

Náhradní sladidla, jejich místo v současné diabetologii

MUDr. Eva Račická

Diabetologická a interní ambulance, Ostrava

Sladidla jsou látky, které udělují potravině sladkou chuť. Jako sladidla obvykle označujeme látky, které mají vyšší sladivost než sacharóza, ale menší energetickou hodnotu. Náhradní sladidla, též nazývaná náhražka cukru (alternativní), mohou být přírodní nebo synteticky vyrobené látky. Název umělá sladidla se používá pro sladidla synteticky vyrobená. Přehled obsahuje sladidla v současné době používaná v potravinářském a farmaceutickém průmyslu a v kosmetice.

Klíčová slova: náhradní sladidla, přírodní sladidla, umělá sladidla, sladivost, bezpečnost sladidel, zařazení do diety diabetika.

Sugar substitutes, their role in current diabetology

Sweeteners are substances that provide a sweet taste to food. The term sweeteners is usually used to refer to substances that possess a higher sweetness than sucrose, but provide less energy. Sugar substitutes (also referred to as sugar alternatives) can be natural or synthetically manufactured substances. The term artificial sweeteners is used for those manufactured synthetically.

Key words: sugar substitutes, natural sweeteners, artificial sweeteners, sweetness, sweetener safety, inclusion in a diabetic diet.

Interní Med. 2012; 14(8 a 9): 331–335

DŮVOD K POUŽITÍ NÁHRADNÍCH SLADIDEL:

1. diabetes mellitus
2. redukce obsahu energie potravinách
3. ochrana před zubním kazem
4. cena – mnohá levnější než cukr
5. reaktivní hypoglykemie

Sladidla pro diabetiky nevhodná cukr řepný a třtinový cukr, hroznový, melasa, med, sirupy (javorový, z agáve), obilné sladěnky

Sladidla pro diabetiky vhodná jsou označována jako náhradní sladidla

Dělení sladidel vhodných pro diabetiky:

podle původu	přírodní: např. steviosid, thaumatococin syntetická identická s přírodními: např. polyalkoholy syntetická: např. sacharin, cyklamát
podle nutriční hodnoty	energetická: polyalkoholy kromě erythritolu, fruktóza neenergetická: synteticky vyrobená a přírodní
podle chemické struktury	proteiny, peptidy (thaumatococin, aspartam) halogenové disacharidy (sukralóza) terpeny (steviosid) chalkony (neohesperidin DC)

Využití sladidel: potravinářský a farmaceutický průmysl, kosmetika.

Posuzování zdravotní nezávadnosti potravinářských aditiv včetně náhradních sladidel: Od r. 1955 JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives při WHO) vypracoval koncepci stanovení jejich akceptovatelného denního příjmu (ADI = acceptable daily intake). Od r. 2002 v EU má tuto funkci Evropský úřad pro bezpečnost potravin EFSA (European Food Safety Authority) a jeho vědecký panel (ANS – panel on food additives and nutrients sources added to food), který schvaluje a vydává m.j. seznam povolených sladidel – E čísla.

Česká legislativa je harmonizována s legislativou EU. Seznam povolených aditiv včetně sladidel je uveden ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví 4/2008 a v přílohách II a III nařízení/ES/č.1333/2008.

ADI: Přijatelná denní dávka náhradního sladidla, která může být konzumována denně po dobu života, aniž by představovala riziko pro zdraví konzumenta (mg/kg hmotnosti/den).

Sladivost: Sladká chuť je definována jako sladivost porovnávaná se sacharózou, která má relativní sladivost 1.

NÁHRADNÍ SLADIDLA PŘÍRODNÍ

1. Sacharidy

1.1. Alkoholické cukry

1.2. Monosacharidy

1.3. Oligosacharidy

2. Glykosidy

3. Proteiny

1 SACHARIDY

1.1 Alkoholické cukry (alditoly, cukerné alkoholy, polyoly)

Jsou produkty redukce monosacharidů. Sladivost je většinou nižší než sacharóza (sladivost 1,0), relativně nižší energetická hodnota proti sacharóze (její energetická hodnota 16,8 kJ/g = 4,2 kcal/g).

Vyšší endotermní rozpouštěcí entalpie (vyvolávají chladivý pocit v ústech). Fermentace v tlustém střevě na nižší mastné kyseliny, mají laxativní vlastnosti, liší se v maximální doporučené denní dávce na osobu = LT (laxation threshold). Nejsou kariogenní. Použití: **potravinářský průmysl**: výroba cukrovinek, bonbónů, sušenek, pečiva, žvýkaček; **farmaceutický průmysl**: zubní pasty; **dermatologie**: zvláčňovadla, zvlhčovadla (hygroskopické vlastnosti).

