

Sladidla ve výživě člověka

Monika Kopřivová

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Monika KOPŘIVOVÁ**
Osobní číslo: **T09347**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Sladidla ve výživě člověka**

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika sladidel.
2. Kalorická sladidla.
3. Nízkokalorická sladidla.
4. Budoucí vývoj v oblasti sladidel.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. SPILLANE, W. J. Optimising Sweet Taste in Foods [online]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. 428 s. ISBN 1-84569-164-4. Dostupné z: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1476.
2. VELÍŠEK, J. Chemie potravin 3. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.
3. VRBOVÁ, T. Víme, co jíme? aneb Průvodce Ěčky v potravinách. EcoHouse, 2001. ISBN 80-238-7504-3.
4. LAPČÍK, O. Necukerné přírodní látky sladké chuti. Chemické listy. 2007, č. 101, s. 44-54.
5. Artificial Sweeteners [online]. Dostupné z: http://www.medicinenet.com/artificial_sweeteners/article.htm.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimíra Zemanová
Kroměříž

Datum zadání bakalářské práce:

6. ledna 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 17. 5. 2012

Kopřivová

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o významu sladidel ve výživě člověka. Uvádí výčet nejrozšířenějších sladidel a popisuje jejich původ, chemickou strukturu, kalorickou hodnotu, použití a další důležité vlastnosti. Zvláštní pozornost je věnována účinkům sladidel na lidské zdraví. V poslední části práce je nastíněn budoucí vývoj v oblasti sladidel.

Klíčová slova: sladidla, přírodní sladidla, syntetická sladidla, sladká chuť, lidské zdraví, sladivost, kalorická hodnota, přijatelný denní příjem, nejvyšší povolené množství, nezbytné množství

ABSTRACT

This thesis discusses the importance of sweeteners in human nutrition. Lists the most common sweeteners and describes their origin, chemical structure, caloric value, use, and other important properties. Particular attention is paid to the effects of sweeteners on human health. In the last part of this work is outlined future developments in sweeteners.

Keywords: sweeteners, natural sweeteners, synthetic sweeteners, sweet taste, human health, sweetening, caloric value, acceptable daily intake, maximum authorized quantity, necessary quantity

Poděkování:

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí bakalářské práce paní Ing. Vladimíře Zemanové za její ochotu, čas a především cenné připomínky, které mi poskytla při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za pomoc a podporu během studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA SLADIDEL	13
1.1 SLADIDLA V LEGISLATIVĚ.....	13
1.2 HISTORIE SLADIDEL	14
1.3 ROZDĚLENÍ SLADIDEL.....	16
1.4 ZARUČENÍ BEZPEČNOSTI.....	17
1.5 SLADIDLA A ZDRAVOTNÍ STAV ČLOVĚKA.....	17
1.5.1 Obezita a kontrola tělesné hmotnosti	18
1.5.2 Diabetes mellitus	19
1.5.3 Vlivy na chování	20
1.5.4 Zubní kaz.....	21
1.5.5 Těhotenství.....	21
1.6 ORGANOLEPTICKÉ VLASTNOSTI.....	22
2 KALORICKÁ SLADIDLA	25
2.1 XYLITOL.....	27
2.2 SORBITOL	29
2.3 MANNITOL	32
2.4 MALTITOL	33
2.5 ISOMALT.....	34
2.6 LAKTITOL	36
2.7 HYDROGENOVANÉ ŠKROBOVÉ HYDROLYZÁTY	37
3 NÍZKOKALORICKÁ SLADIDLA	39

3.1	ACESULFAM K.....	39
3.2	ALITAM	41
3.3	ASPARTAM	43
3.4	SŮL ASPARTAMU – ACESULFAMU	48
3.5	CYKLAMÁT.....	49
3.6	ERYTHRITOL.....	50
3.7	NEOHEPERIDIN DC	51
3.8	NEOTAM.....	53
3.9	SACHARIN	54
3.10	STEVIOSID	57
3.11	SUKRALÓZA	59
3.12	TAGATÓZA	60
3.13	THAUMATIN	62
4	BUDOUCÍ VÝVOJ V OBLASTI SLADIDEL	64
4.1	OBJEV A VYUŽITÍ DALŠÍCH PŘÍRODNÍCH SLADIDEL	64
4.2	SYNTÉZA NOVÝCH SLADIDEL A ZLEPŠOVÁNÍ SLADKÉ CHUTI.....	67
	ZÁVĚR	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK.....	75
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

ÚVOD

Sladká chuť je jednou ze základních chutí, a lidé i řada dalších savců si ji spojují s příjemnými pocity. Uspokojuje naše chuťové buňky a také stimuluje tvorbu endorfinů, které v nás vyvolávají dobrou náladu. Není tedy divu, že sladká chuť byla vždy vyhledávána a lidstvo odpradáva využívalo nejrůznější přírodní látky ke slazení pokrmů či nápojů. Důkazem mohou být například jeskynní malby v Arana ve Španělsku pocházející z období neolitu, které znázorňují muže vybírajícího med z hnízda divokých včel. Lidé navíc začali brzy sladkou chuť využívat k tomu, aby jim napověděla, které potraviny jsou bezpečné ke konzumaci. Naopak hořká chuť byla varováním, že by potravina mohla být jedovatá.

Historicky nejstarším přírodním sladidlem je med a již od období asi tisíc let před naším letopočtem lidé získávali cukr z cukrové třtiny. Řepný cukr byl vyroben mnohem později, až v roce 1747. Jeho obliba rychle stoupala a na konci 19. století světová produkce řepného cukru převládla nad třtinovým. Nejvíce stoupla spotřeba cukru v minulém století, především po 2. světové válce. Lidé začali ve velkém konzumovat potraviny s obsahem rafinovaného cukru a vysokou kalorickou hodnotou. A právě zvýšená konzumace těchto potravin je spojena s různými zdravotními komplikacemi, a to zejména s cukrovkou a obezitou. Tyto civilizační nemoci jsou v současnosti považovány za největší hrozby pro lidské zdraví.

Rozvoj onemocnění souvisejících s nadměrnou spotřebou cukru byl hlavním důvodem, proč se odborníci začali zabývat otázkou jeho náhrady jinými látkami sladké chuti, které by neměly takový negativní dopad na zdraví. Řešení přišlo s objevem umělých sladidel. Nejen že jsou tyto látky ve většině případů mnohem sladší než cukr, ale navíc mají oproti sacharóze i dalším sacharidům řadu výhod. Není tedy divu, že obliba těchto alternativ cukru za poslední léta velmi vzrostla. Umělá sladidla si získala své místo v jídelníčku diabetiků a také velká část ostatní populace je konzumuje již zcela běžně jako součást mnoha potravin.

Stejně jako jiné chemicky vyrobené látky, tak i sladidla vyvolávají u lidí mnoho otázek ohledně jejich zdravotní nezávadnosti. V minulosti se objevily závažné pochybnosti o jejich bezpečnosti a o některých sladidlech se v této souvislosti hovoří stále. Proto v poslední době začíná stoupat zájem o sladidla získaná z přírodních zdrojů.

At' už umělá nebo přírodního původu, sladidla nepochybně hrají určitou roli ve stravování současné populace a je třeba jim věnovat zvláštní pozornost. Cílem této práce je objasnit význam sladidel ve výživě člověka a vyzdvihnout jejich klady i zápory, zejména co se týká vlivu na lidské zdraví.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA SLADIDEL

Mezi sladidla se řadí látky různého chemického složení, proto mají některé fyzikální, chemické či biochemické vlastnosti odlišné. Existuje ale také řada společných vlastností, které by měla splňovat všechna sladidla. Základem je chuťový profil co nejvíce podobný sacharóze, čistá sladká chuť bez vedlejších pachutí s okamžitým nástupem a zanecháním příjemného pocitu v ústech. Každé sladidlo musí být biologicky odbouratelné a bezpečné, bez krátkodobých či dlouhodobých účinků na zdraví, ať už způsobených přímo nebo prostřednictvím metabolitů. [7]

Důležitým požadavkem je, aby sladidlo bylo vhodné pro diabetiky a nedodávalo mnoho kalorií. Mělo by být snadné jak na výrobu či získávání, tak i následující průmyslové zpracování a použití, dobře rozpustné, bezbarvé a bez zápachu. Důležitá je jeho stabilita za různých podmínek, jako jsou nízké pH a vysoké teploty, což umožňuje značnou variabilitu použití. Žádoucí je i stabilita při dlouhodobém skladování. Sladidlo by mělo být kompatibilní s širokou škálou složek potravin, mimo jiné i s dalšími sladidly. Zároveň by však mělo být málo reaktivní, aby nedocházelo k nežádoucím interakcím s jinými látkami. [7]

1.1 Sladidla v legislativě

Stejně jako pro všechny ostatní přídatné látky, byla i pro sladidla zákonem stanovena přesná pravidla upravující jejich používání v potravinářském průmyslu. Zabývá se jimi zejména vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Sladidla povolená při výrobě potravin a skupin potravin, v nichž se mohou vyskytovat, a další podmínky použití sladidel stanoví příloha č. 5 k této vyhlášce. Nejvyšší povolené množství (NPM v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ resp. $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) v ní definované je vztaženo na potraviny připravené ke spotřebě podle návodu výrobce. U některých sladidel je místo údaje o nejvyšším povoleném množství uveden jen výraz „nezbytné množství“ (NM). Tímto termínem se rozumí, že nejvyšší použitelné množství sladidel není stanoveno, avšak musí být použito v souladu se správnou výrobní praxí v množství nepřevyšujícím množství nezbytné k dosažení zamýšleného účelu a za předpokladu, že spotřebitel nebude uveden v omyl. [25]

Zmíněná vyhláška se rovněž zabývá vymezením pojmů. Sladidla jsou v ní definována jako látky, které udělují potravinám sladkou chuť a které nepatří mezi monosacharidy

a disacharidy. Sladidla tedy smějí být používána s cílem udělit potravinám sladkou chuť a dále také k přípravě stolních sladidel. Stolními sladidly se pro účely vyhlášky rozumí potraviny obsahující sladidla, příp. další složky, určené k přislažování pokrmu před spotřebou. Stolní sladidla musí obsahovat jako součást označení text „Stolní sladidlo na bázi...“ s použitím názvu konkrétního sladidla. [25]

Přítomnost sladidel v potravinách je povolena také u potravin obsahujících více složek. A to u potravin bez přidaného cukru, se sníženým obsahem využitelné energie, ke snižování hmotnosti a u potravin s prodlouženou trvanlivostí, pokud je toto sladidlo povoleno v jedné ze složek potraviny anebo pokud je potravina (potravinová surovina) určena výhradně k použití pro přípravu vícesložkových potravin. Pod pojmem „výrobek bez přidaného cukru“ se zde rozumí výrobek, ke kterému nebyly při výrobě přidány monosacharidy, disacharidy a jiné potraviny, používané pro své sladivé vlastnosti. Pod pojmem „výrobek se sníženým obsahem využitelné energie“ se pro účely vyhlášky rozumí výrobek, u něhož snížení obsahu využitelné energie představuje nejméně 30 % využitelné energie, poskytované podobným výrobkem stejné hmotnosti, jehož obsah využitelné energie nebyl snížen. [25]

Důležité jsou rovněž pokyny označování potravin obsahujících sladidla, jež jsou zapracovány ve vyhlášce č. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků. Potraviny obsahující aspartam (E 951) musí být na obalu určeném pro spotřebitele označeny textem „Obsahuje zdroj fenylalaninu“. Totéž platí i pro potraviny, které obsahují sůl aspartamu-acesulfamu (E 962). Potraviny obsahující více než 10 % sladidel polyalkoholických cukrů (sorbitol (E 420), mannitol (E 421), isomalt (E 953), maltitol (E 965), laktitol (E 966) nebo xylitol (E 967)), musí být na obalu určeném pro spotřebitele označeny textem „Nadměrná konzumace může vyvolat projímavé účinky“. [28]

1.2 Historie sladidel

Lidé objevili sladící schopnosti některých přírodních látek již v dávných dobách. Lístky rostliny *Stevia rebaudiana* používaly indiánské kmeny z Jižní Ameriky ke slazení už před stovkami let. Poprvé tuto rostlinu popsal paraguayský přírodovědec Dr. Bertoni až kolem roku 1890. Na základě jeho poznatků se francouzským biochemikům podařilo ve 30. letech minulého století rafinací získat z lístků stévie bílou krystalickou látku až 300 krát sladší než sacharóza. V roce 1872 byl z jasanu poprvé izolován sorbitol a postupně

byly objevovány také další cukerné alkoholy. Protože by jejich získávání z přírodních zdrojů bylo příliš nákladné, vyrábí se chemickou cestou látky zcela identické s přírodními polyalkoholy. [7], [17], [23]

Historie umělých sladidel se začala psát v roce 1879, kdy byl objeven sacharin. Chemici Constantine Fahlberg a Ira Remsen tehdy připravili imid kyseliny o-sulfobenzoové, u kterého Fahlberg náhodou zjistil silnou sladivost. Nechal si toto nízkokalorické sladidlo v roce 1885 bez vědomí Remsena patentovat a uvedl jej na trh pod názvem sacharin. Jeho komerční produkce započala roku 1890 a setkala se s velkým odporem výrobců cukru. I přes tento odpor a četnou kritiku ale sacharin zůstal schválen pro použití v USA. Výrazně jeho spotřeba vzrostla během první světové války, kdy byl nedostatek cukru a levný sacharin se tak stal vhodnou alternativou ke slazení. V roce 1917 už byl běžným stolním sladidlem v USA i v Evropě. Po válce jeho obliba klesla a používali ho především lidé, kteří ze zdravotních důvodů nemohli sladit cukrem. Spotřeba sacharinu se však opět rozšířila se zavedením cyklamátu, který dokáže maskovat jeho nahořklou chuť. [7], [20]

Cyklamát byl poprvé syntetizován roku 1937 rovněž náhodou jako meziprodukt jiné výroby. V roce 1950 pronikl na trh jako stolní sladidlo a v šedesátých letech se stal nejrozšířenějším náhradním sladidlem ve Spojených státech. Nejvíce se používal do nealkoholických nápojů ve směsi se sacharinem. Cyklamát byl schválen pro použití v mnoha zemích, ale v roce 1970 došlo k jeho zákazu v USA kvůli jedné studii, podle níž způsobil rakovinu močového měchýře u krys. Následně bylo zjištěno, že výsledky této studie byly špatně interpretovány a nově provedené studie potvrdily jeho bezpečnost. Přesto je jeho používání v USA dodnes zakázáno. [7], [10]

Obrovský komerční význam má objev aspartamu. Toto nízkenergetické sladidlo bylo objeveno náhodně v roce 1965 Jamesem Schlatterem, vědcem pracujícím pro společnost G. D. Searle and Co. Při vývoji léku proti žaludečním vředům si touto látkou potřísnil ruce, a když si později naslinil prst, aby obrátil stránku v zápisníku, zaznamenal její intenzivně sladkou chuť. Společnost tohoto objevu ihned využila a nechala si technologii výroby sladidla patentovat. Aspartam se stal nadějí na náhražku sacharinu, který byl v té době obviňován z podílu na vzniku rakoviny a lékařskou komunitou odmítán. Cesta aspartamu na trh však byla dosti trnitá. Americká FDA schválila používání aspartamu jako sladidla až roku 1980, po mnoha letech testování toxicity. O tři roky později byl uveden na trh pod

obchodní značkou Nutra Sweet a Equal. I po svém uvedení na trh byl však nadále sledován a obklopen diskuzemi o jeho bezpečnosti. Většina z těchto obav ustala na konci roku 1984, kdy po prošetření různých stížností souvisejících s údajnou škodlivostí aspartamu FDA a Centrum pro kontrolu nemocí došli k závěru, že látka je bezpečná a nepředstavuje žádné zdravotní riziko. Tento závěr byl v roce 1985 navíc podpořen Americkou lékařskou asociací. Od té doby si aspartam začal získávat svůj podíl na trhu a kromě Spojených států bylo jeho používání schváleno ve více než 93 dalších zemích. [15], [16], [20]

Také další syntetická sladidla přišla na svět náhodně jako meziprodukty či vedlejší produkty při syntéze jiných látek. Výzkum a výroba sladidel se rozvinuly nejvíce v 60. letech 20. století, kdy začaly intenzivní snahy o nahrazení sladké chuti cukru a snížení jeho spotřeby kvůli rostoucím zdravotním problémům spojeným s jeho konzumací. Vývoj v oblasti sladidel však pokračuje i v současnosti. Vědci se snaží vyrobit stále dokonalejší látky nebo optimalizovat vlastnosti již používaných produktů, aby co nejvíce odpovídaly náročným požadavkům spotřebitelů i potravinářského průmyslu. [17], [20]

1.3 Rozdělení sladidel

Sladidla je možné členit podle různých hledisek. Nejčastěji se setkáváme s dělením podle původu a podle nutriční hodnoty. Vzhledem k zaměření této práce budu používat rozdělení podle nutriční hodnoty, které je také nejprůhlednější. [9], [10]

1) Podle nutriční hodnoty:

- *kalorická* (polyalkoholy)

- *nízkokalorická* (syntetická, erythritol a sladidla přírodního původu)

2) Podle původu:

- *přírodní* (např. steviosid, thaumatin)

- *syntetické látky identické s přírodními, modifikované přírodní látky* (polyalkoholy, neohesperidin DC)

- *syntetická* (např. aspartam, cyklamát)

1.4 Zaručení bezpečnosti

Povolení nového sladidla pro použití v potravinách je vždy velmi zdlouhavý a nákladný proces. Všechna sladidla musí být před schválením podrobena přísným bezpečnostním testům. Tyto testy zkoumají ukazatele zdravotních rizik, jako jsou akutní toxicita, chronická toxicita, karcinogenita, mutagenita, teratogenita, metabolické přeměny a produkty rozkladu. Je také třeba zohlednit, do jakých výrobků bude sladidlo přidáváno a jestli existují skupiny citlivějších jedinců, kterým by jeho konzumace mohla uškodit. Testování stanovuje přijatelný denní příjem (ADI): odhadované množství sladidla na kilogram tělesné hmotnosti, které člověk může bezpečně konzumovat každý den po celý život bez rizika. ADI je obvykle ještě 100 krát menší než NOAEL, což je nejvyšší dávka nebo expoziční koncentrace látky, při které není pozorován žádný statisticky významný nepříznivý účinek na organismus v porovnání s kontrolní skupinou. [7], [11]

Přijatelné denní příjmy různých sladidel jsou na sobě nezávislé, protože při metabolismu v lidském těle se vzájemně neovlivňují. Proto je možné používat ve výrobcích různé směsi sladidel, aniž by bylo nutné upravovat hodnotu jejich ADI. Jelikož neustále roste počet produktů, do nichž se sladidla přidávají, logicky vznikly obavy, aby jejich denní příjem nepřesáhl ADI. Od roku 1970 bylo v různých zemích provedeno nejméně 15 studií zkoumajících denní příjmy tehdy schválených sladidel. Výsledky studií prokázaly, že u všech sladidel bylo 90 % příjmů výrazně pod úrovní hodnoty ADI. Výzkum byl zaměřen i na citlivější skupiny jedinců. U dětí se předpokládá vyšší příjem vzhledem k jejich tělesné hmotnosti. Avšak i u nich bylo prokázáno, že denní příjmy jsou stále pod přijatelnou hodnotou. Se zaváděním nových sladidel obavy z nadměrných příjmů klesají, protože starší sladidla, u nichž byla tehdejší studie prováděna, už zpravidla nepokrývají stejný podíl na trhu a nejsou obsažena v tolika výrobcích jako dříve. [7]

