Chem. Listy *100*, 778−783 (2006) Referát

CUKERNÁ NESACHAROSOVÁ SLADIDLA A PŘÍBUZNÉ LÁTKY

JANA ČOPÍKOVÁ[a], OLDŘICH LAPČÍK[b], MICHAL UHER[c], JITKA MORAVCOVÁ[b] a PAVEL DRAŠAR[b,d]

[a] Ústav chemie a technologie sacharidů, FBPT, VŠCHT, Technická 5, 166 28 Praha 6, [b] Ústav chemie přírodních látek, FBPT, VŠCHT, Technická 5, 166 28 Praha 6, [c] Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, [d] Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, Flemingovo nám. 2, 166 10 Praha 6

Došlo 14.3.06, přijato 3.5.06.

Klíčová slova: sladidlo, přírodní sladidlo, přídatná látka, obnovitelné zdroje

Obsah

1. Úvod
2. Přírodní sladidla podle české legislativy
3. Alditoly
4. Fruktany a fruktooligosacharidy
5. Invertní cukr a med
6. Nový produkt se sladkou chutí – Shugr
7. Závěr

1. Úvod

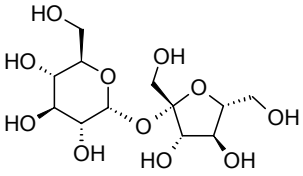
V článku používaný termín „sladidlo“ se váže na látky komerčně (a legálně) používané jako potraviny a pomocné nebo přídatné látky. Typickým zástupcem je sacharosa, pro kterou známe legislativní a obchodní termín cukr bílý a která je důležitou potravinářskou a průmyslovou surovinou a zároveň i potravinou. Sacharosa dodává potravinám příjemnou sladkou chuť, na kterou jsme zvyklí, je součástí hmoty potravin, přispívá k jejich energetické hodnotě a při potravinářských nebo kulinářských procesech podléhá hydrolýze, karamelizaci a Maillardově reakci. Produkty těchto reakcí přispívají k vůni, barvě a chuti potravin.

Sacharosa má dlouhou historii; její hlavní rozvoj však nastal díky pěstování třtiny (*Saccharum officinarum* L.) v Americe, z níž se do Evropy dovážel hlavně surový cukr, který byl zde dále rafinován. Během blokády přístavů za napoleonských válek se v Evropě rozšířilo pěstování cukrové řepy (*Beta vulgaris* L.), a tím se sacharosa začala po celé Evropě[1] vyrábět z řepy. Cukr bílý je komodita, se kterou se obchoduje na burze, a ročně se ho vyrobí kolem 144 milionů tun a jen malá část slouží jako chemická surovina[2]. Spotřeba cukru se ve vyspělých zemích pohybuje od 30 do 50 kg na osobu ročně[1] a v České republice kolísá kolem 40 kg na osobu a rok, což je jedna z nejvyšších spotřeb v Evropě[2]. V Evropské unii má být výroba cukru od 1. července 2006 regulována[3].

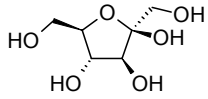
Sacharosa je v potravinách nahrazována v podstatě ze tří důvodů, zaprvé je to snaha snižovat energetickou hodnotu potravin, zadruhé snaha vyhovět požadavkům na dostupnost potravin, které nezpůsobují kazivost zubů[4], a zatřetí, což je skutečně důležité, potřeba zásobovat trh potravinami vhodnými pro diabetiky. Protože složení neboli receptury potravinářských výrobků a doma připravených potravin obsahujících sacharosu mají více jak dvousetletou tradici, nelze sacharosu vždy jednoduše nahradit. Složitost tohoto úkolu může být ilustrována například na rozdílech v chuti a tržních úspěších týchž značek nealkoholických nápojů, které však jsou vyráběny v různých oblastech, kde se liší cena a dostupnost jiných průmyslových sladidel.

