

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Přírodní sladidla – alternativa cukru

Bakalářská práce

Autor práce: Kateřina Kratochvílová

Vedoucí práce: Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Přírodní sladidla - alternativa cukru" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. 4. 2014

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D., za odborné vedení a rady při tvorbě této práce. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi ochotně pomáhali s jazykovou korekturou a s překladem do anglického jazyka. Mé poděkování patří také mé rodině a partnerovi za jejich podporu při psaní práce.

Přírodní sladidla – alternativa cukru

Souhrn

Cukr (sacharosa) je bezpochyby nejpoužívanějším sladícím prostředkem přírodního původu, ale rozhodně není jediný. Z rostlin bylo izolováno velké množství sladkých látek různé struktury. Tato nesacharidická sladidla mají několik výhod oproti sacharose. Jsou to nízkenergetické látky, které mnohonásobně převyšují sladící účinek sacharosy, a proto se stávají její vhodnou alternativou. Většina těchto sladkých látek je, na rozdíl od sacharosy, nekariogenního charakteru, a to je upřednostňuje v použití do různých výrobků zubní hygieny, jako jsou žvýkačky nebo ústní vody. Přírodní sladidla mají různou strukturu, často se řadí mezi terpenoidy, steroidy, flavonoidy nebo proteiny.

Přestože trh se sladidly je zaplaven převážně sladidly syntetického původu, i některá přírodní sladidla si na trhu vydobyla své místo a vyrábějí se průmyslově. Mezi tato přírodní sladidla patří thaumatin, steviol-glykosidy, neohesperidin DC nebo cukerné alkoholy. Tato sladidla tvoří pouze malý zlomek z celkového počtu objevených přírodních sladkých látek. Převážná většina sladidel přírodního původu jsou stále předmětem výzkumu a nejsou zatím povolena k použití v potravinářství. K průmyslové výrobě jsou nevhodné ty sladké látky, které jsou v rostlině obsaženy ve velmi nízké koncentraci. Některým sladidlům brání v použití v potravinách jejich nevhodné technologické vlastnosti, jako je špatná rozpustnost a nízká stabilita. Také nepříjemná pachů některých sladidel je znevýhodňuje oproti sacharose. Chuťové vlastnosti předurčují sladidla k použití do různých potravin. Mentolová příchů a chladivý účinek některých sladidel je dělá vhodnými k použití například do žvýkaček a bonbonů a naopak nevhodnými do většiny jiných cukrovinek.

Tato bakalářská práce vytváří přehled přírodních nízkenergetických sladidel. Věnuje se jejich chemické stavbě, sensorickým vlastnostem, vlivu na lidský organismus, možnostem použití v potravinách a jejich možnému analytickému stanovení. Zaměří se také na jejich srovnání se sacharosou. Část práce se věnuje zmapování přírodních sladidel steviol-glykosidů v tržní síti ČR. Zmapování ukázalo, že toto poměrně nové sladidlo obsažené v rostlině stéviu cukrové (*Stevia rebaudiana*) úspěšně proniká do různých potravinářských výrobků, hlavně do nápojů. Tyto produkty jsou lidem běžně dostupné bez znatelného cenového rozdílu oproti výrobkům stejného typu slazeným cukrem.

Klíčová slova: steviosid, monosacharidy, alkoholické cukry, nesacharidická sladidla

Natural sweet substances – alternative of sugar

Summary

Sugar (sucrose) is undoubtedly the most commonly used sweetening agent of natural origin, but certainly not the only one. Large amount of sweet substances with different structure has been isolated from the plants. These non-carbohydrate sweetening agents have several advantages over sucrose. They are low-energy substances, which have much higher sweetening effect than sucrose, and therefore become a suitable alternative sugar. Unlike sucrose, most of these sweet substances, are non-cariogenic and it is preferable to use in a variety of dental hygiene products such as chewing gum or mouthwash. Natural sweeteners have different structures and often belong among terpenoids, steroids, flavonoids, or proteins.

Although the market is full of mostly synthetic sweeteners, also some natural sweeteners have made their market place and are produced industrially. Among these natural sweeteners are thaumatin, steviol-glycosides, neohesperidin DC or sugar alcohols. These sweeteners represent only a small part of the total number of discovered natural sweet substances. The majority of natural sweeteners are still studied and are not approved for use in food. The sweet substances, which are contained in low concentration in the plant are unsuitable for industrial production. Certain sweeteners can not be used in food because of their unsuitable technological properties such as poor solubility and low stability. Also some unpleasant aftertaste of sweeteners is a disadvantage compared to sucrose. The use of sweeteners in different food is determined by their taste quality. Menthol flavor and a cooling effect of certain sweeteners, makes them suitable for use in chewing gum and candies for example, but unsuitable in most others sweets.

This work creates a list of low-energy natural sweeteners. It describes their chemical structure, sensory properties, the effect on the human body, use in foods and possibility of analytical determination of sweeteners. It also focus on a comparison with sucrose. Part of the work is devoted to surveying natural sweeteners steviol-glycosides in the Czech market network. The market research have showed that this relatively new sweetener contained in stévie cukrová (*Stevia rebaudiana*), successfully penetrates into various food products, especially beverages. These products are commonly available to people without noticeable price difference compared to the same type of products sweetened with sugar.

Keywords: stevioside, monosaccharides, sugar alcohols, non-carbohydrate sweeteners

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Historie používání sladidel	10
3.2 Legislativa	11
3.3 Cukr versus sladidla.....	13
3.4 Vlastnosti ideálního sladidla	14
3.5 Vliv sladidel na zdraví člověka	15
3.5.1 Obezita	16
3.5.2 Diabetes	17
3.5.3 Zdraví ústní dutiny	18
3.5.4 Zdraví škodlivé účinky	18
3.6 Rozdělení sladidel.....	19
3.7 Monosacharidy a disacharidy	20
3.8 Přírodní sladidla na bázi sacharidů.....	21
3.8.1 Sorbitol.....	22
3.8.2 Mannitol.....	23
3.8.3 Xylitol	24
3.8.4 Erythritol	25
3.9 Přírodní sladidla na bázi aminokyselin a proteinů	27
3.9.1 Thaumatin.....	27
3.9.2 Mirakulin.....	28
3.9.3 Monellin.....	29
3.9.4 Mabinliny	30
3.9.5 Další přírodní sladidla na bázi aminokyselin a proteinů	30
3.10 Ostatní přírodní sladidla.....	31
3.10.1 Steviosid.....	32
3.10.2 Neohesperedin DC.....	34
3.10.3 Glycyrrhizin	35
3.10.4 Mogrosidy	37
3.10.5 Osladin	39
3.10.6 Fylodulcin	40
3.10.7 Perillartin.....	40
3.10.8 Další přírodní nesacharidická a neproteinová sladidla	41
3.11 Stanovení sladidel	46
4 Zmapování trhu	47

4.1	Dostupnost v různých obchodech.....	47
4.2	Zmapování výrobků se steviol-glykosidy.....	48
4.2.1	Sladidla.....	48
4.2.2	Potraviny slazené stévií.....	51
4.2.3	Nápoje slazené stévií	53
4.2.4	Další výrobky slazené stévií	54
4.3	Srovnání cen.....	55
5	Závěr	56
6	Seznam literatury.....	57
6.1	Legislativní zdroje.....	61
7	Seznam obrázků a tabulek.....	63
8	Seznam použitých zkratk	64
9	Přílohy.....	65

1 Úvod

Sladká chuť je pro lidi přirozená a neodmyslitelně patří do našeho jídelníčku. Dříve lidé vyhledávali různé sladké rostliny nebo ovoce a ke slazení jim posloužily všelijaké sladké šťávy nebo med. Dnes je nejběžnějším sladidlem nepochybně cukr – sacharosa. Lidé denně konzumují různé cukrovinky, bonbony, sušenky, dezerty, ochucené jogurty, müsli a jiné sladké pokrmy a nápoje, které jsou hojně slazeny cukrem. Cukr však není jediným přírodním sladidlem na našem trhu. Existuje mnoho náhradních sladidel, která se mohou použít místo něj. Cukr je navíc často spojován s různými zdravotními problémy, jako je diabetes, srdeční onemocnění, kazivost zubů nebo obezita. Některá jiná přírodní sladidla mohou být proto ke slazení mnohem vhodnější.

Je snaha nalézt ideální sladidlo, které by bylo nízkoenergetické, mělo by podobný chuťový profil jako sacharosa, bez pachutí, s vyšším sladícím účinkem a zároveň by nemělo žádný negativní vliv na zdraví člověka. Mimo jiné by také mělo být snadno vyrobitelné a cenově dostupné. Přírodní sladidla jsou různého charakteru a žádné nespĺňuje všechny požadavky na ideální sladidlo. Senzorické a technologické vlastnosti sladidel je předurčují k použití v určitých potravinách.

Aby se sladidlo mohlo používat v potravinách, musí být nejprve schváleno a nařízením se určí jeho povolené množství v potravinách. Sladidla jsou prověřována přísnými bezpečnostními testy na schválení pro použití v potravinách.

Hlavními spotřebiteli sladidel bývají diabetici, kteří vyhledávají sladidla nízkokalorická, dále jsou to obézní lidé, kteří se snaží ušetřit kalorie a lidé se zájmem o zdravou výživu, kteří se chtějí vyhýbat cukru. Na poptávku po sladidlech reaguje trh, který je plný různých druhů sladidel ve formě tablet, prášku nebo v tekuté formě, a tato přírodní sladidla se přidávají i do běžných potravin. Populárním sladidlem se stává stévie, která nedávno zaplavila i český trh.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je vytvořit přehled používaných přírodních nízkoenergetických sladidel a sladkých přírodních látek, které jsou méně známé a používané. Popsat jejich chemickou strukturu, využití v potravinách, vliv na lidské zdraví, sensorické a jiné vlastnosti. Dále popsat legislativní opatření používání těchto látek v potravinářství a možnosti analytického stanovení přírodních sladidel v potravinách. Cílem této práce je také zmapování přírodních sladidel se zaměřením na steviol-glykosidy v tržní síti ČR.

3 Literární rešerše

3.1 Historie používání sladidel

Sladce chutnající látky lidé vyhledávali už od pradávna. Nejstaršími sladkými látkami byl zřejmě včelí med a šťávy různých sladkých rostlin a sladké plody keřů a stromů (Davidková et Dostálová, 1991; Krutošíková et Uher, 1985).

Dnes je nejrozšířenější sladící látkou sacharosa, která se poprvé získala z cukrové třtiny (*Saccharum officinarum*). Cukrová třtina se pěstovala v Indii v údolí Gangy a cukr se z ní získával už ve starověku. U nás nejčastěji sladíme cukrem z cukrové řepy (*Beta vulgaris var. altissima*), který byl poprvé připraven v 18. století německým chemikem Linne Margraffem. Kromě těchto dvou nejvýznamnějších cukrodárných rostlin, existuje mnoho dalších druhů rostlin, ze kterých se lidé pokoušeli vyrobit cukr, jako např. ze šťávy javoru, břízy a mrkve (Davidková et Dostálová, 1991; Krutošíková et Uher, 1985).

Byla také snaha získat cukr z melounu, dýně nebo kukuřice. Z dalších cukrodárných rostlin stojí za zmínku palma cukrová (*Borassus flabellifer*), rostoucí v jihovýchodní Asii, dále např. tamaryšek manodárný (*Tamarix mannifera*), manovec mouřenínský (*Alhagi maurorum*) nebo čirok cukrový (*Sorghum vulgare var. saccharatum*) (Valíček et al., 2002).

Historie náhradních sladidel je poměrně krátká. Většina syntetických sladidel byla objevena náhodně jako vedlejší produkty nebo meziprodukty při syntéze jiných látek. Prvním náhradním sladidlem byl sacharin, který v roce 1879 náhodně objevil Remsen a Fehlenberg. V r. 1883 byl objeven dulcin, v r. 1937 cyklamáty, v r. 1965 aspartam a další. Začala se také používat sladidla, která je možno získat z přírodních zdrojů, jako např. sorbitol, xylitol nebo mannitol. Izolace těchto sladidel z přírodních zdrojů je ale velmi nákladná, proto se připravují chemickou cestou. Přírodním látkám a jejich izolaci se v poslední době věnovala velká pozornost. Z plodů africké rostliny *Discoreophyllum cumminisii* byl izolován monellin, z *Thaumatococcus danielli* thaumatiny, dále steviosid z listů rostliny *Stevia rebaudiana* Bertoni, glycyrrhizin z kořene lékořice (*Glycyrrhiza glabra*) nebo osladin z kapradí osladiče (*Polypodium vulgare*) (Davidková et Dostálová, 1991).

Cílem je najít především látky necukerného charakteru a vysoké kvality, které by byly vhodné ke slazení dietních potravin. Tyto rostliny by měly největší přínos pro diabetiky, ale také pro obézní populaci (Valíček et al., 2002).

3.2 Legislativa

Státní zemědělská a potravinářská inspekce (www.szpi.gov.cz) označuje sladidla jako: „Látky používané k tomu, aby se potravinám nebo stolním sladidlům dodala sladká chuť. Mezi náhradní sladidla nepatří monosacharidy a disacharidy, za náhradní sladidla se nepovažují potraviny se sladkou chutí - např. fruktosa a med.“

Informace o povolených sladidlech v České republice a jejich možném použití jsou uvedeny ve sbírce zákonů České republiky v jednotlivých vyhláškách. Zásadní je vyhláška 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Jsou tam vymezeny obecné podmínky použití přídatných látek, tedy i sladidel. Tato vyhláška zpracovává příslušné předpisy Evropské unie, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie. Seznam sladidel povolených při výrobě potravin, potraviny a skupiny potravin, v nichž se mohou vyskytovat, a další podmínky použití sladidel stanoví příloha č. 5 k této vyhlášce. Je zde uvedeno i nejvyšší povolené množství, které je vztaženo na potraviny připravené ke spotřebě podle návodu výrobce. Zmíněná vyhláška 4/2008 Sb. byla novelizována vyhláškou 130/2010 Sb. a vyhláškou 122/2011 Sb.

Vyhláška 76/2003 Sb. stanovuje požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Pro účely této vyhlášky jsou přírodní sladidla charakterizována jako: „Ve vodě rozpustné sladce chutnající látky na bázi přírodních sacharidů, stanovené touto vyhláškou.“

V příloze č. 1 k vyhlášce 76/2003 Sb. je uvedeno členění přírodních sladidel na druhy, skupiny a podskupiny (viz. tabulka č. 1). Tato vyhláška byla novelizována vyhláškou 43/2005 Sb.

Evropská unie vydává nařízení a směrnice, kterými se pak řídí jednotlivé členské státy. Směrnice Komise 2008/60/ES stanovuje specifická kritéria pro čistotu náhradních sladidel pro použití v potravinách. Tato směrnice byla změněna směrnicí Komise 2010/37/EU. Významné je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách. Nařízení také udává zvláštní podmínky pro sladidla, které znějí takto:

„Potravinářskou přídatnou látku lze zařadit na seznam Společenství v příloze II do funkční třídy sladidel, pouze pokud kromě toho, že slouží jednomu nebo více účelům podle čl. 6 odst. 2, slouží jednomu nebo více z těchto účelů:

a) nahrazení cukrů pro produkci potravin se sníženou energetickou hodnotou, potravin, které chrání před zubním kazem, nebo potravin bez přidaných cukrů; nebo

b) nahrazení cukrů v případech, kdy toto nahrazení umožňuje zvýšení trvanlivosti potravin; nebo

c) produkci potravin určených pro zvláštní výživu ve smyslu definice v čl. 1 odst. 2 písm. a) směrnice 89/398/EHS.“

Důležité je nařízení Komise (EU) č. 1129/2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 vytvořením seznamu potravinářských přídatných látek Unie. V seznamu Unie je uveden název potravinářské přídatné látky a příslušné číslo označení E, dále potravinu, do níž lze potravinářskou přídatnou látku přidávat, podmínky, za nichž lze potravinářskou přídatnou látku používat, a omezení přímého prodeje potravinářské přídatné látky konečnému spotřebiteli.

Dále bylo přijato nařízení Komise (EU) č. 1131/2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, pokud jde o steviol-glykosidy. Povoluje se použití této nové přídatné látky jako sladidel. V neposlední řadě vyšlo nařízení Komise (EU) č. 231/2012, kterým se stanoví specifikace pro potravinářské přídatné látky uvedené v přílohách II a III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008. Seznam povolených náhradních sladidel je uveden v tabulce č. 2.

Tabulka č. 1: Členění přírodních sladidel na druhy, skupiny a podskupiny podle přílohy č. 1 k vyhlášce 76/2003 Sb.

Druh	Skupina	Podskupina
Přírodní sladidla	cukr extra bílý	krystal, krupice, moučka
	cukr bílý	
	cukr polobílý	
	cukr moučka s obsahem protihrudkujících látek	
	tvarovaný cukr (kostky, bridž, homole)	
	cukr s přísadami	
	přírodní cukr	
	kandys	
	tekuté výrobky z cukru	tekutý cukr tekutý invertní cukr sirup z invertního cukru karamel
	dextrosa fruktosa glukosový sirup	dextrosa monohydrát dextrosa bezvodá sušený glukosový sirup

Tabulka č. 2: Povolená náhradní sladidla podle nařízení Komise (EU) č. 231/2012.