1.5 Sladidla a zdravotní stav člověka

Od počátku používání sladidel se zdůrazňuje jejich pozitivní vliv na lidské zdraví a prospěšnost při některých onemocněních. Nejvíce se v tomto ohledu vyzdvihují sladidla nízkokalorická. V 60. letech minulého století se nejvíce řešil jejich význam při cukrovce, v 90. letech se diskutovaly vlivy na chování a hyperaktivitu a od roku 2000 se pozornost přesunula na obezitu, která je stále větším problémem současné populace. Používání nízkokalorických sladidel je stále více rozšířeno, což je pozitivní trend, protože pomáhá snižovat riziko obezity a cukrovky. Avšak je důležité si uvědomit, že i tyto sladidla nejsou zcela bezpečné a jejich nadměrná konzumace může mít negativní vlivy na zdraví. Proto je důležité používat je s mírou a sledovat svůj příjem.

kokalorických sladidel se dnes spojuje se zdravým životním stylem. Americká dietetická asociace doporučuje jejich využití pro zlepšení zdraví populace. Tato sladidla mají bezpochyby význam při snižování kalorií ve stravě, čímž značně usnadňují redukcii tělesné hmotnosti. Jsou dobrým pomocníkem i při udržování optimální tělesné hmotnosti a prevenci zubního kazu. [3], [7], [11]

Náhradní sladidla však nelze doporučit úplně všem. Existují také skupiny jedinců, kterým jejich zdravotní stav neumožňuje konzumovat některá sladidla. Konkrétně se tato skutečnost týká osob trpících vzácnou genetickou poruchou zvanou fenylketonurie. Tito lidé mají problém s metabolismem fenylalaninu. Měli by se proto vyhýbat potravinám obsahujícím aspartam, neboť ten se v těle hydrolyzuje na tuto aminokyselinu. Je tedy třeba sledovat údaje na obalech, které na zdroj fenylalaninu upozorňují. Stejně jako u jiných přídatných látek, i u sladidel se mohou ve výjimečných případech vyskytnout projevy nesnášenlivosti či přecitlivělosti. Tyto komplikace však byly prokazatelně diagnostikovány v tak malé míře, že se jimi nezabývala žádná studie. [7], [11]

1.5.1 Obezita a kontrola tělesné hmotnosti

Obezita je rozšířený a závažný problém, jehož příčiny zahrnují faktory genetické, metabolické, fyziologické, psychologické, sociální i kulturní. WHO uvádí, že na celém světě trpí nadváhou nebo obezitou více než 1,3 miliardy lidí. Ve vyspělých zemích výskyt obezity stále roste. Výzkum prováděný mezi lety 1980 – 2005 v USA zaznamenal, že se výskyt obezity u dospělých ve věku 20 – 74 let zvýšil z 13 % na 31 %. Obezita výrazně zvyšuje riziko vzniku zdravotních problémů, jako je hypertenze, cévní mozková příhoda, kardiovaskulární onemocnění, artritida, diabetes 2. typu a některé formy rakoviny. Podstatně snižuje kvalitu života v důsledku omezené pohyblivosti a negativních sociálních a psychologických dopadů. [7], [11]

Nízkokalorická sladidla mají dva rozhodující faktory pro snižování tělesné hmotnosti. Na jednu stranu výrazně snižují energetickou hodnotu potravin, na druhou stranu jim zachovávají chuťovou kvalitu a přitažlivost. Osoby snižující svou hmotnost se nemusí vzdát sladké chuti a dodržování redukční diety pro ně není tolik obtížné. Používání nízkokalorických sladidel je tedy vhodným kompromisem mezi plnohodnotnou sladkou chutí a nízkým energetickým příjmem. U sladidel byl několikrát diskutován jejich vliv na vnímání pocitu hladu. V roce 1986 se uskutečnily dvě studie, používající různé experimentální a

epidemiologické metody, které přišly s názorem, že náhradní sladidla zvyšují chuť k jídlu, a tím dochází i ke zvýšení příjmu kalorií. Ačkoliv se později zjistilo, že obě studie měly metodické nedostatky a byly dosti nepřesné, vzbudily tyto výsledky velkou pozornost a podnítily další studium v této oblasti. Následující četné výzkumy již zvýšení pocitu hladu po konzumaci sladidel nepotvrdily. [7], [11]

Protože sladidla ubírají pokrmům na kalorické hodnotě, vznikla domněnka, že si tělo může následně vyžadovat doplnění chybějící energie a zvýší se tak příjem potravy. Konzumace potravin ochucených nízkokalorickými sladidly by pak paradoxně vedla k růstu tělesné hmotnosti. Řada provedených studií tuto domněnku vyvrátila. Pouze během jedné studie, kdy byl zkoumán sacharin, došlo u několika jedinců k určitému zvýšení příjmu potravy. Mnoho dietologů se shoduje, že nízkokalorická sladidla na množství přijímané potravy žádný vliv nemají. Vysvětlují to tím, že lidé mají tendenci konzumovat konstantní hmotnost či objem potravy. Když chtějí snížit svůj energetický příjem, snaží se zredukovat kalorickou hodnotu jídelníčku, ale velikost porcí zpravidla zachovávají. Pokud tedy množství potravy zůstane přibližně stejné, může se energetická hodnota snížit, aniž by to vyvolalo následné doplňování tohoto deficitu. [7], [11]

1.5.2 Diabetes mellitus

Cukrovka je velmi rozšířený a stále rostoucí globální zdravotní problém. Nedávná studie zjistila, že výskyt cukrovky v USA se za posledních 40 let zvýšil o 55 %. Tento výrazný nárůst je přičítán zejména zvýšení výskytu obezity. Odhaduje se, že v roce 2000 mělo cukrovku 2,8 % světové populace (171 milionů lidí), a do roku 2030 by jejich počet mohl vzrůst až na 4,4 % (366 milionů lidí). Existují tři typy diabetu: diabetes I. typu, při němž organismus nevytváří inzulín a je tedy závislý na jeho podávání, představuje 10-15 % diabetiků. Diabetes II. typu souvisí s inzulínovou rezistencí, trpí jím 85-90 % diabetiků, přičemž asi 90 % z nich jsou obézní či s nadváhou. Právě obezita a nadváha je výrazným rizikovým faktorem vzniku cukrovky. Zvláštním případem je gestační diabetes, který se vyskytuje v průběhu těhotenství. [7], [11]

Diabetes postihuje vnímání chuti a může změnit požadované úrovně sladkosti. Diabetici musí sledovat svůj příjem sacharidů s cílem kontrolovat hladinu glukózy v krvi. Sledování celkové spotřeby sacharidů je nejvhodnější opatření k udržení téměř normální hladiny cukru v krvi, spíše než glykemické odezvy vyplývající z jejich spotřeby. Před rokem

1980 bylo doporučováno, aby ze stravy diabetiků byla zcela vyřazena sacharóza. Později se dospělo k názoru, že pokud sacharóza tvoří maximálně 10 % z energetického příjmu, neměla by pro diabetiky představovat riziko. Jako jedno z vhodných diabetických sladidel se jeví fruktóza, jelikož vyvolává menší vzestup hladiny glukózy v krvi než sacharóza a větší na škrobů. Bylo však zjištěno, že větší příjem fruktózy způsobuje zvýšení celkového a LDL cholesterolu a také zvýšení koncentrace triacylglycerolů v krevní plazmě. Vysoké dávky fruktózy zhoršují inzulinovou rezistenci, což je při diabetu II. typu rozhodně nežádoucí. Kromě toho může větší přísun fruktózy vyvolat průjem u dětí a někteří jedinci trpí vrozenou fruktózovou intolerancí. Fruktózu tedy jako nejvhodnější variantu ke slazení doporučit nelze. [7], [11]

Ideální řešení přišlo s objevem a rozšířením náhradních sladidel. Nízkokalorická sladidla, ať už syntetická či přírodního původu, nezvyšují hladinu glukózy v krvi a steviosid dokonce glykémii snižuje. Tato sladidla mají navíc tu výhodu, že pomáhají redukovat nebo kontrolovat tělesnou hmotnost, což je důležitý faktor při diabetu II. typu. Přijatelné jsou i cukerné alkoholy, které způsobují menší výkyvy glykemie než sacharóza nebo jiné cukry, avšak neměly by být jediným používaným sladidlem. Protože cukerné alkoholy dodávají energii, nejsou doporučovány diabetikům snižujícím svůj energetický příjem. [7], [11]

1.5.3 Vlivy na chování

Stejně jako jiná potravinářská aditiva, jsou i sladidla často spojována s výskytem poruch chování, zejména hyperaktivitou a špatnou koncentrací. U žádného dosud schváleného sladidla se nezjistilo, že by mělo prokazatelné účinky na lidské chování při spotřebě do přijatelného denního příjmu. Na toto téma však nebyl proveden dostatek studií, obzvláště u dětí a dalších citlivějších jedinců. Je tedy vhodné, aby se ve výzkumu v této oblasti pokračovalo. Bylo uskutečněno i několik studií, které sledovaly návykové účinky sladidel, kdy se laboratorním zvířatům delší dobu podávala některá umělá sladidla v množství odpovídajícím ADI. Po ukončení přísunu těchto aditiv nedošlo u zvířat k žádným viditelným změnám nebo poruchám chování. [7]

Na počátku 90. let minulého století se objevily teorie o vlivu sladidel na náladu člověka. U některých účastníků studie byly pozorovány tendence konzumovat při depresi nebo jiných negativních pocitech více potravin se sladidly. Je zřejmé, že se zkoumané oso-

by snažily zmírnit svůj negativní duševní stav pomocí požitku ze sladké chuti. Tato skutečnost ale nepředstavuje žádný nový objev a není specifická pro sladidla, nýbrž pro potraviny sladké chuti obecně. [7]

1.5.4 Zubní kaz

Vznik zubního kazu je podmíněn mnoha faktory, z nichž nejvýznamnější je konzumace přírodních sladidel, frekvence příjmu potravy, četnost a kvalita zubní hygieny, fluorizace vody a rovněž genetické predispozice. Za rozvoj zubního kazu jsou v první řadě zodpovědné bakterie ústní mikroflóry. Některé z těchto bakterií zpracovávají cukerné zbytky potravy a produkují kyseliny, které narušují zubní sklovinu a vyplavují z ní minerální látky. Bakterie začnou napadat porušenou sklovinu a mohou pronikat přes dentin až k zubní dřeni. Proto se prevence zubního kazu kromě pravidelné ústní hygieny soustřeďuje na snížení příjmu sacharidů. [7]

V tomto ohledu se výborně uplatňují náhradní sladidla, která na rozdíl od sacharózy a jiných přírodních sladidel nejsou rozkládána ústní mikroflórou a nemají tedy kariogenní účinek. Zvláště vhodná jsou nízkokalorická sladidla, protože ve srovnání s cukernými alkoholy je u nich menší riziko, že se jim po dlouhodobé expozici ústní bakterie přizpůsobí. Bylo také prokázáno, že kombinace více různých sladidel působí synergicky při potlačování kariogenních bakterií. Nízkokalorická sladidla jsou používána při výrobě zubních past, ústních vod a žvýkaček. Sacharin vykazuje schopnost inhibice růstu bakterií, protože má vliv na činnost glykolytických enzymů. Pozitivně působí xylitol, který snižuje tvorbu kyseliny a potlačuje hromadění bakterií na povrchu zubů. Proto se xylitol doporučuje jako preventivní prostředek proti vzniku zubního kazu a často se přidává do žvýkaček. Významný preventivní účinek má rovněž steviosid, u něhož bylo prokázáno, že dokáže inhibovat aktivitu některých enzymů produkovaných ústní mikroflórou. Steviosid i další příbuzné steviolglykosidy jsou tedy častou složkou zubních past a ústních vod. Pravidelné používání ústní vody obsahující extrakt ze stévie výrazně omezuje záněty dásní a podporuje prevenci paradentózy. [3], [7]

1.5.5 Těhotenství

V průběhu těhotenství se běžně vyskytují obavy, zda konzumované potraviny nemohou mít negativní účinek na vývoj plodu. Tyto obavy se často týkají používání náhrad-

ních sladidel, především syntetických. U žádného z povolených sladidel nebylo dosud prokázáno, že způsobuje poškození plodu. Všechny významné organizace zabývající se bezpečností potravin se shodují, že sladidla mohou ženy konzumovat i během těhotenství a kojení. Přesto některá sladidla vyvolávají v této oblasti značnou nedůvěru. [11]

Nejvíce obávaným náhradním sladidlem je sacharin, který má schopnost procházet placentou a může se dostat do krevního oběhu dítěte. Několik výzkumu ukázalo, že jej plod nedokáže ze svého krevního řečiště účinně vyloučit. Bezpečnost sacharinu během těhotenství je tedy stále kontroverzním tématem. Hodně diskutovaný byl také aspartam, ale všechny důvěryhodné studie došly k závěru, že nevykazuje žádné poruchy u vyvíjejícího se plodu. Aspartam je nevhodný pouze pro ženy s onemocněním fenylketonurie, protože by mohlo dojít nejen ke zdravotním problémům matky, ale také k mentálním retardacím u dítěte. Ve větším množství jsou pro těhotné ženy nežádoucí cukerné alkoholy, protože mohou způsobovat zažívací potíže a průjemy, což vede k horší absorpci důležitých živin a dehydrataci. [7], [11]

Před dvěma lety byly uveřejněny výsledky dánské studie, které se účastnilo téměř 60 000 gravidních žen. U žen, které denně pily perlivé nápoje slazené umělými sladidly, byla o 38 % větší pravděpodobnost předčasného porodu než u žen, které tyto nápoje nekonzumovaly. O něco lépe dopadly uměle slazené nápoje neperlivé. Je však nutno zmínit, že se převážně jednalo o záměrně vyvolané předčasné porody. Souvislost mezi umělými sladidly a spontánními předčasnými porody prokázána nebyla. Došlo se k závěru, že konzumace nápojů se syntetickými sladidly sama o sobě předčasný porod nevyvolá, ale spíše může způsobit v těle změny, kvůli nimž je nutno provést předčasný porod. [7], [11]

Výzkumy zabývající se možným škodlivým účinkem sladidel na plod stále probíhají. Většina lékařů i odborníků na výživu těhotným ženám používání syntetických sladidel příliš nedoporučuje. Radí, aby se ženy těmito aditivům snažily vyhnout nebo jejich konzumaci alespoň omezily. [11]

1.6 Organoleptické vlastnosti

Jak již bylo zmíněno, sladidla jsou používána pro svou schopnost udělovat potravinám sladkou chuť a nahrazovat tak sladidla přírodní. Nicméně sladká chuť cukrů, zejména sacharózy, vyvolává u lidí čistý optimální vjem, zatímco řada necukerných sladidel má

poněkud horší kvalitu sladké chuti. Tyto odlišnosti mezi chutí cukrů a necukerných sladidel mají více příčin. Jednou z nejvýznamnějších je ta, že některá sladidla vykazují také další chutě jako je hořká, kovová či lékořicová. U sladidel sacharin a acesulfam K bylo prokázáno, že stimulují jak chuťové receptory pro sladkost, tak pro hořkost. [7]

Výše zmíněné nežádoucí chutě některých sladidel však nejsou příliš silné a navíc je lze maskovat kombinací s jinými sladidly. Toto kombinování má navíc další výhodu, tzv. synergický efekt. Ten způsobí, že výsledná sladivost vhodné kombinace sladidel je vyšší, než součet sladivostí jednotlivých látek, když působí samostatně. Vědečtí odborníci v současnosti pracují na dalších řešeních potlačení hořké chuti, z nichž jako nejrealnější pro budoucí uplatnění v praxi se jeví tzv. blokátory hořkosti. [7], [10]

Pro sladidla je typická ještě jedna odlišnost ve vnímání jejich chuti. Studie závislosti intenzity sladké chuti na čase jasně prokázaly, že v porovnání se sacharózou trvá sladidlům dosažení maximální intenzity sladké chuti delší dobu. Ovšem delší dobu také trvá, než tato chuť odezní (zpravidla několik minut). U sladidel tedy sladká chuť nastupuje pomaleji, avšak déle přetrvává. Ačkoliv není chemická podstata tohoto jevu dosud přesně objasněna, má výrazný dopad na senzoryckou jakost potravinářských výrobků. [7]

Jako jedna z významných vlastností sladidel se uvádí hodnota jejich sladivosti vztažená k sacharóze. Sladidla patřící mezi polyalkoholy mají sladivost přibližně stejnou nebo nižší než sacharóza. Ostatní sladidla, jak syntetická, tak přírodního původu, mají sladivost naopak výrazně vyšší než sacharóza. Z této skutečnosti plynou zejména ekonomické výhody, protože takto silně sladící látky stačí používat ve velmi malém množství. Hodnoty sladivosti vybraných sladidel jsou znázorněny v následující tabulce (Tab. 1), kde je pro srovnání zařazena i sacharóza, glukóza, fruktóza a med. Sladivost se zpravidla pohybuje v určitém rozmezí, pro větší přehlednost je proto v tabulce 1 uvedena vždy nejvyšší možná hodnota. [7]

Tab. 1. Sladivost vybraných sladidel vztážená k sacharóze [7], [9]

<i>Sladidlo</i>	<i>Hodnota sladivosti</i>
Sacharóza	1,0
Laktitol	0,4
Mannitol	0,5
Sorbitol	0,6
Isomalt	0,65
Glukóza	0,7
Erythritol	0,7
Maltitol	0,95
Xylitol	1,0
Med	1,25
Fruktóza	1,7
Cyklamát	60
Acesulfam K	200
Aspartam	220
Steviosid	300
Sůl aspartamu-acesulfamu	400
Sukralóza	600
Sacharin	700
Neohesperidin DC	2 000
Alitam	2 000
Thaumatín	3 000
Neotam	13 000

2 KALORICKÁ SLADIDLA

Mezi kalorická sladidla patří skupina látek označovaná jako polyalkoholy, polyoly, cukerné alkoholy či alditoly. Po chemické stránce se jedná o deriváty sacharidů vzniklé redukcí aldehydové nebo ketonové skupiny na skupinu hydroxylovou. Jednou z hlavních předností těchto sladidel je, že jsou přírodního původu. Sorbitol, xylitol, mannitol a maltitol jsou přítomné v ovoci, zejména hruškách, švestkách a hroznech. Nachází se rovněž v zelenině a houbách. Protože je izolace těchto látek z přírodních zdrojů poměrně nákladná, vyrábí se polyoly synteticky, zpravidla katalytickou hydrogenací příslušné aldózy či ketózy. Výjimku tvoří pouze laktitol, isomalt a hydrogenované škrobové hydrolyzáty, které v přírodě nebyly nalezeny, ale vyrábí se z přírodních zdrojů. [7]

I když má každý polyalkohol jiné fyzikálně-chemické vlastnosti, jako příbuzná skupina látek mají mnoho společných charakteristik. Vynikají celou řadou předností, díky nimž se používají v široké škále potravinářských i farmaceutických výrobků. Jejich zásadní vlastností je příjemná sladká chuť, jež se svou kvalitou velmi podobá sacharóze a nevykazuje žádné vedlejší chutě. Rozdíl je v intenzitě sladivosti, která bývá s výjimkou xylitolu vždy o něco nižší. Zvláštností některých polyolů je chladivý efekt, vznikající při jejich rozpouštění v ústech. Ačkoliv se řadí mezi sladidla kalorická, množství jimi poskytnuté energie je přibližně o 40 % nižší než u sacharózy. Jako průměrná kalorická hodnota polyolů se uvádí 2,4 kcal/g, zatímco sacharóza dodává 4,0 kcal/g. Tento fakt je způsoben tím, že polyoly jsou v tenkém střevě tráveny a vstřebávány jen zčásti. Nestrávený zbytek přechází do tlustého střeva, kde je fermentován přítomnými bakteriemi. Proto polyoly dodávají méně kalorií a potraviny, v nichž je cukr nahrazen těmito sladidly, se mohou označovat jako výrobky se sníženým obsahem využitelné energie. [7], [10], [14]

