

Zloženie sacharidov v zrne láskavca metlinatého (*Amaranthus cruentus*)

GABRIELA HALÁSOVÁ—LADISLAV DODOK—ANDREJ SMELÍK—GABRIEL GREIF

Súhrn. Sledovali sme zloženie sacharidov v zrne láskavca metlinatého (*Amaranthus cruentus*). Kvalitatívne sme dokázali tenkovrstvovou chromatografiou prítomnosť sacharózy, rafinózy, glukózy, fruktózy, maltózy. Celkové množstvo redukujúcich cukrov v sušine je 1 %. Pomerné zastúpenie cukrov zistené pomocou automatického analyzátora cukrov je takéto: maltóza 12,5, fruktóza 37,95, ramnóza 14,29, glukóza 35,71. Stanovili sme obsah 1,67 % sacharózy, 0,83 % rafinózy, 0,64 % glukózy, 0,34 % maltózy v sušine. Po autolýze pri pH 5 sa zvýšil obsah redukujúcich cukrov štvornásobne.

Štúdiom chemickej povahy sacharidov v zrne láskavca sa zaoberali Becker a kol. [1]. Obsah sacharidov stanovili plynovou chromatografiou a HPLC. Zistili, že najviac zastúpená je sacharóza, potom rafinóza. Inozitol, stachyózu a maltózu, zistili v malých množstvách. 16 hodín trvajúca autolýza pri pH 5,0 a 6,5 viedla k zmenšovaniu koncentrácie sacharózy a rafinózy. Maltóza sa uvoľnila autolýzou pri hodnote pH 6,5, ale nie pri hodnote pH 5,0. Obsah inozitolu vzrástol po autolýze. Z toho autori usúdili, že v zrne sú prítomné enzýmy invertáza, amyláza a fytáza, ktoré hydrolyzujú sacharidy. Rozbory sa týkali druhu láskavca — *Amaranthus cruentus*. Jeden z tohto kolektívu autorov Lorenz [2] pokračoval v štúdiu zloženia sacharidov. Analyzoval 8 vzoriek — 4 z druhu *Amaranthus cruentus*, 2 vzorky *A. hypochondriacus*, 1 vzorku *A. hybridus* a 1 vzorku hybrid *A. hyalondriacus* krížený s *A. hybridus*. Najviac zastúpená bola v etanolovom extrakte sacharóza (extrahoval cukry v 70 % etanole). V tomto extrakte bola ešte identifikovaná rafinóza, glukóza a fruktóza. Po autolýze pri pH 6,5 a 5,0 sa stanovili maltóza, maltotrióza a galaktóza. S postupujúcou autolýzou množstvo maltotriózy klesá a množstvo maltózy rastie. Obsah sacharózy je podobný ako v pšenici a prose, ale menší ako v divo rastúcej ryži.

Doc. Ing. Gabriela Halášová, CSc., doc. Ing. Ladislav Dodok, CSc., doc. Ing. Andrej Smelík, CSc., Ing. Gabriel Greif, Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Kým zrelé cereálne zrná sú typické tým, že neobsahujú voľné monosacharidy, všetky druhy láskavca okrem *A. hybridus* obsahovali glukózu a fruktózu. Stopové množstvá monosacharidov sa stanovili v cerálnych zrnách len v skorých štádiách vývoja. Glukóza, čo do množstva je druhým najviac zastúpeným cukrom po sacharóze (s výnimkou *A. cruentus*, čierne sfarbené zrná, v ktorých je glukóza tretím najviac zastúpeným cukrom po sacharóze a rafinóze). Rafinóza bola prítomná v láskavci v množstvách typických pre pšenicu, proso a divo rastúcu ryžu.

Autolýza vodou (pH 6,5) vedie k hydrolýze škrobu účinkom enzýmov na maltotriózu a maltózu, k hydrolýze sacharózy na glukózu a fruktózu a k hydrolýze rafinózy na glukózu, fruktózu a galaktózu. Ide o účinky amylázy a inver-tázy.

Podľa Saundersa a Beckera [3] prítomnosť monosacharidov je pravdepodobne dôsledkom nesprávnych podmienok pri žatve — zber nezrelých zŕn.

Materiál a metódy

Zrno láskavca metlinatého (*A. cruentus*) dodal VÚRV v Piešťanoch.

