

Netradiční přírodní rostlinná sladidla

Jana Ležáková

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jana LEŽÁKOVÁ
Osobní číslo: T07889
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie a řízení v gastronomii

Téma práce: Netradiční přírodní rostlinná sladidla

Zásady pro vypracování:

- 1. Teorie sacharidů (definice, význam, dělení...)**
- 2. Chemické látky vykazující sladkou chuť (sorbitol, aspartam...)**
- 3. Netradiční přírodní rostlinná sladidla (mirakulin, thaumatin, glycyrrhizin...)**
- 4. Ostatní přírodní rostlinná sladidla (javorový sirup, kokosová palma...)**
- 5. Shrnutí legislativy (vyhlášky)**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VALÍČEK, P. Užitkové rostliny tropů a subtropů. Praha: Academia, 2002, s. 486

[2] VALÍČEK, P., KOKOŠKA, L., HOLUBOVÁ, K. Léčivé rostliny třetího tisíciletí. Benešov: Start, 2001

[3] KRUTOŠÍKOVÁ, A., UHER., M. Natural and Synthetic sweet Substances. Ellis Horwood: 1992, s. 223

[4] BULÁNKOVÁ, I. Léčivé rostliny na naší zahradě. Praha: Grada Publishing, 2005, s. 83

[5] ANDRO, V., ČÍŽEK, H., POTUŽÁK M., VALÍČEK., P. Léčivé rostliny tradiční čínské medicíny. Hradec Králové: Svítání, 1998, s. 321

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Daniela Kramářová, Ph.D.

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

4. ledna 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2010

dne - 8. 04. 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

děkan



Ignác Hoza
prof. Ing. Ignác Hoza, 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 obhajoby ¹⁾;
- 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. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít 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 19. května 2010

Ležáková Jana
.....

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 nevydělečně 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 nahlížení 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 požít 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 vzdělávacímu 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 užit 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 přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem práce bylo upozornit na netradiční a méně známá přírodní sladidla jako je steviosid, hernandulcin, taumatin, glycyrrhizin a další. Vedle těchto má poukázat i na uměle vyrobená sladidla. Práce má navrhnout alternativní rostlinné zdroje pro diabetiky a pro nemocné trpící nadváhou a obezitou.

Klíčová slova: přírodní sladidla, umělá sladidla, glukóza, *diabetes mellitus*

ABSTRACT

The aim of this was to give notice to non-traditional and less known natural sweeteners such as stevioside, hernandulcin, thaumatin, glycyrrhizin and others. It also refers to artificial sweeteners. The thesis should propose alternative plant resources for diabetics, people with excess weight and obesity.

Keywords: natural sweeteners, artificial sweeteners, glucose, *diabetes mellitus*

Děkuji paní Ing. Daniele Kramářové Ph.D. za pomoc, cenné rady a připomínky při vedení mé bakalářské práce. Dále moje poděkování patří rodině a všem, kteří mi jakýmkoliv způsobem pomáhali a podporovali mě.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka. Dále prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 19. května 2010

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 TEORIE SACHARIDŮ	13
1.1 SLADIVOST	13
1.2 MONOSACHARIDY	14
1.3 OLIGOSACHARIDY	15
1.4 POLYSACHARIDY.....	16
1.5 PŮSOBNÍ SACHARIDŮ NA LIDSKÝ ORGANIZMUS.....	16
1.5.1 Glykémie a glykemický index.....	17
1.5.2 Cukrovka (<i>Diabetes mellitus</i>).....	18
1.5.2.1 Diabetes mellitus ve světě.....	19
1.5.2.2 Diabetes mellitus v České republice.....	19
2 CHEMICKÉ LÁTKY VYKAZUJÍCÍ SLADKOU CHUŤ.....	20
2.1 CHEMICKY PŘIPRAVENÁ UMĚLÁ SLADIDLA.....	21
2.1.1 Bezpečnost a kontrola umělých sladidel.....	21
2.2 NÁHRADNÍ CUKRY.....	22
2.3 SLADIDLA POUŽÍVANÁ VE FARMACII A POTRAVINÁŘSTVÍ	22
2.3.1 Sacharin.....	22
2.3.2 Acesulfam K.....	23
2.3.3 Cyklamáty	23
2.3.4 Sladidlo Aspartam (obchodní název NutraSweet)	23
2.3.5 Neohesperidin DC	23
2.3.6 Neotam.....	24
2.3.7 Alitam	24
2.3.8 Halogenované disacharidy	24
2.4 DALŠÍ SLADCE CHUTNAJÍCÍ ORGANICKÉ SLOUČENINY	25
3 PŘÍRODNÍ ROSTLINNÁ SLADIDLA.....	26
3.1 STÉVIE SLADKÁ - <i>STEVIA REBAUDIANA</i> (BERTONI) HEMSL. L.....	26
3.1.1 Složení a vlastnosti steviosidu.....	27
3.1.2 Pěstování rostliny v současné době	27
3.1.3 Zdravotní nezávadnost.....	28
3.1.4 Použití sladidel na bázi steviosidu.....	29
3.2 LÉKOŘICE LYSÁ, SLADKÉ DŘEVO - <i>GLYCYRRHIZA GLABRA</i> L.	29
3.2.1 Látky obsažené v rostlině.....	30
3.3 LÉKOŘICE URALSKÁ - <i>GLYCYRRHIZA URALENSIS</i>	30
3.4 KATAMFE - <i>THAUMATOCOCCUS DANIELLI</i> BENTH.	31
3.4.1 Struktura taumatinu	31
3.5 <i>SYNSEPALUM DULCIFICUM</i> (SCHUM.) DANIELL.....	32
3.6 <i>DIOSCOREOPHYLLUM CUMMINISII</i> (STAPF.) DIELS.....	33
3.6.1 Fyziologická reakce na monellin.....	33

3.7	KAPARA - <i>CAPPARIS MASAikai</i>	34
3.8	OSLADIČ OBECNÝ - <i>POLYPODIUM VULGARE</i>	34
3.9	LO HAN - <i>MOMORDICA GROSVENOR</i>	35
3.10	HORTENZIE VELKOLISTÁ - <i>HYDRANGEA MACROPHYLLA</i>	35
3.11	PERILA - <i>PERLILA NANKINENSIS</i>	36
4	OSTATNÍ PŘÍRODNÍ ROSTLINNÁ SLADIDLA	37
4.1	JAVOR CUKRODÁRNÝ - <i>ACER SACCHARUM</i>	37
4.2	KOKOSOVÁ PALMA - <i>COCOS NUCIFERA</i>	37
4.3	DATLOVNÍK OBECNÝ - <i>PHOENIX DACTYLIFERA</i>	38
4.4	LALANG VÁLCOVÝ - <i>IMPERATA CYLINDRICA (L.) BEAUV</i>	38
4.5	LABLAB PURPUROVÝ - <i>LABLAB PURPUREUS (L.) SWEET</i>	39
4.6	ŠRUCHA ZELNÁ - <i>PORTULACA OLERACEA L.</i>	39
4.7	JUJUBA ČÍNSKÁ - <i>ZIZIPHUS JUJUBA MILL.</i>	39
4.8	LIPIE SLADKÁ - <i>LIPPIA DULCIS TREVIR</i>	40
4.9	AGÁVE AMERICKÁ - <i>AGAVE AMERICANA L.</i>	40
4.10	ČECHŘICE - <i>MYRRHIS ODORATA</i>	41
5	SHRnutí LEGISLATIVY	42
	ZÁVĚR	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK	57
	SEZNAM PŘÍLOH	58

ÚVOD

Chuťová reakce, která probíhá při vnímání sladké chuti, je složitý a dosud ještě poměrně nedostatečně prozkoumaný proces. Za její vyvolání jsou zodpovědné molekuly látek, které podněcují chuť, s příslušným receptorem.

Sacharidy patří vedle lipidů a bílkovin mezi základní složky lidské výživy. Představují pro lidské tělo významný zdroj energie. Už v dávných dobách člověk vyhledával látky, které poskytovaly sladkou chuť. Nejdříve to byl med divokých včel, pak šťávy z plodů a rostlin. V pozdějších dobách se začalo uvažovat o získávání sladkých látek z rostlin, které byly na tyto látky bohaté. Začal se vyrábět cukr z cukrové třtiny, později z cukrové řepy. Řepný cukr je dnes pro Evropana docela běžnou součástí každodenního života. V současné době se ve světě vyprodukuje přes 130 milionů tun cukru ročně, přitom v roce 1945 to bylo jen 33 milionů tun, z toho je 98 % z řepy a třtiny, zbytek se vyrábí ze šťávy javoru, čiroku a datlí [1].

Neustále se zvyšující konzumace sacharózy s sebou přináší i různé zdravotní problémy. Jedním ze závažných onemocnění, především v Evropě a Americe, je vedle rakoviny a diabetu velmi rozšířená obezita, která většinou přímo souvisí také s nadměrnou konzumací tučných jídel, sacharózy a s nedostatkem pohybu. Druhým závažným onemocněním je *diabetes mellitus* postihující stále větší počet lidí.