Cukerné alkoholy mají prokazatelné výhody pro oblast lidského zdraví. V organismu se vstřebávají pomaleji a mají tedy nižší glykemický index než sacharóza nebo jiné cukry. To znamená, že po jejich konzumaci je vzestup hladiny glukózy v krvi i následná inzulinová reakce výrazně nižší, takže jsou vhodnými sladidly pro diabetiky. Další velkou výhodou je jejich nekariogenní charakter. Polyoly jsou odolné vůči působení enzymů a nejsou metabolizovány mikroorganismy, jako je *Streptococcus mutans* a další ústní bakterie. Tuto skutečnost potvrdila Americká zubní asociace, podle níž potraviny slazené těmito látkami nemohou podporovat vznik zubního kazu. V USA bylo proto organizací FDA povoleno, aby se na obalech výrobků obsahujících polyalkoholy uvádělo tvrzení „Nepodporu-

je vznik zubního kazu“. Polyoly jsou prospěšné také svými prebiotickými účinky, protože jsou částečně metabolizovány v tlustém střevě, kde podporují činnost a růst střevní mikroflóry. Mohou se uplatnit i při redukci či kontrole tělesné hmotnosti, jelikož snižují energetickou hodnotu potravin. [7], [14]

Polyalkoholy vynikají značnou chemickou stabilitou. Kromě laktitolu jsou všechny stálé při pH 2-12. Protože vykazují rovněž tepelnou stabilitu, jsou vhodné na kulinární úpravy. Často se využívají při výrobě pečiva, moučníků a cukrovinek, které jsou méně lepivé než s cukrem a při použití nehygroskopických polyolů lze navíc zabránit jejich zvlhnutí. Oproti nízkokalorickým sladidlům mají tu přednost, že jako stolní sladidla nevyžadují přídavek plnidel. Naopak jsou samy vhodnými plnidly pro nízkokalorická sladidla, protože dodají potřebný objem a podpoří sladkou chuť výrobku. Díky chladivému efektu jsou častou složkou výrobků, které mají dodávat pocit svěžesti, jako např. žvýkačky nebo mentolové bonbony. Protože jsou některé polyoly značně hygroskopické, uplatňují se jako zvlhčující látky. Pro kompenzaci snížené sladivosti se většinou používají ve směsi s dalšími polyalkoholy nebo se kombinují s umělými sladidly, čímž se dosáhne požadované úrovně sladivosti. Zvláště výhodná je kombinace s acesulfamem K, s nímž jsou polyoly zcela kompatibilní a navíc maskují jeho nahořklou pachut'. [7]

I když polyoly nabízejí celou řadu pozitivních vlastností, mají i určité nedostatky, které mohou používání těchto látek omezovat. Hlavní nevýhoda spočívá v jejich laxativním účinku. Ve vyšších dávkách vedou k častější frekvenci stolice a především změkčují její konzistenci. Polyoly totiž absorbují hodně vody, která se s nimi dostává až do tlustého střeva, kde se již nedokáže zcela vsřebat. Neabsorbovaná voda se pak vylučuje ve stolici. Kromě toho mohou polyoly způsobovat nadýmání, plynatost a střevní potíže. To je důvod, proč byly pro tato sladidla, jinak zcela bezpečná a netoxická, stanoveny limity jejich denního příjmu. Tyto limity jsou vyjadřovány jako tzv. laxativní práh, což je maximální dávka příslušného polyalkoholu v gramech na den, která nevyvolá žádné projímavé účinky. Často je tuto dávku obtížné jednoznačně určit, protože závisí na více faktorech, zejména na individuální citlivosti jedince. Je třeba počítat s polyoly přijímanými nejen ve formě přídatných látek, ale také v přírodní podobě v ovoci a dalších zdrojích. U většiny polyolů dochází při pravidelné konzumaci k přizpůsobení organismu a zmírnění laxativních účinků či dalších nežádoucích projevů. Pro všechny polyalkoholy platí, že pokud tvoří více než 10 % složení

výrobku, musí být na obalu uvedeno upozornění „Nadměrná konzumace může vyvolat pro-
jímavé účinky“. [7], [14], [28]

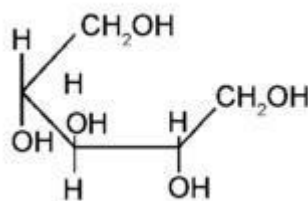
Dalším negativem polyolů je jejich finanční nákladnost. V některých případech mohou být dvakrát až třikrát dražší než sacharóza a další běžná sladidla. Za drobnou nevý-
hodu můžeme považovat také fakt, že při pečení nebo smažení neposkytují některé požá-
dované senzorycké vlastnosti, jako např. hnědou kůrku nebo křupavou konzistenci. Na roz-
díl od redukcujících sacharidů totiž polyalkoholy nepodléhají Maillardově reakci ani kara-
melizaci. V tabulce 2 jsou uvedeny jejich základní fyzikální, chemické a organoleptické
vlastnosti, pro srovnání je uvedena také sacharóza. [7]

Tab. 2 Základní vlastnosti polyolů [7]

<i>Polyol</i>	<i>Kalorická hodnota [kcal/g]</i>	<i>Sladivost</i>	<i>Laxativní práh [g/den]</i>	<i>Bod tání [°C]</i>	<i>Rozpouštěcí teplo [J/g]</i>	<i>Rozpustnost při 20 °C [g/100 g roztoku]</i>
Xylitol	2,4 – 3,0	0,87-1,00	50	92 - 96	- 153,2	62,8
Sorbitol	2,6 – 3,0	0,50-0,60	50	101	- 110	68,7
Mannitol	1,6 – 2,0	0,50	20	166-168	- 120,9	25,8
Maltitol	2,0 – 3,0	0,85-0,95	≥ 100	150	- 79	60,3
Isomalt	2,0	0,45-0,60	50	145	- 39,3	24,5
Laktitol	2,0	0,30-0,40	20 - 50	121-123	- 52,3	56,5
HSH	2,3 – 3,4	0,25-0,80	≥ 100	-	-	-
Sacharóza	4,0	1,00	-	160-186	- 18	66,7

2.1 Xylitol

Tento pětiuhlíkatý cukerný alkohol, odvozený od xylózy, byl objeven v roce 1891,
avšak jako sladidlo se začal používat až od roku 1960. Xylitol se přirozeně vyskytuje
v ovoci, zejména jahodách, malinách a rynglích. Najdeme ho rovněž v některých druzích
zeleniny, bobulovinách a houbách. Malé množství xylitolu vzniká v lidském těle během
metabolických procesů. Průmyslově se vyrábí hydrolýzou dřeva, nejčastěji březového, ale
také slámy, mandlových skořápek, cukrové třtiny bagasy a dalších materiálů bohatých na
hemicelulózy. [7], [14]



Obr. 1 Vzorec xylitolu [7]

Prodává se pod obchodním názvem Puritol nebo XyliSmart a nese kódové označení E 967. Kalorická hodnota xylitolu odpovídá 2,4- 3,0 kcal/g. Sladivost dosahuje 87 – 100 % sladivosti sacharózy a také kvalita sladké chuti je velmi blízká cukru. Jediná chuťová odlišnost spočívá v poměrně intenzivním chladivém efektu, který vyvolává při rozpouštění v ústech. Proto se xylitol příliš nepoužívá jako stolní sladidlo. U žvýkaček nebo některých cukrovinek však může být tento efekt žádoucí. [7], [24]

Xylitol patří k nejvíce používaným zástupcům kalorických sladidel. Díky svému nekariogennímu charakteru je častou přísadou zubních past, ústních vod a žvýkaček bez cukru. Ve žvýkačkách navíc dokáže zvýraznit mátovou příchut'. Běžně se využívá ve farmaceutickém průmyslu, kde zpříjemňuje chuť léků a sirupů proti kašli. Xylitol byl rovněž schválen jako přídatná látka pro speciální dietní účely. Sladí se s ním výrobky určené diabetikům nebo se využívá jako parenterální výživa. V ČR se smí v nezbytném množství používat v různých výrobcích se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru. Většinou se kombinuje s dalšími polyoly, s nimiž poskytuje výrazný synergický efekt. Při výrobě potravin se může používat i pro účely, které se netýkají funkce náhradního sladidla s výjimkou dětské výživy. Často se uplatňuje jako zvlhčující látka, protože je ze všech polyolů nejvíce hygroskopický. [7], [10], [14]

Významnou předností xylitolu je, že působí preventivně proti vzniku zubního kazu i zubního plaku, protože redukuje tvorbu kyselin v dutině ústní a omezuje kumulaci bakterií na povrchu zubů. Tuto skutečnost potvrdila řada studií. Uvedme například Ylivieskovou studii z let 1982 – 1984, které se zúčastnily děti ve věku 11 – 12 let. Skupina dětí, jež denně přijímala 7 - 10 g xylitolu ve formě žvýkaček, vykazovala až o 60 % nižší výskyt zubního kazu než kontrolní skupina, která tyto žvýkačky nekonzumovala. Preventivní účinky

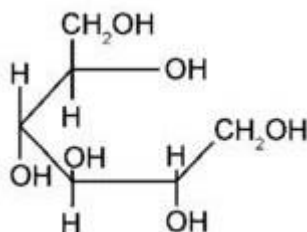
xylitolu navíc přetrvávaly ještě 2 až 3 roky po ukončení používání těchto žvýkaček. Xylitol také zvyšuje produkci slin, čímž napomáhá regeneraci narušené zubní skloviny. [14]

Žádná toxikologická studie neprokázala, že by xylitol mohl poškozovat lidské zdraví, alespoň ne v předpokládaných dávkách, přičemž byla uvažována jednorázová maximální dávka 30 gramů. JECFA zařadil xylitol do kategorie nejbezpečnějších potravinářských aditiv a přijatelný denní příjem stanovil na „nespecifikováno“. Vědecký výbor pro potraviny Evropské unie označil xylitol jako „přijatelný“ pro dietní účely. Jediný nežádoucí účinek tohoto sladidla je, že vyšší dávky často působí projímavě. Laxativní práh byl určen na 50 g/den. Bylo však prokázáno, že si většina lidí během dlouhodobého podávání na xylitol zvykne a dávka potřebná k vyvolání průjmu se tak postupně zvyšuje. [7], [10]

2.2 Sorbitol

Dalším významným a široce používaným polyolem je sorbitol, odvozený od glukózy a označovaný také jako D-glucitol nebo sorbit. Je prvním nalezeným cukerným alkoholem, poprvé byl izolován francouzskými chemiky v roce 1872 z jasanu a jako sladidlo se používá již přes 50 let. V přírodní formě se nachází v jablkách, hruškách, třešních, švestkách a dalších druzích ovoce. Vyskytuje se rovněž v bobulovinách, zelí, mořských řasách a malé množství sorbitolu se vytváří během metabolismu člověka. [7], [10]

Průmyslově se vyrábí katalytickou hydrogenací D-glukózy a je k dispozici ve formě sirupu nebo krystalického prášku. Jako přídatná látka se sorbitol označuje kódem E 420. Jeden gram této látky má kalorickou hodnotu 2,6 – 3,0 kcal. Sorbitol dosahuje 50 – 60 % sladivosti sacharózy a vyznačuje se čistou sladkou chutí s chladivým účinkem, o něco slabším než má xylitol. [7], [10]



Obr. 2 Vzorec sorbitolu [7]

Sorbitol má velmi dobré funkční vlastnosti, a proto nachází uplatnění v celé řadě potravinářských, farmaceutických i kosmetických produktů. Velké zastoupení má jako náhradní sladidlo pro diabetiky. Často se přidává do cukrovinek, moučníků, džemů, jemného a trvanlivého pečiva nebo různých polev a náplní, kde má kromě funkce sladidla význam jako zvlhčující látka. Stejně působí také ve strouhaném kokosu a nealkoholických nápojích. [7], [10]

Sorbitol se využívá jako antikrystalizační látka ve zmrzlínách a mražených dezertech nebo při výrobě Surimi, kde chrání tkáň před poškozením v důsledku tvorby ledových krystalů. Má také schopnost zabraňovat reakcím přítomných iontů kovů (např. železa či mědi) s dalšími látkami, a tím předcházet ztrátě původní barvy a textury, vzniku sraženin a rovněž žluknutí potravin. [7], [10]

Dále může sorbitol plnit funkci zahušřovadla, stabilizátoru, plnidla, nosiče a rozpouštědla pro barviva či aromata. Nepodporuje vznik zubního kazu, proto je častou složkou zubních past, ústních vod a žvýkaček bez cukru. Ve žvýkačkách a bonbonech dokáže zvýraznit mátovou nebo pepermintovou příchuť. Používá se rovněž jako stolní sladidlo a někdy se přidává do nízkokalorických potravin se sacharinem, neboť dobře maskuje jeho nahořklou pachut'. Ve farmacii se sorbitol využívá k redukci vody v těle, v parenterální výživě nebo je přísadou do sirupů proti kašli. [7], [10], [14]

Sorbitol je považován za bezpečnou látku, což potvrzuje řada provedených studií. Jeho používání v potravinách je schváleno v EU i mnoha dalších zemích, včetně USA, Kanady, Austrálie a Japonska. JECFA po přezkoumání všech dostupných údajů o bezpečnosti této látky usoudil, že není třeba stanovit limity pro její konzumaci. Přijatelný denní příjem tedy nebyl specifikován a sorbitol se proto řadí do skupiny nejbezpečnějších potravinářských aditiv. [10], [14]

V ČR je použití sorbitolu povoleno ve výrobcích pro účely týkající se funkce náhradního sladidla. V nezbytném množství se smí používat pro účely, které se netýkají funkce náhradního sladidla s výjimkou dětské výživy. Na českém trhu je sorbitol k dostání také ve formě stolního sladidla Sorbit, které je kromě přímého slazení velmi vhodné na pečení nebo konzervování ovoce. Dostupný je i Sorbit se sacharinem. [10]



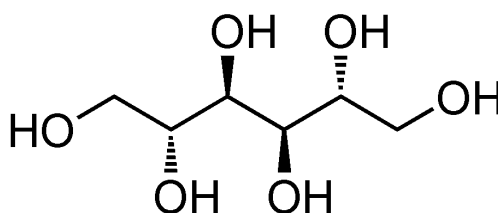
Obr. 3 Sladidlo Sorbit [18]

Stejně jako ostatní polyoly se i sorbitol vyznačuje laxativními účinky. V lidském organismu se špatně absorbuje a z velké části je zpracováván až v tlustém střevě. Vyšší dávky vážou osmoticky vodu ve střevním obsahu a velké množství sorbitolu proto může způsobovat mírné až silné průjemy, bolesti břicha, střevní potíže, nadýmání a plynatost. Podle lékaře a profesora na Fakultě medicíny Státní univerzity v Connecticutu Dr. J. S. Hyamse mohou být některé nevysvětlitelné případy bolestí břicha a průjmů vysvětleny právě přílišnou spotřebou sorbitolu. Co se týká velikosti dávek, vyvolávajících zmíněné nežádoucí účinky, různé zdroje se poměrně liší. Podle některých se jedná o dávku nad 50 g/den, podle jiných nad 20 g/den a někde bylo uvedeno již 10 – 15 g/den. Z toho je patrné, že se jedná o individuální záležitost a každý jedinec může na sorbitol reagovat jinak. Při postupném zvyšování dávek si na něj organismus zpravidla zvykne a nežádoucí projevy se zmírňují. Někdy se projímavé účinky využívají cíleně a sorbitol se aplikuje jako laxativum. [7], [10], [14]

Konzumace tohoto sladidla není vhodná pro malé děti, u nichž může vyvolat podráždění žaludku a bolesti břicha. Sorbitol se nedoporučuje ani lidem se syndromem dráždivého tračníku a poruchou vstřebávání fruktózy. Nežádoucí je nadměrný obsah sorbitolu v buňkách, kde může způsobovat jejich poškození. Tento problém se týká zejména diabetiků, protože nadměrné množství sorbitolu v buňkách očí a nervů souvisí s diabetickou retinopatií (onemocněním sítnice) a neuropatií. [10], [21]

2.3 Mannitol

Mannitol je šestiuhlíkatý cukerný alkohol vyskytující se přirozeně v mnoha rostlinných materiálech. Najdeme ho například v ananasu, ficích, řepě, chřestu, olivách či mořských řasách. Nejvíce je obsažen v celeru a houbách, kde tvoří až 20 % sušiny. V lidském těle vzniká jako meziprodukt rozkladu isomaltu. Název je odvozen z řeckého slova *manna*, což je výraz pro sladkou šťávu získanou z kůry kmenů jasanu. Jedná se o izomer sorbitolu lišící se polohou hydroxylové skupiny na 2. uhlíku. Na obalech potravin jej můžeme nalézt pod označením E 421. Energetická hodnota mannitolu činí 1,6 – 2,0 kcal/g, což je nejméně ze všech polyolů. Poskytuje příjemnou sladkou chuť, která dosahuje 50 % sladivosti sacharózy a vyvolává chladivý pocit v ústech. Dnes se nejčastěji vyrábí hydrogenací speciálních glukózových sirupů. Prodává se pod obchodním názvem Osmitol a je dostupný v práškové i krystalické formě. [7], [10], [24]



Obr. 4 Vzorec mannitolu [7]

Mannitol je v potravinářském průmyslu často používaným sladidlem. Přidává se do nízkokalorických potravin nebo výrobků pro diabetiky. Najdeme ho zejména ve žvýkačkách, cukrovinkách, zákuscích a mražených krémech. Při výrobě žvýkaček a bonbonů se používá jako povrchová vrstva, protože je nehygrokopický a zabraňuje tak vlhnutí výrobku. Lze jej aplikovat také jako rozpouštědlo pro barviva a aroma, stabilizátor a plnidlo. Ve formě stolního sladidla se kvůli chladivému efektu příliš neuplatňuje. [7], [14]

Podle provedených toxikologických studií není používání tohoto sladidla zdraví škodlivé. V lidském organismu je metabolizováno pouze 7 – 10 % mannitolu, zbytek je vylučován v nezměněné formě. [14]

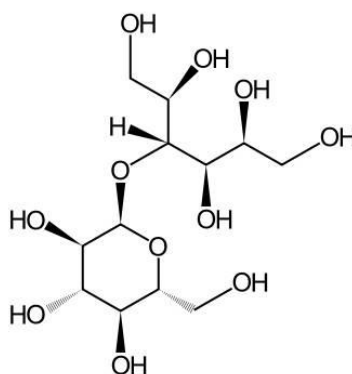
Mannitol má význam ve farmaceutickém průmyslu, a to nejen ve funkci sladidla, ale také jako účinná léčivá látka. Ve formě 10 – 20 % roztoku je hlavním zástupcem osmo-

tických diuretik, což jsou látky zvyšující exkreci vody. Používá se např. při náhlém selhání ledvin. Může být i součástí jiných léků, např. aplikovaných při poruchách mozku – Alzheimerově chorobě. Konzumace více než 20 g mannitolu denně může způsobovat nadýmání a průjem, někdy také nevolnost a zvracení. Při postupném přidávání tohoto sladidla do stravy si však organismus dokáže na látku zvyknout a je tedy možno nežádoucí projevy časem potlačit. Někdy se mannitol aplikuje jako projímadlo pro děti. Podle JECFA je tato látka bezpečná pro použití v potravinách i léčivech a její přijatelný denní příjem byl stanoven na 50 mg/kg tělesné hmotnosti. Tato dávka může být překročena, pokud se jedná o použití mannitolu jako diuretika. V USA patří mannitol do skupiny látek, které se smí dočasně přidávat do potravin, dokud nebude prokázána či vyvrácena jejich bezpečnost. [7], [10], [21]