1.1.1 Sorbitol (sorbit, D-glucitol, sorbitolový sirup) E420

Relativní sladivost 0,63, energetická hodnota 16 kJ/g (kalorické sladidlo), LT 50 g/den. Obsažen v třešních, hruškách, průmyslově výroba redukcí glukózy, vedlejší produkt při výrobě je fruktózový sirup. V organismu se mění na fruktózu. Použití: výroba zubních past, léků, diabetického pečiva, cukrovinek, konzervářských výrobků.

1.1.2 Mannitol (D-mannitol) E421

Relativní sladivost 0,5, energetická hodnota 10,5 kJ/g, LT 20 g/den.

Obsažen v olivách, fíciích, jasanu, průmyslová výroba redukcí D-fruktózy. Nízká hygroskopicitata. Použití v potravinářství (žvýkačky, sušené ovoce, čokoláda), ve farmaceutickém průmyslu pomocná látka.

1.1.3 Xylitol (D-xylitol, cukr dřevěný, březový) E967

Relativní sladivost 1,0, energetická hodnota 10,5 kJ/g, LT 50–90.

Vysoká hodnota endotermní rozpouštěcí entalpie.

Obsažen v ovoci, zelenině, ovsu, kukuřičných plevách. Neúplně se vstřebává, nevstřebaná část působí jako vláknina, má antioxidační vlastnosti. (aktivuje glutathion). Inhibuje růst bakterie *Streptococcus mutans*, která je zodpovědná za vznik zubního kazu. Doporučeno nepřekračovat denní dávku 40 g, což odpovídá asi 40 g cukru. Použití v potravinářství (žvýkačky), farmacie (zubní pasty, ústní vody).

1.1.4 Maltitol E965

Relativní sladivost 0,9, energetická hodnota 10,5 kJ/g, LT 60–90 g/den.

Obsažen v obilí, kukuřici. Vyrábí se hydrogenací z maltózy získané ze škrobu nebo sacharózy. Nekrystalizuje. Použití: potravinářství (sirupy, cukrovinky, zmrzlina, žvýkačky), farmacie.

1.1.5 Laktitol E966

Relativní sladivost 0,3–0,4, energetická hodnota 10,5 kJ/g, LT 20–50 g/den.

Obsažen v mléce, výroba redukcí laktózy. Špatně se vstřebává, je potravou pro střevní bakterie – prebiotikum. Použití – potravinářství (bonbony, sušenky, zmrzlina, diabetické mléčné čokolády), ve farmacii (projímadla).

1.1.6 Izomalt E953

Relativní sladivost 0,4, energetická hodnota 10,5 kJ/g, LT 50–70 g/den.

Obsažen v řepě, ze které se vyrábí. Ve střevě se nevstřebává, má vlastnosti vlákniny. Chutná jako sacharóza. Použití v potravinářství, často v kombinacích s ostatními sladidly.

1.1.7 Erythritol E968 (obchodní název např. Extra-Linie)

Relativní sladivost 0,6–0,7, energetická hodnota 0,84 kJ/g, LT 125g/den.

Obsažen v ovoci, výroba fermentací roztoků D-glukózy kvasinkami, molekula prochází stěnou tenkého střeva, vylučován nezměněn močí, nemá laxativní účinky. Má silný chladivý účinek, proto časté kombinace s ostatními sladidly. Může způsobovat v dávce >50 g nauzeu, borborygmy, jsou popsány i kožní alergické reakce (urtika). Použití v potravinářství (cukrovinky).

1.2 MONOSACHARIDY

1.2.1 Fruktóza (cukr ovocný) (obchodní název např. Fruktopur)

Relativní sladivost 1,2–1,5, energetická hodnota 16,7 kJ/g.

Hexóza, nachází se v mnoha potravinách (med, ovoce bohaté na vlákninu – jahody, ostružiny, sladké brambory, kukuřice). Čistá fruktóza je velmi sladká, dobře rozpustná. V potravinářství je používán kukuřičný sirup s vysokým obsahem fruktózy (HFCS). Resorpce fruktózy v tenkém střevě se účastní transportér GLUT5, metabolizuje se v játrech, nestimuluje vylučování inzulínu. Používána v potravinářství (výrobky pro diabetiky).