Lidé si na běžnou konzumaci sacharózy zvykli, a pokud je k tomu nedonutí zdravotní problémy, nechtějí svůj zvyk nijak měnit. Diabetici a lidé, kteří mají problémy s nadváhou, se zajímají o sladidla, která by sacharózu nahradila. Z nepřeborného množství umělých a náhradních sladidel, která jsou běžně dostupná, si může vybrat opravdu každý.

Vedle chemicky vyráběných sladidel existují také sladidla rostlinná, která však nejsou mezi lidmi tolik známá. Přitom právě tato sladidla umí sacharózu výborně nahradit, mají mnohonásobně vyšší sladivost a nemají nežádoucí vliv na lidský organizmus.

Některé z těchto rostlin jsou běžně k dostání a dají se snadno pěstovat (např. stévie). Legislativa v České republice zatím brání tomu, aby bylo použití sladidel ze stévie povoleno, jako je tomu např. v Japonsku, kde se stévie používá už několik desítek let. Izolovaný steviosid ničí patogenní mikroorganismy v ústní dutině, pomáhá při trávení a udržování správné hladiny krevního cukru. V rámci celého Evropského společenství nebylo povoleno používat stévii z toho důvodu, že ještě nebyla dostatečně zhodnocena její bezpečnost pro používání v potravinách. První změna nastala v nedávné době, kdy bylo ve Francii

schváleno používání sladidla ze stévie - rebaudiosid A [2]. Na základě několika studií, které se zabývaly zkoumáním genotoxicity, karcinogenity a vlivu sladidel ze stévie na lidský organizmus lze usuzovat, že sladidla ze stévie mají budoucnost a je jen otázkou času, kdy budou povolena i v ČR, což by mohlo výrazně pomoci diabetikům a lidem, kteří mají problémy s nadváhou a obezitou.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TEORIE SACHARIDŮ

Sacharidy jsou organické sloučeniny, jejichž obecný vzorec je $C_m(H_2O)_n$. Jsou zdrojem chemické energie k zabezpečení životních pochodů rostlin a živočichů; patří mezi jednu z hlavních složek výživy živočichů a mezi základní stavební látky rostlinných tkání.

Pod pojmem „cukr“ se rozumí jen monosacharidy a oligosacharidy vykazující sladkou chuť [3,4,5].

Chuť je vnímána chemoreceptory (chuťovými pohárky) umístěnými na povrchu jazyka. Chuťové pohárky (u člověka se jich na jazyku nachází okolo 10 000) přijímají chemické informace související s příjmem potravy. Jsou složeny z minimálně čtyř typů buněk; stavbou se liší u jednotlivých obratlovců. Pokud jsou chuťové pohárky stimulovány, dochází k reflexní sekreci trávicích šťáv, např. slin a žaludeční šťávy.

Jsou známy čtyři základní typy chuťových vjemů - sladké, slané, kyselé, hořké. Kyselý vjem je zprostředkován protony, slanost ionty anorganických solí, sladkost z větší části organickými látkami (z anorganických např. solemi olova). Hořká chuť je kromě organických látek vyvolána solemi hořčíku a vápníku [6].

1.1 Sladivost

Sacharidy se od sebe navzájem liší rozdílnou sladivostí (číslo v závorkách udává stupeň sladivosti u jednotlivých sacharidů). Nejsladším je fruktóza, která se nachází v ovoci a medu (1,3 - 1,8). Pak následuje sacharóza ze třtinového a řepného cukru (1), která je považována za jakýsi standard, látku, se kterou se sladivost ostatních látek srovnává. Dalším sacharidem je glukóza obsažená v medu, ovoci a zelenině (0,5 - 0,7). V klíčcích zrn se nachází maltóza (0,3 - 0,5), v mléce laktóza (0,2 - 0,4). Umělá sladidla se na rozdíl od těchto sacharidů vyznačují vyšším stupněm sladivosti - u aspartamu 350, u acesulfamu K 200. Seznam vybraných sladidel a jejich stupeň sladivosti uvádí tabulka 1.

tabulka 1 Seznam vybraných sladidel a jejich stupeň sladivosti [7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17]

Název sladidla	Sladivost (sladivost sacharózy = 1)
Acesulfam K	200,0
Alitam	2 000,0
Aspartam	350,0
Cyklamáty	30,0
Fruktóza	1,3 - 1,8
Fylodulcin	200,0 - 300,0
Glukóza	0,5 - 0,7
Glycyrrhizin	50,0 - 100,0
Hernandulcin	1 000,0
Laktóza	0,2 - 0,4
Mabinlin II	1 000,0
Maltóza	0,3 - 0,5
Monelin	1 500,0 - 2 000,0
Neohesperidin DC	1 500,0
Neotam	7 000,0 - 13 000,0
Osladin	3 000,0
Perillartin	2 000,0
Sacharin	300,0
Steviosid	300,0
Taumatín	3 000,0

1.2 Monosacharidy

Jsou to hydroxyderiváty aldehydů nebo ketonů - z tohoto důvodu se také nazývají aldózami nebo ketózami. Podle počtu uhlíkových atomů v řetězci rozeznáváme z aldóz: aldotetrózy, aldopentózy, aldohexózy, aldoheptózy atd., a z ketóz: ketotriózy, ketotetrózy, ketopentózy [3].

K nejjednodušším monosacharidům patří:

D-ribóza a její derivát **2-deoxyribóza** – jsou stavebními prvky nukleových kyselin [3].

D-glukóza je přítomná např. ve vinných hroznech. Je významným zdrojem energie pro savce a je obsažena v jejich krvi. Průmyslově se vyrábí hydrolýzou škrobu. Kvasnými pochody se z ní získává např. etanol, aceton a kyselina citronová. Vodné roztoky se jako infuze aplikují nemocným přímo do krevního oběhu, a tak jim zajišťují dočasnou výživu [3,18].

D-fruktóza (ovocný cukr) je v přírodě velmi rozšířena v ovoci. Je nejsladším cukrem vůbec.

D-galaktóza je součástí disacharidu laktózy a některých polysacharidů (např. agaru) [3].

1.3 Oligosacharidy

Vznikají spojováním monosacharidových jednotek za odštěpování vody. Dělí se podle počtu jednotek na disacharidy až dekasacharidy [3].

K nejdůležitějším disacharidům patří především:

Sacharóza - je neredukující, α -D-glukopyranosyl- β -D-fruktofuranosid. Vzniká spojením α -poloacetalového hydroxyly D-glukózy s β -poloacetalovým hydroxylem D-fruktózy. Sacharóza patří mezi podstatné složky naší stravy. Jedná se o řepný nebo třtinový cukr (v cukrové řepě je obsažen v množství 15 - 20 %) a vyskytuje se také v různých druzích ovoce (až 10 %). Teplota tání sacharózy je 186 °C; při teplotách nad 200 °C se rozkládá a tvoří karamel. Sacharóza tvoří bezbarvé, ve vodě rozpustné sladké krystaly [19]. V přítomnosti enzymu *invertázy* přechází na D-glukózu a D-fruktózu [20]. Směs obou těchto monosacharidů se označuje jako invertní cukr [3]. Hydrolýza může být katalyzována minerálními kyselinami, silně kyselým iontoměničem nebo enzymaticky. Nejvýhodnějším postupem se stala hydrolýza chemická, která je doprovázena tvorbou vedlejších produktů. V současné době se ročně na celém světě vyprodukuje přes 115 milionů tun sacharózy [21].

Maltóza (sladový cukr) je důležitým meziproduktem při výrobě piva z ječmene a sladu; získává se částečnou hydrolýzou škrobu.

Laktóza (mléčný cukr) vzniká spojením D-glukózy a D-galaktózy. Je obsažen v mléce savců a v některých druzích zeleniny (zelí) [3].

1.4 Polysacharidy

Polysacharidy jsou makromolekulární látky, které vznikají polymerací monosacharidů. Na rozdíl od cukrů se ve vodě téměř nerozpouštějí.

Mezi nejvýznamnější polysacharidy patří:

Škrob - je zdrojem chemické energie rostlin. Skládá se z D-glukózových jednotek spojených za sebou do dlouhých řetězců. V lidském těle se hydrolyzuje na D-glukózu, a z tohoto důvodu tvoří důležitou součást naší potravy. Nejvíce škrobu obsahují brambory a obiloviny. V rostlinách se ukládá jako rezervní polysacharid. Je složen ze dvou složek - amylozy a amylopektinu [3,22].

Glykogen - patří mezi rezervní polysacharidy, je pohotovým čerpatelným zdrojem energie u živočichů. U savců se ukládá v játrech, ve svalech apod., v případě potřeby se hydrolyzou přeměňuje na D-glukózu. Dále se vyskytuje u hub a kvasinek [3].

Celulóza - tvoří základní stavební jednotku rostlinných buněk; patří mezi nejrozšířenější organické molekuly na zemi [23]. Je složena z D-glukózových jednotek spojených za sebou do dlouhých řetězců. Ve dřevě je celulóza doprovázena dalšími složkami (ligninem a hemicelulózami). Celulóza je pro člověka nestravitelná a ve vodě zcela nerozpustná [3].