2. Přírodní sladidla podle české legislativy

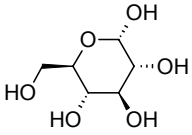
Podle legislativy České republiky[5] se „druh přírodní sladidla“ dělí do tří skupin, mezi které patří např. cukr extra bílý, bílý a polobílý, tekuté výrobky z cukru, a samostatnou třetí skupinu tvoří „dextróza, fruktóza a glukózový sirup“. Dextróza je D-glukosa; glukosový sirup, v české odborné literatuře nazývaný škrobový sirup, je produkt částečné kyselé hydrolýzy škrobu. Škrobový sirup obsahuje 20 % D-glukosy vedle řady jejích oligomerů. Při výrobě potravin se uplatňuje další produkt, získaný enzymovou hydrolýzou škrobu, obsahující téměř 50 % maltosy; má nízký obsah D-glukosy a zbytek sušiny tvoří oligomery



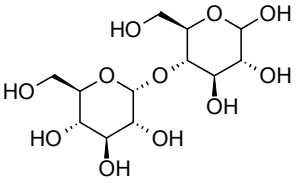
sacharosa
β-D-Fru*f*-(2→1)-α-D-Glc*p*



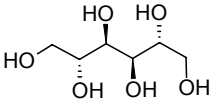
β-D-fruktofuranosa



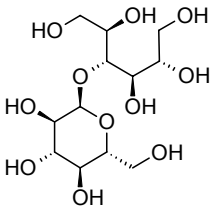
α-D-glukopyranosa



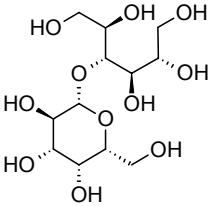
maltosa
α-D-Glc*p*-(1→4)-D-Glc*p*



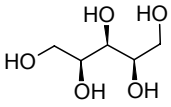
D-mannitol



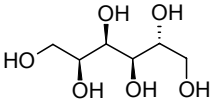
maltitol
α-D-Glc*p*-(1→4)-D-Glc-ol



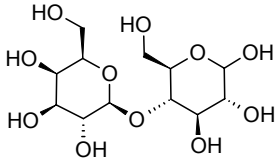
laktitol
β-D-Gal*p*-(1→4)-D-Glc-ol



DL-xylitol



D-glucitol
(sorbitol)



laktosa
β-D-Gal*p*-(1→4)-D-Glc*p*

D-glukosy. Tento produkt se nazývá maltosový sirup. Oba komerční produkty jsou dodávány s obsahem 80 % sušiny. Pokud glukosový sirup obsahuje více než 5 % D-fruktosy, je dle legislativy označován jako glukózo-fruktózový sirup. Mezi přírodní sladidla v české legislativě není zahrnuta isoglukosa, což je sladidlo, které se vyrábí enzymovou isomerací D-glukosy vzniklé hydrolýzou škrobu[6]. Isomerací D-glukosy se získá produkt, který může obsahovat 42 až 55 % D-fruktosy. Isoglukosa s obsahem D-fruktosy 42 % má stejnou sladivost jako sacharosa. Produkt se sušinou kolem 80 % podléhá stejným regulačním pravidlům jako cukr[7,8].

3. Alditoly

Vyhláška č.431/2005 ze sbírky zákonů, částka 148, určuje přídatné látky, které se mohou při výrobě potravin používat[9]. Mezi tyto přídatné látky patří také alditoly, které v určitých případech mohou nahrazovat přírodní sladidla. Jsou to D-glucitol (nazývaný též v praxi sorbitol, sorbit a sorbitolový sirup; E 420), D-mannitol (E 421), isomalt (E953), maltitol a maltitolový sirup (E 965), laktitol (E 966) a DL-xylitol (E 967). Podle vyčerpávající zprávy komise BCC C-230 z roku 2000/2001 se ve světě vyrábí kolem 1,4 milonů tun polyolů, D-glucitol tvoří 48 % výroby, DL-xylitol 12 %, D-mannitol 11 % a maltitol 10 % (cit.[10,11]).