1.2.2 D-tagatóza

Relativní sladivost 0,9, energetická hodnota 6,0 kJ/g.

Přírodní monosacharid, nachází se v mléčných výrobcích, strukturálně podobná fruktóze. Výroba z laktózy, vstřebává se pouze 15–20% v tenkém střevě, zbylá část má v tlustém střevě prebiotický efekt, není kariogenní, má chuťové vlastnosti cukru, použití v potravinářském průmyslu. Potvrzena v r. 2005 EU jako sladidlo pro diabetiky.

1.3 OLIGOSACHARIDY

1.3.1 Fruktooligosacharidy

Vznikají hydrolyzou inulinu, což je zásobní polysacharid rostlin (artyčoky, čekanka).

Oligomery se uplatňují jako prebiotika, nižší oligomery jako diabetická sladidla. Vyrábí se jako obchodní směsi, mají relativní sladivost cca 0,5, používají se v kombinacích se syntetickými sladidly.

2 GLYKOSIDY

2.1 Neohesperidin DC E959 (obchodní název např. Slunéčko diabetiků – obsahuje i sacharin, aspartam, cyklamát, acesulfam)

Relativní sladivost 250–2000, energetická hodnota 8,4 kJ/1 g, ADI 5 mg/kg/den,

obsažen v pomerančích, grapefruitech, vyrábí se z flavonoidů pomerančů, termostabilní, používán pro synergistický efekt v kombinacích s dalšími sladidly. Používá se v potravinářském a farmaceutickém průmyslu (sladkosti, žvýkačky, zubní pasty, léčiva).

2.2 Glycyrrhizin

Izolován ze skořice, relativní sladivost 50.

Odlišný vjem sladkosti – lékočivá příchut'. V EU bezpečnost stanovena jako dávka do 100 mg/den. Vyšší dávky inhibicí dehydrogenázy 11-beta-hydroxysteroidů mají obdobný účinek jako hyperaldosteronismus (hypertenze, otoky). Není povolen v EU jako sladidlo.

2.3 Steviosidy E-960 (obchodní název např. Truvia, Stévie-BIO sladidlo)

Relativní sladivost 200–300, neenergetické sladidlo, ADI 4 mg/kg/den.

Sladká chuť objevena v lístcích rostliny Stevia rebaudiana, pochází původně z Jižní Ameriky, kde ji používali indiáni kmene Guarani v přírodní medicíně i na cukrovku, na pálení žáhy atd. V r. 1931 izolován krystalický steviosid, který má strukturu podobnou steroidním hormonům, následně další steviové glykosidy. V lístcích rostliny se nachází 4–20% steviosidu a rebaudiosidu A. Steviosidy mají slabou antiandrogenní aktivitu, nejsou kariogenní, potlačují růst mikroorganismů v ústech. Použití v 31 kategoriích potravinářských výrobků, stolní sladidlo, ve farmacii (ústní vody).

3 PROTEINY

3.1 Thaumatin E 957

Relativní sladivost 3000, neenergetické sladidlo (energetická hodnota 0,008 kJ/g/). Směs polypeptidů thaumatin I-II, popsány v západoafrickém ovoci katemfe, které roste na keři Thaumatococcus daniellii. Vysoká sladivost odlišná od cukru, termostabilita, používán v kombinaci s aspartamem, steviosidem v potravinářském průmyslu (zmrzlina, dezerty, jogurty).

3.2 Monellin

Relativní sladivost 800–2000, sladký protein, byl objeven v ovoci africké rostliny dioscoreophyllum cummuisii. Rozpustný ve vodě, sladivost závisí na pH, labilita při teplotě nad 50° C, kdy dochází ke ztrátě sladké chuti, extrakce z rostliny je drahá, vyvíjí se chemická syntéza, dosud nemá praktický význam.

NÁHRADNÍ SLADIDLA SYNTETICKÁ

Látky intenzivně sladké chuti, **nekalorická** (obsahují méně než 21 kJ/porci), nejsou kariogenní, často termolabilní, používána v komplexních směsích i s polyoly. Náhodné objevy – zjištěná sladká chuť při porušení správného chování v laboratoři (olizování prstů, kouření, jídlo na pracovišti!).

1.1 Sacharin E954 (obchodní název Fan sladidlo, Fruktafam – obsahuje i fruktózu, Dianer T500)

Relativní sladivost 300, nekalorický, ADI 5,0 mg/kg/den, do nápojů dávka do 0,4 mg/l.

