

REVIEW

Chemické složení a nutriční hodnota semen amarantu*

PAVEL KALÁČ, JAN MOUDRÝ

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

Abstract

KALÁČ P., MOUDRÝ J. (2000): **Composition and nutritional value of amaranth seeds.** Czech J. Food Sci., **18**: 201–206.

There are reviewed literature data on proteins, lipids, starch, oligosaccharides, dietary fibre, mineral constituents, vitamins and antinutritional compounds of amaranth seeds. Moreover, information on isolation of squalene from oil and betacyanin pigments from leaves and inflorescence is given. Data on hypocholesterolemic effect of amaranth seeds are also mentioned.

Key words: *Amaranthus* spp.; amaranth seeds; composition; nutritional value; review article

Abstrakt

KALÁČ P., MOUDRÝ J. (2000): **Chemické složení a nutriční hodnota semen amarantu.** Czech J. Food Sci., **18**: 201–206.

Literární přehled shrnuje údaje o výskytu proteinů, lipidů, škrobu, oligosacharidů, vlákniny, minerálních látek, vitaminů a antinutričních látek semen amarantu. Jsou uvedeny informace o izolaci skvalenu z amarantového oleje a betacyaninových barviv z listů a květenství, ale i o vlivu semen amarantu na snížení hladiny cholesterolu.

Klíčová slova: *Amaranthus* spp.; semena amarantu; složení; nutriční hodnoty; přehledný článek

Amarant (laskavec) je zřejmě nejrozšířenější ze skupiny tzv. znovuobjevených plodin, jejichž pěstování se intenzivně ověřuje a zavádí v různých částech světa zejména od 70. let. Ve středoamerických kulturách Aztéků a Mayů byl do španělské okupace v 16. století třetí nejrozšířenější plodinou po kukuřici a fazolích. Španělé jeho pěstování zakázali jako projev pohanství. Amarant se postupně šířil na další kontinenty, především však jako okrasná rostlina či plevel, jen v omezené míře jako zelenina využívaná podobně jako špenát.

Teprve v posledních desetiletích se zájem soustředil na produkci semen. Ta mají podobné potravinářské využití jako obiloviny, takže se amarant řadí spolu s chinoou (KALÁČ, MOUDRÝ 2000) a pohankou mezi tzv. pseudocereálie. Od počátku 90. let se amarant pěstuje a potravinářsky využívá i v České republice.

Rozvoj poznání o této alternativní plodině s příznivou nutriční hodnotou je značně dynamický. Souhrnné informace, byť z různých úhlů pohledu, poskytují monografie

(PAREDES-LÓPEZ 1994), knižní kapitoly (WILLIAMS 1995; GUZMÁN-MALDONADO, PAREDES-LÓPEZ 1998) a řada literárních přehledů v časopisech (BRESSANI *et al.* 1992; HOZOVÁ *et al.* 1996; GRAJETA 1997a; GLOWIENKE, KUHN 1998). Cílem tohoto literárního přehledu je podat soudobé informace o chemickém složení a nutriční hodnotě semen amarantu.

Pěstitelská charakteristika

Amarant je souhrnné označení jednoletých dvouděložných rostlin rodu laskavec (*Amaranthus* L.), který zahrnuje asi 60 druhů (vesměs se však jedná o plevelné rostliny). Pro produkci semen se pěstují především druhy *A. cruentus* L., *A. caudatus* L. a *A. hypochondriacus* L. a také kříženci *A. hypochondriacus* × *A. hybridus*. Pro podmínky ČR jsou nejvhodnější odrůdy druhů *A. cruentus* a *A. hypochondriacus* × *A. hybridus*, které v pokusech poskytují výnos semen 1,5–3 t/ha. V praxi jsou však

*Přehled vznikl v rámci řešení projektu Grantové agentury ČR (č. 521/97/0052) a projektu MZe (NAZV č. 7121).

výnosy zřetelně nižší zejména v důsledku vysokých ztrát při mechanizované sklizni.

V Americe se uvedené druhy pěstují rovněž jako zelenina, zatímco v Asii se pro tyto účely dává přednost *A. tricolor* L. Listy a lodyhy mohou být zelené, červené, purpurové i vícebarevné. Různě zbarvená jsou i květenství. Semena jsou čočkovitá, drobná (0,9–1,7 mm) a lehká (hmotnost tisíce semen je jen 0,7–0,9 g). Jedna rostlina vytvoří 200–500 tis. semen. Plevelné druhy amarantu mají semena často tmavá, zatímco pěstované druhy světlá.

Amarant je pěstivelsky poměrně nenáročnou plodinou, je však citlivý na mrazy. U pěstovaných druhů existuje velká genetická variabilita, což vytváří prostor pro šlechtění kvalitnějších linií.