2.4 Maltitol

Toto kalorické sladidlo, označované kódem E 965, je odvozeno od disacharidu maltózy. Dosahuje přibližně 85 – 95 % sladivosti sacharózy, přičemž nejvyšší úrovně sladivosti má v krystalické formě. Energetická hodnota maltitolu činí 2,0 – 3,0 kcal/g. [7]

Vyrábí se katalytickou hydrogenací maltózy získané ze škrobu. Komerčně je k dostání ve formě krystalu, prášku nebo sirupu a nese obchodní název Maltisorb či Maltisweet. [7], [24]



Obr. 5 Vzorec maltitolu [7]

Maltitol má velmi příznivé senzorycké vlastnosti a široké využití v potravinářském průmyslu. Oproti jiným polyalkoholům vykazuje nízký chladivý efekt a potravinám dodává

jemnou krémovou konzistenci. Proto se často využívá jako částečná náhrada tuků, zejména v jemném pečivu, sušenkách a čokoládě. Právě při výrobě čokolád hraje maltitol významnou roli, protože dokonale nahrazuje fyzikální, chemické i organoleptické vlastnosti sacharózy. Tím umožňuje vyrábět kvalitní čokolády a čokoládové cukrovinky bez přídavku cukru. [14]

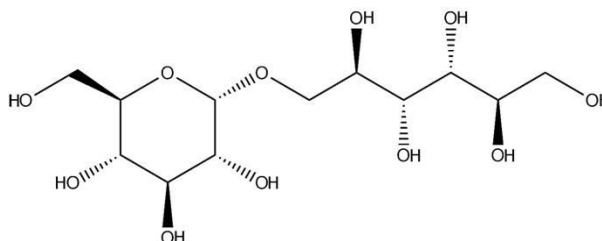
Maltitol je také vhodný na přípravu stolních sladidel, kde se obvykle kombinuje s aspartamem za účelem zvýšení sladivosti. Výhodné je rovněž spojení s cyklamátem sodným a acesulfamem K, u něhož dokáže maskovat jeho nahořklou pachut'. Maltitol však plní v potravinách ještě řadu dalších technologických funkcí. Uplatňuje se jako zvlhčující, zahušťovací a plnicí látka, stabilizátor nebo jako změkčovač při výrobě želatinových bonbonů. [7], [14]

Bezpečnost maltitolu jako složky potravin byla doložena mnoha výzkumy provedenými u zvířat i lidí. Podle některých studií však došlo v nadledvinkách laboratorních krys po požití maltitolu k jistým změnám. S tím údajně souvisel také pozorovaný nárůst vzniku zhoubných i nezhooubných nádorů nadledvin a prsních žláz u samic. Podle JECFA ale tyto projevy neměly spojitost s potravou v průběhu studie. Používání maltitolu bylo schváleno v EU a také v USA. V ČR se smí v potravinách používat v nezbytném množství. JECFA jej zařadil do kategorie nejbezpečnějších potravinářských aditiv a jeho přijatelný denní příjem blíže nespecifikoval. Maltitol může být prospěšný svými prebiotickými účinky. Enzymy v tenkém střevě je štěpen pouze zčásti, zbytek je zpracován fermentací v tlustém střevě. Ve vyšších dávkách může maltitol způsobovat nadýmání, žaludeční a střevní potíže a vyvolávat průjmy. Ve srovnání s jinými polyalkoholy jsou však jeho projímavé účinky poměrně slabé a navíc k nim dochází až při požití velmi vysokých dávek. Laxativní práh byl stanoven na 100 g/den, případně i více. [7], [10], [14]

2.5 Isomalt

Isomalt je dvanáctiuhlíkatý polyol, který se v přírodě nevyskytuje a poprvé byl vyroben v roce 1960. Surovinou na jeho výrobu je řepný nebo třtinový cukr. Sacharóza z těchto materiálů je nejprve enzymaticky přeměněna na isomaltulosu, která následně podléhá katalytické hydrogenaci na isomalt. Označuje se kódem E 953 a jeden gram tohoto sladidla dodává energii 2 kcal. Jedná se o bílou krystalickou látku, která se vzhledem velmi podobá stolnímu cukru. Také chuťově je od cukru téměř nerozeznání, má pouze nižší

sladivost, odpovídající 45 – 60 % sladivosti sacharózy. Tento nedostatek je však vykompenzován déle trvající chutí, jelikož se isomalt v ústech rozpouští pomaleji. Na rozdíl od většiny ostatních polyolů nevykazuje chladivý efekt a výborně maskuje hořkou či kovovou pachut' některých syntetických sladidel. Dokáže také zvýrazňovat přirozenou chuť potravin. [7], [10], [14]



Obr. 6 Vzorec isomaltu [7]

Díky příznivým sensorickým i funkčním vlastnostem má isomalt v potravinářském průmyslu širší využití. Nahrazuje přirozená sladidla v čokoládě, pekařských nebo mléčných výrobcích. Je velmi vhodný pro použití jako stolní sladidlo, kde se pro výraznější sladivost kombinuje s acesulfamem K, aspartamem, cyklamátem, sacharinem nebo sukralózou. Protože téměř neabsorbuje vlhkost, hodí se i na výrobu cukrovinek. Díky nekariogenní povaze bývá často přidáván do žvýkaček. [7], [10]

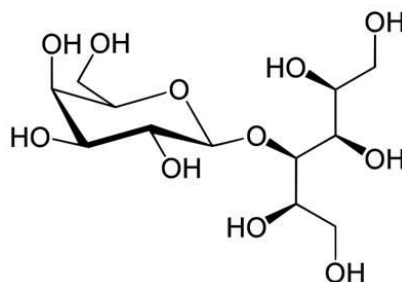
Dále se uplatňuje také jako plnidlo, protispěková látka nebo látka tvořící polevy. Využití nachází i ve farmaceutickém průmyslu, kde dodává sladkou chuť různým pastilkám a sirupům proti kašli. [7]

Dosud nebyly provedeny žádné studie zabývající se důsledky dlouhodobého používání tohoto sladidla. Tyto studie se nepovažovaly za nutné, protože isomalt se v těle hydrolyzuje na glukózu, sorbitol a mannitol, jejichž dlouhodobé účinky byly dostatečně prozkoumány. Isomalt tedy nepředstavuje pro lidské zdraví žádná rizika. Naopak může být prospěšný díky svým prebiotickým účinkům. Bylo prokázáno, že denní příjem 30 g isomaltu podporuje činnost střevní mikroflóry. Podobně jako vláknina, je i isomalt střevními bakteriemi štěpen na SCFA (Short Chain Fatty Acids), tedy mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Ty jsou významné tím, že snižují kyselost v tlustém střevě. [10], [14]

Také isomalt byl zařazen do kategorie nejbezpečnějších přídatných látek a jeho ADI nebyl specifikován. Používání tohoto sladidla v potravinách bylo schváleno ve více než 70 zemích po celém světě, včetně zemí EU. Jediné omezení konzumace isomaltu souvisí s jeho projímavými účinky, které vyvolává při požití dávek větších než 50 g denně. Podle některých zdrojů se tyto účinky projevují již při dávkách 20 – 30 g denně. Vždy tedy záleží na metabolismu konkrétního jedince. [7], [10]

2.6 Laktitol

Tento polyalkohol, vzniklý redukcí mléčného cukru laktózy, byl objeven v roce 1920, avšak v potravinách byl použit až roku 1980. Průmyslově se vyrábí hydrogenací syrovátkové laktózy. Komerčně je laktitol dostupný ve formě anhydridu, který je hygroskopický, a ve formě monohydrátu či dihydrátu, které jsou nehygroskopické. Všechny tyto formy nesou společné kódové označení E 966. [7]



Obr. 7 Vzorec laktitolu [7]

Kalorická hodnota laktitolu činí 2 kcal/g. Ze všech polyolů má nejnižší intenzitu sladké chuti, která dosahuje pouze 30 - 40 % sladivosti sacharózy. Přesto je jeho chuť velice příjemná, nezanechává v ústech žádné vedlejší pachutě a chladivý efekt je téměř nepatrný. Zvláštností laktitolu jsou jeho prebiotické účinky. Studie prokázaly, že podporuje růst prospěšných bakterií v tlustém střevě a naopak inhibuje růst proteolytických bakterií, jež jsou zodpovědné za hnilobné procesy. [7], [10]

Specifické vlastnosti laktitolu z něj činí velmi vhodné sladidlo pro širokou škálu potravinářských aplikací. Kvůli nízkému sladicímu účinku však není jeho používání zase tolik časté. Monohydrát a dihydrát laktitolu, které nepohlcují vzdušnou vlhkost, se přidávají do cukrovinek a žvýkaček. Jelikož je tento polyol odvozen od laktózy, upřednostňuje se

jeho použití do produktů s obsahem mléka, jako např. čokolády, zmrzliny nebo některé druhy pečiva. [7], [14]

Laktitol rovněž nachází uplatnění v mléčných výrobcích s probiotickými kulturami. V kombinaci s intenzivnějšími sladidly jej lze použít i jako stolní sladidlo. Někdy se přidává do přípravků ústní hygieny, protože nepodporuje vznik zubního kazu. [14]

Všechny provedené studie jednoznačně potvrdily bezpečnost a zdravotní nezávadnost tohoto polyolu. Na rozdíl od laktózy není hydrolyzován enzymem laktázou v tenkém střevě, ale metabolizuje se až bakteriemi v tlustém střevě. Tam se přeměňuje na organické kyseliny, oxid uhličitý a malé množství vodíku. Proto je laktitol vhodný i pro osoby s laktózovou intolerancí. JECFA jej zařadil do kategorie nejbezpečnějších přídatných látek a jeho přijatelný denní příjem označil pojmem „nespecifikováno“. I pro laktitol platí, že větší dávky mohou způsobovat průjemy či jiné zažívací obtíže. Laxativní práh byl stanoven na 20 až 50 g/den. Některé zdroje uvádí horní hranici až 70 g/den. Při postupném zvyšování dávek si lidský organismus na laktitol zvyká, takže se jeho projímavé účinky minimalizují. [7], [10], [14]

2.7 Hydrogenované škrobové hydrolyzáty

Hydrogenované škrobové hydrolyzáty (dále jen HSH) nebo také polyglycitol, jsou široká skupina látek nacházejících se v celé řadě potravinářských výrobků. Obecně se jako HSH označují všechny polyalkoholy získané hydrogenací sacharidových produktů hydrolyzy škrobu, včetně hydrogenovaných glukózových sirupů, maltitol sirupů a sorbitol sirupů. Byly vyvinuty v roce 1960 jednou švédskou společností. V potravinářském průmyslu však byly použity až o mnoho let později. HSH se vyrábí částečnou hydrolyzou kukuřičného, pšeničného nebo bramborového škrobu a následnou hydrogenací hydrolyzátu při vysoké teplotě pod tlakem. Podle podmínek a rozsahu hydrolyzy lze ve výsledném produktu získat různý poměr mono-, oligo- a poly- hydrogenovaných sacharidů. To umožňuje vyrábět sladidla, která uspokojí požadavky různorodých potravinářských aplikací. HSH mohou poskytovat 25 až 80 % sladivosti sacharózy a dodávají energii 2,3 – 3,4 kcal/g. Vyznačují se příjemnou sladkou chutí bez vedlejších pachutí a zpravidla bez chladivého efektu. [14]

HSH se používají zejména jako náhrada škrobového sirupu při výrobě cukrovinek, protože během tepelné úpravy nijak nemění své vlastnosti a nedochází u nich ke krystaliza-

ci. Mají také výborné zvlhčující vlastnosti, čehož se využívá zejména u pečiva nebo strouhaného kokosu. Najdeme je ve výrobcích se sníženým obsahem využitelné energie, čokoládách, mražených dezertech a polevách. [7], [14]

Mohou pozitivně ovlivnit texturu výrobků a využívají se i jako plnidla. Jsou vhodné ke kombinování s dalšími polyoly a také nízkokalorickými sladidly, s nimiž poskytují synergický efekt a dokážou maskovat jejich nežádoucí pachutě. HSH odolávají metabolismu ústních bakterií, což umožňuje jejich použití v prostředcích dentální hygieny jako prevence vzniku zubního kazu. [7], [14]

HSH jsou v zažívacím traktu vstřebávány velmi pomalu. Proto mají jen malý vliv na zvýšení hladiny glukózy v krvi a jsou vhodné pro diabetiky. Část HSH může být enzymaticky rozštěpena na sorbitol, maltitol a glukózu. Zbytek je metabolizován mikroflórou tlustého střeva. Projímavé účinky těchto sladidel nejsou příliš intenzivní, laxativní práh je stejně jako u maltitolu 100 g/den nebo více. Bezpečnost HSH je doložena celou řadou studií provedených u lidí i zvířat, včetně studií zkoumajících vlivy na reprodukci a vývoj plodu. Po přezkoumání těchto informací JECFA schválila používání těchto látek v potravinách. HSH byly zařazeny do kategorie nejbezpečnějších potravinářských aditiv a JECFA i Vědecký výbor pro potraviny Evropské unie se shodli, že není třeba stanovit jejich přijatelný denní příjem. Používání HSH je kromě EU povoleno i v mnoha dalších zemích včetně USA, Kanady, Japonska a Austrálie. [14]

3 NÍZKOKALORICKÁ SLADIDLA

Sladká chuť byla odjakživa spojována s dodáním energie. Dnes již víme, že existuje celá řada sloučenin, jež poskytují intenzivní sladkou chuť a přitom nemají téměř žádné kalorie. Této výjimečné vlastnosti některých látek se začalo hojně využívat v potravinářském průmyslu. Umožňují vyrábět široký sortiment nízkokalorických potravin a nápojů, díky nimž lze regulovat energetický příjem a spotřebu jednoduchých cukrů, zejména sacharózy. To má velký význam nejen při redukci a kontrole tělesné hmotnosti, ale také při cukrovce a prevenci vzniku zubního kazu. Nízkokalorická sladidla mohou být do určité míry nápomocná při snižování výskytu obezity a tím i dalších souvisejících onemocněních. [3], [7]

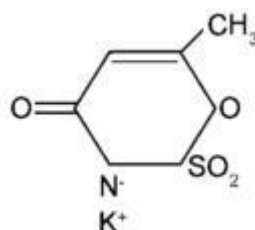
Kromě nesporných přínosů v oblasti zdraví jsou tato aditiva výhodná také po ekonomické stránce. Jsou levnější než cukr nebo kalorická sladidla a díky vysoké sladivosti je stačí používat ve velmi malém množství. [7]

Mezi nízkokalorická sladidla se řadí látky různorodé chemické struktury: peptidy, bílkoviny, glykosidy, chalkony, halogenové disacharidy aj. Ve většině případů se jedná o sloučeniny uměle syntetizované, ale najdeme zde i několik zástupců čistě přírodních látek. Vyznačují se různými fyzikálními, chemickými či fyziologickými vlastnostmi. Všechna povolená sladidla však musí splňovat přísné požadavky na bezpečnost. Ta byla u některých látek značně zpochybněna, zejména v případě syntetických sladidel, která vzbuzují kvůli svému původu jistou nedůvěru. Kromě studií prokazujících jejich zdravotní nezávadnost byly uveřejněny rovněž studie, podle nichž mohou některá sladidla způsobovat rakovinu nebo jiné závažné zdravotní problémy. Důvěryhodnost těchto studií byla většinou vyvrácena, nad některými však dosud visí otazník. To nic nemění na faktu, že umělá sladidla jako aspartam, acesulfam K či cyklamát patří k nejpoužívanějším přídatným látkám a díky intenzivnímu vývoji se v budoucnu pravděpodobně dočkáme i sladidel nových. [7], [11]

3.1 Acesulfam K

V roce 1967 chemici Clauss a Jensen náhodně zjistili, že směs oxidů dihydrooxathiazinů vykazuje intenzivní sladkou chuť. Bylo vyrobeno několik modifikací této sloučeniny, v roce 1973 i acesulfam K, jenž byl kvůli jednoduchosti výroby nakonec vybrán ke komerčním účelům. Vyrábí se pod obchodními názvy Sunett, Sweetex Plus či Sweet One a

dostal kódové označení E 950. Uvádí se, že 1 gram tohoto sladidla dodává 0 kcal. Je 200x sladší než sacharóza, přičemž sladká chuť nastupuje rychle bez prodlévání a je výraznější v kyselém prostředí. Ve vysokých koncentracích se projevuje slabou hořkou pachutí, kterou lze potlačit přidáním jiného sladidla. Nejvhodnější je jeho kombinace s aspartamem a cyklamátem, s nimiž poskytuje synergický efekt. Stejně působí i s řadou dalších sladidel, včetně polyalkoholů. Nevhodný je pouze ve směsi se sacharinem, který rovněž vykazuje vedlejší hořkou chuť. [3], [7]



Obr. 8 Vzorec acesulfamu K [7]

Chemicky se acesulfam K označuje jako draselná sůl 6-methyl-1,2,3-oxathiazin-4(3H)-one-2,2-dioxidu. Jedná se o bílý krystalický prášek, který je snadno rozpustný ve vodě a mírně rozpustný v ethanolu. Při pokojové teplotě má téměř neomezenou trvanlivost a dobře odolává nízkým hodnotám pH. Je stabilní při teplotách, které se běžně používají při technologickém zpracování potravin, včetně pasterace, sterilace, sušení a extruze. Rozkládá se až při teplotách nad 200 °C za vzniku acetonu, oxidu uhličitého, amonné soli, sulfátu a amidosulfonátu. [7]

Jako sladidlo se používá zejména ve žvýkačkách (Wrigley), nealkoholických nápojích, mléčných výrobcích (nízkotučné jogurty Yoplait a Vitalinea od Danone), nízkokalorických cukrovinkách (Bonpari bez cukru), instantních nápojích (Tang), v dezertech nebo sypkých náhražkách mléka do kávy. Můžeme se s ním setkat i v džemech, zmrzlinách a fermentované zelenině či kysaných mléčných výrobcích, protože je odolný vůči bakteriím mléčného kvašení. Nepodporuje vznik zubního kazu, proto se přidává do výrobků ústní hygieny nebo se využívá ve farmaceutickém průmyslu. K dispozici je samozřejmě i jako stolní sladidlo ve formě tabletek, granulí nebo prášku. [7], [10]

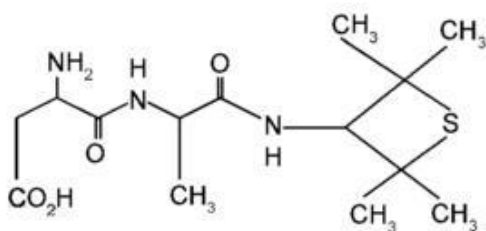
Acesulfam K není v lidském těle metabolizován a je vylučován beze změny. První toxikologické testy na pokusných zvířatech, jež proběhly v 70. letech, vzbuzovaly jisté pochybnosti o jejich správném provedení. Dvě studie na myších naznačily možnost karcinogenity. Řada odborníků považuje testy, provedené před uvedením acesulfamu K na americký trh, za nedostatečné a americká spotřebitelská organizace CSPI doporučuje vyhýbat se této přísadě. Řadí ji do kategorie látek konzumovaných v příliš velkém množství či nedostatečně testovaných. Bylo prokázáno, že vysoké dávky acetoacetamidu (produktu rozpadu acesulfamu K) ovlivňují funkci štítné žlázy u laboratorních zvířat. V malých dávkách by acesulfam K neměl být škodlivý. Zastánci tohoto sladidla argumentují tím, že v rámci provedených studií nebyly s jistotou potvrzeny žádné toxické účinky. [7], [10]

Acesulfam K byl tedy nakonec prohlášen za látku bezpečnou, bez karcinogenních, mutagenních či teratogenních účinků. Je povolen jako univerzální sladidlo v EU, USA a více než 100 dalších zemích. JECFA stanovil jeho denní přijatelný příjem na 15 mg/kg tělesné hmotnosti. [7]