Kód	Látka	Relativní sladivost
E 420	Sorbitol	0,5-1*
E 421	Mannitol	0,5-0,7*
E 950	Acesulfam K	200
E 951	Aspartam	200
E 952	Kyselina cyklamová a její sodná a vápenatá sůl	40, 30, 30
E 953	Isomalt	0,5 *
E 954	Sacharin a jeho sodná, draselná a vápenatá sůl	300-500
E 955	Sukralosa	600*
E 957	Thaumatococin	2000-3000
E 959	Neohesperidin DC	1000-1800
E 960	Steviol-glykosidy	200-300
E 961	Neotam	7000-13000 *
E 962	Sůl aspartamu-acesulfamu	350 *
E 965	Maltitol	0,9-1 *
E 966	Laktitol	0,5 *
E 967	Xylitol	1 *
E 968	Erythritol	0,6-0,8

* relativní sladivost, u které je uveden tento znak, je převzata ze článku Čopíkové et al. (2013).

3.3 Cukr versus sladidla

Spotřeba cukru je vysoká, lidé si zvykli pít sladké nápoje, konzumovat nespočet různých cukrovinek, nehledě na skryté cukry, které k nám přichází z běžných potravin, jako je např. kečup, zelenina v plechovce nebo v jídle z fast foodu. Vysoká konzumace cukru je spojována s mnohými zdravotními problémy, v popředí s onemocněním diabetes. Proto je snahou vědců vyvíjet nová sladidla, která by měla nižší kalorickou hodnotu, vyšší sladivost

a mohla by sacharosu nahradit. Sacharosa se stává jakýmsi standardem, se kterým nová sladidla srovnáváme.

Výhodou náhradních sladidel je to, že jsou obvykle mnohonásobně sladší než sacharosa, proto nám stačí k oslazení mnohem menší množství. Jejich sladká chuť je ale často doprovázena mírnou pachutí, která může být konzumentovi nepříjemná.

Jak uvádějí Krutošíková et Uher (1985), nesmíme zapomínat na další funkce sacharosy v potravinách, jako je její hmotnost, konzervační schopnost, vliv na vytváření struktury a chuti apod.

Podobné poznatky mají Davidková et Dostálová (1991), které uvádějí, že při použití vysoce sladkých náhradních sladidel, může dojít k úbytku hmotnosti a objemu výrobku. U většiny náhradních sladidel navíc nedochází k Maillardově reakci, která ovlivňuje barvu a vůni např. pečiva, to pak bude světlejší než tentýž výrobek slazený cukrem. Autorky vidí řešení v používání směsných sladidel. Vhodné jsou podle nich kombinace sladidel sacharidických s intenzivně sladkými.

3.4 Vlastnosti ideálního sladidla

Kemp (2006) vymezil vlastnosti ideálního nízkokalorického sladidla do několika bodů. Sladidlo by mělo mít podobný chuťový profil jako sacharosa, bez vedlejších chutí a pachů, s okamžitým nástupem sladké chuti a bez dochtutí. Mělo by být nekalorické a bez kariogenního účinku. Sladidlo musí být bezpečné, bez krátkodobých nebo dlouhodobých účinků na zdraví, a to buď přímo, nebo prostřednictvím metabolitů, pokud se vyskytují. Mělo by být přírodního původu. Dále by mělo být komerčně dostupné za příznivou cenu. Výhodou je snadné použití sladidla, je vhodné, aby bylo dobře rozpustné, bezbarvé, bez zápachu, snadno vyrobitelné, skladovatelné a zpracovatelné. Mělo by být stabilní v řadě zpracování a použití, např. při nízkém pH a vysokých teplotách. Ideální sladidlo by mělo být inertní a kompatibilní s širokou řadou složek potravin. Také by mělo být stabilní při skladování. Dále by mělo poskytnout určitý objemový účinek a smyslově postřehnutelné vlastnosti. V neposlední řadě by ideální sladidlo mělo být biologicky odbouratelné.

Davidková et Dostálová (1991) popsaly vlastnosti ideálního sladidla velmi podobně. Uvádí také, že je požadováno, aby sladidlo bylo výrazně sladší než sacharosa a bylo cenově přijatelné ve smyslu ekvivalentu sladivosti vztaženém na sacharosu. Autorky dále

konstatovaly, že žádné sladidlo nemůže splnit všechny požadavky. Protože je každé sladidlo trochu jiné, tak při nahrazení jednoho sladidla druhým dochází k větší nebo menší změně kvality potraviny. Vhodné je proto kombinovat sladidla tak, aby se dosáhlo vhodné směsi pro jednotlivé druhy potravin.

Nabors (2001) v této souvislosti uvádí, že čím více se chuť a funkce sladidla podobá sacharose, tím větší je spotřebitelská přijatelnost. Pokud může být zpracováno stejně jako sacharosa, se stávajícím zařízením, je vhodné k použití v průmyslu. Konečný potravinářský produkt by měl chutnat podobně jako ten tradiční. Sladidlo musí být kompatibilní s širokým množstvím potravinářských ingrediencí, protože sladkost je jen jednou ze složek komplexu chuťových systémů.

Kemp (2006) popisuje použití nízkokalorických sladidel a jejich smysl v potravinách. Nízkokalorická sladidla zajišťují větší škálu nízkokalorických potravin a nápojů pro kontrolu kalorií, sacharidů a specifického příjmu cukru. Pomáhají při regulaci hmotnosti. Dále pomáhají při kontrole zubního kazu a při řízení diabetu. Sladidla zvyšují chutnost některých potravin, jako jsou potraviny bohaté na živiny či potraviny pro diabetiky. Zvyšují využitelnost léčiv a kosmetiky, např. zlepšují chutnost léků.

3.5 Vliv sladidel na zdraví člověka

Cukr je spojován s mnoha onemocněními, jako je obezita, diabetes mellitus, zubní kaz, infarkt myokardu, dyspepsie, peptický vřed, atd. Role cukru v různých onemocněních je ale stále diskutována (Raben et Hermansen, 2006).

Naproti tomu, sladidla se stávají významným pomocníkem při boji proti obezitě, diabetu, nebo zubnímu kazu. Hrají důležitou roli při snižování kalorií ve stravě a jsou součástí mnoha dietních potravin. Některým sladidlům se ale připisují i negativní účinky na lidský organismus.

Bezpečnost sladidel je velmi důležitá, proto jsou sladidla prověřována přísnými bezpečnostními testy na schválení pro použití v potravinách. Posuzovány jsou z různých aspektů, jako je akutní toxicita, metabolismus a produkty rozkladu. Testování stanoví přijatelnou denní dávku (ADI), odhadované množství látky na kilogram tělesné hmotnosti, které člověk může v průměru bezpečně konzumovat každý den po celý život bez rizika. ADI je konzervativní a je obvykle 100 krát nižší než je maximální dávka, při které se na zvířatech ještě neprojeví žádný pozorovatelný účinek, známý jako No-Observed-Adverse-

Effect Level (NOAEL). Míra užívání je stanovena a použití je monitorováno tak, aby spotřeba nedosáhla úrovně ADI (Kemp, 2006).

3.5.1 Obezita

Výskyt obezity ve vyspělých zemích se zvyšuje. Nadváha nebo obezita zvyšují riziko zdravotních problémů, jako je vysoký krevní tlak, mrtvice, kardiovaskulární onemocnění, artritida, diabetes typu 2 a některé formy rakoviny. Příčinou zvýšení tělesné hmotnosti je vyšší kalorický příjem než výdej. Úbytku hmotnosti je možno dosáhnout snížením příjmu energie tím, že člověk přijme méně kalorií, nebo zvýšením výdeje energie prostřednictvím fyzického cvičení, a to je spojeno se snížením zdravotních rizik a zdravotních problémů. Nízkokalorická sladidla mohou hrát dvojí roli při snižování hmotnosti, a to snížením kalorií z výživných sladidel a zvýšením chutnosti nízkenergetických produktů. Spotřebitelé si mohou osladit potraviny bez přidání kalorií a tyto úspory kalorií využít ke snížení hmotnosti (Kemp, 2006).

Důkazy naznačují, že pokud se nízkokalorická sladidla používají uvážlivě, mohou usnadnit snížení příjmu přídatných cukrů, což vede ke snížení celkové energie a kontrole hubnutí či hmotnosti. Nicméně tyto potenciální přínosy nebudou plně realizovány v případě, že dojde k nárůstu příjmu energie z jiných zdrojů (Gardner et al., 2012).

Studie Parka et Chaa (2010) prokázala, že doplňování steviového extraktu má účinek proti obezitě u obézních myši s vysokým obsahem tuku ve stravě. Studie poskytla důkazy o tom, že stévie snižuje váhový zisk, sérové a jaterní triglyceridy. Studie také potvrdila účinnost stévie v prevenci obezity a s obezitou spojených symptomů, včetně hyperlipidemie a kardiovaskulárních onemocnění.

Existují studie, které došly k závěru, že intenzivní nízkokalorická sladidla mohou naopak přispět k váhovému zisku. Swithers et al. (2010) zkoumali souvislost mezi vysoce intenzivními sladidly a energetickou bilancí. Tato studie byla provedena na hlodavcích. Výsledkem studie bylo zjištění, že konzumace potravin a nápojů slazených nevyživovými sladidly může podporovat zvýšený příjem energie a zvýšení tělesné hmotnosti ve srovnání s potravinami a nápoji slazenými cukrem. Pomocí modelu hlodavců autoři zjistili, že příjem potravin nebo tekutin obsahujících nevyživová sladidla byl doprovázen zvýšeným příjmem potravy, zvýšením tělesné hmotnosti, hromaděním tělesného tuku a slabší kalorickou kompenzací ve srovnání se spotřebou potravin a tekutin obsahující glukosu.

Shankar et al. (2013) uvádějí, že dostupné klinické a epidemiologické údaje nejsou v současné době dostatečné pro konečné závěry, pokud jde o přínos nízkokalorických sladidel ve vztahu k energetické bilanci, udržení nebo snížení tělesné hmotnosti a dalším kardiometabolickým rizikovým faktorům.

3.5.2 Diabetes

Toto onemocnění je poměrně rozšířené a stává se rostoucím globálním problémem. Existují tři typy diabetu, z nichž je nejrozšířenější diabetes typu 2. U diabetiků typu 1, kteří představují asi 10-15 % diabetiků, není produkován žádný inzulín. Diabetes typu 2 souvisí s inzulínovou rezistencí a trpí jím asi 85-90 % diabetiků, přibližně 90 % z nich je obézních nebo s nadváhou. Třetí typ diabetu, gestační diabetes, se vyskytuje v průběhu těhotenství. Diabetes ovlivňuje vnímání chuti a může měnit požadovanou úroveň sladkosti. Diabetici potřebují sledovat příjem sacharidů, aby bylo možné kontrolovat hladinu glukosy v krvi. Sledování celkové spotřeby sacharidů je vhodnější opatření pro udržení relativně normální hladiny glukosy v krvi než sledování glykemické odezvy vyplývající z jejich spotřeby (Kemp, 2006).

Omezení mono- a disacharidů bylo až do nedávné doby základem v léčbě obou typů diabetu. Novější studie však prokázaly, že liberálnější příjem cukrů nemá nepříznivý vliv na kontrolu glykémie, a dietní doporučení pro diabetiky nyní umožňuje, aby sacharosa dosahovala 10 % z celkového energetického příjmu. Důkazy naznačují, že strava s nízkým glykemickým indexem (GI) zlepšuje kontrolu glykémie, ale existuje kontroverze, pokud jde o klinický význam a výhody GI v nutričním řízení diabetu (Raben et Hermansen, 2006).

Nízkokalorická sladidla nemají vliv na glykemickou odezvu a mohou pomoci kontrolovat celkový příjem sacharidů nahrazením výživných sladidel. Mohou pomoci při hubnutí a regulaci hmotnosti, což je důležitým faktorem pro kontrolu diabetu 2. typu (Kemp, 2006).

Lapčík et al. (2007) poukazují na to, že podpurným léčivem při diabetu druhého typu by mohla být stévie. Naznačují to některé studie, v nichž steviosid zlepšoval hodnoty glykemické křivky a zároveň snižoval rozsah rezistence vůči insulínu u laboratorních potkanů. Rebaudiosid A zase podněcoval vylučování insulínu β -buňkami Langerhansových ostrůvků *in-vitro*.

3.5.3 Zdraví ústní dutiny

Ústní bakterie interagují s cukry uvolněnými z potravy, což vede k hromadění bakterií do velkých mas, známých jako zubní plak. Tyto bakterie fermentují sacharidy a dochází ke vzniku kyselých konečných produktů. Tyto produkty a jiné extracelulární produkty, jako jsou enzymy a toxiny, způsobují poranění tvrdé a měkké tkáně, což vede k ústnímu onemocnění, zubnímu kazu a paradentóze. K prevenci zubního kazu patří odstranění zubního plaku pomocí dobrých ústních hygienických návyků, pomocí fluoridu, který sníží rozpouštění zubní skloviny v kyselém prostředí, a pomocí vhodných stravovacích návyků, včetně snížení dostupných zkvasitelných sacharidů, zejména cukru (Kemp, 2006).

Byl nalezen vztah mezi vysokým příjmem nebo také vysokou frekvencí příjmu cukru a výskytem zubního kazu. Zdá se, že pravidelné čištění zubů zubní pastou s fluoridem by mělo kompenzovat vliv mírného příjmu přidaných cukrů (Raben et Hermansen, 2006).

Nízkokalorická sladidla mohou snížit negativní vliv bakterií na zuby nahrazením cukru v potravinách při zachování chutnosti potravin. Nízkokalorická sladidla nejsou kariogenní a neumožňují bakteriím vytvořit zubní kaz. Intenzivní sladidla smíchaná dohromady, nebo v kombinaci s fluoridem nebo xylitolem vykazují synergismus v inhibici kariogenních bakterií. Nízkokalorická sladidla se používají v mnoha prostředcích ústní hygieny, jako jsou zubní pasty, ústní vody atd. (Kemp, 2006).

Mezi nekariogenní sladidla patří především cukerné alkoholy nebo steviol-glykosidy. Také neohesperidin DC je relativně inertní vůči působení kariogenních bakterií (Borrego et Montijano, 2001). Bylo také prokázáno, že glycyrrhizin na úrovni 0,5-1 % inhibuje tvorbu zubního plaku zprostředkovanou kariogenními bakteriemi *Streptococcus mutans* (Kinghorn et Comparde, 2001).

3.5.4 Zdraví škodlivé účinky

I když vědecké důkazy ukazují, že sladidla povolená pro použití v potravinách jsou bezpečná, někteří jednotlivci a organizace zůstávají skeptičtí k dlouhodobým zdravotním rizikům v důsledku jejich spotřeby. Nicméně všechna sladidla povolená pro použití v potravinách v EU byla podrobena důkladnému bezpečnostnímu hodnocení před jejich přijetím. Jejich bezpečnost byla doložena výsledky mnoha *in vitro* a *in vivo* studií na zvířatech, testech na lidech a v některých případech epidemiologickými studiemi. Byla podrobena komplexním zkouškám pro potenciální toxické účinky podle principů

toxikologického testování potravinových přísad. Z tohoto důvodu spotřeba sladidel v množství, které je v rámci ADI, nepředstavuje zdravotní riziko pro spotřebitele (Mortensen, 2006).

U sladidel, která nejsou zatím v EU schválena, je jejich bezpečnost často diskutována. Výzkum některých sladkých přírodních látek zatím není dostatečný k možnému potvrzení nebo vyvrácení jejich potenciálního zdravotního rizika. Pozornost je věnována jejich možným toxickým, karcinogenním, mutagenním a dalším negativním účinkům.

Další informace o účincích sladidel na lidský organismus a jejich bezpečnosti budou uvedeny u jednotlivých sladidel.

3.6 Rozdělení sladidel

V literatuře není dělení sladidel jednotné. Obecně ale můžeme sladidla dělit buď podle původu, podle výživového hlediska nebo podle chemického složení (Davidková et Dostálová, 1991).

Dělení podle původu: 1) přírodní sladidla – (steviosid, thaumatin,...)

2) syntetická sladidla – (sacharin, aspartam,...)

Dělení podle výživového hlediska: 1) nízkokalorická sladidla - (hlavně synteticky vyrobená)

2) kalorická sladidla – (sladidla na bázi sacharidů)

Dělení podle chemického složení: 1) sladidla na bázi sacharidů (cukerné alkoholy,...)

2) sladidla na bázi aminokyselin a proteinů (thaumatin,...)

3) ostatní sladidla (steviosid,...)

Klasifikace přírodních sladidel se také u různých autorů liší. Někdo do této kategorie řadí i běžný cukr nebo např. fruktosový a glukosový sirup. Většina autorů tyto monosacharidy a disacharidy ve své klasifikaci neuvádí. Tato práce se zaměřuje na nízkenergetická přírodní sladidla, proto mono- a disacharidům bude věnován jen stručný popis. Přehled přírodních sladidel je uveden v tabulce č. 3.

3.7 Monosacharidy a disacharidy

Jedná se o sacharidy s nejnižší molekulovou hmotností. Jsou tvořeny v rostlinách a mohou být odděleny od rostlinného materiálu za použití extrakce vody, například extrakcí vodou s následnou krystalizací. Mono- a disacharidy jsou často skladovány ve stabilní krystalické formě. Takto se přidávají do potravin s cílem zvýšit sladkost, dodat barvu a chuť (jako výsledek neenzymatického hnědnutí a karamelizační reakce) a ke zvýšení stability při skladování, snížením aktivity vody v produktu. Fyzikálně-chemické a funkční vlastnosti mono- a disacharidů se liší, i když molekulární struktury jsou velmi podobné (Jouppila, 2006).