Chemické složení

Předností semen amarantu ve srovnání s běžnými obilovinami je poměrně vysoký obsah bílkovin s téměř optimálním zastoupením esenciálních aminokyselin a vysokým obsahem lysinu. Vyšší je rovněž obsah tuků a minerálních látek, zatímco obsah škrobu je poněkud nižší. Z těchto důvodů je amarant intenzivně ověřován v řadě rozvojových zemí jako jedna z plodin poskytujících hodnotné bílkoviny. Ve vyspělých zemích je využíván zejména pro zpestření stravy. Přehled možností jeho potravinářského využití uvádí např. MICHALOVÁ (1999).

Ze semen, ale také ze zelených částí amarantu, které jsou rovněž poměrně bohaté na bílkoviny, se dají získávat bílkovinné koncentráty. Listy se pro svoji příznivou nutriční hodnotu doporučují jako zelenina.

Základní informace o chemickém složení amarantu poskytuje tab. 1. Značné kolísání hodnot, shrnutých z různých částí světa, svědčí o tom, že závisí jak na genetických faktorech, tak na vnějších podmínkách, při kterých bylo semeno vypěstováno. Existují rozdíly nejen mezi druhy, ale i uvnitř druhu, a to i u jednotlivých rostlin, které byly vypěstovány na stejném stanovišti a ve stejném roce. Významným faktorem, který může způsobit kolísání chemického složení, jsou rozdíly v zastoupení jednotlivých částí semen. Vnitřní část tvoří perisperm, v němž je obsažen škrob, který je obalen prstencovitou zárodečnou vrstvou, na niž navazuje málo vyvinutý endosperm a vnější obal. Vnější vrstvy včetně zárodečné obsahují většinu

Tab. 1. Základní chemické složení semen a listů pěstovaných druhů amarantu (GRAJETA 1997a)

Složka	Semena	Listy
Voda (%)	6,2–11,4	70–94
Minerální látky (% suš.)	2,5–4,2	7,6–22
Bílkoviny (N × 6,25) (% suš.)	13,2–18,2	17,4–38
Tuky (% suš.)	4,8–10,0	1,0–10,6
Sacharidy (% suš.)	50–65	38–47
Vláknina (% suš.)	2,3–8,1	5,4–24,6

bílkovin, tuků i minerálních látek a jejich podíl činí u *A. cruentus* obvykle kolem 25 % z hmotnosti semena.

Bílkoviny: Vysoký obsah bílkovin a jejich příznivé aminokyselinové složení jsou uváděny jako hlavní výživové přednosti semen amarantu. Obsah bílkovin se pohybuje v rozmezí 13–18 % v sušině (tab. 1), což je víc než u obilovin. Hodnoty uváděné v literatuře jsou nižší pro *A. caudatus* než pro *A. cruentus* a *A. hypochondriacus*. Kolísání obsahu se projevuje nejen mezi druhy, ale i uvnitř druhů a přisuzuje se především genetickým faktorům. Zárodečná vrstva semen obsahuje kolem 35 % bílkovin, zatímco perisperm jen 7–9 %. Na celkovém obsahu bílkovin v semenu se zárodečná vrstva podílí asi dvěma třetiny. Málo údajů je o nebílkovinných dusíkatých látkách semen.

Údaje o aminokyselinovém složení jsou uvedeny v tab. 2. Mezi autory existuje shoda, že zastoupení esenciálních aminokyselin je vysoké a bílkoviny amarantu patří mezi rostlinné proteiny se značnou biologickou hodnotou. Ve 100 g bílkovin je 4,8–6,4 g lysinu, 1,0–4,0 g tryptofanu a 3,7–5,5 g sirných aminokyselin; tyto aminokyseliny jsou v obilovinách jen málo zastoupeny. Je však třeba poznamenat, že obsah těchto esenciálních aminokyselin může značně poklesnout při některých postupech tepelného zpracování. Průměrná stravitelnost bílkovin *A. caudatus* se pohybuje kolem 80 % (BRESSANI *et al.* 1992). Z biologických testů vyplynulo, že v bílkovinách *A. cru-*

Tab. 2. Aminokyselinové složení bílkovin (g/100 g, přepočítávací koeficient 6,25) semen amarantu (BRESSANI 1994)

Aminokyselina	<i>A. cruentus</i>	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>A. caudatus</i>
<i>Esenciální</i>			
Lysin	6,74	5,81	5,94
Valin	4,21	4,40	4,26
Leucin	5,63	5,98	5,49
Isoleucin	3,61	3,86	3,57
Methionin	1,92	1,95	2,35
Fenylalanin	3,98	3,97	3,78
Threonin	3,78	3,94	3,60
Tryptofan	1,15	1,04	1,34
<i>Neesenciální</i>			
Alanin	3,63	5,12	3,63
Arginin	6,66	7,38	8,96
Kyselina asparagová	7,98	8,35	7,81
Cystin	2,03	2,21	1,94
Kyselina glutamová	15,71	15,89	16,08
Glycin	7,68	9,04	7,12
Histidin	2,54	2,58	2,51
Serin	6,72	7,34	6,29
Prolin	3,90	5,34	4,03
Tyrosin	3,42	2,98	3,47

entus je prvou limitující aminokyselinou threonin, následují leucin, isoleucin a valin (BRESSANI 1994).

