sloužit k fortifikaci cereálních výrobků (LINTSCHINGER *et al.* 1997).

Vitaminy

Semena chinoy mají ve srovnání s běžnými obilovinami vyšší obsah riboflavinu, α -tokoferolu a β -karotenu, avšak jen asi čtvrtinový obsah niacinu. Při odhořčování semen leštěním či namáčením a při tepelných úpravách dochází ke značným ztrátám (KOZIOL 1992). Nelze proto počítat s tím, že by se chinoa mohla podílet významnější měrou na příjmu vitaminů.

Saponiny

Saponiny jsou nejzávažnější antinutriční složkou semen chinoy. Vyznačují se hořkou chutí a podle jejich obsahu se ekotypy chinoy člení na „hořké“ a „sladké“, přičemž rozdíly v obsazích jsou až řádové. Dalším nežádoucím účinkem saponinů je riziko poškození střevní mukosy s narušením propustnosti membrán, čímž je porušen aktivní transport (GEE *et al.* 1993).



Sapogenol	R ¹	R ²
Oleanolová kyselina	CH ₃	CH ₃
Hederagenin	CH ₂ OH	CH ₃
Fytolakkagenová kyselina	CH ₂ OH	COOCH ₃

Obr. 1. Sapogenoly vyskytující se v chinooe

Saponiny se skládají z triterpenoidního sapogenolu jako aglykonu, který je glykosidově vázán na sacharid. Struktura sapogenolů chinooe je uvedena na obr. 1. Údaje o jejich zastoupení se však liší, což může vyplývat jak z rozdílnosti ekotypů, tak z velmi různých podmínek pěstování. Některé prameny uvádějí jako nejvíce zastoupenou kyselinu oleanolovou, jiné kyselinu lakkagenovou, podíl hederageninu tvoří vesměs kolem 20 % (BECKER, HANNERS 1990; RIDOUT *et al.* 1991). Kyselinu deoxylakkagenovou uvádějí pouze CUADRADO *et al.* (1995), a to jako minoritní složka saponinů.

Překážkou pro uvedení věrohodného obsahu saponinů v chinooe je různost používaných metod jejich stanovení v různých pracích. Zjevně nadhodnocené jsou údaje, které byly získány metodou, při níž se zjišťoval objem pěny. Ta vychází ze známé schopnosti saponinů vytvářet pěnu ve vodných roztocích. Rozšířená byla rovněž hemolytická metoda stanovení, vycházející z hemolýzy červených krvinek *in vitro* saponiny. Zdá se, že i tento postup poskytoval nadsazené hodnoty (KOZIOL 1992). V 90. letech se používají metody chromatografické, z nichž nejspolehlivější je metoda HPLC. I při využití těchto metod se však uváděné hodnoty pohybují v širokém rozpětí 0,01–1,2 % hm. celkových saponinů (RIDOUT *et al.* 1991; RUALES, NAIR 1993; NG *et al.* 1994; CUADRADO *et al.* 1995).

Semena s hořkou chutí či pěnicí ve vodě se musejí odhořčit. Přitom se vychází ze skutečnosti, že značná část saponinů je soustředěna v obalech a saponiny jsou rozpustné ve vodě. Odrůdy s nižšími obsahy saponinů se proto obvykle leští, při vyšších obsahách se kombinuje namáčení s odstraněním obalů (WONG 1994).

Další antinutriční složky

Semena chinooe obsahují průměrně 1,2 % fytátů, což je více než obiloviny. Přesto nebyl v pokusech na laboratorních zvířatech pozorován nepříznivý vliv na využití vápníku či železa (KOZIOL 1992). Namáčením klesl obsah fytátů asi o třetinu (RUALES, NAIR 1993). Při mletí přejde většina fytátů do otrub (CHAUHAN *et al.* 1992).

Aktivita inhibitorů trypsinu je podstatně nižší než u luštěnin (např. ve srovnání se sójou asi pětkrát) a je soustře-

děna především v odstraňovaných obalech. Navíc jsou termolabilní, takže jsou při tepelném zpracování inaktivovány (KOZIOL 1992).

Rovněž obsah tříslovin je velmi nízký – do asi 0,5 % hm. v celých semenech (CHAUHAN *et al.* 1992; RUALES, NAIR 1993).

Enzymová aktivita

Ve vzorku chinooe odhořčené namáčením byla zjištěna značná aktivita β -amylasy, proteasy, ale jen vůči hemoglobinu, nikoli vůči kaseinu, fosfatasy, fenolasy a oxidativních enzymů katalasy, peroxidasy a superoxidodismutasy. Naopak nestanovitelně nízké byly aktivity invertasy, lipoxygenasy a polygalakturonasy (CAUSETTE *et al.* 1997).