Izolácia cukrov extrakciou s etylalkoholom

Zrno sme zomleli v úderovom laboratórnom mlyne firmy VEB Nossener Maschinenbau. Takto získanú celozrnnú múku sme odtučnili extrakciou s pet-roléterom v Twisselmanovom extrakčnom zariadení. Odvážené množstvo odtuč-nenej múky sme zmiešali so 70 % etanolom (v/v). Extrahovali sme pod spätným chladičom 1 h vo vodnom kúpeli pri teplote 75 °C. Po ochladení sme odstredo-vali 10 min pri 3000 min⁻¹ (0,83 . s⁻¹) na stolnej odstredivke T 24 firmy H. Ja-netzki K.-G., max. zrýchlenie 2300 g. Číry podiel sme odparili na vákuovej odparke. Suchý odparok sme rozpustili v destilovanej vode. Vyčírili Carrezový-mi činidlami, prefiltrovali a doplnili do objemu 50 cm³.

V takto pripravenom extrakte sme stanovili obsah redukujúcich cukrov podľa Luffovej-Schoorlovej metódy [4]. Obsah sacharózy sme stanovili metó-dou dvojitej polarizácie [5], obsah rafinózy polarimetrickou metódou podľa Zischa a Osborna [6]. Glukózu i maltózu podľa Steinhoffa [7].

Kvalitatívny dôkaz prítomnosti cukrov sme robili pomocou tenkovrstvovej chromatografie a pomerné zastúpenie redukujúcich cukrov na jednodielnom automatickom analyzátore cukrov.

Vzorky zrna sme analyzovali a stanovili v nich vlhkosť, celkový tuk, popol a dusík metódami AOAC [8].

Výsledky a diskusia

Zloženie zrna láskavca metlinatého je dané v tab. 1. Množstvo popola, dusíka, bielkovín a tuku v zrne láskavca sa zhoduje s údajmi v literatúre [2].

Zmyslové hodnotenie zrna láskavca metlinatého: farba — svetložltá, vôňa — čistá, lesk — bez lesku, chuť — normálna, bez horkastej, kyslastej alebo inej cudzej príchuti, tvar — oválny, hmotnosť 1000 zrn — 0,758 g.

V etanolovom extrakte sme najprv stanovili celkové množstvo prítomných redukujúcich sacharidov (priamo redukujúce cukry dvoma metódami podľa Schoorla a podľa Luffa-Schoorla); výsledky sú zhodné, a to 1,07 % a v sušine 1,15 % (tab. 2).

Tabuľka 1. Parametre kvality zrna láskavca metlinatého
Table 1. Amaranth grain quality parameters

Parametre	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	s_r	s
Sušina ¹ [%]	93,19	0,05	0,002	0,17
Vlhkosť ² [%]	6,81	0,05	0,02	0,17
Popol ³ [%]	2,76			
Popol ³ [%/100 % S]	2,96	0,06	0,06	0,18
Dusík ⁴ [%/100 % S]	1,51	0,04	0,04	0,10
Bielkoviny ⁵ [%]	14,61			
Bielkoviny ⁵ [%/100 % S]	15,68	0,30	0,04	0,66
Tuk ⁶ [%]	7,10			
Tuk ⁶ [%/100 % S]	7,63	0,03	0,01	0,10
Vláknina ⁷ [%]	3,99			
Vláknina ⁷ [%/100 % S]	4,29	0,04	0,03	0,14

\bar{x} — priemer; Average, $s_{\bar{x}}$ — smerodajná odchýlka priemeru; Standard deviation of average, s_r — relatívna smerodajná odchýlka; Relative standard deviation. Prepočítavací faktor 6,25 na bielkoviny; Conversion coefficient 6.25 for proteins, 1 — Dry matter, 2 — Moisture, 3 — Ash, 4 — Nitrogen, 5 — Proteins, 6 — Lipids, 7 — Fibre.

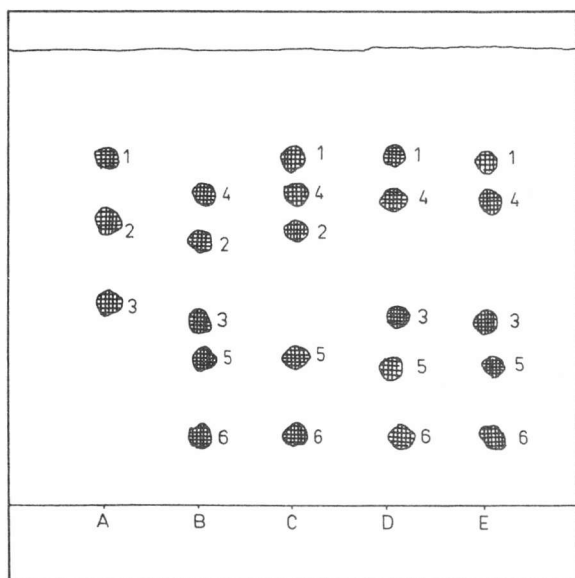
Tabuľka 2. Obsah redukujúcich cukrov
Table 2. Reducing sugars content

Redukujúce cukry	1	\bar{x}	s	s_r	$s_{\bar{x}}$
Metóda Luff-Schoorlova	[%]	1,07			
	[%/100 % S]	1,15	0,39	0,34	0,17

1 — Reducing sugars.