Z přehledu fyzikálních vlastností legislativou povolených alditolů (tab. I) vyplývá, že jejich sladivost je většinou nižší ve srovnání se sacharosou. Dále mají vyšší endotermní rozpouštěcí entalpii, což při požití vyvolává chladivý pocit v ústech. Z hlediska technologického je důležité, že roztoky alditolů mají ve srovnání s roztoky sacharosy při stejné koncentraci vyšší bod varu a z hlediska zdravotního je důležité, že mají laxativní účinky a nejsou kariogenní. Alditoly jsou v lidském těle fermentovány v tlustém střevě, kdy vznikají nižší mastné kyseliny, a tudíž mají určitou nízkou energetickou hodnotu.

Všechny uvedené alditoly se vyrábějí průmyslově katalytickou redukcí příslušné aldosy, případně ketosy. Surovinou pro D-glucitol a maltitol je hydrolyzát škrobu nebo sacharosy. Hydrolýzou sacharosy vzniká ekvimolární směs D-glukosy a D-fruktosy[10,11]. Tyto monosacharidy je možné rozdělit chromatograficky a D-glukosu zredukovat na D-glucitol. Redukcí D-fruktosy vzniká ekvimolární směs D-glucitolu a D-mannitolu a z této směsi lze opět chromatograficky získat oba alditoly nebo v některých aplikacích je možné použít i jejich směs. D-Glucitol se vyrábí od roku 1950 v krystalické formě nebo jako sirup. Tekutá forma se uplatňuje především v recepturách zubních past a je surovinou při výrobě vitaminu C. Krystalický D-glucitol se používá především v potravinářství, je součástí cukrovinek, diabetického pečiva, konzervárenských výrobků a navíc se využívá jeho schopnost zvyšovat množství vody*, která je k dispozici v potravinovém substrátu a není chemicky vázána v pevném produktu[12], tj. působit jako zvlhčovalo (alditoly snižují aktivitu vody, tedy výrobek nevysýchá a nejvíce se činí DL-xylitol, avšak kvůli ceně se používá D-glucitol). D-Mannitol, jehož produkce je nízká, má použití jako excipient ve farmacii. Maltitol se vyrábí zejména ve formě sirupu, který se používá

* Pro vodu, která je k dispozici v potravinovém substrátu a není chemicky vázána, byl zaveden termín aktivita vody se zkratkou a_w. Aktivita vody je definována jako poměr tlaku vodní páry potraviny k tlaku páry destilované vody při určité teplotě. Hodnoty aktivity vody se pohybují v rozmezí od 0,00 (suchá látka) do1,0 (destilovaná voda). Potraviny se podle a_w dělí na tři velké skupiny: potraviny velmi vlhké (HMF – high moisture foods) s a_w 1,00–0,90; středně vlhké (IMF – intermediate mouisture foods) s a_w 0,90–0,60 a suché (LMF – low moisture foods) s $a_w < 0,60$.

Tabulka I
Fyzikální vlastnosti sacharosy a vybraných alditolů[40,41]

Alditol	Relativní sladivost [a]	Energetická hodnota [kJ g^{-1}]	LT [b] [g/den)	Rozpustnost při 25 °C [g/100 g H_2O]	Rozpouštěcí entalpie [J g^{-1}]	Teplota tání [°C]	Hygroskopicita
Sacharosa	1	17	> 100	185	−18	160−186	nízká
D-Glucitol	0,6	10	50	235	−111	99−101	střední
D-Mannitol	0,5	10	20	22	−121	165−169	velmi nízká
Maltitol	0,9	10	60–90	175	−23	144−147	nízká
Xylitol	1	10	50–90	200	−153	92–95	vysoká
Laktitol · H_2O	0,3–0,4	10	20–50	140	−58	95–101	nízká
Isomalt	0,4	10	50–70	39	−39	145–150	velmi nízká
Erythritol	0,6–0,7	0	125	61	−180	119–123	velmi nízká