3.2 Alitam

Toto sladidlo bylo poprvé syntetizováno v roce 1970 jako součást výzkumného programu na rozvoj nízkokalorických sladidel pomocí syntézy dipeptidů. Strukturou se alitam podobá aspartamu, chemicky se označuje jako L-aspartyl-D-alanin amid. Je přibližně 2 000x sladivější než sacharóza. Kvalita sladké chuti je velmi podobná cukru bez vedlejších chutí. Sladkost se vyvíjí rychle a nepřetrvává příliš dlouho. Alitam působí synergicky při použití v kombinaci s acesulfamem K a cyklamátem. Po konzumaci sladidlo dodá 1,4 kcal/g. [7], [10]

V čisté formě je alitam krystalický nehygroskopický prášek, velmi dobře rozpustný v polárních rozpouštědlech, včetně vody a alkoholu. Rozpustnost se zvyšuje s rostoucí teplotou a také při odchylování pH od izoelektrického bodu. V nepolárních rozpouštědlech se alitam nerozpouští. Ve vodném roztoku je poměrně stabilní a stabilitu si zachovává po dobu delší než jeden rok, pokud je skladován při pokojové teplotě při pH 5 až 8. Citlivý je vůči pH 2 – 4, při němž dochází k hydrolýze. Pro technologické a kulinární zpracování je výhodou jeho dobrá termolabilita. [7], [10]



Obr. 9 Vzorec alitamu [7]

Alitam se používá zejména při výrobě měkkých a tvrdých bonbonů, mléčných výrobků, nápojů, žvýkaček, cukrovinek a džemů. Lze jej používat při tepelném zpracování za vyšších teplot, včetně pasterace a sterilace. [7]

Jediná nevýhoda spočívá v tom, že alitam může reagovat s ostatními složkami potravin, zejména s redukcujícími cukry jako je glukóza a laktóza, pokud se nacházejí ve vyšších koncentracích. Při záhřevu na vysokou teplotu vytváří s cukry produkty Maillardovy reakce, což může mít za následek ztrátu nebo nižší intenzitu sladké chuti. K tomu dochází především při pečení, ovšem při vhodném zvolení ostatních složek a tepelné expozice lze alitam využít i při výrobě pečiva bez ztráty jeho chuti. Vhodné není pouze přidávání alitamu do silně kyselých potravin, protože v kyselém prostředí se rozkládá. [7]

Pro používání v potravinách byl alitam poprvé schválen v Austrálii v roce 1993. Brzy došlo k jeho povolení také v dalších zemích, např. v Mexiku, Číně, Kolumbii, Chile, Novém Zélandu. Označuje se zde kódem E 956. [7]

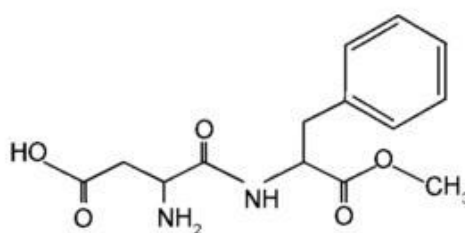
V EU zatím používání alitamu jako sladidla schváleno nebylo. Povolen není ani v USA, ale FDA projednává podanou petici, která toto sladidlo obhajuje. Vzhledem ke kladnému postoji organizace Codex Alimentarius k této látce je pravděpodobné, že bude v budoucnu povolena. JECFA původně odmítl určit ADI na základě provedených testů karcinogenity na hlodavcích, protože v nich shledal určité nejasnosti. Zvířata, kterým byla podávána nejvyšší dávka, vykazovala nejvyšší výskyt nezhooubného bujení jaterních buněk, které se mohlo vyvinout do zhoubného bujení. Později však JECFA na základě stejných testů změnil své rozhodnutí a prohlásil, že alitam není karcinogenní a jeho použití jako sladidla je zcela bezpečné. ADI byl stanoven na 1 mg/kg tělesné hmotnosti. [7], [10]

7 – 22 % alitamu se vylučuje v nezměněné formě stolicí. Zbytek je hydrolyzován na kyselinu asparagovou a alaninamid. Kyselina asparagová je dále přirozeně metabolizována,

což je důvod, proč alitam dodává kalorie. Koncentrace, v nichž se používá v potravinách, jsou však natolik nízké, že energetický příjem je zanedbatelný. Alaninamid se rozkládá na glukuronid a sulfon, které jsou vylučovány močí. Alitam nepodporuje vznik zubního kazu a na rozdíl od aspartamu je vhodný i pro fenylketonuriky, protože neobsahuje fenylalanin. [7]

3.3 Aspartam

Jedním z nejrozšířenějších a nejznámějších sladidel je bezesporu aspartam. Tato syntetická látka byla objevena v roce 1965, k jejímu uvedení na trh však došlo až o 18 let později. Po chemické stránce se jedná o dipeptid složený z aminokyselin L-asparagové kyseliny (40 %) a L-fenylalaninu (50 %), na který je esterově vázán methanol (10 %). Přesný chemický název zní N-L- α -aspartyl-L-fenylalanin-1-methylester. Ačkoliv fenylalanin chutná hořce, aspartam se vyznačuje čistou sladkou chutí bez sebemenšího náznaku hořkosti. Naopak sám dokáže maskovat hořkou chuť jiných látek a lze jej kombinovat prakticky se všemi ostatními sladidly s výsledným synergickým účinkem. Sladká chuť aspartamu má mírně zpožděný nástup a v porovnání se sacharózou je 160 – 220x silnější. Proto se používá ve velmi nízkých koncentracích a jeho energetický přínos je téměř zanedbatelný, ačkoliv má kalorickou hodnotu 4 kcal/g (tedy stejně jako cukr). Byl mu přidělen kód E 951 a označuje se obchodními názvy Equal, NutraSweet nebo Canderel. [2], [7]



Obr. 10 Vzorec aspartamu [7]

Aspartam je mírně rozpustný ve vodě a ethanolu, nerozpustný v tucích a olejích. Největší stabilitu si udržuje v pevném stavu, proto se často používá v sypkých a tabletovaných výrobcích. Ve vodných roztocích jeho stabilita závisí na teplotě a pH, nejvhodnější jsou hodnoty pH 3 – 5. Krátkodobě odolává i vyšším teplotám, takže může být podroben

tepelným zákrokům, jako je pastérace, sterilace či UHT záhřev. Při delším působení vysoké teploty (již kolem 40 °C) nebo při určitých kombinacích teploty, pH a vlhkosti podléhá esterová vazba hydrolyze a aspartam ztrácí svou sladkou chuť. Rozkládá se buď na aspartylfenylalanin za současného uvolnění methanolu, nebo vzniká diketopiperazin a methanol. Možný je také rozklad na kyselinu asparagovou a methylester fenylalaninu, který se pak dále štěpí na methanol a fenylalanin. V lidském těle převládá rozklad na aspartylfenylalanin a diketopiperazin vzniká jen zanedbatelné množství. Pokud však k hydrolyze aspartamu dojde při výrobě nebo nešetrném skladování potravin, vzniká ve větší míře diketopiperazin. [7], [12], [13]

Pro své dobré senzorycké vlastnosti se aspartam používá v široké škále potravinářských produktů. Je častou složkou slazených nealkoholických nápojů, nízkokalorických mléčných výrobků (např. jogurt Yoplait Light), cukrovinek, dezertů, cereálních výrobků a žvýkaček. Můžeme se s ním setkat také v sypkých směsích na přípravu nápojů, ve zmrzlínách, ovocných konzervách, marinádách a dresincích. Často se přidává do diabetických potravin a je oblíbeným stolním sladidlem (např. DiaChrom). Lze jej použít i při výrobě zubních past a farmaceutických produktů. Kvůli nízké termostabilitě není vhodný do potravin, vyžadujících zpracování za vyšších teplot, jako je pečivo a cukrářské výrobky. [10], [13]



Obr. 11 Stolní sladidlo DiaChrom [18]

Asi žádné sladidlo nebylo z hlediska bezpečnosti diskutováno více než aspartam. Americký úřad pro potraviny a léčiva (FDA) nechtěl dlouho povolit jeho používání jako potravinářského aditiva kvůli podezření na karcinogenní účinky. Nakonec však uznal, že obvykle konzumované dávky nemohou působit toxicky a počátkem 80. let byl aspartam schválen. JECFA stanovil jeho přijatelnou denní dávku poměrně vysoko, a to na 40 mg/kg

tělesné hmotnosti. To znamená, že člověk o hmotnosti 80 kg může denně bez rizika zkonsumovat 3 200 mg aspartamu, což by v přepočtu na cukr odpovídalo 640 g cukru. Je prakticky vyloučené, aby byl člověk schopen denně zkonsumovat takovéto množství sladkostí a slazených nápojů. Přesto obavy z aspartamu neustaly a po určité době začala být zpochybňována kvalita testů na karcinogenitu, které by měly být podle některých nevládních organizací zopakovány. V dalších letech byla proto provedena celá řada dalších studií. [10], [12]

Jak již bylo zmíněno, rozkladnými produkty aspartamu jsou fenylalanin, kyselina asparagová a methanol, někdy také diketopiperazin. Fenylalanin je esenciální aminokyselina, jejíž denní potřeba se pro zdravého člověka pohybuje v množství 1 100 až 2 200 mg v závislosti na věku, pohlaví a hmotnosti. Vyšší koncentrace této látky mohou způsobovat bolesti hlavy, úzkost a zvýšení krevního tlaku. Při odhadované spotřebě 300 mg aspartamu za den (což u 80 kg člověka představuje pouze necelou desetinu ADI) tvoří množství fenylalaninu polovinu této hmotnosti, tedy 150 mg. To odpovídá přibližně 10 % denní doporučené dávky této aminokyseliny. Zvýšení hladiny fenylalaninu v důsledku konzumace aspartamu tedy není výrazné a u zdravých osob je fenylalanin bez problémů odbouráván na tyrosin. Výjimku tvoří pouze osoby trpící vrozenou poruchou metabolismu fenylalaninu, zvanou fenylketonurie, u nichž by příjem aspartamu mohl vyvolat poškození mozku či další vážné zdravotní komplikace. Z tohoto důvodu musí být potraviny obsahující aspartam označeny jako zdroj fenylalaninu. [12]

Ani v případě kyseliny asparagové není důvod k obavám. Při předpokládaném příjmu 300 mg aspartamu denně vzniká 120 mg této aminokyseliny. V porovnání s běžným příjmem v potravě, který činí více než 6 000 mg za den, je to zanedbatelné množství. Pozornost výzkumů byla proto věnována diketopiperazinu a methanolu. Podle studie provedené výrobcem aspartamu diketopiperazin několikanásobně zvýšil pravděpodobnost výskytu mozkových nádorů u pokusných zvířat. Při bližším prozkoumání bylo FDA zjištěno, že v průběhu studie nebyla testovaná a kontrolní zvířata řádně oddělena a tím došlo ke značnému ovlivnění výsledků. Přesto tato látka ve větších dávkách pravděpodobně hraje určitou roli při výskytu nádorů mozku. Při obvyklé konzumaci aspartamu činí množství vzniklého diketopiperazinu asi 30 mg/den, přičemž hodnota ADI pro dospělého člověka je 600 mg/den a dávka, která by mohla vyvolat vážnější zdravotní komplikace je minimálně 60 000 mg za den. [10], [12]

Dalším problémem je podle odpůrců aspartamu methanol, který ve vyšších dávkách poškozuje oční nervy a může způsobit oslepnutí. Pozor by si měly dávat především těhotné a kojící ženy, protože nezralá nervová tkáň plodů a kojenců nedokáže methanol tolerovat. Pokud budeme opět uvažovat průměrnou spotřebu 300 mg aspartamu za den, může teoreticky vzniknout asi 31 mg methanolu. Jelikož rychlost odbourávání tohoto alkoholu je až stonásobně vyšší, než jeho schopnost vstřebávat se do krve, dostává se do krevního oběhu asi jen 6 mg methanolu. Poškození zraku přitom mohou u citlivých jedinců vyvolat až dávky 5 600 až 12 000 mg. Jako letální (smrtelná) dávka se v současnosti uvádí 960 mg (1,2 ml) na 1 kg tělesné hmotnosti na den, což by u 80 kg člověka představovalo 76 800 mg methanolu. Z výše uvedených údajů je zřejmé, že průměrná ani mírně zvýšená konzumace aspartamu nemůže zdaleka způsobit poškození zraku. [8], [12]

Daleko více methanolu vzniká z běžně konzumovaných potravin, zejména ovoce. Jen pro zajímavost, po konzumaci jednoho jablka se ho v těle vytvoří asi 150 mg, což je množství, které vznikne z aspartamu obsaženého přibližně v 6 litrech light nápoje. Methanol se v játrech oxiduje na formaldehyd, z něhož dále vzniká kyselina mravenčí a nakonec oxid uhličitý. Formaldehyd je známý neurotoxin a karcinogen, nejškodlivěji působí při inhalaci. Pokud je jen meziproduktem metabolismu, jeho škodlivé účinky by se v malém množství neměly projevit. Jeho přeměna na kyselinu mravenčí je navíc poměrně rychlá. Podle některých vědců existuje riziko, že by formaldehyd mohl vstoupit do jiných nežádoucích metabolických procesů. Přiměřenou spotřebou aspartamu vzniká v porovnání s jinými potravinami jen velmi nízké množství tohoto aldehydu. [12]

I přes tyto vědecky podložené skutečnosti je aspartam stále obviňován z řady negativních vlivů na zdraví člověka, z nichž mnohé jsou velmi závažné. Americký FDA zdokumentoval až 92 škodlivých příznaků, které jsou údajně vyvolány častou konzumací tohoto sladidla. Mezi jinými uvádí bolesti hlavy, únavu, otupělost, závratě, bušení srdce, bolesti žaludku, nevolnost, podrážděnost, úzkost, deprese, ztráty paměti, halucinace, záchvaty, svědivé vyrážky, poruchy sluchu, křeče, ztrátu chuti, nespavost, slabost a již zmíněné poškození zraku. U dětí může údajně vyvolat poruchy chování, zejména hyperaktivitu. Uvedeno bylo rovněž zvyšování hmotnosti, ačkoliv by aspartam měl spíše přispívat k její redukci. Podle některých odborníků zvyšuje chuť k jídlu a může vést k nadměrnému přejídání. Zaznamenány byly také názory některých konzumentů, kteří tvrdí, že nápoje slazené aspartamem jsou návykové. [8], [10], [11]

Řada odborníků dává aspartam do souvislosti s nádory mozku, poškozením jater a ledvin, roztroušenou sklerózou, epilepsií, chronickými bolestmi svalů a kloubů, chronickou únavou, Parkinsonovou a Alzheimerovou chorobou, cukrovkou, maligními tumory lymfatické tkáně a defekty novorozenců. To vše uvádí na základě výzkumů u pokusných zvířat i klinických pozorování u lidí. Jedním z takových odborníků je americký profesor neuropatologie a psychiatrie John Olney. Podle jeho studií prováděných na konci 60. let a počátkem 70. let minulého století aspartam poškozují mozek jak laboratorním zvířatům, tak dětem. Zvláště mozek novorozenců může být vůči jeho účinkům až 4x citlivější v porovnání s dospělými. Aspartam působí na spojení nervových buněk v mozku a vyvolává jejich nadměrné dráždění, vedoucí až k odumření neuronů. Olney nazval tento jev excitotoxicita. Také profesor Russel Blaylock, jeden z nejznámějších odpůrců aspartamu z řad vědců, jej označil ve své knize jako excitotoxin. [8], [11]

Mnoho lékařů popisuje poškození mozku v podobě ztráty paměti a inteligence u osob, které při redukční dietě pravidelně konzumovaly nápoje s aspartamem. Zatímco krátkodobou ztrátu paměti je možné po přerušení konzumace sladidla vyléčit, dlouhodobější poškození je podle lékařů nevratné. Olney s Blaylockem řadí aspartam do souboru příčin, které se v USA podílejí na rozsáhlém výskytu dětského autismu. Olney při svých experimentech také upozoroval, že podávání aspartamu vyvolává u pokusných zvířat obezitu a cukrovku. Stejně zjištění zaznamenaly další výzkumné laboratoře. [8]

Velmi diskutované jsou rovněž studie Dr. Moranda Soffrittiho, podle nichž aspartam vyvolal zvýšený výskyt zhoubných nádorů u laboratorních myší a krys. Jednalo se zejména o zhoubné nádory mízních uzlin a lymfatické tkáně. Tyto studie byly dlouhodobé, protože pokusní hlodavci nebyli usmrceni po 110 týdnech, jak je obvyklé, ale byli pozorováni až do jejich přirozené smrti. To je podle Dr. Soffrittiho důvod, proč jiné studie nedokázaly karcinogenitu aspartamu prokázat. [6]

Za jeden z důkazů škodlivosti aspartamu je často považován tzv. syndrom války v Perském zálivu. Vojáci každý den popíjeli nápoje slazené aspartamem, které navíc byly po řadu týdnů vystaveny pouštnímu slunci. Po skončení války se začaly hromadit stížnosti vojáků na ztrátu paměti, závratě a problémy s udržováním rovnováhy, na nevolnost, únavu, chronické bolesti kloubů a svalů. Mnozí muži se rovněž obávají, že byla ovlivněna jejich plodnost. Děti těchto vojáků mají dvoj- až trojnásobně zvýšené riziko vývojových defektů. Pentagon přiznává, že zaznamenal stížnosti od 90 000 příslušníků armády, kteří sloužili ve

válce v Zálivu. Zajímavé je, že u příslušníků francouzských i českých posádek, kteří nápoje s aspartamem nedostávali, se žádné ze zmíněných symptomů nevyskytly. Je však nutno podotknout, že nápoje nebyly slazeny pouze aspartamem, ale také dalšími sladidly, zejména acesulfamem K, cyklamátem a sacharinem. Po letech se navíc na veřejnost dostaly informace o tom, že vojáci před začátkem války dostali experimentální očkování proti antraxu (sněti slezinné). [8], [12]

Stoprocentně potvrdit nebo vyvrátit bezpečnost aspartamu je více než obtížné. Jak informace o jeho zdravotní nezávadnosti, tak informace o jeho škodlivosti totiž přichází od zkušených vědců a lékařů. Záleží tedy na tom, za jakých podmínek byly studie prováděny, jaký byl zdravotní stav pozorovaných osob a zvířat, s jakými dávkami sladidla se pracovalo, jak dlouho zkoumání probíhalo atd. Lze totiž předpokládat, že nežádoucí účinky jsou spojeny s abnormálně vysokými dávkami konzumovanými po dlouhou dobu, k čemuž u drtivé většiny spotřebitelů nedochází. Zásadní roli může hrát i spolupůsobení aspartamu s dalšími sladidly nebo některými léčivými. Tato oblast není dosud dobře prozkoumána, protože většina studií sledovala pouze účinky samotného aspartamu. V EU se nedávno začalo mluvit o možnosti přehodnocení rozhodnutí Evropské komise ohledně povolení tohoto sladidla. [8]

3.4 Sůl aspartamu – acesulfamu

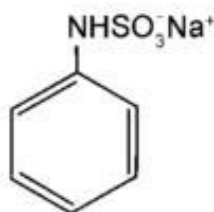
Tato sůl vznikající spojením dvou opačně nabitých iontů příslušných sladidel je považována za samostatné sladidlo a označuje se kódem E 962. Vykazuje lepší vlastnosti než pouhá směs aspartamu a acesulfamu K. Sladivost soli je přibližně 350x vyšší než u sacharózy a odpovídá ekvimolární směsi složek v hmotnostním poměru aspartamu a acesulfamu K 60 : 40. Po konzumaci dodává energii 4 kcal/g. Senzorické vlastnosti jsou stejné jako u směsi sladidel, ovšem sladká chuť soli je kvalitnější, má lepší stabilitu a působí synergicky. V čisté formě se jedná o bílý krystalický prášek, který je možno velmi dlouho skladovat. Sůl je snadno rozpustná ve vodě a mírně rozpustná v ethanolu, rozpouštění trvá v porovnání s aspartamem o polovinu kratší dobu. [7]