Chitin - skládá se z jednotek D-glukózaminu. Najdeme jej v buněčných stěnách některých hub a v krunýři členovců (korýši, hmyz). Používá se např. k výrobě chirurgických nití [3].

Pektiny - jsou lineární polysacharidy metylesteru kyseliny polygalaktouronové (či spíše její vápenato-hořečnaté soli) [24]. Patří mezi složité polysacharidy, které se nacházejí v mladých tkáních vyšších rostlin. Získávají se ze slupek ovoce a uplatňují se při výrobě džemů [3].

Agar - získává se z mořských řas a používá se k přípravě ztužených živných půd pro kultivaci mikroorganismů [3].

1.5 Působení sacharidů na lidský organizmus

Sacharidy jsou nejvýznamnějším a pohotovým zdrojem energie a jediným zdrojem energie pro činnost mozku. Vyskytují se ve volné nebo vázané formě, např. ve formách glykoproteinů nebo glykolipidů. V organizmu se mohou částečně syntetizovat z aminokyselin, laktátu, pyruvátu a glycerolu. Příjem sacharidů je nutný především k tomu, aby se zabránilo odbourávání tkáňových proteinů a rychlé oxidaci tuků [25].

Konzumace většího množství řepného cukru má řadu nevýhod. Obsahuje hodně kalorií a podporuje vznik zubního kazu, podílí se na zvyšování dlouhodobého rizika vzniku závažných onemocnění (cukrovka, choroby srdce, obezita...). *Diabetes mellitus* je nejčastější příčinou oslepnutí, amputací končetin, srdečního infarktu a selhání ledvin s nutnou dialýzou [26].

Z průzkumů obyvatelstva prováděných po celém světě vyplývá, že obezita úzce souvisí právě s nadbytkem rafinovaných potravin (především rafinovaného cukru). Během 19. století spotřeba rafinovaného cukru a bílé mouky vzrostla a zároveň s tím začalo přibývat i diabetiků. V roce 1889 dva ruští vědci, Minkovský a von Mering, učinili významný objev. Z pokusů na psech usoudili, že Langerhansovy ostrůvky slinivky břišní zřejmě vylučují hormon, který pojmenovali inzulin, jehož chybění by mohlo vyvolávat příznaky choroby, později pojmenované jako diabetes [26].

1.5.1 Glykémie a glykemický index

S hladinou krevní glukózy souvisí pojem **glykémie**. Je to hladina krevního cukru, tedy množství glukózy obsažené v určitém objemu krve. Vyjadřuje se v milimolech na litr (mmol.l^{-1} , dle jednotek SI mmol.dm^{-3}). Za hyperglykémii se označuje stav, kdy hladina krevního cukru vystoupá nad $6,9 \text{ mmol.l}^{-1}$. Naopak při poklesu hladiny krevního cukru pod $3,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ se jedná o hypoglykémii [27].

Glykemický index (GI) udává rychlost vzestupu hladiny glukózy po jídle. Poskytuje důležité informace lidem trpícím např. cukrovkou, srdečním onemocněním a nadváhou. Potraviny s nízkým GI poskytují pocit nasycení, tělo z nich dovede lépe získat a využít v nich obsaženou glukózu. Konzumací potravin s nízkým GI se snižuje riziko srdečních onemocnění a diabetu 2. typu. Strava s nízkým GI zůstává déle v tenkém střevě a stimuluje receptory vysílající signál do mozku o probíhající trávení potravy. Potraviny obsahující sacharidy, které se rychle štěpí v zažívacím traktu, mají vysoký GI - hladina krevní glukózy v krátké době dosáhne vysokých hodnot. Při vzestupu glukózy v krvi se vylučují hormony kortisol a adrenalin, které podporují chuť k jídlu. Nejen při hubnutí jsou tedy vhodnější potraviny s nízkým GI, protože po jejich konzumaci se nedostaví pocit hladu a zároveň se odbourávají tukové zásoby [28,29]. Glykemický index vybraných potravin je uveden v tabulce 2.

tabulka 2 Glykemický index vybraných potravin [29]

Potravina	GI*	Běžná velikost porce (g)	Množství sacharidů (g na 1 porci)
Ananas, čerstvý	66	120	10
Bageta, bílá	72	70	35
Celozrnný žitný chléb	41	30	12
Hroznové víno, zelené	46	120	18
Nové brambory, neloupané	78	150	21
Ovesná kaše	42	250	21
Pizza, sýrová	60	100	27
Pohanka	54	150	30

Pozn.: GI* - pro možnost srovnání GI u vybraných potravin, hodnota GI u glukózy = 100

1.5.2 Cukrovka (*Diabetes mellitus*)

Diabetes mellitus není jediná choroba, ale zahrnuje široké spektrum poruch metabolismu glukózy. Nemoc se dělí na dvě základní skupiny, na typ 1 a 2. Příčiny pro vznik a terapii jsou u obou typů různé. Zatímco diabetici 1. typu si musí dávkovat inzulin, diabetes 2. typu je prakticky léčitelný. Lidem s nadváhou tak pomůže případné snížení váhy; správnou životosprávou může i vymizet. Nestačí-li dieta, je možné diabetes 2. typu léčit medikamenty, které posilují vlastní tvorbu inzulinu nebo zvýší vnímavost buněk k inzulinu [30].

Diabetes se projevuje častým hladem a žízní, suchou svědicí kůží, únavou, rozostřeným viděním, častým močením a infekcemi, pomalým hojením ran a odřenin [30]. U všech diabetiků se jako příznak nemoci objevuje příliš vysoká hladina cukru v krvi. Hodnoty cukru v krvi stanovené na lačno, které jsou vyšší než $6,9 \text{ mmol.l}^{-1}$, poukazují na *diabetes mellitus*.

Diabetes se postupně stává epidemií. Zhruba polovina české i německé populace trpí nadváhou. Protože se nadváha a inzulinová rezistence navzájem posilují, je snížení hmotnosti jedním z hlavních cílů prevence. Tělesná hmotnost se posuzuje např. podle tzv. indexu tělesné hmotnosti (BMI - Body Mass Index). Jeho hodnota se počítá z tělesné výšky a hmotnosti [28].

BMI = tělesná hmotnost v kilogramech / (výška v metrech)²

Následující tabulka 3 uvádí váhové kategorie v závislosti na velikosti BMI u dospělého jedince nad 20 let [28,31].

tabulka 3 Váhové kategorie v závislosti na velikosti BMI u dospělého jedince [31]

Kategorie	Rozsah BMI	Základní BMI	Hmotnost osoby vysoké 180 cm
Těžká podvýživa	BMI \leq 16,5	méně než 0,60	méně než 53,5 kg
Podváha	16,5 - 18,5	0,60 - 0,74	od 53,5 - 60,0 kg
Ideální váha	18,5 - 25,0	0,74 - 1,00	od 60,0 - 81,0 kg
Nadváha	25,0 - 30,0	1,00 - 1,20	od 81,0 do 97,0 kg
Mírná obezita	30,0 - 35,0	1,20 - 1,40	od 97,0 do 113,0 kg
Střední obezita	35,0 - 40,0	1,40 - 1,60	od 113,0 do 130,0 kg
Morbidní obezita	BMI $>$ 40,0	nad 1,60	nad 130,0 kg

1.5.2.1 *Diabetes mellitus ve světě*

Odborníci považují *diabetes mellitus* za hrozivou pandemii 21. století. V roce 1995 bylo na světě 135 milionů osob trpících diabetem. Dnes se tento počet zvýšil na 200 milionů a pro rok 2025 se předpokládá, že se zvýší až na 333 milionů. Pokud se neléčí, může vést ke ztrátě vědomí, epileptickému záchvatu, kómatu nebo i smrti. Cukrovka ročně zabíjí v Evropě 600 000 lidí [30]. K tomuto onemocnění patří i řada dalších, jako je např. esenciální hypertenze, metabolické a hormonální odchylky. Typickou komplikací poslední fáze života u těchto nemocných jsou mozkové příhody a infarkt myokardu [32].

1.5.2.2 *Diabetes mellitus v České republice*

V současné době je v ČR na 800 000 nemocných. *Diabetes mellitus* může vzniknout ještě před narozením a často bývá dědičný. Většinou souvisí s velkou chutí na jídlo a nedostatkem pohybu [30]. U dalších 300 000 lidí se začíná tato zákeřná nemoc pomalu rozvíjet, chorobu většinou odhalí lékař náhodou. 90 % z celkových 800 000 nemocných trápí diabetes 2. typu a postihuje převážně dospělé osoby. Tito nemocní mají v krvi více inzulínu než zdraví lidé, ale tento hormon nedokáže otevřít vstup do buněk, aby zpracovaly glukózu, která se získává z potravy [30].