Závěr

Chinooe je alternativní plodinou, jejímž přínosem je především obohacení sortimentu, v němž se může stát určitou variantou rýže a může zpestřit nabídku cereálních výrobků. Ve srovnání s obilovinami má vysoký obsah bílkovin a esenciální aminokyseliny lysinu, rovněž zastoupení ostatních nutričně žádoucích složek je příznivé. Při zpracování je však nutné ze semen odstranit obaly, které představují asi 10 % hmotnosti a jsou zejména nositeli většiny škodlivých saponinů. To lze provést buď suchými postupy (loupáním, leštěním), nebo postupy mokkými v kombinaci s namáčením, praním apod. Při mletí takto upravených semen tvoří mouka asi 50 % a otruby 40 % z výchozí hmotnosti zrna. Většina živin včetně bílkovin zůstává v otrubách.

Literatura

- BECKER R., HANNERS G. D. (1990): Compositional and nutritional evaluation of quinoa whole grain flour and mill fractions. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **23**: 441–444.
- BRINEGAR C., GOUNDAN S. (1993): Isolation and characterization of chenopodin, the 11S seed storage protein of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *J. Agr. Food Chem.*, **41**: 182–185.
- BRINEGAR C., SINE B., NWOKOCHA L. (1996): High-cysteine 2S seed storage proteins from quinoa (*Chenopodium quinoa*). *J. Agr. Food Chem.*, **44**: 1621–1623.
- CAUSETTE M., KERSHAW J. L., SHELTON D. R. (1997): Survey of enzyme activities in desaponified quinoa *Chenopodium quinoa* Willd. *Food Chem.*, **60**: 587–592.
- CHAUHAN G. S., ESKIN N. A. M., TKACHUK R. (1992): Nutrients and antinutrients in quinoa seeds. *Cereal Chem.*, **69**: 85–88.
- COULTER L., LORENZ K. (1990): Quinoa – composition, nutritional value, food applications. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **23**: 203–207.
- CUADRADO C., AYET G., BURBANO C., MUZQUIZ M., CAMACHO L., CAVIERES E., LOVON M., OSAGIE A., PRICE K. R. (1995): Occurrence of saponins and sapogenols in Andean crops. *J. Sci. Food Agr.*, **67**: 169–172.
- FAO (1970): Amino acid content of foods and biological data on proteins. FAO, Rome, Nutritional Study 24.

- FAO/WHO/UNU (1985): Energy and protein requirements. Report of Joint FAO/WHO/UNU Meeting, Geneva.
- GALWEY N. W. (1993): The potential of quinoa as a multipurpose crop for agricultural diversification: a review. *Ind. Crops Prod.*, **1**: 101–106.
- GEE J. M., PRICE K. R., RIDOUT C. L., WORTLEY G. M., HURRELL R. F., JOHNSON I. T. (1993): Saponins of quinoa (*Chenopodium quinoa*): effects of processing on their abundance in quinoa products and their biological effects on intestinal mucosal tissue. *J. Sci. Food Agr.*, **63**: 201–209.
- GUZMÁN-MALDONADO S. H., PAREDES-LÓPEZ O. (1998) Functional products of plants indigenous to Latin America: amaranth, quinoa, common beans, and botanicals. In: MAZZA J. (Ed.): *Functional Foods*. Technomic Publ. Co., Lancaster, USA: 293–28.
- JACOBSEN S.-E. (1998): Developmental stability of quinoa under European conditions. *Ind. Crops Prod.*, **7**: 169–174.
- KOZIOL M. J. (1992): Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *J. Food Compos. Anal.*, **5**: 35–68.
- LINTSCHINGER J., FUCHS N., MOSER H., JÄGER R., HLEBEINA T., MARKOLIN G., GÖSSLER W. (1997): Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods Human Nutr.*, **50**: 223–237.
- LORENZ K. (1990): Quinoa (*Chenopodium quinoa*) starch – physico-chemical properties and functional characteristics. *Starch/Stärke*, **42**: 81–86.
- NG K. G., PRICE K. R., FENWICK G. R. (1994): A TLC method for the analysis of quinoa (*Chenopodium quinoa*) saponins. *Food Chem.*, **49**: 311–315.
- PRAKASH D., PAL M. (1998a): *Chenopodium*: seed protein, fractionation and amino acid composition. *Int. J. Food Sci Nutr.*, **49**: 271–275.
- PRAKASH D., PAL M. (1998b): *Chenopodium quinoa*: changes in amino acid composition in seed during maturity. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **49**: 285–288.
- PRZYBYLSKI R., CHAUHAN G. S., ESKIN N. A. M. (1994): Characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) lipids.

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. PAVEL KALAC, CSc., Jihočeská univerzita, zemědělská fakulta, katedra chemie, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: +420 38 530 04 04, fax: + 420 38 530 04 05, e-mail: kalac@zf.jcu.cz