[a] Vztaženo na sacharosu, [b] LT, tj. „Laxation treshold“ – maximální doporučená denní dávka na osobu

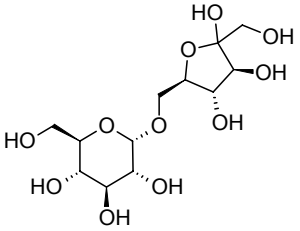
do receptur různých potravin, a v práškové formě je surovinou do čokolád.

D-Xylitol se vyrábí redukcí D-xylosy, která se získá hydrolýzou hemicelulos bohatých na D-xylosu, např. ze dřeva břízy nebo kukuřičného šustí[10,11]. Díky vysoké hodnotě endotermní rozpouštěcí entalpie se D-xylitol používá ve žvýkačkách, kde se tato jeho vlastnost vhodně doplňuje s chladivým účinkem aromatických kompozic[13−20].

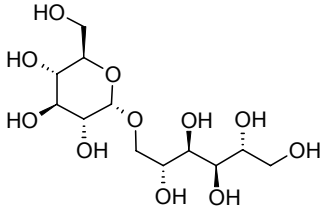
Laktosa se izoluje ze syrovátky ultrafiltrací nebo iontovou chromatografií[21−23] a její redukcí se získá laktitol[24,25]. Laktitol má uplatnění v mléčných výrobcích a je cukernou složkou diabetických mléčných čokolád; je též používaný při léčení hepatické encefalopatie. Z laktosy se m.j. připravují i prebiotické galaktooligosacharidy[26].

Nejmladším alditolem, který je povolen v Evropské unii a je směsí dvou látek, je palatinit[27−30]. Jeho obchodní název v potravinářství je izomalt a ve farmacii[29] galenIQ™. Při jeho výrobě je sacharosa pomocí enzymu glykosyltransferasy transformována na palatinosu (isomaltulosa, 6-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-fruktosa), která je potom redukována na palatinit (isomalt), což je ekvimolární směs 1-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-mannitolu a 6-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-glucitolu. Isomalt je surovinou do cukrovinek a dalších sladkých potravin[31].

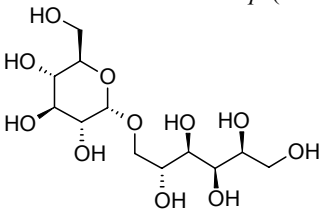
V České republice zatím není povolen erythritol, který se vyrábí fermentací roztoků D-glukosy[32−36]. Na rozdíl od ostatních alditolů erythritol díky malé molekule prochází stěnou tenkého střeva a je z organismu vylučován močí[37]. Erythritol je povolen v USA a Japonsku, Evropská unie doposud pouze publikovala studii, kde se používání erythritolu doporučuje[38].



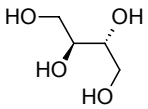
isomaltulosa
α-D-Glc*p*-(1→6)-D-Fru*f*



1-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-mannitol
α-D-Glc*p*-(1→1)-D-Man-ol



6-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-glucitol
α-D-Glc*p*-(1→6)-D-Glc-ol



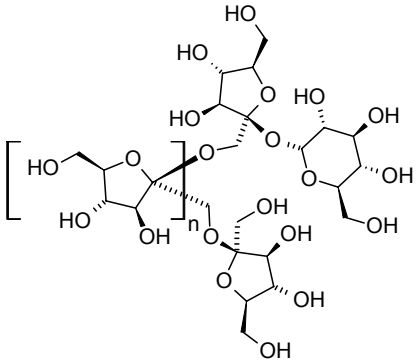
erythritol

Kromě vyjmenovaných alditolů, což jsou definované chemické sloučeniny, se ještě vyrábí sirupy nebo jejich sušené produkty, které vznikly redukcí směsi oligosacharidů, případně polysacharidů s nižší molekulovou hmotností. Jsou to redukované škrobové hydrolyzáty, jako např. maltodextriny nebo redukované fruktany[39].