Dalším úsekem studia bílkovin amarantu je zastoupení jednotlivých skupin rozpustných proteinů. SEGURA-NIETO *et al.* (1992) uvádějí hmotnostní podíly 51,0 % albuminů, 15,9 % globulinů, 2,0 % prolaminů a 31,1 % glutelinů v bílkovinách semen *A. hypochondriacus*. Tyto hodnoty je však třeba brát jako orientační, protože závisí jak na použitém genotypu amarantu, tak na postupu izolace bílkovin. Nejvyšší zastoupení albuminů a nejnižší prolaminů udávají u stejného druhu rovněž BARBRA DE LA ROSA *et al.* (1992). Mezi oběma pracemi jsou však rozdíly v aminokyselinovém složení jednotlivých skupin. Shoda je ve vysokém zastoupení lysinu v globulinech.

Nejvíce údajů je o globulinech, z nichž je zastoupen především amarantin (frakce 11S) o relativní molekulové hmotnosti 389 kDa (ROMERO-ZEPEDA, PAREDES-LÓPEZ 1996). Je stálý v rozsahu pH 5–9, ale rychle denaturuje v kyselém prostředí, zatímco v prostředí zásaditém pomaleji (CASTELLANI *et al.* 1998). Globuliny amarantů se vyznačují nízkým zastoupením α -šroubovic, ale vysokým výskytem β -skládaného listu v sekundární struktuře, tedy vnitřní konformací, která je u těchto globulinů značně podobná. Naproti tomu terciární struktura se značně liší, což se může projevit odlišnými funkčními vlastnostmi jednotlivých globulinů (MARCONE, YADA 1998).

Pro jedince postižené celiakií (citlivostí vůči prolaminům běžných obilovin) je podstatné, že amarant rovněž obsahuje tuto skupinu bílkovin, i když v menším množství. V literatuře se neobjevují jednoznačná stanoviska, zda výrobky ze semen amarantu jsou pro tyto pacienty rizikové, či nikoli. Zatím je třeba vycházet z předpokladu, že požadavkům bezlepkové diety neodpovídají.

Z prací srovnávajících biologickou hodnotu bílkovin po různých technologických a kuchyňských úpravách semen (BRESSANI *et al.* 1992) vyplynulo, že proti výchozím semenům dochází po extruzi a vaření ve vodě ke zlepšení, zatímco v pražených produktech ke zhoršení.

Tuky a doprovodné látky: Vyšší obsah tuku v amarantu (tab. 1) než je běžné u obilovin způsobuje jeho zvýšenou energetickou hodnotu. Rovněž obsah tuku značně

Tab. 3. Obsah tuku a zastoupení vyšších mastných kyselin (% z celkového obsahu kyselin) v semenech amarantu (BUDIN *et al.* 1996)

	<i>A. cruentus</i> (n = 6)	<i>A. hypochon-</i> <i>driacus</i> (n = 8)	<i>A. caudatus</i> (n = 1)
Tuk (% suš.)	6,5–7,5	5,5–6,8	6,7
Kyselina palmitová	15,8–20,1	17,9–21,8	18,3
Kyselina stearová	3,2–3,8	2,8–3,4	3,1
Kyselina olejová	20,9–28,3	16,3–29,8	28,0
Kyselina linolová	37,0–43,0	39,3–52,5	35,6
Kyselina linolenová	0–0,7	0–0,3	0,3
Ostatní kyseliny	6,1–20,7	5,1–16,8	14,7

kolísá, přičemž za rozhodující se opět pokládají genetické faktory. Nejčastější hodnoty jsou 7–8 % z hmotnosti semen. U semenných druhů klesá obsah tuku v pořadí *A. caudatus*, *A. cruentus* a *A. hypochondriacus* (BRESSANI 1994). Stravitelnost tuků těchto třech druhů je 91–94 %, což je méně než u jiných rostlinných olejů (BRESSANI *et al.* 1992).