K nejvíce používaným sacharidickým sladidlům patří monosacharid fruktosa, ovocný cukr. Jedná se o ketohexosu, jejíž sladivost je přibližně 1-1,3krát vyšší než sladivost sacharosy. Vyrábí se ze sacharosy nebo ze škrobu. Z kukuřičného škrobu se vyrábí fruktosové a glukosové sirupy, které obsahují kromě fruktosy i glukosu v různém poměru (Davidková et Dostálová, 1991).

Glukosa je významný monosacharid, který se řadí mezi adohexosy. Využívá se v dietetice a je organismem rychle resorbována (Krutošíková et Uher, 1985). Relativní sladivost D-glukosy je 50-70 % ze sladivosti sacharosy (Niederauer, 1999).

Disacharid laktosa, který se skládá z molekuly glukosy a galaktosy, je obsažen v mléce savců. Její sladivost dosahuje přibližně 30 % sladivosti sacharosy. Používá se především jako plnidlo, ve farmaceutikách a pečivu (Clarke, 1991). Velké množství lidí trpí nesnášenlivostí laktosy, protože jim chybí enzym na její štěpení (Krutošíková et Uher, 1985).

Dalším sladkým disacharidem je maltosa, která je tvořena dvěma molekulami D-glukosy. Maltosu můžeme získat pomocí enzymatického štěpení škrobu. Dosahuje přibližně 30-50 % sladivosti sacharosy. Maltosa se přidává do piva a vzniká při pečení chleba (Niederauer, 1999).

Nejrozšířenějším přírodním sladidlem je bezpochyby sacharosa. Jedná se o disacharid, který se skládá z jedné molekuly glukosy a jedné molekuly fruktosy. Sacharosa, někdy také nazývaná řepným nebo třtinovým cukrem, se běžně vyskytuje v rostlinách. Sacharosa se kromě cukrové řepy (*Beta vulgaris*) a cukrové třtiny (*Saccharum officinarum*) získává v některých zemích i z dalších rostlin. Známy je například javorový, palmový, datlový a čirokový cukr (Velíšek, 1999a).

Sacharosa je považována za univerzální sladidlo a sladivost ostatních sladidel je s ní srovnávána. Jedná se o tzv. ekvivalent sladivosti (white sugar equivalent). Hodnotí se také

chuťový vjem sladidel, který by měl být co nejpodobnější sacharose, bez vedlejších příchutí (Číž, 2008).

Sacharosa se používá k výrobě invertního cukru. Jedná se o tekutou směs glukosy, fruktosy a zbytku sacharosy. Invertní cukr je hygroskopický a sladivost 70% roztoku tvoří 70-90 % ze sladivosti sacharosy. Invertní cukr se přidává např. do pekařských výrobků, kde omezuje jejich vysoušení (Niederauer, 1999).

3.8 Přírodní sladidla na bázi sacharidů

Do této skupiny jsem zařadila pouze cukerné alkoholy, které můžeme také nazývat jako alkoholické cukry, polyalkoholy, polyoly nebo alditoly.

Jak uvádí Embuscando (2006), polyoly se získávají ze sacharidů redukcí aldehydové nebo ketonové skupiny na alkoholovou skupinu prostřednictvím chemického nebo biochemického procesu. Většina polyolů jsou přirozeně se vyskytující látky. Erythritol, sorbitol, xylitol a mannitol lze nalézt v rostlinách. Tyto polyoly jsou přítomny v ovoci, jako jsou švestky, hrušky a hrozny, a také v zelenině. Právě těmito přirozeně se vyskytujícími polyoly se budu dále zabývat. Rodičovskými redukujícími cukry těchto hydrogenovaných monosacharidů erythritolu, xylitolu, sorbitolu a mannitolu jsou erythrosa, xylosa, glukosa a manna. Další z polyolů, laktitol, isomalt a hydrogenovaný hydrolyzát škrobu (HSH), jsou syntetické látky, které nebyly nalezeny v přírodě.

Tato objemová sladidla nemají aldehydickou skupinu, proto neprodělávají Maillardovu reakci a jsou relativně stabilní vůči teplu a změnám pH (Embuscando et Patil, 2001).

Intenzita sladkosti a profil sladkosti polyolů se nacházejí v blízkosti cukru, i objemově můžou sacharosu nahradit. Vykazují synergický účinek v kombinaci s jinými nízkokalorickými sladidly, to poskytuje vyváženější sladkost, která je srovnatelná s cukry (Embuscando, 2006).

Polyoly nejsou tráveny, absorbovány ani metabolizovány ve stejném rozsahu jako cukry, a tím poskytují menší energetický zisk pro spotřebitele (Würsch et Anantharaman, 1989). Podle údajů Embuscanda (2006) obsahují polyoly o 25-95 % méně kalorií než sacharosa. Erythritol má nejnižší kalorickou hodnotu, zatímco xylitol a HSH mají nejvyšší kalorické hodnoty z polyolů. Jejich snížená kalorická hodnota a nízký glykemický index je

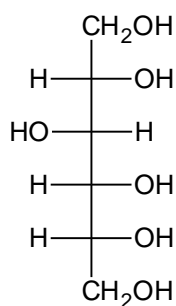
dělá vhodnými náhradními sladidly pro diabetiky. Výhodou je také, že nejsou kariogenní ani kyselinotvorné. Polyoly jsou považovány za bezpečné a netoxické, jejich vyšší konzumace však může působit laxativně, a proto jsou stanoveny limity jejich denního příjmu. Další nevýhodou polyolů je cena. Jsou obvykle dražší než výživná sladidla, jako je sacharosa, glukosa, fruktosa a kukuřičný sirup.

3.8.1 Sorbitol

Sorbitol je hexitol, který byl poprvé izolován z bobulí horského jasanu v roce 1872 Josephem Boussingaultem. Jedná se o přírodní látku, kterou můžeme nalézt v různých druzích ovoce, a to někdy i ve vysokých koncentracích. Je obsažen zejména ve třešních, hruškách a také v některých kvašených nápojích, jako je jablečný mošt (Billaux et al., 1991).

Tento polyol se vyrábí vysokotlakou katalytickou hydrogenací glukosy nebo také invertního cukru. Současně se sorbitolem vzniká mannitol, další cukerný alkohol, který je izomerem sorbitolu. Na světové výrobě polyolů má sorbitol největší podíl, asi 48 % (Šárka et al., 2006).

Obrázek č. 1: Sorbitol



Chuťové vlastnosti:

Sorbitol má příjemnou sladkou chuť a jeho sladivost tvoří přibližně 60 % ze sladivosti sacharosy. Sorbitol vyvolává chladivý pocit v ústech (Le et Mulderring, 2001).

Použití v potravinách:

Sorbitol je využíván v potravinářském a farmaceutickém průmyslu, v cukrářství, v produktech pečujících o ústní dutinu. Kromě sladivosti má i další významné vlastnosti. Je

hygroskopický, proto se používá jako zvlhčovač. Krystalický sorbitol je široce používán jako plnidlo ve žvýkačkách bez cukru. Sorbitol nepodporuje zubní kaz a je používán v zubních pastách a v další péči o dutinu ústní jako primární sladidlo. Dále se přidává do některých bonbónů bez cukru, farmaceutických a výživových tablet, cukrovinek, pečiva, nápojů a tekutých výrobků (Le et Mulderring, 2001).

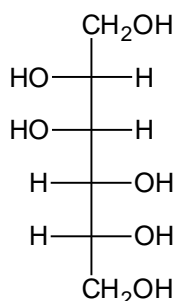
Sorbitol se přidává do džemů, marmelád a dalších konzervářských výrobků, do čokoládových výrobků, müsli tyčinek, kečupů, dressingů atd. Je výchozí látkou pro syntézu kyseliny L-askorbové. Díky tomu, že nezvyšuje hladinu cukru v krvi ani moči, protože je velmi pomalu měněn na cukry a přeměněn na glykogen, využívá se jako sladidlo pro diabetiky (Šárka et al., 2006).

3.8.2 Mannitol

Tento polyol lze získat z many jasanu, oliv, fíků, z některých mořských řas (Billaux et al., 1991) a také z čerstvých hub (Le et Mulderring, 2001). Mannitol je stejně jako sorbitol šestiuhlíkový vícesytný alkohol. Rozdíl mezi sorbitolem a mannitolem je v rovinné orientaci hydroxylové skupiny na druhém atomu uhlíku (Le et Mulderring, 2001).

Mannitol může být připraven katalytickou hydrogenací mannosy. Průmyslově se vyrábí katalytickou hydrogenací fruktosy získané z invertního cukru nebo glukosového sirupu. Tyto operace vedou ke směsi sorbitolu a mannitolu v různém poměru, který závisí na použitém procesu. Tyto dva polyoly se pak dají oddělit frakční krystalizací, sorbitol je totiž mnohem rozpustnější než mannitol (Billaux et al., 1991).

Obrázek č. 2: Mannitol



Chuťové vlastnosti:

Sladivost mannitolu je 50 % ze sladivosti sacharosy. Jeho sladká a chladivá chuť ho dělá užitečným pro použití ke slazení a také k maskování chuti jiných látek (Le et Mulderring, 2001).

Použití v potravinách:

Mannitol a také sorbitol jsou široce používány ve specializovaných potravinách a léčivech. Jsou to důležité složky v pečivu bez cukru, cukrovinkách, žvýkačkách a tabletách. Mají unikátní schopnost zadržovat vlhkost a jsou užitečné pro zlepšení trvanlivosti potravinářských výrobků. Nehygrokopický charakter a chemická inertnost mannitolu jsou atraktivní pro farmaceutické tablety (Le et Mulderring, 2001).

Mannitol se může používat jako sladidlo pro diabetiky, protože nezvyšuje hladinu glukosy v krvi. Využitelnost mannitolu přijatého ve stravě je přibližně 50 %. Neprodukuje kyseliny na povrchu zubů, protože není metabolizován v ústní dutině. Nevýhodou mannitolu je schopnost vyvolat průjem, nevolnost, zvracení a nadýmání, proto není vhodné konzumovat ho ve větším množství. Další nevýhodou je jeho nízká rozpustnost oproti sorbitolu (Šárka et al., 2006).

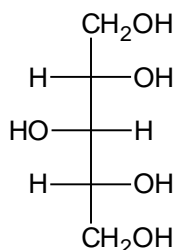
3.8.3 Xylitol

Xylitol se vyskytuje v přírodě v různém ovoci, zelenině, houbách, řasách, lišejnících atd. (Billaux et al., 1991). Xylitol je také tvořen v lidském těle jako běžný meziprodukt při metabolismu glukosy (Olinger et Pepper, 2001).

Jedná se o pětiuhlíkový hydrogenovaný monosacharid. Xylitol se vyrábí katalytickou hydrogenací xylosy, která se získává hydrolýzou xylanů dřeva nebo z kukuřičného perikarpu a klasu (Billaux et al., 1991).

Xylitol je vhodným sladidlem pro diabetiky. Je to díky tomu, že má nízký glykemický index, je absorbován pomalu, jeho metabolismus probíhá nezávisle na insulinu a nezpůsobuje zvýšení hladiny cukru v krvi. Oproti cukru má xylitol o 40 % nižší energetický obsah, protože není zcela absorbován v trávicím traktu (Šárka et al., 2006).

Obrázek č. 3: Xylitol



Chuťové vlastnosti:

Xylitol má stejnou sladivost jako sacharosa, takže je nejsladším polyolem. Nemá žádné vedlejší příchutě (Šárka et al., 2006). Kombinace xylitolu s jinými polyoly, jako je např. sorbitol, působí synergicky (Olinger et Pepper, 2001).

Použití v potravinách:

Xylitol se používá jako sladidlo zejména v nekariogenních cukrovinkách např. ve žvýkačkách, bonbónech, čokoládě, dropsech a méně často v dietetických a diabetických potravinách, ve farmaceutických přípravcích, jako jsou různé tablety, pastilky, multivitaminové tablety, sirupy proti kašli a v kosmetice. Xylitol je také někdy používán ve vybraných nízkokalorických nealkoholických nápojích. Xylitol inhibuje růst a fermentační aktivitu kvasinek, proto není vhodný pro výrobky, které obsahují kvasinky jako kypřicí prostředek (Olinger et Pepper, 2001).

Metabolity xylitolu neničí zubní sklovinu, takže je vhodný do žvýkaček nebo pastilek pro svěží dech, ústních vod a zubních past (Šárka et al., 2006).

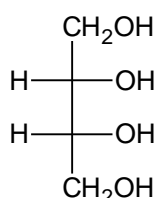
3.8.4 Erythritol

Jak uvádějí Embuscando et Patil (2001), erythritol je polyol s jedinečnými fyzikálně-chemickými a funkčními vlastnostmi. Je to v přírodě vyskytující se látka, kterou můžeme najít například v hroznech, hruškách, melounech, houbách a ve fermentovaných výrobcích, stejně tak jako v sojové omáčce, saké a ve víně. Erythritol má vysokou trávicí toleranci, má malou molekulu, která je okamžitě absorbována organismem a vyloučena během 24 hod. Důležitou vlastností erythritolu je jeho nízká kalorická hodnota (maximum, 0,2 cal/g), díky tomu může výrazně snížit energetické hodnoty potravin, když se použije k nahrazení cukru.

Williams (2000) popisuje další vlastnosti erythritolu. Nenapomáhá zubnímu kazu, a proto ho lze použít v produktech zubní hygieny, nemá vliv na hladinu glukosy ani na hladinu inzulínu v krvi, takže se může použít do potravin pro diabetiky. Trávicí tolerance erythritolu se zvyšuje, pokud ho konzumujeme opakovaně a jako součást různých potravin. Tento cukerný alkohol je vhodné použít do směsí s intenzivními sladidly, dochází pak k synergickému účinku, který může být až 30%.

Komerční výrobu erythritolu popisuje Oldřichová (2008). Erythritol se získává ze sacharosy, která je konvertována mléčnými bakteriemi na tento cukerný alkohol. Erythritol se po dokončení fermentačního procesu odfiltruje, nechá vykristalizovat, vysuší a vznikne vysoce čistý sladký prášek.

Obrázek č. 4: Erythritol



Chuťové vlastnosti:

Sladivost erythritolu se podle většiny zdrojů pohybuje okolo 65 % sladivosti sacharosy. Jeho sladivý profil je, jak uvádějí Embuscando et Patil (2001), podobný sacharose s mírnou kyselostí a hořkostí, ale bez zjištěné příchuti. Úroveň sladkosti může být zvýšena v kombinaci s intenzivními sladidly, jako je aspartam nebo acesulfam K. Další vlastností tohoto sladidla je mírný chladivý účinek v ústech. Oldřichová (2008) vyzdvihuje chuťový účinek erythritolu v nekalorických nápojích, kterým tento polyol dodává jemnost a vyvolává příjemný pocit v ústech a také zakrývá pachů jiných vysoce intenzivních sladidel.

Použití v potravinách:

O působení erythritolu v potravinách se zmiňuje Oldřichová (2008). Erythritol pracuje jako zvýrazňovač chuti a vůně, jako zvlhčující, zahušťující a plnicí látka, stabilizátor, nosič a sekvestrant. Výhodou tohoto sladidla je fakt, že na rozdíl od ostatních cukerných alkoholů má jen velmi mírný projímavý účinek.

Embuscando et Patil (2001) uvádějí, že erythritol může být použit např. do žvýkaček, bonbónů, čokolád, cukrovinek, pastilek, pečiva, nápojů, fermentovaného mléka, sušených

potravin a jako samostatné sladidlo – náhrada cukru. V Japonsku se používá také např. do jogurtů, želé, džemů nebo jako náplň a poleva sušenek.

3.9 Přírodní sladidla na bázi aminokyselin a proteinů

Sladidla zařazená do této skupiny bývají intenzivně sladká se sladivostí často tisíckrát vyšší, než je sladivost sacharosy. V České republice je povoleno používat pouze jeden z těchto sladkých proteinů, a to thaumatin. Ovoce, ve kterém jsou účinné látky obsaženy, někdy bývá v oblasti výskytu místními lidmi používáno k oslazení nápojů nebo pokrmů.

Je snaha najít strukturní souvislost mezi jednotlivými sladkými proteiny, ale zatím žádná jasná souvislost nalezena nebyla. Sladké proteiny mají rozdílnou velikost, počty disulfidových můstků, nemají žádné společné sekvence v primárních strukturách a liší se i dalšími strukturními vlastnostmi. Výjimkou je téměř shodná sekvence obou thaumatinů a podobnost ve skupině mabinlinů. Je známá podobnost na úrovni terciálních struktur a souvislost mezi chutí proteinů a rozložením kladně nabitých aminokyselin L-lysinu, L-glutaminu a L-asparanginu (Lapčík et al., 2007).

3.9.1 Thaumatin

Jedná se o směs sladce chutnajících proteinů izolovaných z ovoce západoafrické rostliny *Thaumatococcus danielli*, zvané také ketamfe. Hlavními sladkými proteiny jsou thaumatin I a thaumatin II, kromě nich obsahují komerčně získané preparáty také několik minoritních sladkých proteinů, jako např. thaumatin a, b a c (Velíšek, 1999b).

Valíček et al. (2001) uvádějí, že zdrojem sladidla je míšek, který může sloužit také jako náhražka agaru. Už kdysi dávno používali domorodci tento míšek ze semen k přislazování čaje, chleba, ovoce nebo palmového vína.