Světový trh je alditoly v podstatě nasycen a s výjimkou isomaltu se očekává malý růst produkce. Historicky má průmysl alditolů své kořeny v Evropě, která nemohla soutěžit s výrobou škrobu z kukuřice v USA. Proto řada velkých výrobců alditolů má své sídlo v Evropě, i když v současné době dochází k velkým akvizicím. Mezi největší výrobce alditolů patří společnosti jako jsou Cerestar (Belgie), Roquette Frères (Francie) a SPI Polyols (USA). Hlavním výrobcem laktitolu je Danisco (Dánsko) a isomaltu doposud Südzucker (NSR), kterému na tento produkt skončil patent, a tudíž začíná být vyráběn například společností Cerestar. Jako ve všech odvětvích průmyslu, je očekáván velký růst výroby alditolů v Číně, i když doposud produkce základních potravinářských komodit nedostačuje požadavkům obyvatelstva[11].

4. Fruktany a fruktooligosacharidy

Inulin je zásobním polysacharidem mnoha rostlin, například se nachází v cibulích tulipánů a narcisů, artyčocích, juce, avšak jeho průmyslovým zdrojem je hlavně čekanka. Inulin je polysacharid, který obsahuje převážně D-fruktosu, terminální jednotkou je D-glukosa a jeho stupeň polymerizace bývá udáván $n \leq 140$. Fruktosové jednotky jsou spojeny glykosidovými vazbami (1→2)-β. Hydrolýzou inulinu se získá směs nižších oligomerů, které se nazývají fruktooligosacharidy (FOS). Inulin a jeho nižší oligomery se uplatňují jako prebiotika, tj. příznivě ovlivňují střevní mikrofloru, a zároveň se nižší oligomery používají jako diabetická sladidla[42,43]. Kromě toho je možné získat směs nižších oligomerů fermentačním procesem[44] a vzniklé oligomery pak mají stejné uplatnění jako oligomery vzniklé hydrolýzou inulinu. Obchodní směs s obvyklým stupněm polymerizace $n = 3$ až 5 je často nazývána Neosugar, Actilight nebo může mít název Raftilosa, obsahuje zejména kestosu ($n = 0$), nystosu ($n = 1$) a fruktosylnystosu ($n = 2$)[42,45,50]. Tyto obchodní směsi mají sladivost kolem 50 % v porovnání se sacharosou a mohou se kombinovat s povolenými přídatnými látkami jako jsou Acesulfam K nebo Aspartam. Světovými výrobci inulinu, jeho hydrolyzátů a případně derivátů jsou např. společnosti Orafti Group (Belgie)[42] a Cargill (USA)[46].

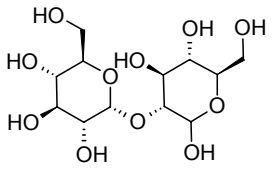


inulin, n ≤ 140

β-D-Fru*f* -(2-->1)-[β-D-Fru*f* -(2-->1)]$_n$-β-D-Fru*f* -(2<-->1)--α-D-Glc*p*

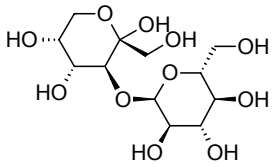
5. Invertní cukr a med

Invertní cukr je směs 50 % D-glukosy a 50 % D-fruktosy, která se vyrábí průmyslově a může se připravovat i v domácnostech. Využívá se buď kyselé nebo enzymové hydrolýzy sacharosy[10,11]. Pro svůj obsah D-fruktosy je poněkud sladší než sacharosa a to asi 1,5krát. Tekuté invertní cukry, ve kterých je sacharosa hydrolyzována jen částečně[5], se používají kromě slazení i jako zvlhčovadla. V přírodním medu je nejvíce zastoupena[47] D-fruktosa (38 %) a D-glukosa (30 %), přičemž celkový obsah redukujících cukrů je zhruba 77 %. Dále med obsahuje do 1 % sacharosy, až 6 % tvoří další disacharidy, jako maltosa (4--*O*-α-D-glukopyranosyl-D-glukosa), kojibiosa (2-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-glukosa), turanosa (3-*O*-α-D-glukopyranosyl-α-