Z vyšších mastných kyselin jsou nejčastěji zastoupeny kyseliny linolová, olejová a palmitová (tab. 3) a složení je podobné olejům kukuřičnému, bavlníkovému či pohankovému. Olej se dá dobře rafinovat a bělit postupy obvyklými pro jiné druhy olejů (LYON, BECKER 1987). Asi tři čtvrtiny z celkového obsahu oleje jsou ve vnější zárodečné vrstvě semena. Ta se při výrobě škrobu oddělí, ale pro extrakci tuku je příliš jemná. Po extruzi však byla extrakce hexanem účinná (SUN *et al.* 1995).

Celkový obsah sterolů v *A. cruentus* byl 0,34 mg/g sušiny, z čehož tvořil 50 % spinasterol, 15 % Δ -7-stigmasterol, 14 % Δ -7-ergosterol, 11 % stigmasterol a 10 % 24-methylencykloartenol (FERNANDO, BEAN 1985).

Poměrně často se v literatuře citují starší údaje uvádějící, že v amarantovém oleji je značný obsah vitamínu E, především ceněné tokotrienoly. Výsledky, které publikovali BUDIN *et al.* (1996), však tyto závěry korigují. Zjistili celkový obsah tokoferolů (ve 100 g neusušených semen) 3,2–5,7 mg pro *A. cruentus*, 2,8–6,9 mg pro *A. hypochondriacus* a 3,7 mg pro *A. caudatus*. Obsah α - a Δ -tokotrienolů byl nízký, často pod mezí stanovitelnosti. To je méně než u pšeničného oleje a srovnatelné s oleji jiných obilovin.

Zajímavou složkou semen amarantu je skvalen. Tento triterpen se používá v kožní kosmetice, do mastí a rovněž jako mazivo harddisků výpočetní techniky. Získává se z jatrných olejů některých druhů mořských ryb, ale v důsledku omezování rybolovu se hledají náhradní rostlinné zdroje. Těmi jsou olivový olej obsahující 0,3–0,7 % hmot. skvalenu a olej amarantový s obsahem až 6–8 %. Izolace skvalenu přímo ze semen amarantu není ekonomická, schůdná se však jeví izolace z oleje. Vhodným postupem se ukázala frakční vakuová destilace alkalicky rafinovaného oleje při 180 °C a 13,3 kPa s výtěžností skvalenu 68 % (SUN *et al.* 1997).

Škrob a další sacharidy: Škrob je nejvíce zastoupenou složkou semen amarantu (nejčastěji uváděný obsah v rozmezí 48–69 %). Od ostatních běžných škrobů se odlišuje nízkým zastoupením amylozy, které je vesměs jen kolem 10 % z hmotnosti škrobu. To omezuje užité vlastnosti pro výrobu chleba a pečiva. Jak již bylo uvedeno, je škrob uložen v perispermu. Jeho zrnka jsou velmi malá, s průměrem jen 1–3 μ m, což je ještě méně než ve škrobu rýžovém (3–8 μ m), a mají kulovitý či hexagonální tvar (HALÁSOVÁ *et al.* 1992b).

Při izolaci jsou problémem malá zrnka škrobu a vysoký obsah bílkovin. Výtěžnost téměř 60 % ze semen *A. cruentus* poskytlo vyluhování vodou při teplotě 4–6 °C po dobu 24 hodin, ale produkt byl znečištěn bílkovinami a minerálními látkami (HALÁSOVÁ *et al.* 1992b). Častější je škrob

oddělován v roztocích zásad o vyšší koncentraci, ale ani při těchto technologiích není získán škrob dostatečně čistý. Úspěšně byl ověřen postup kombinující oddělování škrobu ze semen *A. cruentus* v roztoku NaOH o koncentraci jen 0,05 % při teplotě místnosti s následným působením proteasy izolované z *Aspergillus sojae* po promytí a úpravě pH na 7,5 po dobu dvou hodin při 37 °C (RADOSAVLJEVIC *et al.* 1998).

Svým složením a vlastnostmi je amarantový škrob vhodný pro úpravu konzistence řady potravin, jako náhrada tuků po převedení na maltodextriny (GUZMÁN-MALDONADO *et al.* 1993), pro biodegradovatelné plastické hmoty (WILHELM *et al.* 1998), příp. pro zásypové prášky ve farmacii, škrobení prádla či na povrchovou úpravu papíru. WU *et al.* (1995) na základě studia škrobu ze dvou genotypů *A. cruentus* uvádějí, že amarantový škrob není standardní. Pro použití do potravin je proto třeba vybírat genotyp vhodný pro požadované vlastnosti.