Sladidlo je vhodné pro širokou škálu aplikací, včetně nápojů, mléčných výrobků, stolních sladidel, cukrovinek, žvýkaček, práškových směsí na přípravu nápojů a také farmaceutických produktů. Sůl aspartamu – acesulfamu je pro použití v potravinách povolena v EU, USA a mnoha dalších zemích. Jelikož obě dílčí sladidla byla uznána jako bezpečná,

považuje se za bezpečné i užívání jejich soli. Přesto bylo provedeno několik studií, z nichž žádná jednoznačně nepotvrdila karcinogenní ani jiné toxické účinky této látky. ADI nebyl zvlášť stanoven, platí tedy hodnoty určené pro jednotlivá sladidla. [7]

3.5 Cyklamát

Jako cyklamát se označuje kyselina cyklamová, přesněji cyklohexasulfamová a její sodná nebo vápenatá sůl. K objevu této látky došlo náhodně v roce 1937 a jako sladidlo byla poprvé použita v roce 1950. Cyklamové kyselině i jejím solím byl přidělen kód E 952 a uvádí se, že její kalorická hodnota je nulová. Vykazuje 30 – 60x vyšší sladivost než sacharóza a sladká chuť je při běžně používaných koncentracích příjemná, v porovnání s cukrem však působí trochu uměle. Ve vysokých koncentracích se může projevit hořkost a přetrvávající dochuť. Vápenatá sůl je méně sladká než sodná a vedlejší hořká chuť se objevuje při nižší koncentraci. Cyklamát působí synergicky s acesulfamem K, alitamem, aspartamem, sacharinem, steviosidem či sukralózou. Nejčastější je jeho kombinace se sacharinem v poměru 10:1, čímž dochází k potlačení hořké pachuti sacharinu. [2], [7]



Obr. 12 Vzorec cyklamátu

(sodná sůl) [7]

Kyselina cyklamová je dobře rozpustná ve vodě a omezeně se rozpouští také v olejích a nepolárních rozpouštědlech. Jedná se o velmi silnou kyselinu s pH 0,8 – 1,6 v 10 % vodném roztoku. Sodná a vápenatá sůl jsou poměrně neutrální a mírně rozpustné v ethanolu. Roztoky cyklamátů jsou velmi stabilní při vysokých i nízkých teplotách a v širokém rozmezí pH za přítomnosti kyslíku a většiny potravinových přísad. [7]

Cyklamát nachází uplatnění v širokém spektru produktů a v 60. letech prakticky odstartoval výrobu dietních potravin ve velkém. Používá se zejména jako stolní sladidlo,

při výrobě nízkokalorických nápojů, cukrovinek, žvýkaček, želatinových dezertů, džemů a salátových dresinků. Někdy je přidáván do sušeného masa. Výhodné je jeho použití do ovocných výrobků, protože zvýrazňuje chuť ovoce a potlačuje kyselost citrusů. Často se přidává také do farmaceutických výrobků nebo produktů ústní hygieny, protože je nekario-genní. [7], [10]

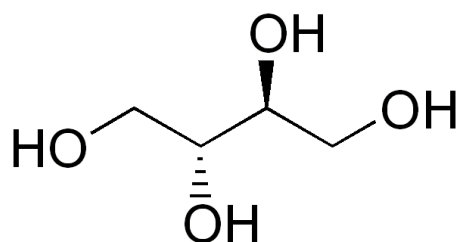
Cyklamát je v organismu obtížně vstřebáván a převážná část se vylučuje v nezměněné podobě. Asi u 25 % populace dokáže střevní mikroflóra cyklamát přeměnit na cyklohexylamin, který je primárně vylučován močí v nezměněné formě a pouze 1 – 2 % této látky se metabolizuje na cyklohexanol a trans-cyklohexan-1,2-diol. Ve vyšších dávkách může cyklamát působit projímavě. Podle studie provedené v roce 1970 vyvolalo podávání vysokých dávek cyklamátu u laboratorních krys vznik nádorů močového měchýře. Tyto účinky jsou připisovány metabolitu cyklohexylaminu. Epidemiologická studie, provedená americkým Národním ústavem pro výzkum rakoviny, zjistila, že používání směsi sacharinu a cyklamátu je spojeno s vyšším výskytem rakoviny močového měchýře, vrozených vad, mutací a poškození varlat. [7], [10]

Cyklamát byl proto vyloučen ze seznamu bezpečných aditiv a jeho používání v potravinách a nápojích bylo zakázáno v USA i dalších zemích. Od té doby se uskutečnilo minimálně 14 dalších studií na zvířatech, z nichž žádná nenašla důkaz, že je cyklamát nebo cyklohexylamin karcinogenní. V současné době převládá názor, že cyklamát nezpůsobuje rakovinu přímo, ale spíše zvyšuje účinnost jiných karcinogenů. V USA je jeho používání stále zakázáno, ačkoliv se průmysl intenzivně snaží o opětovnou legalizaci a FDA je zahrnuta peticemi od různých potravinářských organizací. V EU a dalších 50 zemích světa je cyklamát povolen, ale jeho schválení bylo dlouho projednáváno. Přijatelná denní dávka je stanovena na 11 mg/kg tělesné hmotnosti. [7], [10]

3.6 Erythritol

Erythritol svou chemickou strukturou patří do skupiny polyalkoholů, kvůli malé energetické hodnotě je však řazen mezi nízkokalorická sladidla. 1 g této látky dodává zpravidla 0,2 kcal. Je odvozen od monosacharidu erytróza a odpovídá 53 – 70 % sladivosti sacharózy. Erythritol se přirozeně vyskytuje v ovoci, zejména hroznech, hruškách a melounech. Můžeme jej najít také ve víně, sójové omáčce, sýrech, houbách a malé množství se nachází v lidských tkáních a tělních tekutinách. [7], [14]

Pro komerční účely se vyrábí fermentací glukózy pomocí kvasinek *Moniliella pollinis*. Je označován kódem E 968. Vyniká čistou sladkou chutí, která se dá přirovnat k chuti cukru a kromě mírného chladivého účinku nevyvolává žádné vedlejší vjemy. Působí synergicky s xylitolem, sorbitolem, acesulfamem K a aspartamem. [7], [14]



Obr. 13 Vzorec erythritolu [7]

Erythritol je dostupný ve formě bílého krystalického prášku nebo granulí. Nepohlucuje vzdušnou vlhkost, odolává vysokým teplotám i širokému rozmezí pH a nepodléhá Maillardově reakci. [7]

Uplatňuje se při výrobě pečiva, čokolády, cukrovinek, slazených nápojů, žvýkaček a používá se jako stolní sladidlo. Můžeme ho najít také v některých léčivech nebo produktech dentální hygieny, jelikož odolává metabolismu ústních bakterií. [7]

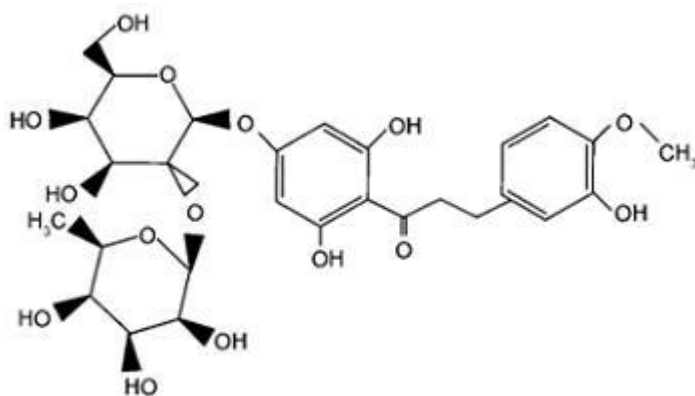
Erythritol se velmi rychle vstřebává v tenkém střevě a do 24 hodin po konzumaci je převážná část vyloučena v nezměněné podobě močí. Do tlustého střeva se zpravidla nedostává, a proto na rozdíl od ostatních polyolů nepůsobí projímavě ani ve větších dávkách. Je vhodným sladidlem pro diabetiky. [14]

Provedené studie nezaznamenaly žádné nežádoucí účinky na lidské zdraví. Poprvé byl erythritol jako sladidlo použit v roce 1990 v Japonsku. V EU byl schválen v červenci 2006 a v současnosti je povolen ve více než 50 státech. JECFA zařadil tuto látku mezi nejbezpečnější potravinářská aditiva a její přijatelný denní příjem blíže nespecifikoval. [7], [14]

3.7 Neohesperidin DC

Toto sladidlo bylo náhodně objeveno roku 1963 a řadí se mezi modifikované přírodní látky, neboť se vyrábí katalytickou hydrogenací neohesperidinu izolovaného

z hořkých pomerančů, případně naringinu extrahovaného z grapefruitů. Označuje se kódem E 959. Jedná se o flavonoidní glykosid, který v přírodě nebyl nalezen, avšak strukturálně příbuzné dihydrochalkony byly objeveny ve 20 druzích rostlin. Neohesperidin je sám o sobě hořký, ale jeho dihydrochalkon poskytuje 400 – 2 000x vyšší sladivost než sacharóza. Pro jeho chuť je typický pomalý nástup a pozvolné odeznívání s mentolovou nebo lékořicovou chladivou dochutí. Kromě funkce náhradního sladidla má význam také jako chuťový modifikátor, protože dokáže potlačit hořkou, slanou či ostrou chuť potravin. Je vhodný pro kombinování s ostatními sladidly, neboť překrývá jejich hořkou pachutí a zároveň se tím snižuje projev jeho lékořicové a mentolové vedlejší chuti. [7], [10]



Obr. 14 Vzorec neohesperidinu DC [7]

V pevném stavu je to šedobílý krystalický prášek, mírně hygroskopický a při pokojové teplotě málo rozpustný ve vodě. Rozpustnost se zvyšuje s rostoucí teplotou. Při pokojové teplotě jej lze dlouho skladovat a při běžném potravinářském zpracování zůstává stabilní. Pouze v kapalných médiích za vysoké teploty a nízkého pH může dojít k jeho hydrolyze. [7]

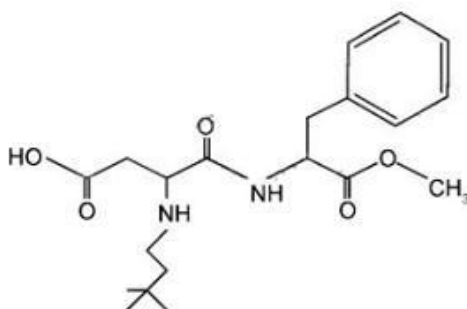
Používá se při výrobě nealkoholických nápojů, pečiva, cukrovinek, žvýkaček a kvůli svému nekariogennímu charakteru je přidáván do zubních past a ústních vod, kde navíc podporuje svěží mentolovou příchutí. Potlačuje hořkost v grapefruitových džusech a lécích, v některých zemích se za tímto účelem přidává také do piva. V nízkotučných margarinech dokáže zvýšit vjem smetanové chuti. [7], [10]

Neohesperidin DC je střevní mikroflórou metabolizován na aglykon, floroglucinol a dihydroisoferulikovou kyselinu. Aglykon, což je necukerný zbytek po hydrolyze glykosidu,

se dále nerozkládá. Cukerná složka je štěpena glykolytickými enzymy a můžeme z ní získat energii odpovídající 2 kcal/g sladidla. Žádný ze vzniklých metabolitů není toxický a převážná část (asi 90 %) je během 24 hodin vylučována převážně močí. Studie provedené na pokusných zvířatech nezaznamenaly žádné nežádoucí účinky této látky. V USA je povolena jako chuťová přísada používána v koncentracích, odpovídajících prahu sladkosti. V rámci EU je látka schválena jako sladidlo a chuťový modifikátor. V ČR se neohesperidin DC smí používat v omezeném množství v různých výrobcích se sníženým obsahem využitelné energie nebo bez přidaného cukru jako např. ochucené nápoje, nápojové koncentráty, různé dezerty, mražené krémy, žvýkačky, cukrovinky a cukrářské výrobky. Smí se rovněž přidávat do stolních sladidel, margarínů, majonéz, hořčic a některých druhů piva. ADI je stanoven na 5 mg/kg tělesné hmotnosti. [2], [7], [10]

3.8 Neotam

Neotam je relativně nové sladidlo, jež bylo vytvořeno francouzskými vědci v rámci výzkumného programu na vývoj nízkokalorických sladidel. Po chemické stránce se jedná o derivát aspartamu, získaný jeho alkylací 3,3-dimethylbutyraldehydem. Je označován kódem E 961 a je nejsladším používaným sladidlem. Jeho sladivost je 7 000 – 13 000x vyšší než sacharóza a 30 – 60x vyšší než aspartam. V určitých koncentracích poskytuje čistou chuť podobnou cukru bez projevu vedlejších chutí, s pomalým nástupem a delším dozníváním. Ve vyšším množství však může být jeho abnormálně sladká chuť nepříjemná. [7], [11]



Obr. 15 Vzorec neotamu [7]

Toto sladidlo má výbornou stabilitu v pevném i kapalném stavu, odolává širokému rozmezí teplot a pH. Je téměř inertní, takže nereaguje s ostatními složkami potravin a neú-

častní se ani Maillardovy reakce. Dobře se rozpouští v ethanolu a dostatečně ve vodě, kde jeho rozpustnost stoupá s rostoucí teplotou. Díky svým příznivým vlastnostem je použitelný pro širokou oblast potravinářských i farmaceutických aplikací. [7]

Nejvíce se neotam přidává do perlivých a instantních nealkoholických nápojů, cukrovinek, dezertů, jogurtů a stolních sladidel. Lze jej použít samostatně nebo ve směsi s jinými sladidly. Má význam také jako látka zvýrazňující aroma, především v ovocných nápojích, kde zvýrazňuje chuť ovoce. Dokáže maskovat hořkost jiných látek a eliminuje fazolové aroma v sójových výrobcích. [7]

Četné klinické studie prokázaly, že neotam je bezpečný pro lidskou spotřebu. Asi polovina přijatého množství sladidla je v trávicím traktu rychle vstřebána, zbytek je v nezměněné formě vyloučen stolicí. Na rozdíl od aspartamu při jeho metabolismu nevzniká diketopiperazin a množství vytvořeného metanolu je zanedbatelné. Neotam mohou v přiměřených dávkách konzumovat i osoby s fenylketonurií, protože množství vstřebeného fenylalaninu je klinicky nevýznamné. Sladidlo nedodává žádné kalorie, nepodporuje vznik zubního kazu a je vhodné pro diabetiky. [7], [11]

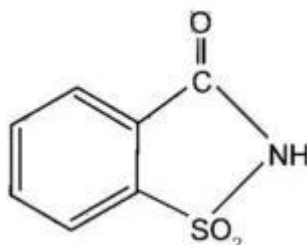
V USA je neotam jako univerzálně použitelné sladidlo schválen již delší dobu, v EU včetně ČR je povolen od roku 2009. Přijatelný denní příjem byl JECFA stanoven na 2 mg/kg tělesné hmotnosti, čehož je vzhledem k abnormální sladivosti a nepříjemné chuti při vysokých koncentracích téměř nemožné dosáhnout. [7]

3.9 Sacharin

Sacharin je historicky prvním umělým sladidlem. Byl náhodně objeven roku 1879 a největšího významu dosáhl během 1. a 2. světové války, kdy řešil problémy s nedostatkem cukru. I přes vysokou konkurenci moderních sladidel je stále hodně používán, zejména v podobě stolního sladidla. [7]

Sacharin je společný název pro příslušnou kyselinu, chemickým názvem 1,2-benzisothiazol-3(2H)-on-1,1-dioxid, její sodnou, draselnou a vápenatou sůl. Jednotlivé formy se od sebe mírně liší svými sensorickými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi. V závislosti na použité formě dosahuje sladivosti 200 – 700x vyšší než sacharóza. Pro chuť sacharinu je typický pozvolný nástup a zřetelná hořká nebo kovová dochuť. U vápenaté soli je tato dochuť kratší a méně výrazná než u sodné soli. Poskytuje synergický efekt s větší-

nou nízkokalorických sladidel, které zároveň maskují jeho nežádoucí pachut'. Nejčastěji se používá ve směsi s cyklamátem. Nevhodná je jeho kombinace s acesulfamem K, který se rovněž projevuje vedlejší hořkou chutí. Kódové označení sacharinu je E 954. [7], [9], [10]



Obr. 16 Vzorec sacharinu [7]

Nejvíce používanou formou je sodná sůl, protože je velmi dobře rozpustná ve vodě, vysoce termostabilní a ekonomicky výhodná. Ostatní formy mají rozpustnost nižší, stále však postačující pro většinu potravinářských i farmaceutických aplikací. Všechny formy jsou v pevném stavu i ve vodných roztocích stabilní při širokém rozmezí pH i teplot. [7]

Sacharin se nachází v celé řadě potravin, zejména v cukrovinkách, želatinových dezertech, džemech, ovocných kompotech, nealkoholických nápojích, džusech, žvýkačkách, dresincích, omáčkách a polevách. V domácnostech je oblíbeným stolním sladidlem ve formě tabletek. 1 tabletky zpravidla odpovídá 1 kostce cukru a balení o hmotnosti 10 g dokáže svou sladivostí nahradit minimálně 1 kg cukru. Můžeme jej nalézt také v některých lécích, produktech ústní hygieny a zvířecích krmivech. [10], [18]



Obr. 17 Stolní sladidlo sacharin [18]

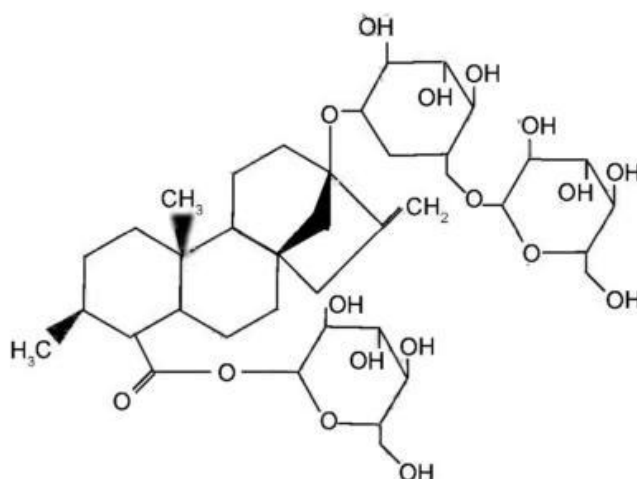
Sacharin se začal přidávat do potravin počátkem dvacátého století a okamžitě byla zpochybňována jeho bezpečnost. V 70. letech bylo provedeno několik studií, které spojovaly tuto látku se zvýšeným výskytem rakoviny u pokusných zvířat. Během dalších testů způsoboval sacharin u myší zhoubné onemocnění dělohy, vaječníků, kůže, krvinek a dalších orgánů. Krysí samci, jimž byly těsně po narození podávány vysoké dávky sladidla, měli později vyšší výskyt rakoviny močového měchýře. Ke stejným výsledkům dospěla i epidemiologická studie provedená americkým Národním ústavem pro výzkum rakovin. To vedlo k zákazu používání sacharinu v Kanadě i dalších zemích a v USA musely být potraviny obsahující tuto látku označeny varovným nápisem. Avšak studie prováděné s diabetiky, kteří konzumují vyšší dávky sacharinu než běžná populace, zvýšený výskyt rakoviny neprokázaly. Podle jiné studie konzumace více než 8 tabletek sacharinu denně skutečně zvyšuje riziko rakoviny močového měchýře u mužů, ne však u žen. Tato studie však není příliš věrohodná, protože byla provedena na malém počtu lidí. [10], [11]