For other explanations see Table 1.

Kvalitatívne zloženie sacharidov v láskavci sme zistili tenkovrstvovou chromatografiou (obr. 1) na Silufolových platniach. R_f jednotlivých sacharidov a vyfarbenie škvŕn je v tab. 3. Dokázali sme prítomnosť glukózy, fruktózy, sacharózy, rafinózy a maltózy.



Obr. 1. Chromatogram z tenkovrstvovej chromatografie cukrov v zrne láskavca metlinatého. Rozpúšťadlo: chloroform — metanol (19:7). Detekčné činidlo: 1 g anilínu a 1 g difenylamínu sa rozpustí v 100 cm³ 76 % etanolu za prídavku 10 cm³ H₃PO₄. Chromatogram 5-krát vyvíjaný vzostupne. Adsorbent: silikagél. A — 1 % roztok fruktózy, galaktózy, sacharózy. B — 1 % roztok glukózy, galaktózy, sacharózy, maltózy, rafinózy. C — 1 % roztok fruktózy, glukózy, galaktózy, maltózy, rafinózy. D, E — roztok vzorky. Škvŕny: 1 — fruktóza, 2 — galaktóza, 3 — sacharóza, 4 — glukóza, 5 — maltóza, 6 — rafinóza.

Fig. 1. Chromatogram of thin-layer chromatography of sugars in amaranth grain. Solvent: chloroform — methanol (19:7). Agent for detection: 1 g aniline and 1 g diphenylamine are dissolved in 100 cm³ 76% ethanol with addition of 10 cm³ H₃PO₄. Chromatogram is developed 5 times increasingly. Adsorbent: silica gel. A — 1% solution of fructose, galactose, saccharose. B — 1% solution of glucose, galactose, saccharose, maltose, raffinose. C — 1% solution of fructose, glucose, galactose, maltose, raffinose. D, E — sample solutions. Stains: 1 — fructose, 2 — galactose, 3 — saccharose, 4 — glucose, 5 — maltose, 6 — raffinose.

Tabuľka 4 uvádza stanovené množstvá jednotlivých sacharidov v láskavci metlinatom; z redukujúcich je to glukóza a maltóza, z neredukujúcich sacharóza a rafinóza. Najviac je zastúpená sacharóza v množstve 1,67 %, potom rafinóza 0,83 %, glukóza 0,64 %, maltóza 0,34 %. Na stanovenie fruktózy v prítomnosti iných monosacharidov sme nenašli vhodnú metódu.

Tabuľka 3. Hodnoty R_f a farba škvŕn jednotlivých cukrov
Table 3. R_f values and colour of stains of individual sugars

Cukor ¹	R_f hodnota ⁸	Farba škvŕny ⁹
Fruktóza ²	0,56	červená ¹⁰
Glukóza ³	0,49	zelená ¹¹
Rafinóza ⁴	0,09	modrosivá ¹²
Sacharóza ⁵	0,28	sivohnedá ¹³
Maltóza ⁶	0,40	modrosivá ¹²
Neidentifikovaný ⁷	0,77	ružová ¹⁴

1 — Sugar, 2 — Fructose, 3 — Glucose, 4 — Raffinose, 5 — Saccharose, 6 — Maltose, 7 — Unidentified, 8 — R_f value, 9 — Stain colour, 10 — Red, 11 — Green, 12 — Blue-and-grey, 13 — Grey-and-brown, 14 — pink.

Tabuľka 4. Obsah jednotlivých sacharidov
Table 4. Content of individual saccharides

Sacharidy	\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$	$s_{\bar{f}}$
Obsah sacharózy ¹ [%]	1,67			
Obsah sacharózy ¹ [%/100 % S]	1,80	0,066	0,040	0,031
Obsah rafinózy ² [%]	0,83			
Obsah rafinózy ² [%/100 % S]	0,89	0,052	0,062	0,02
Obsah glukózy ³ [%]	0,59			
Obsah glukózy ³ [%/100 % S]	0,64	0,025	0,042	0,01
Obsah maltózy ⁴ [%]	0,32			
Obsah maltózy ⁴ [%/100 % S]	0,34	0,017	0,053	0,01

1 — Saccharose content, 2 — Raffinose content, 3 — Glucose content, 4 — Maltose content.
For other explanations see Table 1.