2 CHEMICKÉ LÁTKY VYKAZUJÍCÍ SLADKOU CHUŤ

Nekalorické náhražky sacharózy pro použití při slazení potravin, nápojů a léků mohou být buď syntetické sloučeniny, nebo přírodní produkty. Např. v USA jsou schválena čtyři umělá sladidla - sacharin, aspartam, acesulfam K a sukralóza. V Japonsku a některých dalších zemích se používají velmi sladké rostlinné látky, včetně diterpenoidního glykosidu steviosidu a bílkoviny taumatinu [33]. Umělá sladidla jsou chemické přípravky, které se používají jako náhrada za sacharózu. Jsou populární i u zdravých lidí či věkově mladších, protože v nich povzbuzují zdání, že nahrazením cukru umělým sladidlem přispívají svému zdraví. Také se používají při redukčních dietách. Na rozdíl od běžného cukru nepodporují růst bakterií v ústní dutině, proto pomáhají předcházet vzniku zubního kazu. Umělá sladidla, která jsou připravená umělou cestou, se používají nejčastěji ke slazení nápojů (čajů, kávy, kakaa, apod.), ale i dia výrobků. V potravinářském průmyslu se uplatňují při výrobě diabetických nápojů, kompotů, džemů a cukrovinek.

Dělí se do dvou základních skupin:

Chemicky připravená umělá sladidla (umělá sladidla v užším slova smyslu)

Náhradní cukry [27].

Jiný zdroj [34] uvádí dělení sladidel na kalorická a nekalorická.

Kalorická sladidla: fruktóza, sorbit - obsahují prakticky skoro stejné množství energie jako sacharóza.

Nekalorická sladidla: aspartam, acesulfam K, sacharin, sukralóza, neohesperidin DC (z hořkých pomerančů), taumatin, alitam - nezvyšují riziko vzniku zubního kazu, mají své uplatnění při dodržování redukční diety u obézních osob [34].

Dále se můžeme setkat s pojmem **alkoholová sladidla**. Do této skupiny patří např. sorbitol (sorbit), mannitol, xylitol. Ty jsou podle lékařů tak bezpečné, že se u nich (na rozdíl třeba od aspartamu nebo sacharinu) neuvádí maximální povolené množství za den. Mannitol je obsažen např. v jasanu a olivách; může mít projímavý účinek. Xylitol je obsažen např. v ovsu a je součástí žvýkaček a bonbonů [35,36,37].

2.1 Chemicky připravená umělá sladidla

Vyrábí se ve formě tekuté, tablet či sypké směsi s vysokou sladivostí. Jedna malá tabletky má mnohdy stejnou sladivost jako jedna kostka cukru. Tato sladidla jsou vyrobena chemickou cestou a nemají nic společného s cukrem (s výjimkou sladké chuti). Nejsou zdrojem energie a nijak neovlivňují hladinu glykémie.

Chemických umělých sladidel se u nás vyrábí velké množství. Z údajů na obalu výrobku lze zjistit, že jsou všechna složena z několika málo základních látek v různých směsích. Těmito látkami jsou sacharin, aspartam a acesulfam K. Jejich směsné kombinace mají mít co nejpřirozenější sladkou chuť, která po sobě nebude zanechávat v ústech příliš výraznou pachut'.

Nevýhodou chemických umělých sladidel je to, že je nelze vždy použít místo cukru. Cukr je nutný jako pojivo mnoha cukrářských výrobků, které s pomocí dalších přísad pomáhá vytvořit křehké těsto. Dávka řepného cukru se může snižovat, ne však úplně vynechat. Na přípravu moučnicků se tedy převážně používá cukr řepný [27].

2.1.1 Bezpečnost a kontrola umělých sladidel

Prokázanou bezpečnost umělých sladidel uvádí doporučená denní přijatelná dávka ADI (Acceptable Daily Intake), kterou stanovila Světová zdravotnická organizace (WHO - World Health Organization) a Světová organizace pro výživu (FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations). V tabulce 5 v příloze P I je uvedena maximální možná spotřeba sladidla a nápojů, která nepovede k překročení limitu denní přijatelné dávky (ADI) pro jednotlivá vybraná sladidla [27].

V případě, že by člověk denně v potravinách nebo nápojích přijal 2 800 mg aspartamu, což je ale prakticky nemožné (hodnota by odpovídala sladivosti asi 560 g řepného cukru), stále by tato dávka nepředstavovala žádná zdravotní rizika. Dávka ADI přitom představuje jednu desetinu dávky NOAEL (Non Observable Adverse Effect Level), tj. poslední experimentální dávky, po které ještě nebyly pozorovány škodlivé účinky na lidský organizmus. Ani po dávce, která je 10x vyšší, než ADI, nebyly nalezeny žádné nepříznivé účinky. Aspartam ve světě i u nás patří k nejpoužívanějším a nejdostupnějším sladidlům (více o aspartamu v kapitole 2.3).

Zjištění přímých důkazů svědčících v dlouhodobém horizontu o nepříznivých účincích nízkokalorických sladidel u lidí je prakticky nemožné, vzhledem k tomu, že chronické uží-

vání (např. u diabetiků), začíná jejich pravidelným využíváním převážně ve čtvrté dekádě života. Na základě výsledků této studie [38] lze tvrdit, že sladidla by se měla používat jen v omezeném množství [38]. Tabulka 6 v příloze 2 P II uvádí stručný přehled vybraných sladidel dostupných na našem trhu.

2.2 Náhradní cukry

Od umělých sladidel připravených chemickou cestou se liší tím, že vypadají obdobně jako řepný cukr a z chemického hlediska také mezi „cukry“ patří. Mají jako řepný cukr stejnou energetickou hodnotu a zvyšují tak glykémii. Řadíme mezi ně fruktózu a sorbit [27]. Fruktóza se hojně používá při pečení jako náhrada řepného cukru. Její sladivost je o 30 % vyšší než sladivost řepného cukru. Fruktóza a sorbit se používají při výrobě diabetických sušenek, čokolád a dalších cukrovinek.

Nové studie prokázaly, že náhradní cukry nemají ve stravě člověka, který onemocněl diabetem, zásadní výhodu oproti řepnému cukru [27].

2.3 Sladidla používaná ve farmacii a potravinářství

K objevení některých významných látek ve farmacii přispěla náhoda a nebo porušení pravidel bezpečnosti práce v chemické laboratoři. Mezi nejpoužívanější nekalorická syntetická sladidla ve farmacii a potravinářství patří zejména sacharin, acesulfam K, cyklamáty a aspartam.

2.3.1 Sacharin

Objev prvního umělého sladidla se pojí se jmény Fahlberg a Remsen, kterým se náhodně dostal imid 2-sulfobenzoové kyseliny do jídla. Později byl patentován pod jménem sacharin. Ten je dodnes nejlevnější a nejpoužívanější náhradou řepného cukru. Nevýhodou sacharinu je, že v ústech zanechává nahořklou pachut' [8]. Sacharin je chemicky imid 2-sulfobenzoové kyseliny. Jde o kyselou sloučeninu, která tvoří nejčastěji sodné soli výborně rozpustné ve vodě (1 g sodné soli se rozpustí v 1,2 ml vody). Jeho sladivost je 300krát vyšší než sladivost sacharózy. Ve farmacii se používá k úpravě chuti tabletových léků. Dále se využívá jako přísada do zubních past, ústních vod, žvýkaček a dietních potravin. Rozsáhlé studie prováděné na zvířatech i lidech nepotvrdily žádnou spojitost mezi užíváním sacharinu a nádorovým onemocněním [8].

2.3.2 Acesulfam K

Chemicky velmi příbuzný sacharinu je acesulfam K (6-metyl-1,2,3-oxatiazin-4(3*H*)-on-2,2-dioxid). Sloučenina je také kyselá a chemicky velmi stálá. Nejčastěji se používá jako ve vodě dobře rozpustná draselná sůl [8]. JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives - Smíšený výbor odborníků pro potravinářské přídatné látky) došla k závěru, že je bezpečný (JECFA, 1983) [38].

2.3.3 Cyklamáty

Sodná nebo vápenatá sůl *N*-cyklohexylsulfamové kyseliny se dnes používá pod názvem cyklamát. Často se uplatňuje v potravinářském průmyslu díky přirozenější sladké chuti a vyšší stabilitě při zvýšené teplotě [8]. Jeho používání bylo v roce 1969 zakázáno v USA a ve Velké Británii [39] pro své domnělé odkazy na rakovinu močového měchýře u potkanů. U nás se používá běžně [28,39,40].

2.3.4 Sladidlo Aspartam (obchodní název NutraSweet)

Chemicky dipeptid metylester L-aspartyl-L-fenylalaninu. Vzhledem k tomu, že aspartam je zdrojem fenylalaninu, je nevhodný pro osoby trpící fenylketonurií (jde o dědičné metabolické onemocnění, které spočívá v poruše přeměny fenylalaninu na tyrosin, způsobuje ho nefunkční jaterní enzym *fenylalaninhydroxyláza*, který tuto reakci u zdravých lidí katalyzuje). Potraviny, které obsahují aspartam, musí být označeny varováním „Obsahuje zdroj fenylalaninu“, případně se setkáváme s označením „Nevhodné pro fenylketonuriky“ [41].