Později byla provedena ještě celá řada studií, které zkoumaly vliv umělých sladidel na vznik rakoviny močového měchýře. Většina z nich však tento účinek nepotvrdila nebo došla k závěru, že sacharin sám o sobě rakovinu nevyvolává, ale může umocňovat sílu jiných karcinogenů. Nežádoucí účinky sladidla mohly být způsobeny také přítomností nečistot, které nebyly během výroby dostatečně odstraněny. [10]

V roce 1997 došla Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny k závěru, že výsledky studií prováděných na zvířatech nejsou relevantní. Podle mnoha odborníků totiž sacharin způsobuje rakovinu močového měchýře u krysích samců mechanismem, který by u člověka nemohl fungovat. Sacharin není v těle metabolizován a vylučuje se v nezměněné formě močí. Proto má nulovou kalorickou hodnotu. Je nekariogenní a potlačuje růst některých bakterií. JECFA v roce 1993 stanovil ADI sacharinu na 5 mg/kg tělesné hmotnosti. Studie provedená ve Velké Británii odhalila, že děti v předškolním věku konzumují příliš mnoho tohoto sladidla. Hlavním zdrojem jsou ochucené nápoje, a to zejména ty, které se ředí vodou. Situace se vyřešila tím, že výrobci těchto nápojů souhlasili s tiskem pozměněných návodů, které doporučují větší ředění výrobku vodou. Samotný výrobek zůstal nezměněn, a lze tedy předpokládat, že děti zvyklé na určitou chuť budou vyžadovat stále stejné ředění nápojů. [7], [10]

3.10 Steviosid

Sladká látka steviosid je v množství až 6 % přítomna v listech rostliny *Stevia rebaudiana* Bertoni, odkud se získává extrakcí. Jedná se diterpenoidní glykosid obsahující jako cukernou složku β -D-glukózu a α -soforózu. Jeho sladící účinek je až 300x vyšší než u sacharózy. *Stevia rebaudiana* Bertoni (nazývána též stévie sladká, stévie cukrová nebo sladká tráva) je původem tropická a subtropická rostlina z Jižní a Střední Ameriky. Je jedním z asi 150 druhů rodu *Stevia*, avšak pouze jediným, který má sladící účinky. Původnímu domorodému obyvatelstvu, zejména Indiánům z kmene Guarani, je stévie známá nejen jako vynikající sladidlo, ale také jako léčivá bylina proti pálení žáhy nebo na vyplachování úst s výraznými dezinfekčními účinky. Kromě steviosidu obsahuje rostlina také další příbuzné glykosidy: rebaudiosid A, který je ještě 1,5x sladší než steviosid, rebaudiosidy B, C, D a E, steviolbiosid a dulkosid A. [9], [22], [26]



Obr. 18 Vzorec steviosidu [7]

Čistý izolovaný steviosid je bílý krystalický prášek, vysoce rozpustný v ethanolu a mírně rozpustný ve vodě. Je relativně stabilní při vysokých teplotách používaných při běžném zpracování potravin a dobře odolává kyselému prostředí. Při pH nad 9 dochází k jeho hydrolyze. Sladká chuť steviosidu nastupuje pozvolna a projevuje se vedlejší hořkou nebo lékořicovou chutí, kterou lze potlačit smícháním s jinými sladidly. Působí synergicky s aspartamem, acesulfamem K a cyklamátem. Ke slazení se mohou používat jak čerstvé lístky stévie, tak sušené a rozdrcené na prášek. Čerstvé lístky lze také zmrazit a uchovávat.

V některých zemích je možno zakoupit přímo i stéviový prášek nebo sirup. Stévie je nutričně velmi hodnotnou rostlinou. Vedle rostlinných proteinů, olejů a vlákniny obsahuje vitamin C, thiamin, riboflavin, niacin, beta karoten a celou řadu minerálních látek a stopových prvků jako je vápník, draslík, hořčík, fosfor, železo, zinek, mangan, chróm, kobalt, selen a křemík. [7], [22]

Steviosid je velmi vhodným sladidlem pro diabetiky, protože vykazuje nulový glykemický index a nezvyšuje tedy hladinu glukózy v krvi. Naopak u něj byla při vysokých dávkách zjištěna schopnost glykémii snižovat. Steviosid dokáže regulovat také vysoký krevní tlak. Uvažuje se, že by bylo možno těchto účinků využít při léčbě hypertenze a diabetu II. typu. V Jižní Americe je cukrovka léčena pomocí stévie již stovky let. Steviosid se ukazuje také jako možný prostředek v boji proti zubnímu kazu, neboť likviduje řadu patogenních bakterií ústní mikroflóry. Lze jej doporučit rovněž osobám, které si hlídají svůj energetický příjem, jelikož steviosid nedodává žádné kalorie. [4], [22], [23]



Obr. 19 *Stevia rebaudiana* Bertoni [26]

Užívání stévie je kromě Paraguaye a Brazílie velmi populární v Japonsku, kde je jako komerční sladidlo k dispozici již od roku 1970. V současnosti má steviosid 40 % podíl na japonském trhu s náhradními sladidly a je přidáván do nealkoholických nápojů, cukrovinek, pečiva, jogurtů, zmrzlin a sorbetů, sójových omáček, koření, bylinných čajů, žvýkaček, zubních past, ústních vod a mnoha dalších produktů. Dalšími významnými pěstiteli stévie je Čína a Jižní Korea. V ČR je možno sazenice stévie zakoupit a rostlinu běžně pěstovat k přímému využití listů k přislazování. Z jedné rostliny lze získat až 0,5 kg sušených lístků. K oslazení 1 litru čaje postačí asi 3 drobné lístky. [1], [7], [22]

Steviosid je považován za netoxickou látku, bez karcinogenních nebo teratogenních účinků. Důvodem, proč jej EU a další země dlouho odmítaly schválit, byl nedostatek studií o vlivu na lidské zdraví a také rozporuplné výsledky studií prováděných na zvířatech. [7]

Steviosid je střevní mikroflórou hydrolyzován na steviol, steviolbiosid a glukózu, které jsou vstřebávány a dále metabolizovány. U steviolu byly prokázány mutagenní účinky v *Salmonella typhimurium* a v krysích i lidských mikrosomech. Tyto účinky však byly zaznamenány pouze u metabolicky aktivního steviolu. [4], [7]

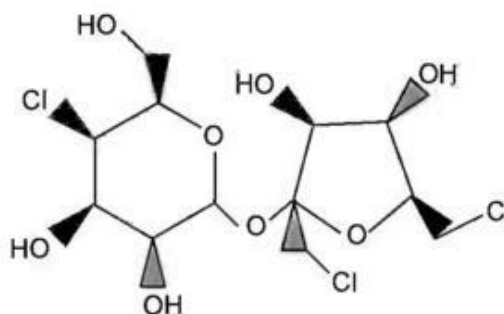
JECFA nebyl zpočátku schopen stanovit denní přijatelný příjem, protože dostupné toxikologické studie byly provedeny za použití materiálů o rozdílné kvalitě a bez podrobných informací o složení nebo případné kontaminaci. Až v červnu 2004 JECFA určil dočasný ADI na 2 mg/kg tělesné hmotnosti. V roce 2006 Světová zdravotnická organizace připravila nové studie na zhodnocení bezpečnosti stéviových glykosidů. Výsledky těchto studií neprokázaly žádné negativní účinky na zdraví člověka a roku 2008 JECFA označil používání steviosidu i dalších glykosidů za bezpečné. Nedávno došlo k dokončení novelizace směrnice EU o přídavných látkách, která zařadila stéviové glykosidy mezi povolená sladidla a přidělila jim kód E 960. V některých českých prodejnách je již možno steviosid zakoupit i ve formě stolního sladidla. V USA zatím nejsou stéviové glykosidy schváleny jako sladidla, smí se však používat jako součást bylinných přípravků a potravinových doplňků. Stejná pravidla platí pro Austrálii, Nový Zéland a Kanadu. [7], [22], [26], [27]

3.11 Sukralóza

Tato sladká látka, objevená roku 1976 v Londýně, je jedním z nejnovějších syntetických sladidel. Vyrábí se ze sacharózy nahrazením tří hydroxylových skupin chlórem a označuje se kódem E 955. Chuťový profil je velmi podobný sacharóze, nevykazuje žádné vedlejší chutě a dosahuje až 600x vyšší sladivosti. Někdy může sladká chuť v ústech dlouho přetrvávat. Ve směsi s acesulfamem K a cyklamátem poskytuje synergický efekt. [2], [7], [10]

V čisté formě je sukralóza bílý krystalický prášek, který nepohlcuje vlhkost. Vyniká dobrou rozpustností ve vodě i ethanolu, stabilitou při skladování, za vyšších teplot a v kyselém prostředí. Je inertní vůči reakcím s ostatními složkami potravin. Díky těmto přednostem nachází sukralóza uplatnění v celé řadě produktů. [7]

Je přidávána do nealkoholických nápojů, pečiva, cukrovinek, konzervovaného ovoce a zeleniny, mléčných výrobků, zmrzlin, dezertů, plev a snídaňových cereálií. Je rovněž oblíbeným stolním sladidlem, kde se díky výborným chuťovým vlastnostem používá zpravidla samostatně, dá se však dobře kombinovat s většinou ostatních sladidel. Je známá pod obchodním názvem Splenda, na našem trhu můžeme sukralózu zakoupit jako stolní sladidlo Cukren, Fan STAR Linea, DiaChrom se sukralózou aj. [7], [10], [18]



Obr. 20 Vzorec sukralózy [7]

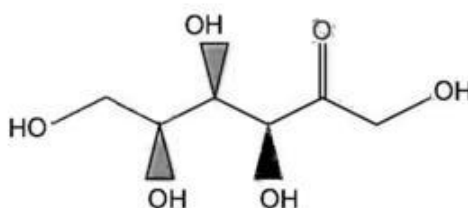
Převážná část sukralózy (až 97 %) není v lidském organismu absorbována a vylučuje se v nezměněné podobě stolicí. Jen malé množství se vstřebává přes střevní bariéru a je vylučováno opět v nezměněné formě močí. Proto má tato látka nulovou kalorickou hodnotu. Sukralóza je považována za jedno z nejbezpečnějších syntetických sladidel. [7]

Během 20 let byla podrobena více než stovce studií, z nichž žádná nezaznamenala nežádoucí účinky na lidské zdraví. Látka není karcinogenní, mutagenní ani teratogenní a nepůsobuje vznik zubního kazu. Od roku 1998 je sukralóza jako univerzální sladidlo povolena v USA a o několik let později došlo k jejímu schválení i v EU. V současnosti je její použití v potravinách schváleno ve více než 40 zemích. ADI byl pro sukralózu stanoven na 15 mg/kg tělesné hmotnosti, čehož je vzhledem k vysoké sladivosti velmi obtížné dosáhnout. [7], [10]

3.12 Tagatóza

Jako tagatóza se označuje ketohexóza, která se přirozeně vyskytuje v tepelně ošetřeném kravském mléce a mléčných výrobcích. Je odvozena od fruktózy, liší se pouze polohou hydroxylové skupiny na čtvrtém atomu uhlíku. [7]

Komerčně se vyrábí ze syrovátkové laktózy a je známá pod obchodní značkou Gaio Tagatose. Poskytuje příjemnou sladkou chuť, jež odpovídá 92 % sladivosti sacharózy. Kalorická hodnota činí 1,5 kcal/g. Nachází uplatnění jako sladidlo, látka zvýrazňující aroma nebo chuťový modifikátor. Dokáže potlačit hořkou chuť některých sladidel i ostatních látek a zlepšuje celkový chuťový profil potravin. Na rozdíl od jiných nízkokalorických sladidel dodá potravinám i potřebný objem, takže nevyžaduje přídavek plnidel. [5], [7]



Obr. 21 Vzorec tagatózy [7]

Tagatóza je v čistém stavu bílý krystalický prášek. Dobře se rozpouští ve vodě a krátkodobě odolává vyšším teplotám. Při delším působení vysoké teploty se rozkládá nebo se může účastnit Maillardovy reakce či karamelizace. [7]

Lze ji použít při výrobě mnoha potravinářských produktů. Nejčastěji se přidává do nealkoholických nápojů, snídaňových cereálií, pekařských výrobků, zmrzlin a mražených krémů. Je také vhodnou přísadou do čokolád, fondánů, karamelů, tvrdých i měkkých bonbonů a dalších cukrovinek. Ve žvýkačkách dokáže zvýraznit mátovou a citronovou příchuť. S aspartamem nebo solí aspartamu – acesulfamu poskytuje synergický efekt, lze ji však dobře kombinovat i s dalšími sladidly. [5], [7]

Podle JECFA i amerického FDA je tagatóza bezpečná látka a nejsou známy žádné negativní účinky na zdraví člověka. Není vhodná pouze pro osoby trpící fruktózovou intolerancí, jelikož je metabolizována stejným mechanismem jako fruktóza. Přibližně 20 % tagatózy je vstřebáno v tenkém střevě a dále metabolizováno v játrech. Převážná část je bakteriemi tlustého střeva štěpena na mastné kyseliny s krátkým řetězcem. Tagatóza podporuje růst prospěšné střevní mikroflóry a naopak inhibuje růst patogenních bakterií. Má pouze nepatrný vliv na hladinu glukózy v krvi a není kariogenní. Konzumace větších dávek může působit projímavě. Pokud je tagatóza použita v potravinách v množství větším než

15 g/porci a v nápojích v množství více než 1 %, musí být na obale uvedeno varování „nadměrná spotřeba může mít laxativní účinek“. [1], [5], [7]

V EU zatím tagatóza není schválena jako sladidlo, ale považuje se za potravinu nového typu. Přijatelný denní příjem nebyl blíže specifikován. [7]

3.13 Thaumatin

Tento přirozeně se vyskytující protein se získává z plodů západoafrické rostliny *Thaumatococcus danielli*. Je to jedna z nejsladších přírodních látek, dosahuje sladivosti až 1 600 – 3 000x vyšší než sacharóza. Intenzivní chuť sladidla přetrvává až 20 minut a projevuje se lékořicovou nebo mentolovou dochutí. Struktura thaumatinu je velmi složitá, skládá se z pěti proteinových molekul, označovaných jako *Thaumatoin I, II, III, a a b*. [7], [10]

Látka působí synergicky s ostatními nízkokalorickými sladidly i polyalkoholy. Často se používá v nízkých koncentracích ve směsi sladidel, kde optimalizuje sladkou chuť, maskuje hořké nebo kovové pachutě a zlepšuje celkový pocit v ústech. Využívá se též jako látka zvýrazňující aroma. V čisté formě je to krémově zbarvený prášek, který si udržuje stabilní vlastnosti při mírně zvýšených teplotách. Při vaření a pečení již stabilní není. Může také reagovat s některými barvivy, rostlinnými gumami a tříslovinami, čímž ztrácí svou sladkost. [7], [10]



Obr. 22 Plody rostliny *Thaumatococcus danielli* [19]

Thaumatín je přidáván do žvýkaček, nápojů, dezertů, mléčných výrobků a vitamínových preparátů. Zvýrazňuje aroma a podporuje chladivý účinek výrobků s mentolovou, mátovou či lékořicovou příchutí. Udržuje sladkou chuť u dlouho skladovaných nápojů, v nichž může důsledkem degradace citronového aroma dojít ke změně chuti. [7], [10]

Uplatňuje se také v produktech ústní hygieny nebo farmaceutických výrobcích, kde maskuje hořkou pachů léků a sirupů proti kašli. Je znám pod obchodní značkou Talin a poprvé byl jako potravinářské aditivum povolen v roce 1979 v Japonsku. [7]

V EU je thaumatín povolen v omezeném množství jako sladidlo a smí se používat také jako látka zvýrazňující aroma. Jako chuťová přísada je schválen v USA a mnoha dalších zemích. JECFA po přezkoumání provedených studií došel k závěru, že je látka netoxická a není třeba určovat její přijatelný denní příjem. Vyskytly se určité námitky, že thaumatín nebyl dostatečně testován, a to zejména co se týče dlouhodobého vlivu na lidské zdraví. V západní Africe se však jako sladidlo používá již velmi dlouhou dobu a nebyly zaznamenány žádné nežádoucí účinky. Thaumatín není karcinogenní, mutagenní ani teratogenní a nepodporuje vznik zubního kazu. Ačkoliv má energetickou hodnotu 4 kcal/g, kalorický přínos je v používaných koncentracích zanedbatelný. [7], [10]

4 BUDOUCÍ VÝVOJ V OBLASTI SLADIDEL

4.1 Objev a využití dalších přírodních sladidel

Za několik posledních let došlo k výrazným změnám v postoji k životnímu stylu. Současným trendem je návrat k přírodě a přírodním produktům, který se velmi silně projevuje v oblasti lidské výživy. Lidé si znovu začínají uvědomovat, že potraviny čistě přírodního původu jsou zdravější. Řada výrobců potravin začíná nahrazovat syntetické látky přírodními. Čím dál častěji se setkáváme s výrobky, u nichž je deklarováno, že neobsahují umělá barviva ani konzervanty. Podobná situace nastává i u sladidel. Mnozí lidé se obávají konzumovat potraviny s obsahem umělých sladidel, neboť jsou s nimi spojeny mýty o škodlivých účincích. Mezi spotřebiteli i výrobci potravin proto stoupá zájem o látky přírodního původu, jež vynikají vysokou sladivostí a nemají negativní dopad na lidské zdraví. Velká pozornost je věnována objevu nových přírodních sladidel a následnému hledání možností, jak je co nejlépe uplatnit v potravinářském a farmaceutickém průmyslu.