Stanovili sme aj pomerné zastúpenie jednotlivých redukujúcich cukrov v extrakte jednokolónovým automatickým analyzátorom sacharidov. Výsledky sú v tab. 5 a na obr. 2.

Sacharidy v obilninách tvoria v zrnách i v mlynských produktoch hlavný podiel. Vyskytujú sa v dvoch hlavných formách, a to v molekulovo-disperznej, ako napr. sacharóza, glukóza, fruktóza, maltóza, rafinóza, a v koloidno-disperznej — napr. škrob, pentózy.

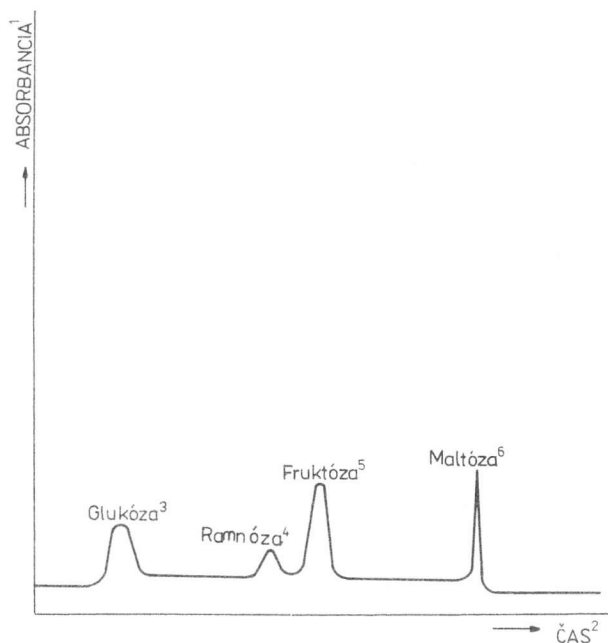
Fyziologicky najdôležitejší cukor prítomný v cereáliách je sacharóza. V pšeni je okolo 0,6 %, v raži až 3 % sacharózy [9—11]. Z porovnania obsahu sacharózy v jednotlivých obilninách vidieť, že sa obsah sacharózy v láskavci (1,67 %) približuje najviac obsahu sacharózy v kukurici (1,39 %). Kým zrná obilnín neobsahujú, alebo len stopy voľných monosacharidov, láskavec obsahuje glukózu i fruktózu.

Tabuľka 5. Stanovenie redukujúcich sacharidov v láskavci metlinatom jednokolónovým automatickým analyzátorom sacharidov

Table 5. Reducing sugars determination in amaranth (*Amaranthus cruentus*) by one-column automatic analyser of saccharides

Redukujúci sacharid ¹	Pomerné zastúpenie redukujúceho sacharidu ²
Maltóza ³	12.05
Fruktóza ⁴	37.95
Ramnóza ⁵	14.29
Glukóza ⁶	35.71

1 — Reducing saccharide, 2 — Relative abundance of reducing saccharide, 3 — Maltose, 4 — Fructose, 5 — Rhamnose, 6 — Glucose.



Obr. 2. Chromatogram z jednokolónového analyzátoru cukrov — pomerné zastúpenie redukujúcich cukrov v zrne láskavca metlinatého.

Fig. 2. Chromatogram from one-column sugar analyser — relative abundance of reducing sugars in amaranth grain. 1 — absorbance, 2 — time, 3 — glucose, 4 — rhamnose, 5 — fructose, 6 — maltose.

Tabuľka 6. Obsah redukujúcich cukrov pred a po autolýze
Table 6. Reducing sugars content before and after autolysis

Obsah redukujúcich cukrov pred autolýzou ¹				Obsah redukujúcich cukrov po autolýze pri pH 5 ²			
\bar{x} [%/100 % S]	s	$s_{\bar{x}}$	s_r	\bar{x} [%/100 % S]	s	$s_{\bar{x}}$	s_r
1,15	0,39	0,40	0,17	4,88	0,22	0,24	0,09

1 — Reducing sugars content before autolysis, 2 — Reducing sugars content after autolysis at pH 5.

For other explanations see Table 1.