Z aspartamu v lidském těle také částečně vzniká dioxopiperazin, jehož karcinogenita není doposud vyloučena [15]. Nemá nahořklou pachut', díky tomu je jeho užívání velmi rozšířeno v potravinářském průmyslu, např. při výrobě dietních nápojů (s označením „light“). Má až 350krát větší sladivost než sacharóza [8]. Při běžně používaných dávkách aspartamu prakticky žádné nebezpečí nehrozí. Aspartam není stálý při vyšších teplotách a při nižším pH [8].

2.3.5 Neohesperidin DC

Neohesperidin se nachází ve slupkách hořkých pomerančů. Alkalickým zpracováním a hydrogenací tak vzniká neohesperidin dihydrochalkon (DC). Má 1 500krát vyšší sladivost než sacharóza s lékořicovou příchutí. Nemá kalorie, je neškodný pro zubní sklovinu a vhodný pro diabetiky. Svým vzhledem se dá přirovnat k mouce, používá se ke zvýrazně-

ní chuti a dokáže maskovat hořkou chuť některých přísad. Díky své termostabilitě se používá k přípravě tepelně opracovaných pokrmů. Dosahuje vysokých synergických efektů s jinými sladidly; používá se k oslazení osvěžujících nápojů, mléčných výrobků, cukrovin, dezertů aj. [15].

2.3.6 Neotam

Tripeptid, 7 000krát až 13 000krát sladší než sacharóza. Neotam je nekalorický, stabilní, s čistě sladkou chutí bez nežádoucích příchutí. Je modifikovanou formou aspartamu, ale narozdíl od něj není nebezpečný pro fenylketonuriky. V roce 2002 jeho používání v USA schválila FDA (Food and Drug Administration - Úřad pro potraviny a léky). Bezpečná průměrná spotřeba za den byla stanovena na $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ tělesné hmotnosti. Neotam si patentovala společnost The NutraSweet. V EU byl povolen v lednu 2010 [16,17].

2.3.7 Alitam

Dipeptid složený z alaninu a kyseliny asparagové, je 2 000krát sladší než sacharóza. V pevné formě se taví při 100°C , při $136 - 137^\circ\text{C}$ se začíná rozkládat. Působí synergicky s různými uměle vyrobenými sladce chutnajícími látkami, např. s acesulfamem K. Rozpustnost alitamu ve vodě závisí na pH a teplotě. Např. při 20°C a pH 5 se rozpouští okolo 13 %. V silně kyselém médiu při pH 3 je jeho rozpustnost 40%. Alitam se používá např. ke slazení dezertů, mléčných, pekárenských a cukrárenských výrobků. V současné době je podrobován mnoha výzkumům zaměřeným na jeho bezpečnost pro lidské zdraví. Používání alitamu je schváleno v Mexiku, Austrálii, na Novém Zélandu a v Číně. V rámci celé EU není povolen [7,42,].

2.3.8 Halogenované disacharidy

Halogenované disacharidy mají také sladkou chuť. Patří mezi ně relativně nové sladidlo **sukralóza** [8,43]. Jde o trichlorovaný syntetický derivát sacharózy (chemicky: 4,1',6'-trichlorgalakto-sacharóza). Jde o sloučeninu, která je asi 500krát sladší než řepný cukr.

Synteticky získaná sukralóza je obsažena i v nekalorickém směsném sladidle Shugr, který je občas nesprávně označován jako přírodní produkt. Jedná se o směs přírodního erytritolu, maltodextrinu a D-tagatózy a synteticky získané sukralózy. Rozšíření tohoto sladidla zatím brání jeho poměrně vysoká cena a to, že jeho sladivost je prakticky shodná se sacharózou [8].

2.4 Další sladce chutnající organické sloučeniny

Dulcin (4-etoxyfenylmočovina) se metabolizuje na toxický 4-aminofenol, což nyní už neumožňuje jeho využití jako sladidla. Jeho sladivost byla 250krát vyšší než sladivost sacharózy, nevyvolával po požití hořkou pachut'. Po testování dulcinu na zvířatech byly odhaleny jeho karcinogenní vlastnosti. FDA jej v roce 1954 zakázala používat. Dulcin není povolen v USA a EU [8,44].

Perillaldehyd získaný izolací ze silice rostliny *Perilla nankinensis*. Chemickou obměnou byl připraven anti-perillaldehydoxid, který se vyznačuje mimořádně sladkou chutí (více v kapitole 3.11).

Glucin je sodná sůl směsi disulfokyseliny a trisulfokyseliny triazinu. Jeho sladivost je asi 300krát vyšší než u sacharózy. Ve vodě se snadno rozpouští. V USA je jeho používání jako aditivní látky zakázáno [8,45].

Suosan je 4-nitrofenylkarbamidopropionová kyselina, patří do aromatických nitrosloučenin. Jeho sladivost je 700krát vyšší než sladivost sacharózy, ale pro svou trpkou příchut' se dnes už nepoužívá [8,46].

3 PŘÍRODNÍ ROSTLINNÁ SLADIDLA

Změny ve složení potravin, nové poznatky o výživě, potřeba zdravotně neškodného, nízkoenergetického sladidla pro diabetiky a pro dietní potraviny vyvolaly výzkumy v různých oblastech. Zvýšené využívání známých sladkých látek ze syntetických a přírodních materiálů tyto výzkumy dále rozšířilo. Syntetizovalo se mnoho analogů známých sladkých látek, ale tou nejzajímavější cestou je hledání sladidel v přírodě [13].

V posledních desetiletích se cíleně vyhledávají takové rostliny, které mají neobvyklé chuťové vlastnosti, a to především s ohledem na jejich možné využití v potravinářství a farmacii. Cílem je najít sladké látky necukerného charakteru, velmi vysoké kvality, které by měly uplatnění při výrobě dietních potravin. Zatím byly vybrány čtyři hlavní druhy takových rostlin: *Stevia rebaudiana*, *Thaumatococcus daniellii*, *Synsepalum dulcificum* a *Dioscoreophyllum cumminsii* [12,47].

3.1 Stévie sladká - *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl. L.



obrázek 1 *Stevia rebaudiana* (Bertoni)
Hemsl. L. [48]

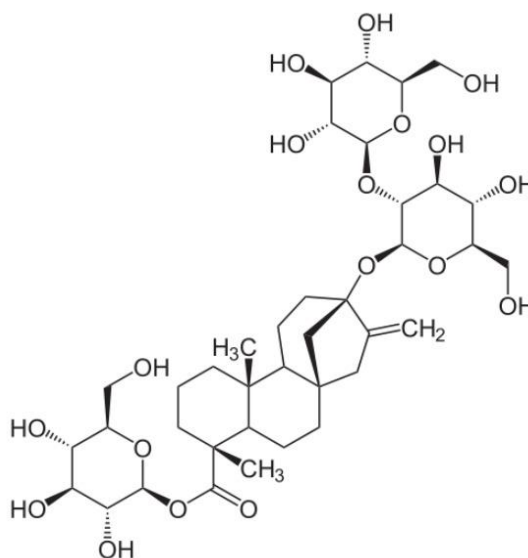
Víceletá rostlina z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Její stonek, který se hojně větví, dosahuje výšky 0,3 - 1,8 m [13]. Je možné setkat se s ní v nadmořské výšce 200 – 6 000 m, často na blatech, březích vodních toků, ale také v travnaté pampě. Stévie pochází z Paraguaje, kde se její listy používaly na slazení nápojů. V oblasti svého původu se tradičně používá jako sladidlo a léčivka [49].

V roce 1931 francouzští chemici Brindell a Lavielle získali z listů této rostliny bílou krystalickou látku - čistý **steviosid** - se sladivostí až 300krát vyšší než sacharóza. Extrakci vzduchem sušených listů rostliny popsal Wood [13], který z 1 kg listů získal 65 g steviosidu.

V roce 1977 začala firma Maruzen Kasei Co. vyrábět extrakty ze stévie na obchodní bázi [50]. Zajímavá informace je, že „spotřebitelé v Japonsku používají stévii komerčně více než 30 let a v současné době představuje 40 % trhu sladidel s nízkým nebo nulovým obsahem energie,“ jak uvádí Kvasničková [51].

3.1.1 Složení a vlastnosti steviosidu

Steviosid je diterpenický glykosid. Na jazyku chutná příjemně sladce, ve větším množství až hořce, ve vodě je rozpustný. Steviosid je hygroskopický prášek s teplotou tání 196 až 198 °C, ve vodě velmi dobře rozpustný. Enzymatickou hydrolyzou se získají 3 moly D-glukózy a 1 mol aglykonu steviolu. Kyselou hydrolyzou se však kromě D-glukózy získá i isosteviol [52,53]. Při dalších analýzách listů bylo izolováno několik dalších glykosidů, které měly různé stupně sladivosti. Jde o **rebaudiosid A** (1,3 až 1,5krát sladší než steviosid) a **rebaudiosidy B, C, D a E** (jejich sladivost je 20 - 120krát vyšší než u sacharózy). Je uváděno, že rebaudiosid A je příjemnější chuti než steviosid, ale jeho obsah v čerstvých listech dosahuje pouze 1 - 2 % [54].