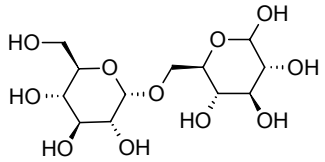
kojibiosa

α-D-Glc*p*-(1→2)-D-Glc*p*



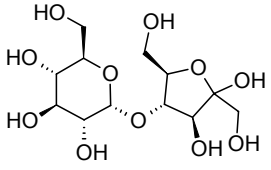
turanosa

α-Glc*p*-(1→3)-D-Fru*f*



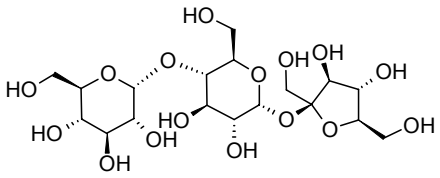
isomaltosa

α-D-Glc*p*-(1→6)-D-Glc*p*

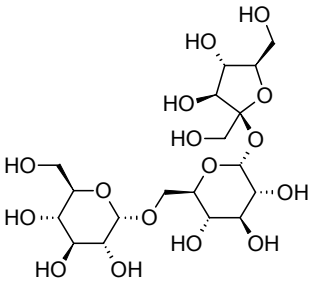


maltulosa

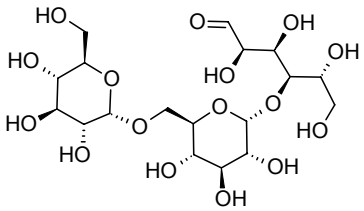
α-D-Glc*p*-(1→4)-D-Fru*f*



erlosa
α-D-Glc*p*-(1→4)[β-D-Fru*f*-(2→1)]-α-D-Glc*p*



theanderosa
α-D-Glc*p*-(1→6)[β-D-Fru*f*-(2→1)]-α-D-Glc*p*

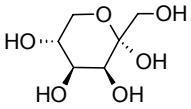


panosa
α-D-Glc*p*-(1→6)-α-D-Glc*p*-(1→4)-D-Glc*p*

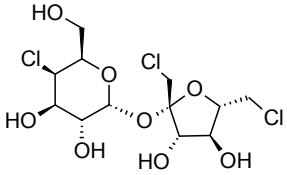
-D-fruktosa), isomaltosa (6-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-glukosa), a maltulosa (4-*O*-α-D-glukopyranosyl-D-fruktosa). Dále může obsahovat až 4 % oligosacharidů, jako například erlosy, theanderosy a panosy[48]. Invertní cukr se za med nesmí vydávat a nesmí se jím med[5] ani porušovat.