Objeven náhodně v r. 1879, nejlevnější a nepoužívanější, dobře rozpustný ve vodě, termostabilní. Podroben rozsáhlým studiím na zvířatech i lidech o bezpečnosti (zjištěná rakovina močového měchýře u krysích samců), nebyla potvrzena spojitost mezi jeho užíváním a kancerogenitou. Nevýhoda nahořklé pachuti. Použití: potravinářský průmysl, zubní pasty, vody. Nedoporučuje se dětem do 3 let, těhotným a kojícím matkám.

1.2 Acesulfam-E 950 (obchodní název např. Diaphan – obsahuje i sacharin, Clara-aspartam + acesulfam)

Chemický příbuzný sacharinu, relativní sladivost 200, nekalorický, ADI 9,0 mg/kg/den. Objeven náhodně v r. 1967, nezávadnost potvrzena v r. 1988, termostabilní.

Použití: potravinářství (cukrovinky, pečivo, pastilky proti kašli).

Zanechává pachut, proto je vhodná kombinace s aspartamem (použití jako sůl aspartamu + acesulfamu v nápojích: označení E962), nedoporučuje se těhotným.

2 CYKLAMÁTY: CYKLAMÁT SODNÝ, VÁPENATÝ E 952 (OBCHODNÍ NÁZEV NAPŘ. CLIO)

Relativní sladivost 30, nekalorický, ADI 7 mg/kg/den, nápoje do 250 mg/l.

Objeven náhodně v r. 1937, povolen 1950, pak v 60. letech studie o kancerogenitě. Metabolizuje se na cyklohexylamin a dicyklohexylamin. V důsledku publikování určitých pochybností, že by cyklamáty mohly zvýšit sílu jiných karcinogenů, byl v mnoha zemích zakázán. Nyní je znovu předmětem toxikologického zkoumání. V ČR dle legislativy EU povolen v r. 2002. Ve vyšší koncentraci hořká pachut, při nižší koncentraci naopak pachuti jiných látek maskuje, kombinace se sacharinem v potravinářství. Nedoporučuje se podávat dětem a těhotným ženám.

3 PEPTIDY**3.1 Aspartam-E 951 (obchodní název např. Irbis, Rioba, Vitar Sweet, Zdravíčko Diachrom)**

Relativní sladivost 180–200, ADI 40,0 mg/kg/den, energetická hodnota 17 kJ/g.

Objeven v r. 1965 náhodně. Dipeptid: metabolizován na kyselinu asparagovou, fenylalanin a methanol, nestálý při nižším pH a vyšších teplotách – nevhodný pro tepelnou úpravu, vzniká hořká chuť fenylalaninu. Při dlouhém skladování ztrácí sladivost. Jeho zdravotní nezávadnost je stále předmětem zkoumání po dobu 30 let (zvířecí experimentální studie, klinický výzkum, epidemiologické studie, postmarketingový výzkum), zatím je shledán bezpečný a povolený pro použití v potravinách. V současné době probíhá proces přehodnocení jeho bezpečnosti jako potravinářské přídatné látky, bude v roce 2012 znovu revidován EFSA. Používání v potravinářském průmyslu – více než 6000 výrobků. Varování na potravinách – nesmí být použit při fenylketonurii.

3.2 Neotam E 961

Derivát aspartamu s vysokou relativní sladivostí 7000–13000, ADI 2 mg/kg/den, nízkokalorický, 50 % nevstřebáno, odchází stolicí, zbylá část metabolizována a vylučována močí, neakumuluje se, není kancerogenní. Použití v potravinářství – zvýraznění chuti u ovocných potravin.

3.3 Alitam

Relativní sladivost 2000, neenergetický dipeptid 10krát sladší než aspartam.

Složený z kyseliny asparagové a D-alaninu, stabilní při vyšších teplotách, nevýhodou změna chuti při delším skladování, zatím není v EU povolen, používá se v Austrálii, Mexiku atd.

4 HALOGENOVANÉ DISACHARIDY**4.1 Sukralóza E955 (obchodní název např. STAR-Linea, Candys, Cukren)**

Relativní sladivost 500–600, ADI 15 mg/kg/den, neenergetické sladidlo.