Ve srovnání s běžnými pšeničnými či kukuřičnými škroby má amarantový škrob vyšší rozpustnost ve vodě, větší botnavost a rovněž váže větší množství vody. Mazovává v intervalu 62–72 °C (MICHALOVÁ 1999). Jeho odolnost vůči zmrazení a rozmrazení umožňuje použití do mražených výrobků (BELLO-PÉREZ *et al.* 1998), což prokázali rovněž BAKER a RAYAS-DUARTE (1998a). Gel ze škrobu z *A. hybridus* × *A. hypochondriacus* měl lepší stabilitu než gely ze škrobů kukuřičného, pšeničného či rýžového. Přídavek 2 či 5 % NaCl stabilitu neovlivnil nebo nezlepšil. Přidávky 10, 20 či 30 % sacharosy, glukosy nebo fruktosy stabilitu vesměs neovlivnily, ale projevíly se rovněž výkyvy oběma směry.

BAKER a RAYAS-DUARTE (1998b) v pokusech se stejnými čtyřmi druhy škrobu zjistili, že retrogradace amarantového škrobu je při teplotách –20, 4 a 25 °C výrazně nejpomalejší. Při přidávku 5 % NaCl či sacharidů se při dvou vyšších teplotách dále zpomaluje, zatímco při –20 °C se zrychluje.

Oligosacharidy jsou v semenech amarantu zastoupeny jen málo, ale přesto více než v obilovinách. BRESSANI (1994) uvádí 1,1–2,2 % sacharosy, 0,02–0,36 % maltosy, 0,5–1,2 % rafinosy a 0,02–0,15 % stachosy. Srovnatelné výsledky udávají HALÁSOVÁ *et al.* (1992a).

BRESSANI (1994) shrnuje údaje o obsahu vlákniny (tab. 4). Ve čtyřech běžných druzích amarantu bylo stanoveno jen do 0,5 % β -glukanů v sušině (BUDIN *et al.*

Tab. 4. Obsah vlákniny potravy (%) v semenech amarantu (BRESSANI 1994)

Vláknina	<i>A. cruentus</i>	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>A. caudatus</i>
Nerozpustná	5,5	7,0	4,6–13,5
Rozpustná	1,5	6,5	2,5–3,6
Celková	7,0	13,5	7,6–16,4
Podíl rozpustné (%)	21,5	41,6	18,0–48,1

Tab. 5. Obvyklé obsahy některých prvků (mg/kg sušiny) v semenech amarantu

Prvek	Obsah	Prvek	Obsah
Ca	1300–3400	Fe	63–217
Mg	1900–3600	Cu	1,9–12
Na	120–450	Mn	19–46
K	2900–7100	Zn	16–40
P	4800–6500	Ni	1,4–2,4

1996). Údajů o polysacharidech tvořících vlákninu je dosud jen velmi málo.

Minerální látky: Běžné obsahy významných prvků podle údajů literatury (VETTER 1994; KUHN *et al.* 1996; GRAJETA 1997a; KOREŇOVSKÁ *et al.* 1997; MOUDRÝ, VAVREINOVÁ 1998) jsou shrnuty v tab. 5. Obsah majoritních minerálií (makroelementů) je vyšší než u obilovin. Za zvýšený lze považovat obsah železa. Výskyt kadmia, rtuti, olova i arsenu je podle dosud omezených dat nízký a srovnatelný s jinými plodinami. Mezi hodnotami v semenech *A. hypochondriacus* odrůdy Edit ze třech různých stanovišť byly až pětinasobné rozdíly (VETTER 1994). Olovo, rtuť, kadmium a měď se kumulují v listech semenných druhů amarantu, chrom v semenech *A. cruentus* (KOREŇOVSKÁ *et al.* 1997).

Z hlediska obsahu kontaminujících stopových prvků je pro výrobu amarantového škrobu vhodný alkalický postup máčení semen v kombinaci s mletím za sucha či za mokra (KOREŇOVSKÁ *et al.* 1998).

Vitaminy: Obsahem vitaminů nejsou semena amarantu nijak výjimečná. Hladina riboflavinu je vyšší než v obilovinách, thiaminu a niacinu naopak nižší (BRESSANI 1994).

Antinutriční látky: V semenech je obvykle 30–60 mg dusičnanů ve 100 g, malá množství kyseliny šťavelové a 0,3–0,6 % kyseliny fytové (BRESSANI 1994).

Na snížení stravitelnosti bílkovin se podílejí zřejmě jen malou měrou inhibitory proteas, jejichž výskyt je nízký. Podrobně byl popsán inhibitor trypsinu a chymotrypsinu izolovaný z *A. hypochondriacus*: jedná se o polypeptid ze 69 aminokyselin o relativní molekulové hmotnosti 7400 Da s isoelektrickým bodem pH 7,5 (VALDÉS-RODRIGUÉZ *et al.* 1993).

V poněkud větší míře se na snížení stravitelnosti bílkovin podílejí polyfenolické látky typu tříslovin, kterých bylo v celozrnné mouce *A. cruentus* zjištěno 4,1–5,2 mg/g. Ani to se však nepovažuje za příliš významné (BEJOSANO, CORKE 1998).