Ak sme porovnávali láskavec a pšenicu, zistili sme, že v zrne láskavca je obsah sacharózy dvojnásobný a obsah glukózy a maltózy šesťnásobne vyšší ako v pšenici [12]. Vyšší je i obsah rafinózy.

Z obsahu sacharidov po autolýze možno usúdiť na aktivitu amyláz (hydrolýza škrobu na maltózu a maltotriózu) a invertáz (rozklad sacharózy na galaktózu). Zaznamenali sme podstatné zvýšenie obsahu redukujúcich cukrov po autolýze — štvornásobne (tab. 6).

Literatúra

1. BECKER, R.—WHEELER, E. L.—LORENZ, K.—STAFFORD, A. D.—GROSJEAN, O. K.—BETSCHART, A. A.—SAUNDERS, R. M., J. Food Sci., 46, 1981, č. 4, s. 1175.
2. LORENZ, K.—GROSS, M., Nutr. Rep. Int., 29, 1984, č. 3, s. 721.
3. SAUNDERS, R. M.—BECKER, R., In: Advances in Cereal Science and Technology, Vol. VI. V. Pomeranz (ed.), St. Paul, American Assoc. of Cereal Chemists 1983, s. 357.
4. ČSN 56 0146. Část 5. Stanovení obsahu sacharidů. 1986.
5. FRIML, M.—TICHÁ, B.: Laboratorní kontrola, cukrovarnické výroby. Díl A — Základní rozborů. Praha, VÚPP-STI PP 1986, 152 s.
6. BROWNE, C. A.—ZERBAN, F. W.: Physical and Chemical Methods of Sugar Analysis. 2. ed. New York, John Wiley and Sons, Inc. 1941, 1353 s.
7. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. ICUMSA. Methods of Sugar Analysis. H. C. S. de Whalley (ed.), Amsterdam, Elsevier 1964, 113 s.
8. ČSN 56 0177. Metódy skúšania výrobkov zo škrobu. Zmena b-1/1972. 1971.
9. Official Methods of Analysis of the AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 14th Chapter — Cereal Foods. S. Williams (ed.), Arlington, 1984, s. 249.
10. HAMPL, J.: Cereální chemie a technologie I. Praha, VŠCHT 1988, 241 s.
11. STRMISKA, F. a kol., Poživatínové tabuľky. Bratislava, VÚP 1988, 189 s.
12. KOZMINA, N. P.—KRETOVIČ, V. L.: Biochimija zerna i produktov ego pererabotki. 4. vyd. Moskva, Zagotizdat 1951, 359 s.
13. KOZMINA, N. P.: Biochimija zerna i produktov pererabotki. Moskva, Kolos 1976, 374 s.

14. L. N. LJUBARSKIJ a kol.: *Tovarovedenie selsko-chozjajstvennych produktov*. Moskva, Kolos 1980, 366 s.
15. PECHOČ, V.: *Vyhodnocování, měření a početní metody v chemickém inženýrství*. 2. vyd. Praha, SNTL 1981, 226 s.

Do redakcie došlo 23. 10. 1991

Saccharides composition in amaranth (*Amaranthus cruentus*) grains

Summary

We have investigated saccharides composition in grain of amaranth plant (*Amaranthus cruentus*). We have qualitatively proved the presence of sucrose, raffinose, glucose, fructose and maltose by help of thin-layer chromatography. Total amount of reducing sugars in dry matter represents 1%. Relative abundance of sugars, being found by means of automatic analyser of sugars, is as follows: maltose 12.5, fructose 37.95, rhamnose 14.29, glucose 35.71. We have determined contents of saccharose 1.67%, raffinose 0.83%, glucose 0.64%, maltose 0.34% in dry matter. After autolysis at pH 5, reducing sugars content increased fourfold.

Состав сахаридов в зерне Амаранта метлистого (*Amaranthus cruentus*)

Резюме

Мы следили за составом сахаридов в зерне растения Амарантус метлистый. В качественном отношении мы доказали тонкослойной хроматографией присутствие сахарозы, рафинозы, глюкозы, фруктозы, мальтозы. Общее количество редуцирующих сахаридов в сухом остатке — 1 %. Относительное представление сахаридов обнаруженных с помощью автоматического анализатора сахаридов было следующее: мальтоза 12,5, фруктоза 37,95, рамноза 14,29, глюкоза 35,71. Мы определили долю сахарозы 1,67 %, рафинозы 0,83 %, глюкозы 0,64 %, мальтозы 0,34 % в сухом остатке. После автолиза при pH 5 повисилась доля редуцирующих сахаридов в 4 раза.