Při objevování nových přírodních látek, které by se mohly využívat pro svůj sladící účinek, se zpravidla postupuje ve třech krocích. Prvním krokem je důkladné prostudování dostupných literárních zdrojů, tedy botanických a etnobotanických vědeckých i populárních textů a také záznamů o kulinárním využití rostlin etnickými komunitami. Většinou se pracuje s dokumentem *Index Kewensis*, který slouží jako taxonomický přehled všech dosud známých zástupců rostlinné říše. Druhým krokem jsou terénní práce, jež zahrnují rozhovory s členy domorodých společenství, místními léčiteli a bylinkáři, kteří již mají se zkoumanou rostlinou zkušenosti. Nebývá výjimkou, že nově objevená sladká látka je domorodému obyvatelstvu známá již stovky let. Následuje ověření sladké chuti a zmapování míst, na nichž se vegetace vyskytuje. Posledním a rozhodujícím krokem je provedení laboratorních toxikologických zkoušek, které vyloučí možnost akutní toxicity rostlinného materiálu. Poté se přechází k vlastnímu sensorickému hodnocení, při němž se určuje sladivost v porovnání se sacharózou a přítomnost vedlejších chuťových vjemů. [7]

Vlastní laboratorní zkouška začíná extrakcí rostlinného materiálu směsí rozpouštědel methanol : voda v poměru 4 : 1, jež slouží jako obecná rozpouštědla pro většinu sekundárních metabolitů rostlin. U vysušených extraktů se provádí ověření bezpečnosti, které je zpravidla založeno na zkoušce akutní toxicity a bakteriální mutagenity. [7]

Při zkoušce akutní toxicity je laboratorním zvířatům několik dní podáván extrakt v dávce až 2 g/kg tělesné hmotnosti. Zdravotní stav zvířat je pravidelně kontrolován po dobu minimálně 14 dní po ukončení podávání extraktu. [7]

Zkouška mutagenních účinků se provádí na bakterii *Salmonella typhimurium*. Pokud obě zkoušky vykazují negativní výsledek, je možno postoupit ke kvalitativní a kvantitativní analýze. Původní suchý extrakt se rozpustí ve směsi rozpouštědel methanol : voda v poměru 1 : 1 a poté se rozdělí na jednotlivé frakce. Stanovuje se přítomnost a množství látek v extraktu, na základě čehož je možné posoudit, které složky se podílí na sladké chuti. V mnoha případech se při analýze zjistí, že původci sladké chuti jsou sacharidy nebo polyalkoholy. Pokud se však prokáže objev nové sladké sloučeniny, je po izolaci a vyčištění předložena jako vzorek k sensorické analýze. Skupina zkušených sensorických hodnotitelů na základě srovnání vzorku s 2 % vodným roztokem sacharózy určí intenzitu sladivosti a také celkový chuťový profil posuzované látky. [7]

V současné době je známo více než 100 sloučenin sladké chuti, které byly izolovány z rostlinných zdrojů. Podle chemické struktury lze většinu z nich zařadit do tří základních skupin: izoprenoidy, flavonoidy a bílkoviny. Některé z těchto látek se již komerčně používají jako sladidla nebo chuťové modifikátory, jiné jsou známy teprve krátce a procházejí obdobím výzkumu. Než dojde k jejich schválení a širšímu uplatnění, je nutno uskutečnit řadu toxikologických studií, které vyloučí jakékoliv negativní účinky na lidský organismus, včetně vlivu na reprodukci a vývoj plodu. Tento proces je zdoluhavý, neboť je třeba prověřit také dlouhodobější účinky. [7]

Dále je nezbytné prozkoumat fyzikální a chemické vlastnosti nových sladidel, jako např. tepelnou stabilitu, rozpustnost ve vodě a dalších běžných rozpouštědlech, reaktivitu aj. Tyto parametry určí, pro jaké potravinářské aplikace bude možné sladidlo použít. U řady nově objevených sladkých sloučenin se podle dosud provedených výzkumů předpokládá vysoký potenciál pro využití v potravinářském i farmaceutickém průmyslu. [7]

V mnoha zemích se v současnosti již běžně používají přírodní sladidla neohesperidin DC, thaumatin a steviosid. Méně rozšířené jsou rebaudiosid A, glycyrrhizin, mogrosid V a phyllo dulcin. [7]

Rebaudiosid A je dalším stéviovým glykosidem a poskytuje ještě lepší vlastnosti než steviosid. Má intenzivnější a příjemnější chuť a také je lépe rozpustný ve vodě. Očeká-

vá se, že bude používán ve směsi se steviosidem pro vylepšení chuťových vlastností. Ve Spojených státech jsou extrakty ze stévie široce dostupné zejména v obchodech se zdravou výživou. Je velmi pravděpodobné, že brzy dojde k podobnému rozšíření také u nás. Plánuje se přidávání stéviových glykosidů do čajových směsí, sirupů, žvýkaček, některých druhů cukrovinek a začínají být propagovány jako vhodná varianta čistě přírodních stolních sladidel. [7]

Glycyrrhizin je triterpenoidní glykosid izolovaný z oddenků lékořice, případně dalších rostlin rodu *Glycyrrhiza*. V závislosti na koncentraci dosahuje sladící účinek této látky 50 – 100 % sladivosti sacharózy. Glycyrrhizin je nejvíce rozšířen v Japonsku, kde se používá ke slazení a ochucování cukrovinek, pečiva, zmrzlin, nápojů, léků i tabákových výrobků. V EU ani ČR zatím není používání tohoto sladidla povoleno. Vzhledem k tomu, že nejsou známy žádné nežádoucí účinky glycyrrhizinu, je pravděpodobné, že bude časem schválen. [7], [10]

Mogrosid V patří rovněž mezi triterpenoidní glykosidy a je získáván ze sušených plodů rostliny *Siraitia grosvenorii*. Výtažky z této rostliny jsou v Japonsku využívány ke slazení některých pokrmů a nápojů, v Číně jsou používány rovněž k léčebným účelům. Mogrosid V má potenciál pro další komerční rozvoj, protože je asi 300x sladší než sacharóza, vysoce stabilní a dobře rozpustný v běžných potravinářských rozpouštědlech. Dosud získané toxikologické údaje nevypovídají o žádných zdravotních rizicích. Jedna americká společnost již projevila zájem o použití tohoto sladidla při výrobě ovocných džusů. [7]

Intenzivně sladkou chuť poskytuje také phyllo dulcin. Jedná se o dihydroisokumarín, který se přirozeně vyskytuje v listech hortenzie topolové a dalších druzích této rostliny (např. *Hydrangea macrophylla*). Při fermentaci nebo drcení lístků se přítomné glykosidy enzymaticky hydrolyzují na phyllo dulcin, který je 400 – 800x sladší než sacharóza. Toto sladidlo se zatím využívá pouze ke slazení některých cukrářských výrobků, žvýkaček nebo při přípravě slavnostních japonských čajů. Vzhledem k silné lékořicové nebo anýzové vedlejší chuti bude jeho použití omezené a bude třeba jej kombinovat s jinými sladidly. [7], [9]

V budoucnu by se jako sladidlo mohl uplatnit protein monellin, který je získáván extrakcí z plodů africké rostliny *Dioscoreophyllum cumminsii*. Skládá se ze dvou polypeptidových řetězců a má lékořicovou příchut'. Dosud se monellin jako sladidlo nepoužíval, neboť je za podmínek zpracování potravin značně nestálý. Proto byl podroben několika

chemickým modifikacím, jež měly vylepšit jeho vlastnosti. Spojením dvou peptidových řetězců v jeden došlo k výraznému zlepšení stability vůči pH a teplotním změnám. Sladká chuť monellinu, asi 3 000x intenzivnější než chuť sacharózy, zůstala po modifikaci zachována. [7], [9]

Některé z výše uvedených látek nemají budoucnost pouze jako sladidla, ale také jako funkční potraviny nebo léčiva. Nejnovější studie poukazují na antikarcinogenní účinky steviosidu, glycyrrhizinu a mogrosidu V. Kromě toho roste počet studií, podle nichž by steviosid a další terpenoidní přírodní sladidla mohla mít význam při léčbě diabetu. Pokud jde o vyhlídky na objev dalších sladce chutnajících látek, bude pravděpodobně nutné prozkoumat odlehlejší zeměpisné oblasti. Stále více se budou uplatňovat chemické modifikace látek, díky nimž bude možné optimalizovat vlastnosti nových přírodních sladidel a tím rozšířit možnosti jejich použití. [3], [7]

4.2 Syntéza nových sladidel a zlepšování sladké chuti

Ačkoliv výrazně stoupá obliba přírodních sladidel, nepředpokládá se, že by umělá sladidla ztratila na svém významu. Poskytují dobré funkční vlastnosti a jejich výroba je zpravidla méně nákladná než získávání sladidel z přírodních zdrojů. Mnoho badatelů se proto snaží o návrh a syntézu nových intenzivně sladkých látek. Základním předpokladem k jejich objevu je poznání příčin a mechanismů sladké chuti. Dosud známé sladké látky, umělé i přírodní, jsou zkoumány na molekulární úrovni. Zjišťuje se, které funkční skupiny jsou původci sladké chuti, a které jsou naopak příčinou nežádoucích hořkých nebo lékořicových pachutí. [7]

Kromě toho je velmi důležité pochopit princip vzájemné interakce mezi molekulami sladidla a chuťovými receptory. Znalost molekulárních detailů této interakce bude v budoucnu klíčem nejen k návrhu nových sladkých sloučenin, ale také k napodobení mechanismu, na kterém funguje sladká chuť sacharózy nebo dalších přírodních sladidel. Bylo by také možno objasnit princip synergického efektu, který poskytují kombinace některých sladidel. Všechny tyto informace mají zásadní význam jak pro syntézu různých derivátů současných sladidel, tak pro vývoj zcela nových sladkých látek. [7]

Výše zmíněné postupy lze využít nejen k objevu nových sladidel, ale rovněž k identifikaci chuťových modifikátorů, které mohou optimalizovat vnímání sladké chuti v potravinách. Sensorické vlastnosti některých sladidel značně limitují jejich použití. [7]

Hlavním problémem zpravidla bývá přítomnost vedlejší hořké chuti. To se týká např. sacharinu, acesulfamu K, steviosidu a také některých méně známých sladidel, které se kvůli výrazné hořké pachuti prakticky nevyužívají. Doposud bylo možné tento problém řešit pouze přidáním jiného sladidla, jež hořkou chuť zamaskovalo. Nedávno však byly vyvinuty tzv. blokátory hořkosti. Jedná se o látky různé chemické povahy, které mají schopnost snižovat nebo dokonce zablokovat projev hořké chuti. Jedním z prvních objevených blokátorů je adenosin-5-monofosfát. Při sensorických zkouškách bylo prokázáno, že tato látka v nealkoholických nápojích výrazně snížila nahořklou chuť sacharinu a zlepšila tak celkovou kvalitu nápoje. Nicméně adenosin-5-monofosfát nebude pro většinu potravinářských aplikací možnou použít, neboť je nositelem chuti umami. V současnosti proto probíhá vývoj vhodnějších blokátorů hořkosti, díky nimž bude v budoucnu možno rozšířit uplatnění mnoha přírodních i syntetických sladidel. [7]

ZÁVĚR

Převážná část současné populace konzumuje náhradní sladidla poměrně často. Někteří je používají záměrně jako stolní sladidla, jiní je přijímají jako přídatnou látku v potravinách a lécích. Jelikož jsou sladidla velmi rozšířenými aditivy, je poměrně obtížné se jim zcela vyhnout. Otázkou zůstává, zda existují objektivní důvody, proč se jim vyhýbat. Podle evropských i světových organizací, které zodpovídají za zdravotní nezávadnost potravinářských aditiv, jsou všechna povolená sladidla bezpečná. V dávkách nepřekračujících ADI je lze celoživotně konzumovat bez nežádoucích účinků na zdraví.

I přes tuto garanci bezpečnosti však některá sladidla, zvláště ta syntetická, vzbuzují u spotřebitelů značnou nedůvěru. Důvodem je zveřejnění studií, podle nichž mohou tyto látky způsobit mnohdy i velmi vážné poškození zdraví. Také někteří lékaři si stojí za tím, že za zdravotní komplikace jejich pacientů jsou zodpovědná sladidla. Nakolik jsou taková tvrzení pravdivá, je obtížné posoudit. Působení sladidel na lidský organismus závisí na mnoha faktorech, zejména na velikosti přijímaných dávek, zdravotním stavu člověka, současném užívání léků apod. Existují rovněž osoby, které kvůli své nemoci nesmí některá sladidla konzumovat, jako např. lidé trpící fenylketonurií.

Na druhou stranu mohou být sladidla pro některé skupiny osob užitečná. Diabetici si díky nim nemusí odpírat požitky ze sladké chuti a zároveň mají své onemocnění pod kontrolou. Nízkokalorická sladidla jsou do určité míry nápomocná při redukci nebo kontrole tělesné hmotnosti, neboť umožňují výrazné snížení kalorické hodnoty potravin i nápojů. Vzhledem k celosvětovému nárůstu obezity a nadváhy lze předpokládat, že nízkokalorická sladidla budou stále žádanější. Je také třeba uznat, že sladidla mají prokazatelný význam pro prevenci vzniku zubního kazu. Ukazuje se, že některá přírodní sladidla by dokonce mohla mít ochranný účinek proti rakovině a dalším chorobám.

Podle mého názoru není umírněná konzumace sladidel škodlivá, doporučuji však preferovat spíše ta přírodního původu. V současné době v potravinách a nápojích ještě stále převažují sladidla syntetická. Bylo by proto vhodné rozšířit používání přírodních sladidel při výrobě pochutin, aby měli spotřebitelé větší možnost výběru.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DOLEŽAL, M. Sladidla používaná ve farmacii a potravinářství, 1. přírodní sladidla. *Praktické lékárenství*. 2008, roč. 4, č. 6, s. 306-309.
- [2] DOLEŽAL, M. Sladidla používaná ve farmacii a potravinářství, 2. syntetická sladidla. *Praktické lékárenství*. 2009, roč. 5, č. 1, s. 29-31.
- [3] KATZ, D. L. *Nutrition in clinical practice*. 2. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007. 592 s. ISBN 978-1-58255-821-9.
- [4] LAPČÍK, O. Necukerné přírodní látky sladké chuti. *Chemické listy*. 2007, č. 101, s. 44-54.
- [5] LEVIN, G. V. Tagatose, the new GRAS sweetener and health product. *Journal of medicinal food*. 2002, roč. 5, č. 1, s. 23-36.
- [6] SOFFRITTI, M. Aspartame: Soffritti responds. *Environmental health perspectives*. 2007, roč. 115, č. 1, s. A17.
- [7] SPILLANE, W. J. *Optimising Sweet Taste in Foods* [online]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. 428 s. ISBN 1-84569-164-4. Dostupné z: <http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1476>.
- [8] STRUNECKÁ, A. PATOČKA, J. Doba jedová. 1.vyd. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton, 2011. 295 s. ISBN 978-80-7387-469-8.
- [9] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [10] VRBOVÁ, T. *Víme, co jíme? aneb Průvodce „Éčky“ v potravinách*. EcoHouse, 2001. ISBN 80-238-7504-3.
- [11] Artificial Sweeteners [online]. © 1996-2012 MedicineNet [cit. 2012-03-17]. Dostupné z: <http://www.medicinenet.com/artificial_sweeteners/article.htm>.
- [12] Aspartam – nejčastější dotazy [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <<http://galenus.cz/aditiva-aspartam.php>>.
- [13] Bezpečnost potravin: Aspartam [online]. Informační centrum bezpečnosti potravin [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92111>>.
- [14] Facts About Polyols (or Sugar Alcohols) [online]. © 2012 Calorie Control Council [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: <http://www.polyol.org/facts_about_polyols.html>.

- [15] Historie sladidel [online]. Copyright © 2007 - 2010 [cit. 2012-02-24]. Dostupné z: <http://www.sladidla.cz/historie_sladidel.html>.
- [16] How aspartame is made [online]. Copyright © 2012 Advameg, Inc. [cit. 2012-02-26]. Dostupné z: <<http://www.madehow.com/Volume-3/Aspartame.html>>.
- [17] Průvodce světem náhradních sladidel [online]. © 2012 [cit. 2012-03-09]. Dostupné z: <http://www.viscojis.cz/teens/index.php?option=com_content&view=article&id=121:99&catid=74:cukrovka&Itemid=124>.
- [18] Přípravky na cukrovku [online]. Copyright 2000-2012 Miton Media, a.s. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <<http://cukrovka.heureka.cz/>>.
- [19] Samartex. The natural sweetner and flavon enhancer [online]. Copyright © 2012 Samartex [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <<http://www.samartex.com.gh/AgroForestry/NTFP---Thaumatococcus.aspx>>.
- [20] Sladidla – jsou zdraví prospěšná? [online]. Copyright © 2011-2012 [cit. 2012-03-02]. Dostupné z: <<http://www.novesluzby.cz/zdravi-a-zdrava-vyziva.206/slادidla-jeou-zdravi-prospesna.21409.html>>.
- [21] Slovník A – Z. Bezpečnost potravin [online]. © 2006 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <<http://www.agronavigator.cz/az/>>.
- [22] Stévie sladká, rostlina, o které se hodně mluví. *Dia život*. 2011, roč. 22, č. 1, s. 39. ISSN 1210-583X.
- [23] Stévie – *Stevia rebaudiana* Bertoni [online]. © 2006 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <<http://zdraveziti.eu/cs/stevie.php>>.
- [24] Umělá sladidla aneb zrádná nula. *dTest*. 2011, č. 10, s. 44–45. ISSN 1210-731X
- [25] Vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin [online]. Sběrka zákonů ČR [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2008/sb003-08.pdf>>.
- [26] What is Stevia? [online]. © 2012 EUSTAS [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.eustas.org/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=9>.

- [27] Seznam povolených potravinářských přídatných látek (aktualizace 9. 2. 2012) [online]. © Státní zdravotní ústav [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/uploads/documents/czzp/vyziva/legislativa/E_kody.pdf>.
- [28] Vyhláška č. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků [online]. © Státní zemědělská a potravinářská inspekce 2012 [cit. 2012-02-11]. Dostupné z: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005853&docType=ART&nid=11307>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADI	Acceptable Daily Intake – Přijatelný denní příjem
CSPI	Center for Science in the Public Interest – Centrum pro vědu ve veřejném zájmu
ČR	Česká republika
DC	Dihydrochalkon
EU	Evropská unie
FAO	Food and Agriculture Organization – Organizace pro výživu a zemědělství
FDA	Food and Drug Administration – Úřad pro potraviny a léčiva
HSH	Hydrogenated Starch Hydrolysates – Hydrogenované škrobové hydrolyzáty
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – Společný odborný výbor Organizace pro výživu a zemědělství a Světové zdravotnické organizace pro potravinářské přídatné látky
LDL	Low Density Lipoprotein – Lipoprotein o nízké hustotě
WHO	World Health Organization – Světová zdravotnická organizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vzorec xylitolu	28
Obr. 2 Vzorec sorbitolu	29
Obr. 3 Sladidlo Sorbit	31
Obr. 4 Vzorec mannitolu	32
Obr. 5 Vzorec maltitolu	33
Obr. 6 Vzorec isomaltu	35
Obr. 7 Vzorec laktitolu	36
Obr. 8 Vzorec acesulfamu K	40
Obr. 9 Vzorec alitamu	42
Obr. 10 Vzorec aspartamu	43
Obr. 11 Stolní sladidlo DiaChrom	44
Obr. 12 Vzorec cyklamátu (sodná sůl)	49
Obr. 13 Vzorec erythritolu	51
Obr. 14 Vzorec neohesperidinu DC	52
Obr. 15 Vzorec neotamu	53
Obr. 16 Vzorec sacharinu	55
Obr. 17 Stolní sladidlo sacharin	55
Obr. 18 Vzorec steviosidu	57
Obr. 19 <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	58
Obr. 20 Vzorec sukralózy	60
Obr. 21 Vzorec tagatózy	61
Obr. 22 Plody rostliny <i>Thaumatococcus danielli</i>	62

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Sladivost vybraných sladidel vztažená k sacharóze	24
Tab. 2 Základní vlastnosti polyolů	27

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I Přehled nejrozšířenějších sladidel, jejich povolení a ADI [7], [25], [27]

PŘÍLOHA I: PŘEHLED NEJROZŠÍŘENĚJŠÍCH SLADIDEL, JEJICH POVOLENÍ A ADI

Sladidlo	Kódové označení	Povoleno v EU	Povoleno v USA	ADI [mg/kg tělesné hmotnosti]
Xylitol	E 967	Ano	Ano	Nespecifikováno
Sorbitol	E 420	Ano	Ano	Nespecifikováno
Mannitol	E 421	Ano	Ano	50
Maltitol	E 965	Ano	Ano	Nespecifikováno
Isomalt	E 953	Ano	Ano	Nespecifikováno
Laktitol	E 966	Ano	Ano	Nespecifikováno
HSH	-	Ano	Ano	Nespecifikováno
Acesulfam K	E 950	Ano	Ano	15
Alitam	-	Ne	Ne	1
Aspartam	E 951	Ano	Ano	40
Sůl aspartamu - acesulfamu	E 962	Ano	Ano	Hodnoty stanovené pro jednotlivá sladidla
Cyklamát	E 952	Ano	Ne	11
Erythritol	E 968	Ano	Ano	Nespecifikováno
Neohesperidin DC	E 959	Ano	Ano	5
Neotam	E 961	Ano	Ano	2
Sacharin	E 954	Ano	Ano	5
Steviosid	E 960	Ano	Ne	2
Sukralóza	E 955	Ano	Ano	15
Tagatóza	-	Ne	Ano	Nespecifikováno
Thaumatín	E 957	Ano	Ano	Nespecifikováno