Nespecifický lektin s afinitou k N-acetyl-D-galaktosaminu, reagující s červenými krvinkami člověka i řady živočichů, byl izolován z *A. caudatus* a označen ACL (SINGH *et al.* 1993).

Při zjišťování výskytu saponinů, které mohou svojí hořkostí ovlivnit chuť výrobků z celozrnné amarantové mouky, bylo v *A. caudatus* identifikováno sedm nových saponinů triterpenoidního typu (RASTRELLI *et al.* 1995).

Barviva: Z potravinářského hlediska mohou být zajímavá také ve vodě rozpustná červená barviva květenství, listů a velmi mladých rostlin – klíčenců, která se v různých částech světa používají k barvení některých potravin. Pro izolaci jsou vhodné semenné druhy.

Barvivy amarantu jsou betacyaniny amarantin a isoamarantin (v angličtině se pro barvivo používá pravopis *amaranthine*, zatímco *amaranthin* je název bílkoviny ze skupiny globulinů), které se v čerstvé hmotě rostlin vyskytují v poměru asi 4 : 1. Jejich celkový obsah se pohybuje v rozmezí 50–200 mg ve 100 g čerstvé hmoty. Barviva jsou dost pevně vázána na bílkoviny. Aglykonem obou barviv je betanidin shodný jako v červené řepě (CAI *et al.* 1998a).

Existují rozdíly odstínu zbarvení od purpurově červeného po oranžově červené i ve stabilitě barviv jak mezi druhy, tak mezi genotypy uvnitř druhu. Stabilita izolovaných barviv je příznivá při teplotách do 14 °C ve tmě a bez přístupu vzduchu, při 80–100 °C je nízká. Lyofilizovaná barviva jsou podstatně stálejší než vodné výluhy. Doporučuje se proto skladovat je ve formě suchých preparátů a používat do výrobků uchovávaných za nízkých teplot (CAI *et al.* 1998b). Zbarvení amarantinu izolovaného z listů *A. caudatus* bylo stabilní v rozsahu pH 3,5 až 9,3 při normální teplotě (GINS *et al.* 1998).

Biologické účinky

Údajů o fyziologickém působení produktů ze semen amarantu je poměrně málo. Mezi příznivými účinky se uvádí snížení hladiny cholesterolu v krvi, což se přisuzuje tokotrienolům, skvalenu či β -glukanům.

Z biologického pokusu s kuřaty vyplynulo (QUERSHI *et al.* 1996), že statisticky významně poklesly hladiny celkového cholesterolu a LDL-cholesterolu, nikoli však HDL-cholesterolu v krevním séru zvířat, do jejichž diety byla zařazena semena amarantu v přírodním stavu, mletá či expandovaná, nebo amarantový olej. Především se zvýšila aktivita jaterního enzymu, který se podílí na odbourávání cholesterolu na žlučové kyseliny.

K podobným závěrům dospěla GRAJETA (1997b) při pokusech na krysách. U zvířat, kterým byla podávána semena *A. cruentus*, výrazně poklesl obsah celkového cholesterolu, ale hladiny HDL-cholesterolu, triacylglycerolů a volných mastných kyselin v krevním séru ovlivněny nebyly. Podobně poklesl obsah celkového cholesterolu v játrech, ale rovněž se snížila hladina triacylglycerolů. Účinek odtučněných i neodtučněných semen byl velmi podobný. Při současném podávání olejů s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin obsah triacylglycerolů v játrech klesl ještě výrazněji než při podávání samotného amarantu (GRAJETA 1999).

Všechny uvedené práce se shodují v tom, že na snížení obsahu cholesterolu se nepodílejí jen tokotrienoly, β -glukany a skvalen, jejichž obsahy jsou nízké. Zřejmě se v amarantu vyskytují další účinné, dosud neznámé složky.