Thaumatiny vydrží pasterizaci i krátkodobý var a jsou dobře rozpustné ve vodě. Směs thaumatinů je v Evropě povoleným potravinářským sladidlem (Lapčík et al., 2007).

Na trhu se můžeme setkat s obchodním názvem talin. Je to iontový adukt, který vzniká interakcí thaumatinu s hliníkovým kationtem (Davidková et Dostálová, 1991).

Thaumatococin byl klasifikován Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) jako všeobecně považovaný za bezpečný (GRAS). Bezpečnostní hodnocení uvádí, že je nepravděpodobné, že by hrozilo nebezpečí při užívání thaumatocinu na předpokládané úrovni spotřeby (Pawar et al., 2013).

Chuťové vlastnosti:

V hodnotách sladivosti thaumatocinu se některé zdroje liší. Nařízení Komise (EU) č. 231/2012 uvádí intenzitu sladké chuti thaumatocinů jako 2000-3000krát vyšší než je intenzita sladké chuti sacharosy. Sladivost talinu je podle údajů Krutošíkové et Uhera (1985) 3500krát vyšší než sacharosy. Geuns (2010) uvádí, že thaumatocin má dlouho dozrívající chuť a při užití většího množství zanechává lékořicovou dochuť.

Použití v potravinách:

Velíšek (1999b) upozorňuje na nevýhodu thaumatocinu, kterou je jeho nestálost. Thaumatocin se v kyselém prostředí hydrolyzuje, a ztrácí tak sladkost, nestálý je také při tepelném zpracování potravin. Z tohoto důvodu je podle Davídkové et Dostálové (1991) vhodné používat toto sladidlo do potravin nebo přípravků, které se tepelně neupravují, jako např. do žvýkaček, zubních past, ústních vod atd. Kinghorn et Compadre (2001) zmiňují využití thaumatocinu v mléčných produktech, ovocných džusech a zmrzlinách, v instantní kávě a čaji a, jak už bylo uvedeno, ve žvýkačkách.

Thaumatocin se také používá jako modifikátor a zvýrazňovač chuti, přispívá ke zlepšení profilu sladkosti, k maskování hořké, kovové a svíravé chuti, a zvyšuje smyslově postřehnutelné vlastnosti. Působí synergicky s některými sladidly (Kemp, 2006).

3.9.2 Mirakulin

Mirakulin se získává ze "zázračného ovoce", které roste na keři *Richardella dulcifica* ze třídy *Sapotaceae*, který byl předtím známý jako *Synsepalum dulcificum*. Tato rostlina roste v oblasti západní Afriky. Aktivní složka tohoto oválného červeného ovoce se nachází v tenké dužinaté vrstvě obsahující semeno olivovitého tvaru (Krutošíková et Uher, 1985).

Mirakulin je glykoprotein, který má schopnost po dobu 30-60 minut ovlivnit chuťové receptory. Vše kyselé, co člověk sní, pak chutná příjemně sladce. K aktivaci mirakulinu dochází v kyselém prostředí v ústech (Valíček et al., 2001).

Chuťové vlastnosti:

Jak již bylo zmíněno, mirakulin dokáže měnit chuť kyselých potravin na sladkou. Krutošíková et Uher (1985) uvádějí příklad, kdy se kyselá chuť citrónové šťávy mění na chuť sladkého nápoje s citronovou příchutí, nebo chuť octa na chuť nápoje podobného portskému vínu.

Použití v potravinách:

Domorodci západní Afriky využívali schopnosti mirakulinu k vylepšení chuti některých potravin, k oslazení kyselého ovoce, palmového vína nebo piva (Valíček et al., 2002).

Krutošíková et Uher (1985) se zmiňují o umocňujícím chuťovém efektu mirakulinu, který ho předurčuje k použití do žvýkaček, ústních vod apod. Mirakulin lze využít buď tak, že člověk požije přípravek z mirakulinu těsně před konzumací potravin, nebo se může bezprostředně dávkovat do potravin. Jeho nevýhodou je, že jeho obsah v plodech je nízký a že je velmi citlivý na změny pH.

3.9.3 Monellin

Tento sladký protein je obsažen v ovoci africké rostliny *Dioscoreophyllum cumminsii*. Je složen ze dvou peptidových řetězců A a B, které jsou poskládány ze 45 a 50 aminokyselin (Velíšek, 1999b). Plodem rostliny je červená peckovice s kožovitým oplodím a bílým slizovitým míškem (Valíček et al., 2002).

Chuťové vlastnosti:

Monellin je 1500-2000krát sladší než sacharosa (Krutošíková et Uher, 1985). Má pomalý nástup chuti s přetrvávající dochutí. Jeho sladící účinek je termolabilní a citlivý na pH (Kinghorn et Compadre, 2001).

Použití v potravinách:

Komerční využití monellinu není příliš pravděpodobné kvůli jeho tepelné nestálosti a obtížnosti pěstování (Krutošíková et Uher, 1985).

3.9.4 Mabinliny

V semenech jihočínské rostliny kapary *Capparis masaikai* byly nalezeny čtyři sladké proteiny, mabinliny. Mabinlin II se vyznačuje vysokou termostabilitou (Lapčík et al., 2007). Tato rostlina, *Capparis masaikai*, se používá v čínské bylinné medicíně k léčbě bolesti v krku (Kim et Dubois, 1991). Děti žvýkají semena této rostliny kvůli příjemné sladké chuti, a protože semena poskytnou sladkou chuť vodě, když se potom napijí (Kinghorn et Compadre, 2001).

Chuťové vlastnosti:

Relativní sladkost mabinlinů je 1000krát vyšší než sacharosy (Lapčík et al., 2007). Kemp (2006) uvádí, že sladká chuť mabinlinů zmizí několik minut poté, co jsou drženy v ústech. Sladká chuť se následně dostaví s pitnou vodou. Mabinliny se používají lékařsky a semena jsou žvýkána pro jejich smyslové účinky.

Použití v potravinách:

Kapari se v oblastech svého výskytu používá jako sladidlo (Lapčík et al., 2007).

3.9.5 Další přírodní sladidla na bázi aminokyselin a proteinů

V přírodě bylo nalezeno mnoho dalších sladkých látek na bázi aminokyselin a proteinů, které zatím nejsou zcela prozkoumány a v literatuře popsány. Následující text velmi stručně popisuje právě tyto méně známé a méně používané sladké proteiny.

V plodech africké rostliny *Pentadiplandra brazzeana* jsou obsaženy dva sladké proteiny brazzein a pentadin. Méně významný sladký protein pentadin je 500krát sladší než sacharosa (Kemp, 2006). Brazzein, nejjednodušší z intenzivně sladkých proteinů, je 1200krát sladší než sacharosa. Je termostabilní a mohlo by se uvažovat o jeho komerčním využití, protože byla vypěstována transgenní kukuřice, která obsahuje brazzein ve svých zrnech, a to až v množství 4 % ze všech rozpustných proteinů (Lapčík et al., 2007). Chuť brazzeinu je podobná sacharose více než chuť ostatních proteinů (Kemp, 2006).

Další sladce chutnající protein, kurkulín, se nachází v plodech malajské rostliny *Curculigo latifolia*. Skládá se ze dvou shodných polypeptidů obsahujících 114 aminokyselin, které jsou spojeny dvěma disulfidovými můstky. Kurkulín je 500krát sladší než sacharosa a dokáže změnit kyselou chuť na sladkou, stejně jako dříve zmíněný mirakulín (Lapčík et al.,

2007). Na rozdíl od mirakulinu, který má jen chuť modifikující vlastnosti, má tento protein i sladící účinek (Pawar et al., 2013). Sladká chuť kurkulinu zmizí několik minut poté, co se v ústech vyskytne, ale pak se opět dostaví s následnou aplikací vody. Kurkulin zůstává stabilní při 50 °C po dobu jednoho roku (Kinghorn et Compadre, 2001).

Z kořenů jihoafrického keře *Schlerochiton ilicifolius* byl získán monatin. Jedná se o derivát kyseliny glutamové se sladkostí 1200-1400krát vyšší než sacharosa. Syntéza monatinu a jeho možné využití jako průmyslového sladidla bylo od roku 2002 podnětem pro podání řady patentových přihlášek (Lapčík et al., 2007).

3.10 Ostatní přírodní sladidla

Do této skupiny sladidel jsou řazeny terpeny, steroidy, polyketidy a mnoho dalších sekundárních metabolitů se sladkou chutí. Nejvíce zastoupenou skupinou jsou sladké látky terpenového typu. Převaha těchto sladkých přírodních produktů se vztahuje k jejich společné vazbě na biosyntetický prekurzor izopren. Sladidla terpenového typu mohou být dělena na monoterpeny, seskviterpeny, diterpeny a triterpeny (Kim et Dubois, 1991). Mezi diterpeny patří například steviol-glykosidy, jejichž biosyntetické dráhy sdílejí několik kroků společných s tvorbou kyseliny giberelové. První důležitý krok je syntéza aglykonu steviolu. Většina starších výzkumů směřuje k závěru, že je steviol syntetizován z kaurenu přes mevalonátové dráhy. Později bylo prokázáno, že prekurzory steviolu jsou ve skutečnosti syntetizovány prostřednictvím methylerythritol 4-fosfátové (MEP) dráhy. Jako všechny diterpeny, steviol je syntetizován z geranylgeranyl difosfátu (GGDP). Z GGDP vzniká opakovanou cyklizací kaurene. Ten je pak oxidován na kyselinu kaurenovou. Kyselina kaurenová je hydroxylována pomocí enzymu 13-hydroxylázy kaurenové kyseliny (KAH) za vzniku steviolu. Jedná se o první provedený krok v syntéze steviol-glykosidů a právě zde se odchyluje biosyntéza steviolu od biosyntézy giberelinu. Poté proběhne několik glykosilací a vznikne tri-glykosid steviosid a tetra-glykosid rebaudiosid A, které reprezentují většinu steviol-glykosidů přítomných v listech *S. rebaudiana*. Syntéza steviol-glykosidů probíhá v zelených tkáních, výjimkou je kaurene vyskytující se v plastidech, jeden ze dvou oxidačních kroků se nachází na povrchu ER a glykosilace probíhá v cytoplazmě (Brandle et Telmer, 2007).

V přírodě bylo také identifikováno mnoho sladkých látek polyketidového typu, které jsou biosynteticky odvozené od acetátu a jiných karboxylových kyselin. Prostřednictvím

meziproduktů acetyl- a acyl-koenzymu A derivátů, poly- β -ketomethylenových řetězců jsou sestaveny a cyklizovány v enzymaticky-usnadněných procesech, aby poskytly mnoho přírodních produktů nebo meziproduktů, které jsou dále zpracovány, prostřednictvím sekundárních metabolických procesů, na sloučeniny odvozené od polyketidů nacházejících se v přírodě. Třídy sladidel, které jsou ontogeneticky odvozené tímto způsobem, jsou blíže příbuzné dihydroisokumariny, flavanony a dihydrochalkony (Kim et Dubois, 1991).

Přestože velké množství sladkých látek rostlinného původu bylo objeveno a studováno, pouze několik sladce chutnajících přírodních rostlinných látek se vyrábí komerčně. Výjimku tvoří glycyrrhizin, mogrosid V, fylodulcin, rebaudiosid A a steviosid (Pawar et al., 2013). V České republice je ze všech sladkých látek rostlinného původu popsaných v této skupině možné používat jako sladidlo pouze steviol-glykosidy a neohesperidin DC.

3.10.1 Steviosid

Stévie cukrová (*Stevia rebaudiana*) je rostlina pocházející z oblasti kde, hraničí Paraguay s Brazílií. Tato rostlina z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) obsahuje ve svých listech množství velmi sladkých steviol-glykosidů, z nichž steviosid a rebaudiosid A jsou ty nejdůležitější (Geuns, 2010). Místní domorodci znali stévii už dávno a její listy používali ke slazení nápojů (Krutošíková et Uher, 1985). Stévii poprvé popsal paraguajský přírodovědec dr. Bertony v roce 1931. Čistý steviosid se podařilo z listů stévie získat francouzským chemikům Brindellovi a Lavielleovi až roku 1931 (Burešová et Valíček, 1995).

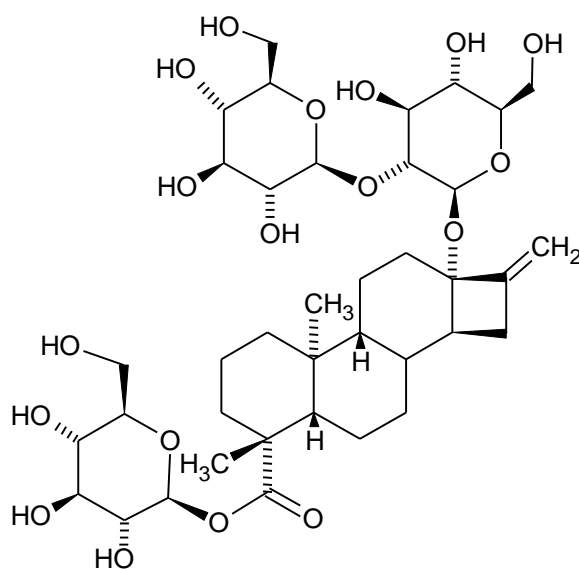
Obsah sladkých složek tvoří 4-20 % čisté hmotnosti listů v závislosti na podmínkách pěstování. Sladké složky stévie cukrové tvoří diterpenové glykosidy. Nejvíce zastoupený glykosid je steviosid, potom následuje rebaudiosid A a ostatní složky. Steviosid je složený ze steviolu a diterpenového karboxylového alkoholu a tří molekul glukosy (Minarovičová et al., 2008).

Bezpečnost steviol-glykosidů byla dlouho diskutována. Dřívější studie uvádí, že i když steviol-glykosidy nejsou mutagenní, aglykon steviosidu, steviol, vykazoval mutagenní potenciál v přítomnosti metabolického aktivačního systému. Nicméně následující studie prokázaly, že ani steviol ani steviol-glykosidy nejsou lidmi absorbovány. Glykosidy se mohou hydrolyzovat střevní mikroflórou na steviol, ale nebyly zjištěny žádné detekovatelné hladiny

glykosidů, steviolu nebo steviol epoxidu v krvi nebo moči lidských subjektů. Nyní studie ukazují, že steviol-glykosidy nejsou genotoxické nebo kariogenní a nevyvolávají reprodukční ani vývojovou toxicitu. Specifické složky stévie získaly v USA status GRAS (Pawar et al., 2013).

Steviosid byl identifikován také v taxonu *Stevia phlebophylla* (Lapčík et al., 2007).

Obrázek č. 5: Steviosid



Chuťové vlastnosti:

Steviosid a rebaudiosid A jsou přibližně 300krát sladší než stolní cukr. Rebaudiosid A je trochu sladší a má méně hořkou pachut' než steviosid a má o jednu jednotku glukosy více než steviosid. Sladící síla sušených listů je 30 až 50krát vyšší než stolního cukru v závislosti na obsahu sladidla, který se může výrazně lišit podle kultivaru, ozáření sluncem, času sklizně atd. (Geuns, 2010).

Steviosid chutná příjemně sladce, ve větším množství až do hořka (Burešová et Valíček, 1995). Má nepatrnou lékořicovou příchut' (Geuns, 2010).

Použití v potravinách:

Steviol-glykosidy jsou velmi stabilní a mohou být vařeny i pečeny. Mohou být použity ve všech kategoriích potravin, které potřebují zlepšit chuť nebo které potřebují osladit bez přidání kalorií, protože jsou nekalorické. Díky jejich intenzivní sladící schopnosti stačí vždy

použít pouze malé množství steviol-glykosidů. Čerstvé nebo sušené listy se mohou přidat do čaje, kávy nebo salátu a do zeleniny při vaření. Listy mohou být také sušeny v mikrovlnce. Lze také udělat vodní extrakt. Drcený prášek může být použit v různých receptech stejně jako do palačinek, oplatek, džemů atd. (Geuns, 2010).

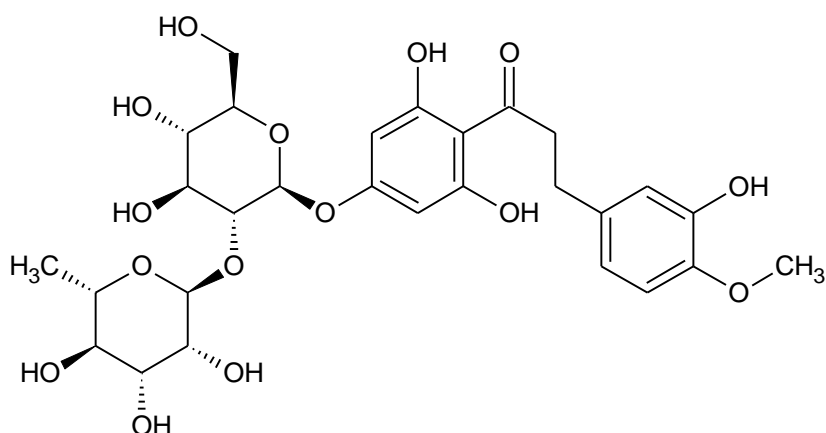
Burešová et Valíček (1995) poukazují na možné využití steviol-glykosidů do nealkoholických nápojů, žvýkaček, k přislazování jogurtů, do dietních potravin s nízkou energetickou hodnotou, v cukrářství a v konzervářenském průmyslu. Díky tomu, že mají příznivé účinky v boji proti zubnímu kazu, se také hodí k výrobě zubních past a žvýkaček. Sušené listy stévie se také používají jako jednoduché sladidlo do čajových směsí.