Strukturní vzorec steviosidu [55]

3.1.2 Pěstování rostliny v současné době

Největším producentem je Japonsko, kde se ročně sklídí několik desítek tisíc tun suchých listů a vyrábí asi 3 000 tun sladidla. Stévie se rozšířila i do ostatních oblastí východní a jihovýchodní Asie (Čína, Korejská republika, Thajsko, Vietnam). Dále se hojně pěstuje v USA (v Kalifornii) a v oblastech mírného pásu (Rusko, Bulharsko). Několik let už probíhají pokusy s pěstováním stévie také v ČR. Na základě dosažených výsledků Grantová

agentura ČR (GAČR) v roce 1995 uvolnila na tento projekt finanční prostředky [50]. V teplých oblastech Moravy se dá stévie pěstovat podobným způsobem jako paprika. Je možné dosáhnout výnosu až 5 tun suché hmoty z hektaru při obsahu 5 - 11 % steviosidu. Stévie je i vhodnou rostlinou pro drobné pěstitele; lze ji pěstovat v květináči za oknem a listy pro vlastní potřebu průběžně využívat [50].

3.1.3 Zdravotní nezávadnost

Kolem zdravotní nezávadnosti extraktu ze stévie byly vedeny diskuse. Vyšlo najevo, že akutní toxická dávka zjištěná u krys je kolem 8 g na 1 kg živé hmotnosti, takže člověka nemůže v žádném případě ohrozit na zdraví [50]. Bylo dále zjištěno, že steviosid má strukturu podobnou steroidním hormonům a vykazuje slabou antiandrogenní aktivitu [13]. Antikoncepční účinky nebyly jednoznačně potvrzeny (navíc se nikdy nepoužívá čistý extrakt, ale kombinuje se s jinými látkami, a tak se koncentrace steviosidu v extraktu pohybuje kolem 50 %) [50]. Dále bylo prokázáno, že steviosid ničí řadu patogenních bakterií ústní mikroflóry - je možné používat ho jako doplňkový prostředek v boji proti zubnímu kazu. Stévie usnadňuje trávení, pomáhá udržovat správnou hladinu krevního cukru a také napomáhá regulaci tělesné hmotnosti [49].

Společný výbor expertů FAO a WHO pro potravinářská aditiva vydal v červenci 2008 stanovisko, podle kterého je použití steviolových glykosidů v potravinách a nápojích bezpečné.

Ze všech popsaných glykosidů nacházejících se ve stévii byl pro své nejvýhodnější senzorycké vlastnosti vybrán rebaudiosid A. V souvislosti s touto informací bylo nedávno uveřejněno, že francouzské úřady vydaly souhlas k použití rebaudiosidu A v potravinách a nápojích, které jsou uváděny na trh ve Francii. Zatím jde o vůbec první souhlas s použitím této látky na trhu EU. Tento souhlas umožňuje výrobcům potravin a nápojů v příštích dvou letech používat vysoce čistý rebaudiosid A do receptur. Souhlas byl vydán na základě nejnovějších zjištění o bezpečnosti tohoto sladidla [2].

V prosinci 2008 Úřad pro potraviny a léky v USA oznámil, že nemá námitek k použití rebaudiosidu A (obchodní název Rebiana) do potravin a nápojů v USA. V roce 2005 vydala JECFA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - Společnost odborníků FAO/WHO pro potravinářské přídatné látky) zprávu, v níž uváděla, že steviosid a rebaudiosid neprokázaly genotoxicitu *in vitro* nebo *in vivo* (JECFA, 2005). Zpráva rovněž došla k závěru, že steviol (nebo některé z jeho metabolitů) vykazuje známky genotoxické

aktivity *in vitro*, ale neprodukuje žádnou významnou genotoxicitu *in vivo* až do dávky vyšší než 2000 mg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti na den. Nebyly předloženy žádné důkazy, které by potvrzovaly, že steviol glykosidy vyvolávají poškození DNA. Několik klinických studií naznačuje, že steviosid může nabídnout léčebný přínos pro osoby s hypertenzí a *diabetem mellitem* 2. typu [56]. Byly navrženy UHPLC-MS metody (Ultra High Performance Liquid Chromatography - Mass Spectrometry - Ultra rychlá kapalinová chromatografie s hmotnostní detekcí), které mohou být používány pro rutinní kontrolu kvality listů stévie a jejich obchodní přípravky [57].

3.1.4 Použití sladidel na bázi steviosidu

Používají se ke slazení nealkoholických nápojů a také do žvýkaček. Bylo zjištěno, že používání sladidla na bázi steviosidu je možné při výrobě dietních potravin s nízkou energetickou hodnotou, ale také do limonád, cukrovinek a v konzervářenském průmyslu. Suché listy se používají jako sladidlo do některých čajových směsí [12].

V Bulharsku lze získat preparát Marumilon 50 s 50krát vyšší sladivostí než sacharóza. V Paraguayi a v Brazílii se steviosid používá k přislazování jogurtů. V dalších státech je zatím ve stádiu schvalování. I přesto, že se na našem trhu objevilo jak sladidlo z rozemletých listů, tak i nealkoholický nápoj a čaj s tímto sladidlem, okolo využití zatím panují značné rozpaky plynoucí z malé informovanosti o tomto sladidle [50]. Francouzský trh pro sladidla se v současné době odhaduje na 56 milionů EUR. Souhlas s použitím rebaudiosidu A je vyvrcholením dlouhého procesu posuzování [58].

3.2 Lékořice lysá, sladké dřevo - *Glycyrrhiza glabra* L.

Lékořice je vytrvalá bylina, která dorůstá do výšky až 1,8 m. Má bohatý rozsáhlý kořenový systém s výběžky. Kořeny jsou vrásčité, hnědé a na průřezu žluté [59]. Lékořice pochází ze Středomoří, nejvíce se pěstuje ve Španělsku, Itálii, Řecku a Německu. U nás se jí daří na jižní Moravě [60,61].

Účinnou drogou jsou kořeny s výběžky a oddenek. Důležitou složkou drogy jsou zejména saponiny (**glycyrrhizin**) a flavonové glykosidy. Používá se jako součást přípravků k léčení zánětů horních cest dýchacích a kašle, vředů, dvanácterníku, jako stomachikum (lék podporující chuť k jídlu), mírné diuretikum (lék podporující vylučování) a laxativum (lék podporující pohyby střev a jejich vylučování). Zmírňuje překyselení žaludku, rychle odstraňuje pocit plnosti a zklidňuje jeho podráždění. Lékořice vytváří na sliznici žaludku ochran-

nou vrstvu, čímž zabraňuje kyselinám, aby sliznici naleptaly, a umožňuje tak rychlé zhojení vředů. Lékořice není vhodná pro lidi s vysokým krevním tlakem [62,63]. V potravinářství se používá k ochucení piva, cukrářských výrobků a tabáku. Sklizené kořeny se zpracovávají také na výrobu lékořiny, která se získává z čerstvého nadrceného sladkého dřeva. Výtažek se vaří až do zhoustnutí; tím vznikne hnědočerná hmota, která se následně tvaruje do válečků nebo tyčinek - výrobek je známý pod názvem „pendrek“. Usušený kořen se dá žvýkat („náhražka“ zubní pasty) a nebo používat ke slazení čajů [60].

3.2.1 Látky obsažené v rostlině

Kyselina glycyrrhizová je hlavní bioaktivní složkou lékořice [64]. Kořeny lékořice obsahují draselné a vápenaté soli triterpenové kyseliny glycyrrhizinu (2,5 - 15 %), poskytující hydrolyzou kyselinu β -glycyrrhetinovou a dvě molekuly kyseliny glukuronové. Dále je přítomna kyselina glabrinová (18- α -hydroxyglycyrrhetinová kyselina) a liquiritigenin (flavonový glykosid), isoliquiritin a formononetin, steriny, cukry a škroby. Kořeny chutnají hořkosladce [50,54,60].

Glycyrrhizin je asi 50 - 100krát sladší než sacharóza. Oddenek narozdíl od kořenů obsahuje až 23 % glycyrrhizinu. Je to bezbarvá krystalická látka, prakticky nerozpustná ve studené vodě, ale dobře rozpustná v horké vodě a etanolu. Protiproudovou extrakcí kořenů sladkého dřeva se získají kapalné extrakty. Amonná sůl glycyrrhizinové kyseliny je komerčně nejvýhodnější. Glycyrrhizin nemá výraznou sladkou chuť, ale zvláštní příchuť a mdlý zápach, proto je jeho použití omezené na ty produkty, kde se tato chuť může tolerovat. Jde o látku strukturně podobnou kortikosteroidům, na potravinářské účely je ve většině států zakázaná. V přítomnosti sacharózy se projevuje synergismus (zesílení účinku kombinací obou stejně působících látek) [13]. Glycyrrhizin nemá na rozdíl od jiných saponinů hemolytické vlastnosti. Právě díky němu lékořice usnadňuje vykašlávání, tlumí kašel a zklidňuje sliznici. Lékořice stimuluje produkci interferonu, který je účinný při léčbě hepatitidy a omezuje růst tumorů (lokalizované zatvrdnutí tkáně) [65].