Náhodně objevená v r. 1976, odvozená od sacharózy-3OH skupiny nahrazené chlórem. Ve střevě nedochází k hydrolýze, 85–97 % nerozštěpené sukralózy odchází stolicí, nepodléhá enzymové přeměně, 3–4 % konjugovány s kyselinou glukuronovou a vylučovány močí. Vysoká tepelná stabilita, chuťově podobná cukru, neprokázán během 20 let na 100 studiích karcinogenní, mutagenní, teratogenní, imunotoxický, neurotoxický ani kariogenní efekt. Nemá vliv na tělesnou hmotnost, glykemii, na lipidové spektrum, neakumuluje se, vhodná pro těhotné, kojící ženy, pro děti. Využití v potravinářském a farmaceutickém průmyslu.

ZAŘAZENÍ NÁHRADNÍCH SLADIDEL DO DIETNÍHO PLÁNU

Diabetikům lze doporučit nealkoholické nápoje slazené neenergetickými sladidly. Užití náhradních sladidel je přijatelné – polyoly s ohledem na jejich energetickou hodnotu a vedlejší účinky, náhradní neenergetická sladidla. Fruktózu je možné konzumovat do denního množství 30 g.

ZAŘAZENÍ NÁHRADNÍCH SLADIDEL DO DIETNÍHO PLÁNU

S opatrností u osob s hypertriglyceridemií, zohlednit energetickou hodnotu stejně jako u sorbitu (ČDS 2007). Dle Americké diabetologické asociace je vhodné upřednostnit fruktózu v ovoci, zelenině a dalších potravinách. Použití fruktózy jako sladidla s ohledem na nepříznivý účinek na plazmatické lipidy není doporučeno.

Výrobky označené „DIA“ s obsahem náhradních sladidel místo sacharózy mají často energetickou hodnotu srovnatelnou s výrobky pro nediabetyky, nebo často i vyšší obsah tuku, jsou dražší. Dle vyhlášky 23/2001 Sb. potraviny nelze na obalu označit „dia“. V novelizované vyhlášce 54/2004 Sb. o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití je vypuštěn paragraf 21 (označení potravin na obalu jako vhodné pro diabetiky). Nutností jsou pro pacienty s diabetem označení na obalech: množství energie, sacharidů, proteinů, tuků, cholesterolu, v případě použití náhradního sladidla uvedené jeho množství ve 100 g výrobku nebo v celém balení.

Označení na obalu: bez kalorií = méně než 20 kJ/<5 kcal/, nízkokalorické =160 kJ/40 kcal/nebo méně, bez cukru – potraviny s podílem cukru menším než 0,5 g.

Literatura

1. Čopíková J, Lapčík O, Uhel M, et al. Cukerná nesacharidová sladidla a příbuzné látky. Chem. Listy 2006; 100: 778–783.
2. Doležal M. Sladidla používaná ve farmácii a potravinářství; 1. Přírodní sladidla. Prakt. Lékáren 2008; 4(6): 306–309.
3. Doležal M. Sladidla používaná ve farmácii a potravinářství; 2. Syntetická sladidla. Prakt. Lékáren 2009; 5(1): 29–31.
4. Fajkusová K. Je to sladké a cukr to není. Co je to? LF MU Brno, bakalářská práce 2010.
5. Marta N, Funes LL, Saura D, Mical V. An update on alternative sweeteners; Agra Food Industr. Hi-Tech 2008; 19: 8–10.
6. Nutrition recommendations and interventions for diabetes. Diabetes Care 2008; 31(Suppl 1): 561–578.
7. Rybka J. Diabetes mellitus – komplikace a přidružená onemocnění. Praha Grada 2007.
8. Standardy dietní léčby pacientů s diabetem 2007 www.diab.cz.
9. Lebl J, Průhová Š, Šumník Z, a kol. Abeceda diabetu. 3. rozšířené a přepracované vydání. Praha Maxdorf, 2008.
10. Lapčík O. Necukerné přírodní látky sladké chuti. Chemické listy, 2007; 101: 44–54.
11. Platná legislativa – Seznam právních předpisů EU vztahující se k potravinám. Dostupné z <http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/predpisy-eu-1-on-line> 1. 5. 2012.
12. Vyhláška 54/2004 Sb. o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití a její novelizace. Dostupné z <http://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/legislativa/zakon-o-potravinach/provadeci-predpisy-mzd/vyhlaska-2004-54.html> on line 1. 5. 2012.

Článek přijat redakcí: 28. 3. 2012
Článek přijat k publikaci: 4. 5. 2012

MUDr. Eva Račická

Diabetologická a interní ambulance
Lumírova 2, 700 30 Ostrava 30
eva.racicka@centrum.cz