3.10.2 Neohesperidin DC

Sladkou chuť neohesperidinu dihydrochalkonu (neohesperidin DC) objevili roku 1963 Horowitz a Gentili. Studovali vztah mezi strukturou a hořkou chutí citrusových fenolických glykosidů a náhodou zjistili, že výsledným produktem hydrogenace hořkého flavanonu neohesperidinu je intenzivně sladká látka, neohesperidin DC. Neohesperidin DC je glykosidový flavonoid. Flavonoidy jsou přírodní látky, které se vyskytují ve všech vyšších rostlinách. Výchozí materiál pro komerční výrobu neohesperidinu DC je buď neohesperidin nebo naringin. Neohesperidin je možné extrahovat z hořkého pomeranče (*Citrus aurantium*) a naringin se získává z grapefruitu (*Citrus paradisi*) (Borrego et Montijano, 2001).

Neohesperidin DC získal GRAS status a je povolený k použití jako sladidlo a modifikátor chuti také v EU, tedy i v České republice (Kemp, 2006). Nebyl nalezen žádný důkaz o jakémkoliv zvýšeném výskytu nádorů, který by mohl být spojen s požitím neohesperidinu DC, stejně jako žádný nepříznivý toxikologicky významný účinek, a to i ve skupině s vysokou dávkou. Je považován za nekariogenní a nefermentovatelnou sladkou látku na základě zjištění, že je relativně inertní vůči působení kariogenních bakterií (Borrego et Montijano, 2001).

Obrázek č. 6: Neohesperidin DC



Chuťové vlastnosti:

Sladivost tohoto sladidla je 1000krát až 1800krát vyšší než sladivost cukru (nařízení Komise (EU) č. 231/2012). Jak zmiňuje Niederaurer (1999), neohesperidin DC má slabou příchut' po mentolu, která v ústech nějakou dobu zůstává. Borrego et Montijano (2001) popisují tuto chuť jako přetrvávající chladicí, lékořici podobnou pachut', která má pomalý nástup. Autoři dále vyzdvihují schopnost neohesperidinu DC maskovat nepříjemnou chuť mnoha léčiv a jeho synergický účinek s jinými sladidly.

Použití v potravinách:

Neohesperidin DC se používá jako sladidlo a také jako chuťová přísada. Používá se jako sladidlo do nápojů a žvýkaček s mírnou hořkou chutí (Niederaurer, 1999). Dále se někdy přidává do různých cukrovinek, mléčných produktů, některých piv, džemů, doplňků stravy, atd. (Borrego et Montijano, 2001). Neohesperidin DC se také někdy přidává do pekařských výrobků, do krmiv a hraje důležitou roli jako minoritní složka ve směsných sladidlech (Kemp, 2006).

3.10.3 Glycyrrhizin

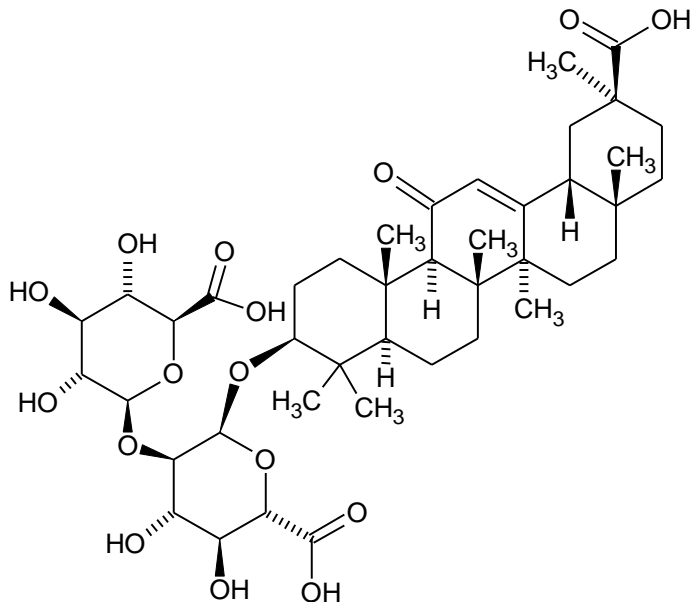
Glycyrrhizin se získává z kořenů a oddenků lékořice lysé (*Glycyrrhiza glabra*), která je také někdy nazývána „sladké dřevo“. V kořenech je obsaženo 6 až 14 % a v oddencích až

23 % glycyrrhizinu. Tato vytrvalá bylina z čeledi bobovitých (*Fabaceae*) se pěstuje a roste v jižní Evropě a střední Asii (Krutošíková et Uher, 1985).

Sela et Steinberg (1989) uvádějí, že glycyrrhizin je triterpenoidní saponin, jehož aglykonem je glycyrrhetinová kyselina. Ta se mimo jiné užívá jako protizánětlivý lék (Lapčík et al., 2007).

Lékořice lysá je známá svými léčebnými účinky. Používá se například při nachlazení. Je jedním z nejstarších léků na světě (Valíček et al., 1998). Má antialergické a protizánětlivé účinky, působí proti kašli a podporuje vykašlávání. Glycyrrhizin inhibuje tvorbu zubního plaku zprostředkovanou *Streptococcus mutans*, kariogenním bakteriálním druhem. Bylo ale zjištěno, že rozšířené používání vede k pseudoaldosteronismu, který se projevuje hypertenzí, otoky, retencí sodíku a mírnou diurézou draslíku. Kyselina glycyrrhetinová je zase známá tím, že inhibuje ledvinový enzym 11 β -hydroxysteroid dehydrogenázu, který katalyzuje inaktivaci kortizolu na kortizon (Kinghorn et Compadre, 2001). Glycyrrhizin může u citlivých osob způsobit poruchu hospodaření s minerály (Lapčík et al., 2007).

Obr. č. 7: Glycyrrhizin



Chut'ové vlastnosti:

Glycyrrhizin byl hodnocen jako přibližně 50-100krát sladší než sacharosa. Jeho sladká chuť má pomalý nástup s dlouhou dochutí (Kinghorn et Compadre, 2001). Glycyrrhizin nemá

výrazně sladkou chuť, ale zvláštní příchut' a mdlý zápach, díky tomu je jeho použití v potravinách omezené na ty produkty, kde se tato chuť může tolerovat. Když se ke glycyrrhizinu přidá sacharosa, dochází k synergickému účinku (Krutošíková et Uher, 1985).

Použití v potravinách:

Kořen se sklízí dvakrát do roka, je dodáván v sušené formě, samotný nebo s medem a jinými přísadami. V Číně se používá už několik tisíciletí a patří k nejvíce rozšířeným surovinám v lidovém léčení. Hlavním odběratelem je tabákový průmysl, ale má také rozsáhlé použití ve farmaceutickém, kosmetickém (např. zubní pasty) a potravinářském průmyslu např. pro výrobu žvýkaček, různých cukrovinek a nápojů (Pokorný, 2004).

Kinghorn et Compadre (2001) uvádějí, že glycyrrhizin se používá také v Japonsku. Lékořičové extrakty jsou v Japonsku široce využívány pro slazení a ochucování potravin, nápojů, orientálních léků, dále se také používají do kosmetických přípravků a tabáku.

3.10.4 Mogrosidy

Mogrosidy jsou sladké kukurbitanové triterpenové glykosidy, které jsou obsaženy v plodech rostliny „lo han kuo” (*Siraitia grosvenorii*) (Kinghorn et Compadre, 2001). Je to tykvovitá rostlina, která je pěstována v jihočínské provincii Guangxi pro své plody. Ty se používají sušené nebo se z nich mohou připravit vodně-ethanolové extrakty (Lapčík et al., 2007).

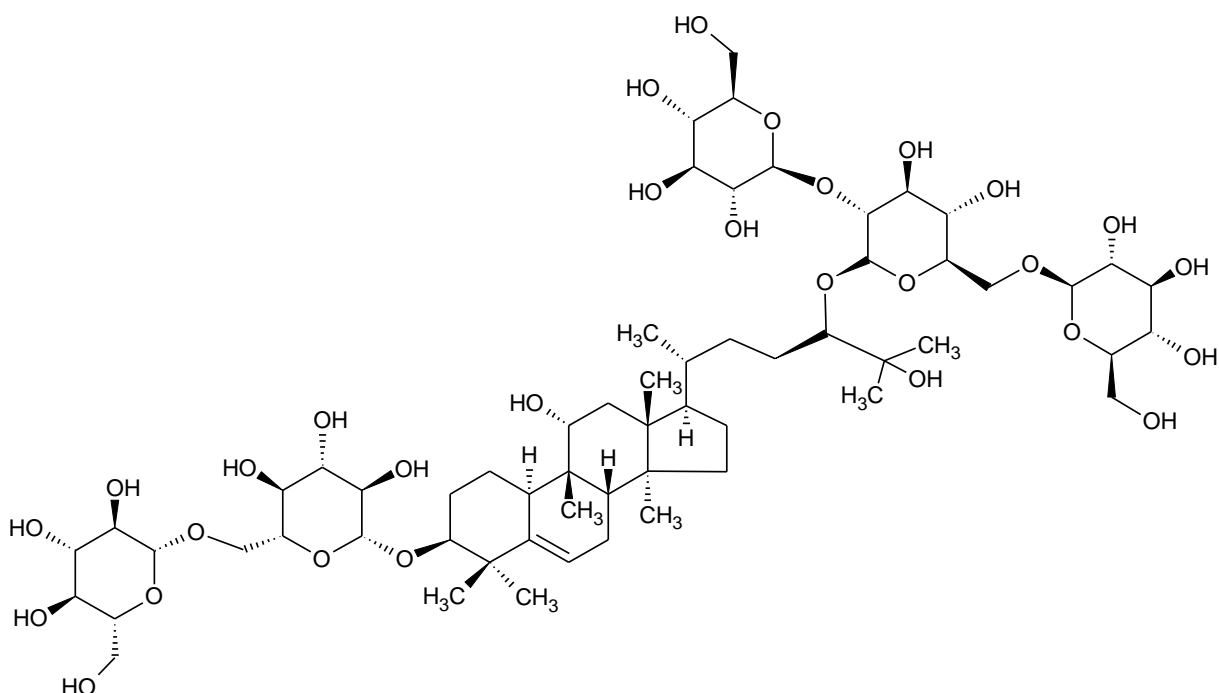
Významné jsou tři intenzivně sladké složky, mogrosid IV, V, VI, z toho mogrosid V je nejhojnější. Bylo zjištěno, že tyto sladké látky jsou založeny na aglykonu mogrol. Ovoce má extrémně dlouhou historii používání v jižní Číně jako sladidlo a jako domácí lék na nachlazení, bolesti v krku a střevní potíže. Bylo prokázáno, že výtažky z *S. grosvenorii* mají antioxidační aktivitu (Pawar et al., 2013).

Sladké triterpeny kukurbitanového typu jsou obsaženy i v dalších rostlinách čeledi tykvovitých, např. *Hemsleya carnosiflora* a *H. panacis-scandens* (Lapčík et al., 2007).

Extrakt vyrobený z ovoce lo han kuo se dlouho používá v Číně místním obyvatelstvem k léčbě nachlazení, bolesti v krku a drobných žaludečních a střevních obtížích (Kinghorn et Compadre, 2001).

Výtažkům z plodů *S. grosvenorii* byl americkým úřadem FDA udělen GRAS status a jsou již obsaženy v řadě produktů (Pawar et al., 2013).

Obrázek č. 8: Mogrosid V



Chuťové vlastnosti:

Mogrosid V je 400krát sladší než sacharosa a minoritní siamenosid I je dokonce 560krát sladší (Lapčík et al., 2007). Sladká chuť je doprovázena přetrvávající, lékořiči podobnou příchutí (Kim et Dubois, 1991). Podobnou příchutí má i steviosid nebo glycyrrhizin (Krutošíková et Uher, 1985).

Použití v potravinách:

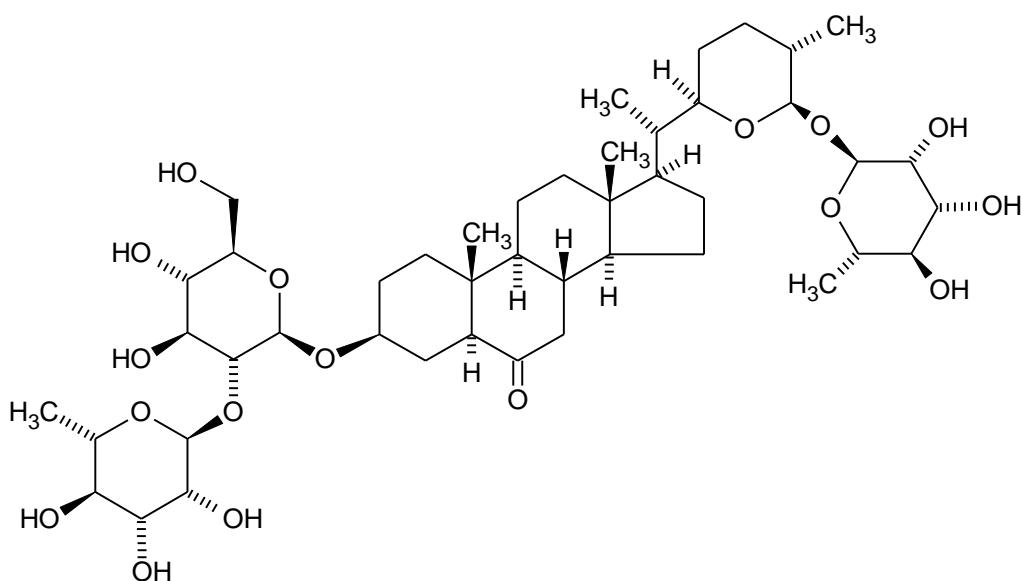
Rostlina se používá především z léčivých důvodů v Číně a Japonsku. Ovoce, džus a extrakty z ovoce jsou používány jako sladidlo. V Japonsku se používá ke slazení některých potravin a nápojů (Kemp, 2006). Mogrosidy jsou používány v řadě produktů, jako jsou nealkoholické nápoje, výživové a energetické koktejly nebo cereální produkty (Pawar et al., 2013).

3.10.5 Osladin

Osladin je obsažen v oddencích kapradiny osladiče obecného (*Polypodium vulgare*) (Velíšek, 1999b). S touto rostlinou se můžeme setkat v lesích Evropy, Asie a Ameriky spolu s mechem a na vlhkých zastíněných skalách asi do 1800 m.n m. (Krutošíková et Uher, 1985).

Jedná se o steroidní glykosid, který byl v roce 1970 izolován v Praze z oddenku osladiče (Lapčík et al., 2007). Byl izolován extrakcí suchých oddenků kapradí ve velmi nízkých koncentracích (0,03 %) (Krutošíková et Uher, 1985).

Obrázek č. 9: Osladin



Chuťové vlastnosti:

Lapčík et al. (2007) uvádějí, že osladin je 500krát sladší než sacharosa.

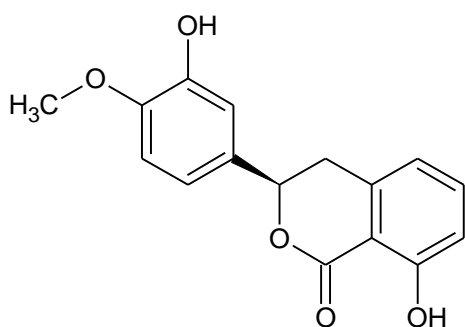
Použití v potravinách:

Praktické využití osladinu jako sladidla je omezené díky jeho velmi nízké koncentraci v oddencích osladiče (Krutošíková et Uher, 1985). Podle Velíška (1999b) osladin k tomuto účelu není vhodný vůbec kvůli toxikologickým výhradám.

3.10.6 Fylodulcin

Fylodulcin je dihydroisokumarin, který se získává z listů *Hydrangea macrophylla* a dalších druhů této rostliny. Je produkován pomocí enzymatické hydrolýzy, když jsou listy rostliny drceny nebo fermentovány. Bylo zjištěno, že je nemutagenní a také není akutně toxický pro myši (Kinghorn et Compadre, 2001).

Obrázek č. 10: Fylodulcin



Chuťové vlastnosti:

Rozmezí sladivosti fylodulcinu je poměrně široké, jeho sladivost je 200-800krát vyšší než u sacharosu. Fylodulcin má lékořicovou příchut', pomalý nástup a dlouhé trvání sladké chuti (Velíšek, 1999b). Lapčík et al. (2007) uvádějí také hořkou pachut'.

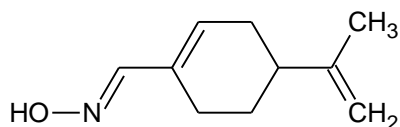
Použití v potravinách:

Fylodulcin může sloužit ke slazení žvýkaček nebo cukrářských výrobků (Velíšek, 1999b). V Japonsku se fermentované listy rostliny používají k výrobě sladkého čaje „Amacha“ (Kinghorn et Compadre, 2001). Fylodulcinu brání v použití v potravinářství jeho nízká rozpustnost ve vodě a hořká pachut' (Lapčík et al., 2007).

3.10.7 Perillartin

V éterickém oleji rostliny *Perilla frutescens* je obsažen perillaldehyd. Perillartin je aldoxim perillaldehydu a jeho sladivost je výrazně vyšší (Krutošíková et Uher, 1985). Tento monoterpen je používán ve voňavkářství a údajně má mít účinky na stimulaci mozkové činnosti (Lapčík et al., 2007).