Literatura

- BAKER L. A., RAYAS-DUARTE P. (1998a): Freeze-thaw stability of an amaranth starch and the effects of salt and sugars. *Cereal Chem.*, **75**: 301–307.
- BAKER L. A., RAYAS-DUARTE P. (1998b): Retrogradation of amaranth starch at different storage temperatures and the effects of salt and sugars. *Cereal Chem.*, **75**: 308–314.
- BARBRA DE LA ROSA A. P., PAREDES-LÓPEZ O., VIROBEN G. (1992): Fractionation procedures, electrophoretic characterization, and amino acid composition of amaranth seed proteins. *J. Agr. Food Chem.*, **40**: 931–936.
- BEJOSANO F. P., CORKE H. (1998): Protein quality evaluation of *Amaranthus* wholemeal flours and protein concentrates. *J. Sci. Food Agric.*, **76**: 100–106.
- BELLO-PÉREZ L. A., PANO DE LEON Y., AGAMA-ACEVEDO E., PAREDES-LÓPEZ O. (1998): Isolation and partial characterization of amaranth and banana starches. *Starch/Stärke*, **50**: 409–413.
- BRESSANI R. (1994): Composition and nutritional properties of amaranth. In: PAREDES-LÓPEZ O. (Ed.): *Amaranth – Biology, Chemistry, and Technology*. CRC Press, Boca Raton: 185–207.
- BRESSANI R., SÁNCHEZ-MAROQUÍN A., MORALES E. (1992): Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing on their nutritional quality. *Food Rev. Int.*, **8**: 23–49.
- BUDIN J. T., BREENE W. M., TUTNAM D. H. (1996): Some compositional properties of seeds and oils of eight *Amaranthus* species. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **73**: 475–481.
- CAI Y., SUN M., WU H., HUANG P., CORKE H. (1998a): Characterization and quantification of betacyanin pigments from diverse *Amaranthus* species. *J. Agr. Food Chem.*, **46**: 2063–2070.
- CAI Y., SUN M., CORKE H. (1998b): Colorant properties and stability of *Amaranthus* betacyanin pigments. *J. Agr. Food Chem.*, **46**: 4491–4495.
- CASTELLANI O. F., MARTINEZ E. N., ANON M. C. (1998): Structural modification of an amaranth globulin induced by pH and NaCl. *J. Agr. Food Chem.*, **46**: 4846–4853.
- FERNANDO T., BEAN G. (1985): A comparison of the fatty acids and sterols of seeds of weedy and vegetable species of *Amaranthus* spp. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **62**: 89–91.
- GINS M. S., KONONKOV P. F., GINS V. K., LYSENKO G. G., DESALEN T. L., BRAVOVA G. B. (1998): Physicochemical properties and biological activity of amaranthine in *Amaranthus caudatus* L. plants. *Prikl. Biochim. Mikrobiol.*, **34**: 450–454 (v ruštině).
- GLOWIENKE S., KUHN M. (1998): Bedeutung, Verwendung und Zusammensetzung von Amarant (*Amaranthus* spp.). I. Literaturübersicht. *Getreide, Mehl u. Brot*, **52**: 195–196.
- GRAJETA H. (1997a): Wartość odżywcza i wykorzystanie szarlatu. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, **30**: 17–23.
- GRAJETA H. (1997b): Wpływ nasion szarlatu (*Amaranthus cruentus*) na gospodarke lipidowa u szczurów doświadczalnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, **30**: 25–30.