3.3 Lékořice uralská - *Glycyrrhiza uralensis*

Je to vytrvalá, až 1,8 m vysoká bylina s dřevnatým kořenem a četnými oddenky. Roste v Kazachstánu, severní Číně, Mongolsku a Íránu. Patří mezi významné rostliny tradiční čínské medicíny. Je známo, že Lékořice uralská v našich klimatických podmínkách dobře roste i přezimuje [50]. Užívá se při nachlazení, zánětu krku a průdušek, při diabetu (cuk-

rovka), hepatitidě (zánět jater), cirhóze (tvrdnutí jater), snižuje hladinu cholesterolu a glukózy v krvi [54]. Kořen obsahující **glycyrrhizin** podporuje tvorbu hormonů, jako je hydrokortizon [66].

3.4 Katamfe - *Thaumatococcus danielli* Benth.



obrázek 2 Plod Katamfe [67]

Tento druh je hojně rozšířen v západní Africe (od Sierry Leone po Kongo), a také v pásmu od Súdánu, přes Ugandu, Zair až do Kamerunu. Jde o vytrvalou bylinu z čeledi marantovitých (*Marantaceae*) s podzemním článkovitým oddenkem. Lodyhy jsou 1 - 2,5 m vysoké, s oválnými listy. Plodem je trojpouzdrá křídlatá tobolka matně červené barvy. Černá semena jsou obalena světle žlutým míškem rosolovitého charakteru. Je zjištěno, že zdrojem sladidla je právě tento míšek, který při nabobtnání dokáže zvětšit svůj objem až 10krát a slouží také jako náhražka agaru. Míšek ze semen byl používán již v dávné minulosti. Domorodci používali k přislazování chleba, ovoce i palmového vína. Z listů si tvořili střešní krytiny, nebo z nich tkali rohože. Listy jim také sloužily k balení potravin [13,50].

Již v roce 1972 bylo zjištěno, že téměř 3 000krát vyšší sladivost než sacharóza je způsobena dvěma druhy proteinů - **taumatín I a II** [12,14].

3.4.1 Struktura taumatínu

Van der Wel a Loeve izolovali sladce chutnající bílkoviny, které nazvali taumatín I a II. Celkový výtěžek byl 0,9 g sladké bílkoviny na kg ovoce se sladivostí 1600krát vyšší než sacharóza (množství 0,9 g taumatínu odpovídá 1,5 kg sacharózy). Zjistilo se, že výtěžek se může zvýšit v přítomnosti nízké koncentrace soli, zejména hliníku, kterého přítomnost zlepšuje barvu, stálost, filtrovatelnost, čistotu a sladivost extraktu. Výtěžek z 1 kg čerstvého ovoce se tak zvýšil na 6 g bílkoviny. Ukázalo se, že taumatiny se navzájem velmi podo-

bají molekulovou hmotností, zastoupením jednotlivých aminokyselin (obsahují jich v řetězci 207), zásaditostí a sladivostí, mají tu samou terminální aminokyselinu (alanin) [13]. Vedle dvou hlavních forem taumatinu (Taumatin I a II) existují i tři menší formy (Taumatin a, b a c). Směs taumatinů je podle okolností 3 000 - 15 000krát sladší než sacharóza. Obvykle se získává ze zmražených plodů, v nichž může tvořit až více než polovinu obsahu všech proteinů. Taumatiny jsou dobře rozpustné ve vodě i ve směsích vody s alkoholem, snesou pasterizaci i krátkodobý var. Bylo zjištěno, že zásaditost má vliv na sladkou chuť taumatinů [13].

Taumatin má status GRAS (Generally Recognized As Safe - Všeobecně uznávaný jako bezpečný) také v USA, kde je používán jako přípravek zlepšující chuť, a je schválen jako sladidlo v jiných zemích, včetně Austrálie, Švýcarska a Spojeného království Velké Británie a Severního Irska [33]. Směs taumatinů je schváleným potravinářským sladidlem v Evropě pod označením E 957. „V USA je řazen mezi substance, jejichž využití v potravinách je považováno za bezpečné, a vedle přírodního taumatinu je na seznamu FDA a v kategorii GRAS uveden i rekombinantní taumatin II, “jak uvádí Lapčík et al. [68].

3.5 *Synsepalum dulcificum* (Schum.) Daniell



obrázek 3 Plody keře *Synsepalum dulcificum* (Schum.) Daniell [69]

Jde o stálezelený keř nebo malý strom 2 - 5 m vysoký z čeledi zapotovitých. Plod je jasně červená elipsoidní peckovice asi 20 mm dlouhá. Roste v tropické západní Africe od Ghany po Kongo. Pěstuje se v Ghaně, nyní i v Portoriku a jižní Floridě.

Izolovat aktivní složku - **mirakulin** - a stanovit její strukturu, bylo poměrně těžké. Vyskytuje se v ovoci ve velmi nízké koncentraci, je citlivý na změny pH prostředí. Sladkokyselý míšek je schopen po dobu cca 30 - 60 minut ovlivnit chuťové receptory tak, že každá kyse-

lá potrava má po požití sladkou chuť. Využívá se toho v západní Africe k „oslazení“ kyselého ovoce, piva, palmového vína nebo ke zlepšení chuti některých potravin. Samotný míšek nemá po požití sladkou chuť. Mirakulin se aktivuje i kyselým prostředím v ústech.

Kolem uvádění mirakulinu na trh panují nejasnosti. V USA nebyl mirakulin jako sladidlo pro použití v potravinách a léčivech za nejasných okolností schválen. V roce 1974, v předvečer uvedení mirakulinu na trh jako aditivní látky, FDA zveřejnila, že schválení mirakulinu vyžaduje delší dobu jeho testování. V Japonsku je schválen jako neškodná doplňková látka [12,13,70].

3.6 *Dioscoreophyllum cumminisi* (Stapf.) Diels

Jde o vytrvalou dvoudomou bylinu z čeledi chebulovitých. Plodem je červená peckovice asi 13 mm dlouhá s kožovitým oplodím a bílým slizovitým míškem. Pochází z oblasti od Guineje až po Kamerun, objevuje se i v Gabunu, Zairu, Súdánu a Mozambiku.

Za sladkou chuť míšku je zodpovědný polypeptid **monellin**, který je 1 500 - 3 000krát sladší než sacharóza. Současné extrakční techniky produkují 3 - 5 g čisté bílkoviny na 1 kg ovoce se sladivostí 1 500 - 2 000krát vyšší než sacharóza [12,13].

Monellin se rozpouští ve vodě, je velmi labilní při vysokých teplotách, je nestálý a citlivý vůči kyselým roztokům (při hodnotách pH pod 5,0 postupně degraduje) [14,68]. Morris a Cagan se pokoušeli izolovat sladce chutnající polypeptidový fragment proteolýzou, ale štěpení *trypsinem* a *chymotrypsinem* způsobuje ztrátu sladkosti. Podobně i oddělení jednotlivých subjednotek A a B způsobuje ztrátu sladké chuti a ani jedna z nich ji samostatně nevyvolává. Konformační studie ukázaly, že terciární struktura je důležitá pro efekt sladké chuti [13].

3.6.1 Fyziologická reakce na monellin

Ukázalo se, že lidská reakce na monellin je rozličná, ještě větší rozdíl se zjistil v reakci jednotlivých druhů savců. I přes to, že některé druhy reagují na sladkou chuť sacharózy, monellin u nich pocit sladkosti nevyvolává. Z toho je možné usoudit, že sladké bílkoviny vyvolávají sladkou chuť v samotných receptorových buňkách, které někteří ze savců nemají. Monellin není toxický, ale pro jeho tepelnou nestálost a obtížnost pěstování rostliny není pravděpodobné jeho komerční využití [13].

3.7 Kapara - *Capparis masaikai*

Na jihu Číny patří tato rostlina mezi tradiční sladidla. V jejích semenech byly identifikovány čtyři homologní sladké proteiny označované jako **mabinlin I, II, III a IV**. Mabinlin I je krystalická látka, po hodinovém zahřátí na 80 °C ztrácí chuť. Mabinlin II je termostabilní, krystalický, beze změny vydrží i 48 hodinový var, relativně termostabilní jsou i zbylé dva proteiny mabinlin III a IV. Mabinlin II je tvořený dvěma podjednotkami o 33 a 72 aminokyselinách propojených dvojicí disulfidových můstků, další dva disulfidové můstky stabilizují delší řetězec B. Jeho sladivost je až 1 000krát vyšší než sladivost sacharózy. Díky jeho vysoké tepelné stabilitě a sladivosti by bylo možné používat ho jako sladidlo, ale průmyslové pokusy jeho výroby skončily neúspěchem - syntetický protein měl svíravou chuť [68,71].