Obrázek č. 11: Perillartin



Chuťové vlastnosti:

Lapčík et al., (2007) uvádějí, že perillartin je 350krát sladší než sacharosa. Perillartin má mentolovo-lékořicovou příchut' a zároveň chutná hořce (Kinghorn et Compadre, 2001).

Použití v potravinách:

Kinghorn et Compadre (2001) uvádějí, že perillartin je komerčně používán v Japonsku jako náhražka javorového sirupu, lékořice nebo ke slazení tabáku nebo kávy.

Jeho používání je limitováno nízkou rozpustností ve vodě a výrazně hořkou chutí (Lapčík et al., 2007).

3.10.8 Další přírodní nesacharidická a neproteinová sladidla

Bylo identifikováno mnoho dalších sladkých látek terpenového, steroidního nebo polyketidového typu, které jsou zatím méně známe a méně prozkoumané.

Baiyunosid je diterpenový glykosid, který byl izolován z rostliny *Phlomis betonicoides*. Tato rostlina je používána v čínské medicíně. Baiyunosid je 500krát sladší než sacharosa (Kemp, 2006). Baiyunosidy mají přetrvávající dochuť, která trvá déle než 1 hodinu (Kinghorn et Compadre, 2001). Ze stejného zdroje jako baiyunosid byl izolován diterpen flomisosid I, který by měl vykazovat podobnou chuť jako baiyunosid s přetrváváním sladké chuti (Kim et Dubois, 1991).

Z kořenů rostliny *Periandra dulcis*, také známé jako brazilská lékořice, byly izolovány čtyři triterpenoidní glykosidy, periandrin I, II, III a IV. Periandriny mají rychlejší nástup sladké chuti než glycyrrhizin. Jsou poměrně obtížně oddělitelné z hořkých složek *Periandra dulcis*, a to brání komerčnímu využití (Kim et Dubois, 1991). Lapčík et al. (2007) se zmiňují také o periandrinu V, který je 200krát sladší než sacharosa, periandriny I – IV jsou 90-100krát sladší než sacharosa.

Sladký seskviterpen hernandulcin byl získán z mexické rostliny *Lippia dulcis*. Hernandulcin byl izolován z květů a listů této rostliny v roce 1985. Jeho nevýhodou je termolabilita a nízká rozpustnost v polárních rozpouštědlech (Lapčík et al., 2007). Sladivost hernandulcinu je 1000krát vyšší než u sacharosy, je poněkud hořké povahy a je poznamenán nepříjemnou dochutí. V předběžných studiích bezpečnosti nebyl hernandulcin akutně toxický pro myši a nebyl shledán bakteriálním mutagenem (Kinghorn et Compadre, 2001). Kvůli hořké příchuti je jeho použití omezené (Velíšek, 1999b).

Dva sladké secodammaranové saponiny pterokaryosid A a B byly izolovány z extraktu listů a stonků rostliny *Pterocarya paliurus*. Listy této rostliny jsou v Číně používány ke slazení potravin. Pterokaryosidy byly testovány na úrovni bakteriální mutageneze a podrobeny zkoušce akutní toxicity u myši a ukázalo se, že nejsou toxické (Kinghorn et Compadre, 2001). Pterokaryosidy mají mírně hořký chuťový dozvuk a jejich sladivost je 50-100krát vyšší než u sacharosy (Lapčík et al., 2007).

Polypodosid A je steroidní saponin, který se podobá osladinu, byl izolován z oddenků osladiče obecného (*Polypodium vulgare*). Tato severoamerická rostlina je někdy nazývána „lékořicová kapradina“. Je 600krát sladší než sacharosa a chutná po lékořici s přetrvávající dochutí. Nevýhodou polypodosidu A je jeho špatná rozpustnost ve vodě (Kinghorn et Compadre, 2001). V oddencích je obsažen v poměrně malém množství do 0,3 %, ale není toxický ani mutagenní (Lapčík et al., 2007).

Telesmosidy jsou glykosidy odvozené od téhož polyoxypregnanového aglykonu. V léčivé vietnamské rostlině *Telosma procumbens* jich bylo izolováno celkem osmnáct a z toho jich jedenáct chutná sladce. Sladivost nejvíce zastoupeného telesmosidu A₁₅ je 1000krát vyšší než u sacharosy (Lapčík et al., 2007).

Z paraguayské rostliny *Baccharis gaudichaudiana*, která je někdy v lidovém léčitelství používána k léčbě diabetu, byl v roce 1991 izolován gaudichaudiosid A. Jedná se o sladký terpenový glykosid labdanového typu, který je 55krát sladší než sacharosa a má příjemnou chuť. Gaudichaudiosid A doprovází strukturně podobné gaudichaudiosidy B-E, které mají hořkosladkou chuť (Lapčík et al., 2007).

Za sladkou chuť listů čínské rostliny *Rubus suavissimus* je zodpovědný diterpen rubusosid. V Číně je rostlina používána do jídla a nápojů. Přípravuje se z ní sladký čaj „tian-cha“, z vodního extraktu a rýže se během festivalů připravují zákusky. Rostlina je také používána v lidové medicíně. Také v Japonsku jsou listy *R. suavissimus* používány jako zdravotně prospěšná složka pokrmů (Kinghorn et Compadre, 2001). Rubusosid je přibližně 114krát sladší než sacharosa a chutná do hořka (Kemp, 2006).

Lapčák et al. (2007) popisují pět sladkých glykosidů odvozených od aglykonu oleananového typu, abrusinogenu. Tyto látky se sladivostí 30-100krát vyšší než sacharosa se nazývají abrusosidy A-D. Mají příjemnou chuť bez pachutí a hořkosti a jejich sladící účinek přichází mírně opožděně. Abrusosidy se získávají z listů sotorku obecného (*Abrus precatorius*) a příbuzného druhu *A. fruticosus*. Sotorek obsahuje také další účinné látky, jako např. terpenové saponiny s protizánětlivým účinkem nebo toxické proteiny abrinu A-D.

Krutošíková et Uher (1985) se zmiňují o sladké kyselině hexahydrofluorendikarboxylové, která byla izolována z kalafuny borovic (*Pinus*). Sladivost volné kyseliny A je 1300 až 1800krát silnější než u sacharosu a její sodná sůl je až 200krát sladší než sacharosa. Nevýhodou je jejich hořká chuť.

Dalšími méně známými sladkými látkami, kterými se Krutošíková et Uher (1985) zabývají, je kyselina chlorogenová a cynarin. Ty jsou zodpovědné za sladkou chuť a modifikační vlastnosti artyčoků (*Cynara scolymus*). Po předchozím vypláchnutí úst extraktem z artyčoků mají tekutiny rozdílné chuti, jako např. sacharosa, kyselina citronová a chlorid sodný, stejně sladkou chuť. Zajímavé je, že artyčoky chutnají sladce až po 4-5 minutách. Kyselinu chlorogenovou a cynarin je možné získat z čerstvých listů artyčoků pomocí extrakce alkoholem.

V oddencích *Selliguea feii* syn. *Polypodium feii* je obsažen selligueain. Byl nalezen i v dalších druzích rodu *Polypodium*. Je řazen mezi trimerické proanthocyanidiny. Jeho sladivost je 35krát vyšší než u sacharosu a nemá žádnou výraznou hořkou nebo trpkou pachutí (Lapčák et al., 2007).

Lapčák et al. (2007) se také zmiňuje o čtyřech sladkých dihydroflavonolech, které jsou obsaženy v bylině *Hymenoxys turneri* a v dalších zástupcích čeledi *Asteraceae*. Nejsladší z nich byl 80krát sladší než sacharosa.

V oplodí jihoasijského stromu *Sapindus rarak* byl nalezen mukuroziosid IIb. Tento seskviterpenový glykosid je podobně sladký jako sacharosa. V plodech raraku je mukuroziosid IIb přítomen v koncentraci vyšší než 6 % (Lapčák et al., 2007).

Tabulka č. 3: Přehled přírodních sladidel

Látka	Rostlinný zdroj	Přibližná sladivost
1. Sladidla na bázi sacharidů -alkoholické cukry		
Sorbitol	Ovoce, jasan, kvašené nápoje	0,5-1
Mannitol	jasan, olivy, fíky, mořské řasy, čerstvé houby	0,5-0,7
Xylitol	ovoce, zelenina, houby, řasy, lišejníky	1
Erythritol	hrozny, hrušky, melouny, houby, fermentované výrobky, sójová omáčka, víno	0,6-0,8
2. Sladidla na bázi aminokyselin a proteinů		
Thaumatocin	<i>Thaumatococcus danielli</i> (Bennett) Benth. (Marantaceae)	2000-3000
Mirakulin	<i>Richardella dulcifica</i> (Sapotaceae)	mění chuť
Monellin	<i>Dioscoreophyllum cumminsii</i> (Stapf) Diels (Menispermaceae)	1500-2000
Mabinliny	<i>Capparis masakai</i> Lévl (Capparidaceae)	1000
Brazzein	<i>Pentadiplandra brazzeana</i> Baillon (Capparaceae)	1200
Pentadin	<i>Pentadiplandra brazzeana</i> Baillon (Capparaceae)	500
Kurkulin	<i>Curculigo latifolia</i> (Liliaceae)	500, mění chuť
Monatin	<i>Schlerochiton ilicifolius</i> A. Meeuse (Acanthaceae)	1200-1400
3. Ostatní přírodní sladidla		
Monoterpeny		
Perillartin	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton (Lamiaceae)	350
Seskviterpeny		
Hernandulcin	<i>Lippia dulcis</i> Trev. (Verbenaceae)	1000
Mukuroziosid IIb	<i>Sapindus rarak</i> (Sapindaceae)	cca 1
Diterpeny		
Steviol-glykosidy	<i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni) Bertoni (Astraceae)	200-300

Tabulka č. 3: Pokračování

Látka	Rostlinný zdroj	Přibližná sladivost
Baiyunosid	<i>Phlomis betonicoides</i> Diels (<i>Lamiaceae</i>)	500
Gaudichaudiosid A	<i>Baccharis gaudichaudiana</i> (<i>Astraceae</i>)	55
Kyselina hexahydrofluorendikarboxylová	kalafuny borovic (<i>Pinus</i>)	1300
Rubusosid	<i>Rubus suavissimus</i> S. Lee (<i>Rosaceae</i>)	114
Triterpeny		
Glycyrrhizin	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. (<i>Fabaceae</i>)	50-100
Mogrosid V	<i>Siraitia grosvenorii</i> (Swingle) C. Jeffrey (<i>Cucurbitaceae</i>)	400
Periandriny	<i>Periandra dulcis</i> Mart. (<i>Fabaceae</i>)	90-200
Abrusosidy A-D	<i>Abrus precatorius</i> L. (<i>Fabaceae</i>)	30-100
Pterokaryosidy	<i>Pterocarya paliurus</i> Batal. (<i>Jugladaceae</i>)	50-100
Flavonoidy, chalkony a deriváty kumarinu		
Neohesperidin DC	<i>Citrus aurantium</i> L. (<i>Rutaceae</i>)	1000-1 800
Dihydroflavonoly	<i>Hymenoxys turneri</i> (<i>Compositae</i>)	80
Selligueain	<i>Selliguea feii</i> Bory (<i>Polypodiaceae</i>)	35
Fylodulcin	<i>Hydrangea macrophylla</i> Seringe var. <i>thunberghii</i> (Seibold) Makino (<i>Saxifragaceae</i>)	200-800
Steroidy		
Osladin	<i>Polypodium vulgare</i> L. (<i>Polypodiaceae</i>)	500
Polypodosid A	<i>Polypodium glycyrrhiza</i> DC. Eaton (<i>Polypodiaceae</i>)	600
Telesmosid A ₁₅	<i>Telosma procumbens</i> (Hance) Merr. (<i>Asclepiadaceae</i>)	1000
Estery chinové a kávové kyseliny		
Kyselina chlorogenová a cynarin	<i>Cynara scolymus</i> (<i>Asteracea</i>)	mění chuť

Tabulka tvoří souhrnné informace převzaté od Kinghorna (2006); Krutošíkové et Uhera (1985); Kinghorna at Compadrea (2001); Lapčíka et al. (2007); Billauxe et al. (1991); Embuscanda et Patila (2001); Čopíkové et al. (2013); Nařízení Komise (EU) č. 231/2012.

3.11 Stanovení sladidel

Významná metoda pro analýzu sladidel je vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC).

Pod HPLC jsou zahrnuty metody založené na různém mechanismu separace, které spojuje použití kapalně mobilní fáze, vysokotlaké techniky a účinných kolon, které umožňují rychlou analýzu. Používají se kolony, které jsou plněny náplněmi s velmi jemnými částicemi o velikosti přibližně 3-5 μm . Současně dochází k poměrně velkým průtokům mobilní fáze a to vyžaduje použití vysokotlakých čerpadel a přístroje s odolnou konstrukcí, aby vydržela vysoké tlaky. K analýze různých druhů vzorků je potřeba vlastnit řadu detektorů a kolon s různými druhy náplní (Churáček et al., 1990).

Základní chromatografický proces se skládá z rozdělení stejných molekul mezi mobilní tekutinu a stacionární fázi. V případě kapalinové chromatografie je tekutinou rozpouštědlo. V kolonové kapalinové chromatografii je stacionární fáze držena ve sloupci a mobilní fáze se nechá proudit, nebo je přes něj čerpána. Složky vzorku, které mají být odděleny, musí projít kolonou různou rychlostí, musí se rozdělit v různém rozsahu mezi mobilní a stacionární fázi. Faktory, které určují poměr rozdělení, jsou převážně termodynamické (Macrae, 1988).

4 Zmapování trhu

Přírodní sladidla se stávají běžným produktem na našem trhu. Jsou k dostání hlavně v různých specializovaných prodejnách. Některé produkty obsahující přírodní sladidla se objevují i v běžných prodejnách. V potravinách se zdravou výživou a lékárnách je dnes poměrně velký výběr přírodních sladidel různého typu. Velmi populární se v poslední době stává stévie. Je na našem trhu nová, ale rychle se dostává do povědomí společnosti. Proto se zaměřím právě na sladidla, potraviny a nápoje obsahující steviol-glykosidy.

Stévie je na našem trhu dostupná v mnoha formách. Nejčastěji se prodává ve formě tablet, v sypké formě nebo tekutá. Do některých produktů se ke stévií přidává také sladidlo erythritol. Stévií lze sehnat také v sušené formě nebo rovnou celá rostlina. Lidé mají možnost zakoupit si semínka a vypěstovat si stévií doma sami.

4.1 Dostupnost v různých obchodech

a) Supermarkety a běžné prodejny

V těchto prodejnách se s přírodními sladidly, a tedy i se stévií, setkáváme spíše ojediněle. Přírodní sladidla samostatně obvykle nebývají součástí sortimentu v běžných prodejnách, ale v supermarketech už nejsou výjimkou. Se stévií se můžeme běžně setkat v různých limonádách nebo v některých ochucených pivech. Nově se prodávají kečupy nebo třeba jogurty slazené stévií. Obvykle platí, že čím je větší prodejna, tím je širší i sortiment a větší výběr produktů, které přírodní sladidla obsahují.

b) Specializované prodejny se zdravou výživou

Tyto prodejny jsou nabyté různými druhy sladidel a sladidlo stévie je zde k dostání v různých formách. Dále je tu velký výběr různých sladkostí pro diabetiky. Různé sušenky, oplatky, dezerty, bonbony, lízátko, čokolády a jiné cukrovinky, které jsou často slazené přírodními sladidly. Občas se objeví i sladkosti slazené stévií, například čokolády slazené steviol-glykosidy.

c) Lékárny

V lékárnách jsou sladidla běžně dostupná. Na trhu převažují umělá sladidla. Často se prodávají různé směsi sladidel. Samostatně se setkáváme hlavně se sladidlem ze stévie, které

je možno pořídit v tabletové, sypké i tekuté formě. Méně často se setkáme se samostatnými sladidly z alkoholických cukrů. Větší lékárny nabízejí i různé bylinné a ovocné bonbony, hroznový cukr, ovocné a bylinné sirupy nebo cukrovinky pro diabetiky, které často obsahují přírodní sladidla.

d) Zahradnictví

Zde můžeme pořídit rostlinu stévie. Je k dostání v jarních měsících jako venkovní rostlina ve větších zahradnictvích. V obchodech s květinami je známá pod názvem sladká tráva nebo stévie sladká/cukrová/rebaudiana. Listy lze užívat jak v čerstvém stavu, tak sušené nebo zmražené. Prodávají se také semena stévie .

e) Internet

Bezkonkurenčně největší výběr přírodních sladidel ze stévie a produktů jimi slazenými je na internetu. Je tu k dispozici mnoho výrobků, které v prodejnách k dostání nejsou. Většina produktů se k nám dováží ze zahraničí, kde mají širší sortiment. Je tu výběr od velké řady různých výrobců.

4.2 Zmapování výrobků se steviol-glykosidy

Vytvořila jsem několik tabulek se souhrnem nejběžnějších produktů obsahujících steviol-glykosidy. V tabulce je vždy uveden název výrobku, složení nebo popis výrobku, výrobce a orientační cena.

4.2.1 Sladidla

Sladidel, která obsahují steviol-glykosidy, je mnoho. Trh je plný výrobců, kteří nabízejí toto sladidlo v různých formách. V tabulce je seznam výrobků a výrobců, se kterými se můžeme setkat nejčastěji.