- GRAJETA H. (1999): Effect of amaranth and oat bran on blood serum and liver lipids in rats depending on the kind of dietary fats. *Nahrung*, **43**: 114–117.
- GUZMÁN-MALDONADO H., PAREDES-LÓPEZ O., DOMÍNGUEZ J. (1993): Optimization of an enzymatic procedure for the hydrolytic depolymerization of starch by response surface methodology. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **26**: 28–33.
- GUZMÁN-MALDONADO S. H., PAREDES-LÓPEZ O. (1998): Functional products of plants indigenous to Latin America: amaranth, quinoa, common beans, and botanicals. In: MAZZA G. (Ed.): *Functional Foods*. Technomic Publ., Lancaster, Penns.: 293–328.
- HALÁSOVÁ G., DODOK L., SMELIK A., GREIF G. (1992a): Zloženie sacharidov v zrne láskavca metlinatého (*Amaranthus cruentus*). *Bull. Potravn. Výsk.*, **31**: 71–77.
- HALÁSOVÁ G., DODOK L., LOKAJ J., SMELÍK A., VOLLEK V. (1992b): Izolácia škrobu zo zrna láskavca metlinatého (*Amaranthus cruentus*). *Bull. Potravn. Výsk.*, **31**: 78–87.
- HOZOVÁ B., CHORVÁTOVÁ R., ZEMANOVIČ J. (1996): Poznatky z oblasti štúdia a využitia amarantu v praxi. *Potravn. Vědy*, **14**: 313–319.
- KALÁČ P., MOUDRÝ J. (2000): Chemické složení a nutriční hodnota chinoy (*Chenopodium quinoa*). *Czech J. Food Sci.*, **18**: 115–119.
- KOREŇOVSKÁ M., ZAUŠKOVÁ P., POLÁČEKOVÁ O. (1997): Sledovanie distribúcie vybraných prvkov v amarante. *Bull. Potravn. Výsk.*, **36**: 131–139.
- KOREŇOVSKÁ M., ZAUŠKOVÁ P., HALÁSOVÁ G. (1998): Sledovanie vybraných prvkov v modelovom procese výroby škrobu z amarantu. *Czech J. Food Sci.*, **16**: 95–98.
- KUHN M., WAGNER S., AUFHAMMER W., LEE J.-H., KÜBLER E., SCHREIBER H. (1996): Einfluss pflanzenbaulicher Massnahmen auf die Mineralstoffgehalte von Amaranth, Buchweizen, Reismelde und Hafer. *Dtsch. Lebensm. Rdsch.*, **92**: 147–152.
- LYON C. K., BECKER R. (1987): Extraction and refining of oil from amaranth seed. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **64**: 233–236.
- MARCONE M. F., YADA R. Y. (1998): Structural analysis of globulins isolated from genetically different *Amaranthus* hybrid lines. *Food Chem.*, **61**: 319–326.
- MICHALOVÁ A. (1999): Laskavec (*Amaranthus L.*). *Výž. Potravn.*, **54**: 13–14.
- MOUDRÝ J., VAVREINOVÁ S. (1998): Chemical composition of amaranth seeds. In: *Proc. Int. Conf. Cereals for Human Health and Preventive Nutrition*. Brno: 226–227.
- PAREDES-LÓPEZ O. (Ed.) (1994): *Amaranth – Biology, Chemistry, and Technology*. CRC Press, Boca Raton.
- QUERSHI A. A., LEHMANN J. W., PETERSON D. M. (1996): Amaranth and its oil inhibit cholesterol biosynthesis in 6-week-old female chickens. *J. Nutr.*, **126**: 1972–1978.
- RADOSAVLJEVIC M., JANE J., JOHNSON L. A. (1998): Isolation of amaranth starch by diluted alkaline-protease treatment. *Cereal Chem.*, **75**: 212–216.
- RASTRELLI L., PIZZA C., SATURNINO P., SCETTINO O., DINI A. (1995): Studies on the constituents of *Amaranthus caudatus* (kiwicha) seeds. Isolation and characterization of seven new triterpene saponins. *J. Agr. Food Chem.*, **43**: 904–909.
- ROMERO-ZEPEDA H., PAREDES-LÓPEZ O. (1996): Isolation and characterization of amaranthin, the 11S amaranth seed globulin. *J. Food Biochem.*, **19**: 329–339.
- SEGURA-NIETO M., VAZQUEZ-SANCHEZ N., RUBIO-VELASQUEZ H., OLGUIN-MARTINEZ L. E., RODRIGUEZ-NESTER C. E., HERRERA-ESTRELLA L. (1992): Characterization of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus L.*) seed proteins. *J. Agr. Food Chem.*, **40**: 1553–1558.
- SINGH J., KAMBOJ K. K., KAMBOJ S. S., SANDHU R. S., SHANGARY S. (1993): Affinity purification and characterization of lectins from two *Amaranthus* species. *Plant Sci.*, **94**: 47–53.
- SUN H., WIESENBERN D., RAYAS-DUARTE P., MOHAMED A., HAGEN K. (1995): Bench-scale processing of amaranth seed for oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **72**: 1551–1555.
- SUN H., WIESENBERN D., TOSTENSON K., GILLESPIE J., RAYAS-DUARTE P. (1997): Fractionation of squalene from amaranth seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **74**: 413–418.
- VALDÉS-RODRIGUÉZ S., SEGURA-NIETO M., CHAGOLLA-LOPEZ A., VERVER Y VERGAS-CORTINA A., MARTINEZ-GALLARDO N., BLANCO-LABRA A. (1993): Purification, characterization, and complete amino acids sequence of a trypsin inhibitor from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seeds. *Plant Physiol.*, **103**: 1407–1412.
- VETTER J. (1994): Mineralstoffe und Aminosäuren in den Körnern der neu kultivierten „Pseudo-Getreide“-Art *Amaranthus hypochondriacus*. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, **198**: 284–286.
- WILHELM E., THEMEIER H. W., LINDHAUER M. G. (1998): Feinkornstärken und hydrophile Polymere als Komponenten für neue biologisch abbaubare Zweiphasenwerkstoffe für spezielle Anwendungen. 1: Separations- und Aufbereitungstechniken für Feinkornstärken von *Quinoa* und *Amaranth*. *Starch/Stärke*, **50**: 7–13.
- WILLIAMS J. T. (1995): *Cereals and Pseudocereals*. Chapman and Hall, London.
- WU H., YUE S., SUN H., CORKE H. (1995): Physical properties of starch from two genotypes of *Amaranthus cruentus* of agricultural significance in China. *Starch/Stärke*, **47**: 295–297.

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. PAVEL KALÁČ, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Katedra chemie, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: + 420 38 53 00 404, fax: + 420 38 53 00 405, e-mail: kalac@zf.jcu.cz