6. Nový produkt se sladkou chutí – Shugr

Zajímavý je relativně nový produkt uvedený na trh v roce 2005 firmou Swiss Research, divize Health Sciences Group[49], a který je nazván „shugr“. Je označován jako přírodní (či 99,5 % přírodní) sladidlo, které chutná a je pociťováno v ústech stejně jako třtinový cukr a nemá žádný dodatečný chuťový podtón (aftertaste). Z potravinářského hlediska je hodnocen jako nekalorické sladidlo a je údajně možno s ním vařit a péci jako s cukrem, včetně kynutí, hnědnutí a karamelizace. Shugr se vyrábí jako patentovaná směs erythritolu, maltodextrinu, D-tagatosy s přídavkem malého množství (méně než 0,005 g na čajovou lžičku) sukralosy[50] [(1,6-dichlor-1,6-dideoxy-β-D-fruktofuranosyl)-4-chlor-4-deoxy-α-D-galaktopyranosid; 4,1',6'--trichlor-4,1',6'-trideoxygalaktosacharosa)], čímž přívlastek „přírodní“ ztrácí svůj přírodní lesk. A to i kdybychom vzali maltodextrin, který reklama citlivě označuje jako „pocházející z kukuřičného škrobu“, za surovinu „přírodní“. Je vcelku logické, že shugr má potravinářské označení GRAS (Generally Recognized as Safe) od FDA (U.S. Food & Drug Administration). Shugr, i proto, že se dávkuje 1:1 ve srovnání se sacharosou, je zatím poněkud drahý; stojí v maloobchodě (USA) asi 1000 Kč kg^{-1}.



α-D-tagatofuranosa



sukralosa

7. Závěr

Nahlédnutí do nepřeberného hájemství sekundárních metabolitů je drobnou pomůckou, která může být významná pro potravinářského, farmaceutického, či kteréhokoliv chemika, neboť může napomoci širšímu využití citovaných látek v rámci „obnovitelných zdrojů“ zelené chemie. Výčet používaných sladkých látek zde uvedených je nutno brát jako ukázku několika zajímavých příkladů ilustrující nepřebernou krásu chemie přírodních látek, které mohou být považovány za typické příklady, a nikoli jako vyčerpávající přehled tak, jak se započatá série článků, zamýšlená m.j. i jako učební pomůcky začíná rozvíjet[51]. Pro další informace odkazujeme na uvedené literární zdroje.

Autoři tímto děkují MŠMT za podporu v rámci výzkumného záměru č. MSM6046137305. Autoři dále děkují doc. Ing. Karlu Kefurtovi, CSc. za cenné názvoslovné konzultace.

LITERATURA

1. http://www.fao.org (staženo 5.4.2006).
2. http://www.spolvyziva.cz/zprava_o_vyzive/zprava_4.php (staženo 5.4.2006).
3. http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/sugar/index_en.htm (staženo 5.4.2006).
4. Hamilton-Miller J. M. T.: J. Med. Microbiol. *50*, 299