Tabulka č. 4: Sladidla obsahující steviol-glykosidy

PRODUKT	SLOŽENÍ	VÝROBCE	CENA
Sladidla ve formě tablet			
Stevia In - 100% přírodní sladidlo 200 tablet	Steviol-glykosidy (rebaudiosid A 98%), karboxymethylcelulosa (emulgátor), laktosa, leucin	Green Diamond Medical s.r.o.	139 Kč
Stevia Natusweet tablety, 300 tbl.	60% Rebaudiosid A 98%, 40% steviol-glykosid 95%, isomaltóza, uhličitan sodný, kyselina vinná	Reisenberger GmbH	142 Kč
Stevia tabs, 600 tbl.	Rebaudiosid A 97%, hydrogenuhličitan sodný, sorbitol, kyselina citronová, magnésium stearát, oxid křemičitý	Sanct Bernhard	296 Kč
Celius Stevia 300 tbl.	Glycin, sladidlo: steviol-glykosid 15%, karboxymethylcelulóza (emulgátor), přírodní aroma, stearan hořečnatý	Health Care Products Ltd., Newbury, Velká Británie	155 Kč
Fan sladidlo Stevia 7,8 g / 150 tablet	Erythritol, steviol-glykosid (RA 98%), hydrogenuhličitan sodný, kys. vinná, L-leucin	F&N DODAVATELE S.R.O.	66 Kč
Fytostevin tbl. 200	Steviol-glykosidy (40%), jedlá soda, kyselina adipová, leucin, stearát hořečnatý	DR.POPOV	92 Kč
STEVIN přírodní stolní sladidlo 200 tbl.	Stevia extract, erythritol, leucine, magnesium stearate, Ethanedioic acid, sodium bicarbonate	Wolfberry	77 Kč
STEVIOLA tablety (300) v dávkovači	Isomalt, steviol-glykosid, hydrogenuhličitan sodný, hořečnatá sůl, tartaricacid	Steviola	137 Kč
KANDISIN Stevia sladidlo 200 tbl.	Steviol-glykosidy, hydrogenuhličitan sodný, regulátor kyselosti: kyselina vinná, přírodní aroma	TEEKANNE	101 Kč

Tabulka č. 4: Pokračování

PRODUKT	SLOŽENÍ	VÝROBCE	CENA
Additiva stévie tbl. 100	Sladidlo steviol-glykosidy, hydrogenuhlíčan sodný, regulátor kyselosti citrát sodný	Dr. B. Scheffler Nacht. GmbH & Co. KG	95 Kč
Sladidla ve formě prášku			
Stevia Natusweet Kristalle 400 g	Erythritol, sladidlo: steviol- glykosidy	Reisenberger GmbH	291 Kč
Stevia porcované sáčky BIO 50 ks (50 g)	Bio steviosid, erythritol	DeSen	224 Kč
Stevia prášek BIO 35 g	Čistý Bio steviosid	DeSen	222 Kč
Fan sladidlo Stevia sypká 250 g	Fruktóza, steviol-glykosid RA 97%, fosforečnan vápenatý (protispěková přísada)	F&N DODAVATELE S.R.O.	62 Kč
Stevia - přírodní sladidlo sypké 50 g	Steviol-glykosidy 95%, voda 5%	Acefill S.r.o.	134 Kč
STEVIA !N sypké sladidlo 140 g	Erythritol, steviol-glykosidy (Rebaudiosid A 98%)	Green Diamond Medical s.r.o.	151 Kč
Stevia extrakt výtažek ze stévie 15 g Gesundl	Extrakt z listů <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni. V prášku.	Gesund&Leben	181 Kč
Sladidla v tekuté formě			
Stevia kapky BIO 50 ml	Čistý BIO steviosid, filtrovaná voda, bez alkoholu	DeSen	198 Kč
Stevia Natusweet liquid 100 ml	Steviol-glykosid, voda, kys. sorbová	Reisenberger GmbH	155 Kč
STEVIOLA Fluid 50 ml	Rostlinný glycerin, voda, steviol- glykosid	Steviola	108 Kč
Stevia dulce tekutý extrakt 100 ml Gesundleben	Voda, extrakt ze stévie, glycerin, kyselina citrónová, kaliumsorbat	Gesund&Leben	150 Kč

Tabulka č. 4: Pokračování

PRODUKT	SLOŽENÍ	VÝROBCE	CENA
Stevia tekutá 120 ml Tanki Dulri	Přírodní extrakt z rostliny <i>Stevia Rebaudiana</i>	Valdemar Grešík-Natura s.r.o.	271 Kč
Sladký polibek – tekutý, 20 ml	Extrakt z rostliny <i>Stevia rebaudiana</i>	Sladký polibek	157 Kč
Sušená stévie			
Stevia sušená BIO 100 g	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	DeSen	169 Kč
Stevia list řez 1000 g	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Byliny Mikeš s.r.o.	342 Kč
Stevia list sušený 25 g	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Gesund&Leben	79 Kč
Stevia - mletý prášek z listů 100 g	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Gesund&Leben	201 Kč
Stevia přeladká porcovaná 6 g, 20 sáčků, BIO	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni bio	Sonnentor	42 Kč

4.2.2 Potraviny slazené stévií

V tabulce jsou uvedeny některé potraviny slazené stévií, se kterými se na českém trhu můžeme setkat. Ze sladkostí jsou nejpočetnějším zástupcem čokolády nebo bonbony. Někdy jsou k dostání kečupy nebo jogurty slazené steviol-glykosidy.

Tabulka č. 5: Potraviny slazené steviol-glykosidy

PRODUKT	POPIS	VÝROBCE	CENA
Balance mléčná čokoláda se stévií bez cukru (85 g) - Různé druhy	Čokoláda bez umělých sladidel a konzervačních látek, jako náhradu cukru používá přírodní sladidla.	Balance	55 Kč

Tabulka č 5: Pokračování

PRODUKT	POPIS	VÝROBCE	CENA
Hořká čokoláda se stévií Negro - Různé druhy	Čokoláda přírodní chuti bez cukru slazená bylinou stévií, bez lepku.	Chocolates Torras S.A.	49 Kč
Oříšková pomazánka se stévií (200 g)	Oříšková pomazánka bez cukru, slazená maltitolem a steviol-glykosidy.	Chocolates Torras S.A.	82 Kč
Mléčná/hořká čokoládová tyčinka praliné se stévií (35 g)	Mléčná čokoládová tyčinka z belgické čokolády slazená pomocí stévie s náplní z lískových oříšků.	Balance	33 Kč
Mléčná čokoláda Lucky Choc (60 g) - Různé druhy	Čokoláda bez cukru slazená erythritolem a steviol-glykosidy.	Steviola	75 Kč
Pudink slazený stévií, 8 porcí, (60 g) - Různé druhy	Vaníkový nebo čokoládový pudink slazený steviol-glykosidy.	TRINI	49 Kč
Kakao slazené stévií (100 g)	Kakaový prášek slazený steviol-glykosidy.	TRINI	79 Kč
Stevia jogurt SPAR Vital (180 g)	Sladký jogurt bez cukru i umělých sladidel.	Spar Vital	12 Kč
Dietorelle Gum/Hard (70 g) - Různé druhy	Gumové nebo tvrdé bonbóny bez cukru se sladidly s různými příchutěmi.	SOCALBE SPA- SCANDIANO	29 Kč
Haribo Bronchiol - se stévií (75 g)	Bonbony s japonským mátovým olejem, slazené stévií. Bez přidaného cukru.	HARIBO	51 Kč
Kečup se stévií, Gurmán, bez cukru OTMA (300 g)	Kečup bez přidaného cukru s vysokým podílem rajčat slazený stévií.	Hamé s.r.o.	26 Kč
Stevia Ketchup SPAK (500 g)	Kečup je slazený výtažkem z rostliny stévie.	SPAK Foods s.r.o.	56 Kč

4.2.3 Nápoje slazené stévií

Výrobci stále častěji používají toto sladidlo do svých nápojů a rádi pak na etiketách uvádějí, o kolik procent se snížil obsah kalorií. Steviol–glykosidy se přidávají jako sladidlo do některých ochucených piv a některých limonád. Příkladem je Kofolu bez cukru se stévií, zelený čaj Nestea s příchutí broskve, Staropramen Cool nebo Bernard s čistou hlavou švestka. Lze také sehnat různé ovocné, nízkokalorické sirupy slazené stévií. Některé firmy mají poměrně široký sortiment nápojů slazených steviol-glykosidy (např.: Pivovar Černá Hora, a.s. vyrábí 8 druhů chmelových limonád a 2 vody slazené stévií). Do tabulky jsem ke každému výrobcí přiřadila pouze jeden vybraný produkt.

Tabulka č. 6: Nápoje slazené steviol-glykosidy

PRODUKT	POPIS	VÝROBCE	CENA
Kofola bez cukru 2 l	Limonáda se sladidly.	Kofola a.s.	29 Kč
NESTEA Green tea peach 1,5 l	Nesycený nealkoholický nápoj s extraktem ze zeleného čaje a příchutí broskve. Se stévií.	Coca - Cola HBC ČR s.r.o.	38 Kč
Jupík ovocný 330 ml - různé příchutě	Nesycený nealkoholický ovocný dětský nápoj.	Kofola a.s.	13 Kč
Nativa Green tea lemon	Nápoj ze zeleného čaje.	Rauch Praha spol. s r.o.	39 Kč
Rio H2O s pomerančovou dužinou 1,5 l	Pramenitá voda s pomerančovou dužinou.	McCarter a.s.	26 Kč
Staropramen Cool Hořký pomeranč 0,5 l	Míchaný nápoj na bázi výčepního piva.	Pivovary Staropramen a.s.	18 Kč
Bernard S čistou hlavou švestka 0,5 l	Osvěžující nealkoholický nápoj, švestkový.	Rodinný pivovar Bernard, a. s.	19 Kč
Frisco Bílé hrozny & lotos 330 ml	Kvašený sladový nápoj. Jemně perlivý, alkoholický s příchutí hroznů a lotosu.	Plzeňský Prazdroj, a.s.	23 Kč
Zázvorka 330 ml - a další limonády	Chmelová limonáda s příchutí zázvoru.	Pivovar Černá Hora, a.s.	8 Kč

Tabulka č. 6: Pokračování

PRODUKT	POPIS	VÝROBCE	CENA
Sirup Brusinka Nova Fruit (650 g) - a další příchutě	Nízkokalorický sirup s fruktosou a přírodním sladidlem ze stévie, s příchutí "Brusinka“.	MS INVEST spol. s r.o.	94 Kč
Aromatica Stevian jítrocelový sirup se stévií (210 ml)	Bylinný sirup s extraktem z jítrocele a tymiánu. Je slazen přírodním sladidlem ze stévie – steviol-glykosidy s přidavkem vitamínu C.	Aromatica	72 Kč
Müllerův sirup s jítrocelem, stévií a vit.C 100 g	Sirup s jítrocelem, stévií a vitamínem C obsahuje extrakty jítrocele a stévie.	DR MULLER	42 Kč
SODASTREAM Sirup Stevia Brusinka - Jablko Light (500 ml) - a další druhy	Sirup doslazený čistě přírodním sladidlem stévie s příchutí brusinky a jablka.	SodaStream	129 Kč
Bylinná směs pro diabetiky se sladidlem stévie 20 x 1,5 g Fytoph.	Směs bylin slazená sladidlem ze stévie. Vhodná pro diabetiky.	FYTOPHARMA A.S.	42 Kč
Yogitea Snack Sweet Lemon Mate 17 x 1,8 g	Směs zeleného čaje, maté a lahodných, šťavnatých citrónů.	YogiTea	98 Kč

4.2.4 Další výrobky slazené stévií

I do nepotravinářských produktů je stévie někdy přidávána, a to nejčastěji do zubních past.

Tabulka č. 7: Další výrobky slazené steviol-glykosidy

PRODUKT	POPIS	VÝROBCE	CENA
BioDent Basic zubní pasta (75 ml)	Zubní pasta se zeleným jílem, stévií a heřmánkem. Obsahuje olivový extrakt a éterický olej z máty.	Terra Natura	100 Kč

Tabulka č. 7: Pokračování

PRODUKT	POPIS	VÝROBCE	CENA
Silix zubní pasta (120 ml)	Zubní pasta se zvýšeným obsahem křemíku. Se steviol-glykosidy.	Energy	154 Kč
Kiss My Face Corp. Zubní pasta dětská bez fluoridu, lesní plody 113 ml	Dětská zubní pasta bez fluoridu s příchutí lesních plodů. S obsahem steviol-glykosidů.	Kiss My Face Corp.	158 Kč

4.3 Srovnání cen

K tomuto průzkumu jsem si vybrala supermarket Interspar z toho důvodu, že má v sortimentu více produktů slazených steviol-glykosidy než jiné supermarkety. Ceny výrobků slazených stévií se nijak výrazně neliší od výrobků slazených běžným cukrem. U nápojů bývá cena výrobku slazeného cukrem a cena téhož výrobku slazeného steviol-glykosidy často totožná. Příkladem je Kofola bez cukru se stévií, která stála stejně jako Kofola original a další příchutě (15,90 Kč v akci). Stejně tak tomu bylo u značky Nestea. Cena Nestea Green tea peach se stévií 1,5 l byla shodná s cenou ostatních čajů Nestea neslazených steviol-glykosidy (38,90 Kč). Také u alkoholických nápojů byl výsledek stejný. Frisco Bílé hrozny & lotos 330 ml slazené stévií stálo stejně jako další příchutě Frisca neslazené stévií (23,90 Kč). Srovnání potravin je obtížnější a méně objektivní, protože je těžké najít tentýž výrobek, jednou slazený běžným cukrem a jednou slazený steviol-glykosidy. Vybrala jsem k sobě produkty od stejných firem, u kterých se ale mírně liší složení. Ke srovnání jsem zvolila Stevia Ketchup SPAK 500 g, BIO Ketchup SPAK 530 g a Ketchup Natur SPAK 500 g. Nejlevnější byl Stevia Ketchup SPAK (40,90 Kč), poté následoval Ketchup Natur SPAK (51,20 Kč) a nakonec BIO Ketchup SPAK (53,90 Kč), který ale obsahoval o 30 g více než předchozí dva kečupy a navíc byl vyroben z bio surovin. Dále jsem srovnávala jogurty: Stevia jogurt SPAR Vital 180 g (12,90 Kč), SPAR Natur*pur BIO Jogurt bílý 200 g (16,90 Kč) a SPAR free from jogurt bílý 200 g (12,90 Kč). Stevia jogurt SPAR Vital se s přihlédnutím na jeho nižší gramáž cenově pohyboval někde mezi druhými dvěma jogurty. Všechny tři jogurty se ve složení odlišují, přesto je zjevné, že jogurt slazený stévií se od téhož jogurtu slazeného cukrem cenově příliš lišit nebude.

5 Závěr

Vytvořením přehledu přírodních nesacharidických sladidel vyšlo najevo, že v přírodě existuje velké množství sladce chutnajících látek, ale jen malá část z nich je používána v potravinářském průmyslu. V České republice je povoleno používat do potravin, kromě sacharidových sladidel, pouze přírodní sladidlo thaumatin, neohesperidin DC, steviol-glykosidy a cukerné alkoholy. Některá přírodní sladidla jsou v průmyslovém měřítku vyráběna synteticky, protože jejich separace z přírodních zdrojů by byla příliš nákladná (cukerné alkoholy). Důvodů, proč je používáno pouze tak malé množství přírodních sladidel, je několik. Některé sladké látky jsou v rostlině obsaženy ve velmi nízkých koncentracích a jejich separace z rostliny se finančně nevyplatí. Některá přírodní sladidla jsou doprovázena pachutí, která by byla pro konzumenty nepříjemná. Důvodem je také nízká stabilita nebo rozpustnost některých sladkých látek, která může zamezit použití v potravinách. U části sladidel není dostatečně prozkoumán jejich vliv na lidský organismus, a nejsou proto uznána z bezpečnostních důvodů. I tato sladidla, která zatím u nás nejsou povolena, se v některých zemích používají. Velká část přírodních sladkých látek je obsažena v plodech rostlin a lidé v místě výskytu těchto rostlin často používají tyto plody k doslazení nápojů a potravin.

V budoucnu by u nás mohlo být povoleno například sladidlo glycyrrhizin obsažené v lékořici lysé (*Glycyrrhiza glabra*) a sladká látka zvaná mogrosid V přítomná v rostlině lo han kuo (*Siraitia grosvenorii*). Tato sladidla se v některých zemích již používají. Extrakty těchto rostlin byly klasifikovány FDA jako všeobecně považované za bezpečné (GRAS).

Poměrně novým sladidlem na našem trhu je sladidlo z rostliny stévie cukrové (*Stevia rebaudiana*). Zmapování trhu se zaměřením na steviol-glykosidy ukázalo, že toto sladidlo je v obchodech běžně k dostání a mnohé firmy ho začaly používat do svých výrobků. Nejlepší uplatnění našly steviol-glykosidy především v nápojích. Při srovnání cen výrobků slazených cukrem a výrobků slazených steviol-glykosidy se ukázalo, že se tyto výrobky cenově téměř neliší.

6 Seznam literatury

- Billaux, M. S., Flourié, B., Jacquemin, C., Messing, B. 1991. Sugar alcohols. In: Marie, S., Piggott, J. R. (eds.). Handbook of Sweeteners. Blackie. Glasgow. p. 72-103. ISBN 0-216-92836-2.
- Borrego, F., Montijano, H. 2001. Neohesperidin Dihydrochalcone. In: Nabors, L. O'B. (ed.). Alternative sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. New York. p. 87-104. ISBN 0-8247-0437-1.
- Brandle, J. E., Telmer, P. G. 2007. Steviol glycoside biosynthesis. *Phytochemistry*. 68 (14). 1855–1863.
- Burešová, M., Valíček, P. 1995. Rostlinná necukerná sladidla. *Živa*. 43 (3). 114 – 115.
- Clarke, M. A. 1991. Non-sucrose carbohydrates. In: Marie, S., Piggott, J. R. (eds.). Handbook of Sweeteners. Blackie. Glasgow. p. 52-71. ISBN 0-216-92836-2.
- Číž, K. 2008. Alternativní sladidla. *Listy cukrovarnické a řepářské*. 124 (9/10). 278-279.
- Čopíková, J., Moravcová, J., Wimmer, Z., Opletal, L., Lapčík, O., Drašar, P. 2013. Náhradní sladidla. *Chemické Listy*. 107 (11). 867–874.
- Davídková, E., Dostálová, J. 1991. Náhrada cukru jinými sladidly. ÚVTIZ. Praha. 30 s.
- Embuscado, M. E. 2006. Polyols. In: Spillane, W. J. (ed.). Optimising sweet taste in foods. Woodhead Publishing. Cambridge. p. 153-174. ISBN: 978-1-84569-008-3.
- Embuscado, M. E., Patil, S. K. 2001. Erythritol. In: Nabors, L. O'B. (ed.). Alternative sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. New York. p. 235-254. ISBN 0-8247-0437-1.
- Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S. S., Steffen, L. M., Johnson, R. K., Reader, D., Lichtenstein, A. H. 2012. Nonnutritive Sweeteners: Current Use and Health Perspectives. *Diabetes Care*. 35 (8). 1798-1808.

- Geuns, J. M. C. 2010. Stevia and steviol glycosides: the naked truth about Stevia or the politics laid bare. Euprint. Heverlee. p. 108. ISBN: 978-90-74253-161.
- Churáček, J., Jandera, P., Krupčík, J., Polonský, J., Popl, M., Vlácil, F. 1990. Analytická separace látek. SNTL. Praha. 384 s. ISBN: 80-03-00569-8.
- Jouppila, K. 2006. Mono- and Disaccharides: Selected Physicochemical and Functional Aspects. In: Eliasson, A.-Ch. (ed.). Carbohydrates in food. 2nd ed. CRC Press. Boca Raton. p. 41-88. ISBN: 0-8247-5942-7.
- Kemp, S. E. 2006. Low-calorie sweeteners. In: Spillane, W. J. (ed.). Optimising sweet taste in foods. Woodhead Publishing. Cambridge. p. 175-251. ISBN: 978-1-84569-008-3.
- Kim, S. - H., Dubois, G. E. 1991. Natural high potency sweeteners. In: Marie, S., Piggott, J. R. (eds.). Handbook of Sweeteners. Blackie. Glasgow. p. 116-185. ISBN 0-216-92836-2.
- Kinghorn, A. D. 2006. Discovering new natural sweeteners. In: Spillane, W. J. (ed.). Optimising sweet taste in foods. Woodhead Publishing. Cambridge. p. 292-306. ISBN: 978-1-84569-008-3.
- Kinghorn, A. D., Compadre, C. M. 2001. Less Common High-Potency Sweeteners. In: Nabors, L. O'B. (ed.). Alternative sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. New York. p. 209-233. ISBN 0-8247-0437-1.
- Krutošíková, A., Uher, M. 1985. Přírodní a syntetické látky sladké chuti. Veda. Bratislava. 154 s.
- Lapčík, O., Čopíková, J., Uher, M., Moravcová, J., Drašar, P. 2007. Necukerné přírodní látky sladké chuti. Chemické Listy. 101 (1). 44-54.
- Le, A. S., Mulderrig, K. B. 2001. Sorbitol and Mannitol. In: Nabors, L. O'B. (ed.). Alternative sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. New York. p. 317-334. ISBN 0-8247-0437-1.

Macrae, R. 1988. HPLC in Food Analysis. 2nd ed. Academic press. London. p. 502. ISBN: 0-12-464781-2.

Minarovičová, L., Dandár, A., Čumakov, A. 2008. Stévia cukrová (*Stevia rebaudiana*). Listy cukrovarnické a řepařské. 124 (11). 316-319.

Mortensen, A. 2006. Sweeteners permitted in the European Union: safety aspects. Scandinavian Journal of Food and Nutrition. 50 (3). 104 -116.

Nabors, L. O'B. 2001. Alternative sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. New York. p. 553. ISBN 0-8247-0437-1.

Niederaurer, T. 1999. Výroba, vlastnosti a použití sladidel v potravinách. Listy cukrovarnické a řepařské. 115 (11). 313-315.

Oldřichová, T. 2008. EU: erytritol uznán jako přírodní sladidlo. Potravinářský zpravodaj. 9 (4). 34.

Olinger, P. M., Pepper, T. 2001. Xylitol. In: Nabors, L. O'B. (ed.). Alternative sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. New York. p. 335-365. ISBN 0-8247-0437-1.

Park, J. E., Cha, Y. S. 2010. *Stevia rebaudiana* Bertoni extract supplementation improves lipid and carnitine profiles in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. Journal of the science of food and agriculture. 90(7). 1099-1105.

Pawar, R. S., Krynitsky, A. J., Rader, J. I. 2013. Sweeteners from plants-with emphasis on *Stevia rebaudiana* (Bertoni) and *Siraitia grosvenorii* (Swingle). Analytical and Bioanalytical Chemistry. 405 (13). 4397-4407.

Pokorný, J. 2004. Lékořice jako potravinová přísada. Výživa a potraviny. 59 (2). 46.

Raben, A., Hermansen, K. 2006. Health Aspects of Mono- and Disaccharides. In: Eliasson, A.-Ch. (ed.). Carbohydrates in food. 2nd ed. CRC Press. Boca Raton. p. 89-127. ISBN: 0-8247-5942-7.

Sela, M. N., Steinberg, D. 1989. Glycyrrhizin: The Basic Facts plus Medical and Dental Benefits. In: Grenby, T. H. (ed.). Progress in sweeteners. Elsevier Applied Science. London. p. 71-96. ISBN 1-85166-364-9.

Shankar, P., Ahuja, S., Sriram, K., 2013. Non-nutritive sweeteners: Review and update. Nutrition. 29 (11-12). 1293-1299.

Státní zemědělská a potravinářská inspekce [online]. [cit. 2014-03-25]. Dostupné z <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005724&nid=11324&chnum=1&hl=sladidla>>

Swithers, S. E., Martin, A. A., Davidson, T. L. 2010. High-intensity sweeteners and energy balance. Physiology & Behavior, 100 (1). 55-62.

Šárka, E., Bubník, Z., Zvárová, H., Čopíková, J. 2006. Vlastnosti polyolů a jejich možné průmyslové a výživové aplikace. Listy cukrovarnické a řepářské. 122 (11). 314-317.

Valíček, P., Ando, V., Potužák, M., Čížek, H. 1998. Léčivé rostliny tradiční čínské medicíny. Svítání. Hradec Králové. 321 s. ISBN: 80-86198-01-4.

Valíček, P., Hlava, B., Holubová, K., Hušák, S., Kokoška, L., Matějka, V., Michl, J., Pavel, L., Polesný, Z., Wróblewska, E., Zelený, V. 2002. Užitkové rostliny tropů a subtropů. Academia. Praha. 486 s. ISBN: 80-200-0939-6.

Valíček, P., Kokoška L., Holubová, K. 2001. Léčivé rostliny třetího tisíciletí. Start. Benešov. 175 s. ISBN: 80-86231-14-3.

Velíšek, J. 1999a. Chemie potravin 1. Osis. Tábor. 328 s. ISBN: 80-902391-3-7.

Velíšek, J. 1999b. Chemie potravin 3. Osis. Tábor. 342 s. ISBN: 80-902391-5-3.

Williams, L. A. 2000. Sladidla. Potravinářské aktuality: Ekonomika, technologie, technika a obaly. 43 (2). 80-84.

Würsch, P., Anantharaman, G. 1989. Aspects of the Energy Value Assessment of the Polyols. In: Grenby, T. H. (ed.). Progress in sweeteners. Elsevier Applied Science. London. p. 241-266. ISBN 1-85166-364-9.

6.1 Legislativní zdroje

Vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Sbírka zákonů 2008, částka 3 (2008).

Vyhláška č. 130/2010 Sb., kterou se mění vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Sbírka zákonů 2010, částka 46 (2010).

Vyhláška č. 122/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, ve znění vyhlášky č. 130/2010 Sb. Sbírka zákonů 2011, částka 47 (2011).

Vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Sbírka zákonů 2003, částka 32 (2003).

Vyhláška č. 43/2005 Sb., kterou se mění vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky na přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Sbírka zákonů 2005, částka 10 (2005).

Směrnice Komise 2008/60/ES, kterou se stanoví specifická kritéria pro čistotu náhradních sladidel pro použití v potravinách. Úřední věstník Evropské unie. L 158.

Směrnice Komise 2010/37/EU, kterou se mění směrnice 2008/60/ES, kterou se stanoví specifická kritéria pro čistotu náhradních sladidel. Úřední věstník Evropské unie. L 152.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách. Úřední věstník Evropské unie. L 354.

Nařízení Komise (EU) č. 1129/2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 vytvořením seznamu potravinářských přídatných látek Unie. Úřední věstník Evropské unie. L 295.

Nařízení Komise (EU) č. 1131/2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, pokud jde o steviol-glykosidy. Úřední věstník Evropské unie. L 295.

Nařízení Komise (EU) č. 231/2012, kterým se stanoví specifikace pro potravinářské přídatné látky uvedené v přílohách II a III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008. Úřední věstník Evropské unie. L 83.

7 Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků:

Obr. č. 1: Sorbitol

Obr. č. 2: Mannitol

Obr. č. 3: Xylitol

Obr. č. 4: Erythritol

Obr. č. 5: Steviosid

Obr. č. 6: Neohesperidin DC

Obr. č. 7: Glycyrrhizin

Obr. č. 8: Magrosid V

Obr. č. 9: Osladin

Obr. č. 10: Fylodulcin

Obr. č. 11: Perillartin

Seznam tabulek:

Tab. č. 1: Členění přírodních sladidel na druhy, skupiny a podskupiny

Tab. č. 2: Povolená náhradní sladidla

Tab. č. 3: Přehled přírodních sladidel

Tab. č. 4: Sladidla obsahující steviol-glykosidy

Tab. č. 5: Potraviny slazené steviol-glykosidy

Tab. č. 6: Nápoje slazené steviol-glykosidy

Tab. č. 7: Další výrobky slazené steviol-glykosidy

8 Seznam použitých zkratek

ADI - přijatelná denní dávka

NOAEL – dávka, při které ještě nebyl pozorován škodlivý účinek

GI - glykemický index

FDA – Úřad pro kontrolu potravin a léčiv

GRAS - všeobecně považovaný za bezpečný

EU – Evropská unie

HSH - hydrogenovaný hydrolyzát škrobu

MEP - methylerythritol fosfát

GGDP - geranylgeranyl difosfát

KAH - hydroxyláza kaurenové kyseliny

ER - endoplazmatické retikulum

HPLC - vysokoúčinná kapalinová chromatografie

DC – dihydrochalkon

9 Přílohy

Příloha č. 1: Příklady vysoce sladkých látek z rostlin (Kinghorn, 2006)

Table 12.1 Examples of highly sweet compounds from plants

Compound type/name ^a	Plant name	Sweetness potency ^b	Reference(s)
MONOTERPENE			
Perillartine ^c	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton (Labiatae)	370	Kinghorn and Soejarto (1986)
SESQUITERPENES			
Bisabolane			
(+)-Hernandulcin	<i>Lippa dulcis</i> Trev. (Verbenaceae)	1500	Kinghorn and Soejarto (1986)
DITERPENES			
Diterpene acid			
4 β ,10 α -Dimethyl-1,2,3,4,5,10-hexahydrofluorene-4 α ,6 α -dicarboxylic acid ^d	Pine tree ^e	1300–1800 ^f	Kinghorn and Soejarto (1986)
ent-Kaurene glycosides			
Rebaudioside A	<i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni) Bertoni (Compositae)	242	Kinghorn and Soejarto (1986)
Stevioside	<i>S. rebaudiana</i>	210	Kinghorn and Soejarto (1986)
Labdane glycoside			
Baiyunoside	<i>Phlomis betonicoides</i> Diels (Labiatae)	500	Kinghorn and Soejarto (1986)
TRITERPENES			
Cucurbitane glycoside			
Mogroside V	<i>Siraitia grosvenorii</i> (Swingle) C. Jeffrey ^g (Cucurbitaceae)	250–425 ^f	Kinghorn and Soejarto (1986)

Table 12.1 Continued

Compound type/name ^a	Plant name	Sweetness potency ^b	Reference(s)
Cycloartane glycoside			
Abrusoside A	<i>Abrus precatorius</i> L.; <i>A. fruticulosus</i> Wall et W.& A. (Leguminosae)	30	Choi <i>et al.</i> (1989a); Choi <i>et al.</i> (1989b)
Dammarane glycoside			
Cyclocarioside A	<i>Cyclocarya paliurus</i> (Batal.) Iljinsk (Juglandaceae)	200	Yang <i>et al.</i> (1992)
Oleanane glycosides			
Glycyrrhizin	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L. (Leguminosae)	93–170 ^f	Kinghorn and Soejarto (1986)
Albiziasaponin B	<i>Albizia myriophylla</i> Benth. Leguminosae	600	Yoshikawa <i>et al.</i> (2002)
Secodammarane glycoside			
Pterocaryoside A	<i>Pterocarya paliurus</i> Batal. (Juglandaceae)	50	Kennelly <i>et al.</i> (1995)
STEROIDAL SAPONINS			
Osladin	<i>Polypodium vulgare</i> L. (Polypodiaceae)	500	Nishizawa and Yamada (1996)
Polypodoside A	<i>Polypodium glycyrrhiza</i> DC. Eaton (Polypodiaceae)	600	Kim <i>et al.</i> (1988)
Telosmoside A ₁₅	<i>Telosma procumbens</i> (Hance) Merr. (Asclepiadaceae)	1000	Huan <i>et al.</i> (2001)
PHENYLPROPANOIDS			
<i>trans</i> -Anethole ^h	e.g., <i>Foeniculum</i> <i>vulgare</i> Mill. (Umbelliferae)	13	Hussain <i>et al.</i> (1990b)
<i>trans</i> -Cinnamaldehyde	<i>Cinnamomum</i> <i>osmophleum</i> Kanehira (Lauraceae)	50	Kinghorn and Soejarto (1989)
DIHYDROISOCOUMARIN			
Phyllodulcin ⁱ	<i>Hydrangea macrophylla</i> Seringe var. <i>thunbergii</i> (Siebold) Makino (Saxifragaceae)	400	Kinghorn and Soejarto (1986)
FLAVONOIDS			
Dihydrochalcone glycoside			
Neohesperidin dihydrochalcone ^c	<i>Citrus aurantium</i> L. (Rutaceae)	1000	Kinghorn and Soejarto (1986)

Table 12.1 Continued

Compound type/name ^a	Plant name	Sweetness potency ^b	Reference(s)
Dihydroflavonol			
Dihydroquercetin 3- <i>O</i> -acetate 4'-methyl ether ^c	<i>Tessaria dodoneifolia</i> (Hook. & Arn.) Cabrera (Compositae)	400	Kinghorn and Soejarto (1989)
PROANTHOCYANIDIN			
Selligueain A	<i>Selliguea feei</i> Bory (Polypodiaceae)	35	Baek <i>et al.</i> (1993)
BENZO[<i>b</i>]INDENO[1,2-<i>d</i>]PYRAN			
Hematoxylin	<i>Haematoxylon campechianum</i> L. (Leguminosae)	120	Masuda <i>et al.</i> (1991)
AMINO ACID			
Monatin	<i>Schlerochiton ilicifolius</i> A. Meeuse (Acanthaceae)	1200–1400 ^f	Vleggaar <i>et al.</i> (1992)
PROTEINS			
Brazzein	<i>Pentadiplandra brazzeana</i> Baillon (Pentadiplandraceae)	2000	Ming and Hellekant (1994)
Monellin	<i>Dioscoreophyllum cumminsii</i> (Stapf) Diels (Menispermaceae)	3000	Van der Wel (1972)
Thaumatococin	<i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennett) Benth. (Marantaceae)	1600	Van der Wel (1972)

^a The prototype or sweetest example of each known class of natural sweetener is listed, although for some categories more than one example is given.

^b Values of relative sweetness on a weight comparison basis to sucrose (= 1.0) are taken from the relevant literature source or from a review article/book chapter.

^c Semisynthetic derivative of natural product.

^d Semisynthetic sweetener.

^e Plant Latin binomial not given in the original reference.

^f Relative sweetness varied with the concentration of sucrose.

^g Formerly named *Momordica grosvenorii* Swingle and *Thladiantha grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey (Kinghorn and Kennelly, 1995).

^h Identified as a sweet-tasting constituent of six species in the paper cited. However, this compound has a much wider distribution in the plant kingdom.

ⁱ The plant of origin may be crushed or fermented in order to generate phyllodulcin (6).