(2001).
5. Vyhláška č.76/2003 Sb. částka 32.
6. Weidenbach G., Bonse D., Meyer B.: US Patent 4665025
7. OECD, 2004, OECD Agricultural Outlook: 2004-2013, OECD, Paris, Glossary
8. http://register.consilium.eu.int/pdf/cs/06/st05/st05588.cs06.pdf (staženo 7.7.2006).
9. Vyhláška č.431/2005 Sb., částka 148.
10. *BCC Research C-230 The Global Market for Polyols*, October 2001.
11. Anonym: Int. Sugar J. *104*, 352 (2002).
12. http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76457 (staženo 24.4.2006).
13. http://www.xylitolforyou.com/mission.html (staženo 5.4.2006).
14. http://www.pentosesugar.com/part2-1.html (staženo 5.4.2006).
15. http://www.xylitolworks.com/production.html (staženo 5.4.2006).
16. http://www.xylitol.net/eng/index.php (staženo 5.4.2006).
17. Buckl H., Fahn R., Hofstadt C. E.: DE Patent 3980719 (1971).
18. Melaja A. J., Hamalainen L.: US Patent 4008285 (1977).
19. http://www.tifac.org.in/news/view6.htm (staženo 5.4.2006).
20. http://www.ynhh.org/online/nutrition/advisor/sugar_alcohol.html (staženo 5.4.2006).
21. Durham R. J., Sleigh R. W., Hourigan J. A.: Australian J. Dairy Techn. *59*, 138 (2004).
22. Theoleyre M. A.: FR Patent 2 844 280 A1 (2004).
23. Pederson H. T. Jr.: US Patent 4202909 (1980).
24. Heikkila H., Nygren J., Sarkki M.-L., Gros H., Eroma O.-P., Pearson J., Pepper T.: US Patent 6395893 (2002).
25. Myers C., Heikkilae H., Nikander H., Nurmi J., Nygren J., Perkkalainen P., Pepper T., Pitkaenen I., Valkonen J.: US Patent 6872414 (2005).
26. Rudolfová J., Čurda [L.]: Chem. Listy *99*, 168 (2005).
27. Schiweck H.: Proc. ERGOB Conf. *1978*, 138.
28. Bollinger H.: Gordian *5*, 92 (1978).
29. http://www.palatinit.com/en/Company/ (staženo 5.4.2006).
30. Duflot P., Fouache C.: US Patent 6204378 (2001).
31. Šmídová I., Čopíková J., Sikora A., Maryška M.: Chem. Listy *98*, 142 (2004).
32. Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt: EU patent 0625578, viz: http://legal.european-patent-office.org/dg3/pdf/t000737du1.pdf (staženo 5.4.2006).
33. Horikita H., Hattori N., Takagi Y., Kawaguchi G., Maeda T.: US Patent 4923812 (1990).
34. Sasaki T., Kasumi T., Kubo N., Kainuma K., Wako K., Ishizuka H., Kawaguchi G., Oda T.: US Patent 4939091 (1990).
35. Abe S., Satoshi M.: US Patent 5902739 (1990).
36. Lin S.-J., Wen C.-Y., Hsu W.-H., Liou G.-Y., Chu W.-S.: US Patent 6448053 (2002).
37. Arrigoni E., Brouns F., Amado R.: British J. Nutr. *94*, 643 (2005).
38. http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out175_en.pdf#search='Erythritol, (staženo 5.4.2006).
39. Vogel M., Kunz M., Kowalczyk J., Munir M.: Eur. Pat. Appl. EP 657106 (1995); US 5585480 (1996).
40. http://www.spipolyols.com/pdfs/PolyolCompareChart.pdf (staženo 9.4.2006).
41. Bubník Z., Kadlec P., Urban D., Bruhns M.: *Sugar Technologists Manual*. Bartens, Berlín (1995).
42. http://www.orafti.com/orafti/orafti.nsf/splashcontent?readform (staženo 7.7.2006).
43. http://members.shaw.ca/duncancrow/inulin_review.html#IIc. (staženo 7.7.2006).
44. Sangeethaa P. T., Ramesha M. N., Prapullaa S. G.: Trends Food Sci. Technol. *16*, 442 (2005).
45. http://www.danone-institut.cz/files/2004.03/ (staženo 7.7.2006)
46. http://www.cargill.com/index.htm (staženo 7.7.2006).
47. http://www.nhb.org/foodtech/defdoc.html (staženo 17.4.2006).
48. Crane E. (ed.): *Honey: A Comprehensive Survey*. Heinemann, London 1975.
49. http://www.shugr.com/ (staženo 17. 4. 2006).
50. Moravcová J.: Chem. Listy *95*, 202 (2001).
51. Čopíková J., Uher M., Lapčík O., Moravcová J., Drašar P.: Chem. Listy *99*, 802 (2005).

J. Čopíková[a], O. Lapčík[b], M. Uher[c], J. Moravcová[b], and P. Drašar[b,d] *([a]Department of Carbohydrate Chemistry and Technology, Institute of Chemical Technology, Prague, [b]Department of Chemistry of Natural Compounds, Institute of Chemical Technology, Prague, [c]Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak Technical University, Bratislava, [d]Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague):* **Non-sucrose Saccharide Sweeteners and Related Compounds**

A brief survey of the most frequently occurring non-sucrose saccharide sweeteners and related compounds aims to show the importance of this group of compounds, which can be utilised, among others, in food and pharmaceutical industry. The beauty and biodiversity of this group of mostly secondary metabolites are illustrated. The article is also meant for teachers and students.