3.8 Osladič obecný - *Polypodium vulgare*



obrázek 4 Osladič obecný [72]

Použití oddenku Osladiče obecného rostoucího v lesích Evropy, Asie a Ameriky je známé už dávno. Jeho sladká chuť zajímala chemiky i farmaceuty. Extrakcí suchých oddenků se izoloval ve velmi nízkých koncentracích (0,03 %) *bis*-glykosid nového typu steroidního saponinu, pojmenovaného jako **osladin**. Je 3 000krát sladší než sacharóza, ale pro jeho velmi nízkou koncentraci v oddencích rostliny je jeho praktické využití jako sladidla omezené [13].

3.9 Lo Han - *Momordica grosvenori*



obrázek 5 Plody Lo Han [73]

Lo Han je sušené ovoce produkované v jižní Číně. Má dýňovitý tvar, je 6 - 11 cm dlouhé, 3 - 4 cm široké, tmavohnědé barvy s velmi tenkou slupkou. Sladící látka se získává extrakcí dřeně nebo slupek ovoce vodou, resp. 50% etanolem, přičemž slupky se extrahují lépe. Sladká látka získaná z Lo Han má podobnou příchuť jako steviosid nebo glycyrrhizin. Sladidlo je stálé i po pětihodinovém zahřívání v horké vodě. Studium struktury účinné látky čínského ovoce se zjistilo, že je to **triterpenový glykosid** s pěti až šesti glykopyranózovými jednotkami. Čistá sladká látka má příjemnější chuť než surový materiál, nejčistší sladidlo je asi 400krát sladší než sacharóza [13].

Sušené ovoce se využívá při domácím léčení chřipky, nemocí hrtanu a při trávicích těžkostech. Další jeho použití v potravinářském průmyslu se v literatuře neuvádí, pravděpodobně kvůli jeho komplikované izolaci [13].

3.10 Hortenzie velkolistá - *Hydrangea macrophylla*



obrázek 6 Hortenzie velkolistá [74]

Fylodulcin je sladidlo, které bylo poprvé izolováno z listů rostliny *Hydrangea macrophylla*. Izolaci a stanovení jeho struktury se věnovali japoňští autoři Asahino a Asano. Čaj extrahovali etanolem za přidání malého množství kyseliny octové [13]. Po odpaření rozpouštědla se získal surový fylodulcin, který se rekrystalizoval z etanolu. Fylodulcin je 200 až

300krát sladší než sacharóza. Ve vodě se špatně rozpouští a má hořkou chuť, z tohoto důvodu se jako sladidlo nepoužívá.

3.11 Perila - *Perilla nankinensis*

Perillartin (perilaldehyd) patří do skupiny chemicky obměněných přírodních sladidel. Je součástí éterického oleje izolovaného z rostliny *Perilla nankinensis* a je 12krát sladší než sacharóza. Perillartin je až 2 000krát sladší než sacharóza. I přes svou velkou sladivost se kvůli své toxicitě neprosadil. V USA, Francii a ve Velké Británii je jeho používání zakázáno. Používá se jen v Japonsku (na zpříjemnění chuti tabáku) [13].

4 OSTATNÍ PŘÍRODNÍ ROSTLINNÁ SLADIDLA

V průběhu **fotosyntézy** vznikají v rostlinách i cukry. Jejich podíl je ale u většiny rostlin dost malý a pro člověka tak ztrácí na významu. Jeden m² listové plochy při plném slunečním záření vyprodukuje za hodinu u česneku 1,193 g cukru, u tulipánu 1,267 g, u tabáku 1,378 g, u slunečnice 1,823 g a u šťovíku dokonce 2,215 g cukru. Tyto hodnoty ovšem nestačí proto, aby se z těchto rostlin izoloval a průmyslově vyráběl cukr [47].

Tato kapitola uvádí přehled známých a méně známých rostlin ve světě. Některé z nich se běžně používají jako sladidla (javorový sirup). Jiné rostliny jsou významné svým vysokým obsahem sacharidů, ale průmyslová sladidla se z nich nevyrábí, ke slazení je v místě pěstování používají domorodci. Hlavní důvod je ten, že izolace látek se sladkou chutí z těchto rostlin by byla náročná, zdlouhavá a neekonomická.

4.1 Javor cukrodárný - *Acer saccharum*

Javorový cukr je dodnes průmyslově vyráběný z Javoru cukrodárného (*Acer saccharum*). Sladkou javorovou šťávu získávali obyvatelé celé rozsáhlé oblasti Kanady a USA (jižní Quebec, jihovýchodní Ontario, americké státy Vermont a New York), kde se nachází rozsáhlé javorové lesy. Na jaře Javor cukrový vytlačuje z kořenů sladkou mízu vzhůru k větvím jako výživu mladých pupenů. A právě v tuto dobu se kmeny nařezávají a z jednoho stromu se získá cca 25 l sladké šťávy, která obsahuje asi 3 % cukru. Rána po nařiznutí se uzavírá štěpařským voskem. Javorová šťáva se svařuje na sirup a z něho se pak rafinuje cukr [47]. Javorový cukr je nejvíce oblíben v USA, kde tvoří běžnou součást jejich jídelníčku. Je součástí některých místních specialit, lívanců, koláčů, pudinků a používá se také při výrobě javorového likéru. Ročně se ho vyrobí přes 10 mil.kg.

Naši předkové získávali sladkou šťávu i z Javoru mléče (*Acer platanoides*) i z babyky (*Acer campestre*). Javorový sirup se u nás vyráběl jako sladidlo po krátkou dobu za napoleónských válek na Dobříšsku, v jižních Čechách i na Moravě [47].

4.2 Kokosová palma - *Cocos nucifera*

Patří do čeledi *Arecaceae* a pochází z Tichomoří. Slouží především domorodcům, v mnoha zemích se ale pěstuje i na plantážích a exportuje se. Rozsáhlé plantáže se nachází na Filipínách, v Indii a Indonésii [75]. Kokosová palma má 5 - 25 m vysoký kmen, na vrcholu s hustým chocholem lichozpeřených tmavozelených, až 6 m dlouhých listů. Nařezáním květenství se získává míza, tzv. toddy - v množství až 50 litrů z jediné rostliny. Míza obsa-

huje 12 - 15 % sacharidů a lze z ní vyrábět palmový cukr (jaggery) nebo zkvašením „palmové víno“ s obsahem 3 - 5,8 % etanolu [44]. Výsledkem destilace tohoto vína je známá lihovina „arak“ [54].

Kokosová voda je cennou potravou, sušený endosperm obsahuje 60 - 70 % tuku a jeho strouháním se získává kokosová moučka. Kokosový tuk se používá na výrobu mýdla, margarínu a náhražek kakaového másla. Pro výkrm hospodářských zvířat jsou velmi cenné pokrutiny, které obsahují asi 1,9 % bílkovin, 6 - 10 % tuku, přes 40 % sacharidů, 12 % vlákniny a přes 5 % minerálních látek [54].

4.3 Datlovník obecný - *Phoenix dactylifera*



obrázek 7 Datlovník obecný [76]

Jde o dvoudomou palmu z čeledi *Arecaceae*. Pochází z Afriky a jižní až východní Asie. Kulturní druh *Phoenix dactylifera* (Datlovník obecný) pochází pravděpodobně z Mezopotámie a Íránu. Hlavní pěstitelská oblast je ohraničena řekou Indus na východě a atlantickým pobřežím Maroka na západě [54]. Mezi největší producenty datlí patří Irák, Egypt, Írán a Saúdská Arábie. Datlovník má 10 - 30 m vysoký a štíhlý kmen, na jehož vrcholu bývá chochol dlouhých zpeřených listů. Plodem je žlutá až hnědá oválná bobule s dužinou sladké chuti. Datle obsahují 50 - 75 % sacharidů, 2 - 3 % bílkovin, 1 - 2,5 % tuku a vit. A a B₁. Používají se k přípravě mnoha tepelně opracovaných jídel, ovocného chlebičku, vína atd. [54].

4.4 Lalang válcový - *Imperata cylindrica* (L.) Beauv

Lalang je vytrvalá tráva s 0,3 - 0,9 m vysokým stéblem. Listy jsou čárkovitě kopinaté. Plodem je obilka. Vyskytuje se na přímořských písčích, na březích řek, na vlhkých loukách v jižní Číně, Indii, Japonsku a v Africe. U nás s jeho pěstováním nejsou žádné zkušenosti. Kořen obsahuje sacharidy mannit, glukózu, fruktózu, kyseliny citronovou, jablečnou, šťavelovou a další látky [65].

4.5 Lablab purpurový - *Lablab purpureus* (L.) Sweet



obrázek 8 Lablab purpurový [77]

Jedná se o vytrvalou nebo jednoletou rostlinu s lodyhou dosahující délky až 4 m. Lusk dosahuje délky až 10 cm, je zploštělý a zakřivený. Rostlina má oválná a zploštělá semena. Lablab pochází pravděpodobně z Indie, v současnosti se nejvíce pěstuje v západní Africe. U nás lze tento druh pěstovat ve foliovníku nebo skleníku. Semena obsahují kromě bílkovin (22 - 37 %) a sacharidů (14 - 27 %) také určité množství tuku a jedovaté kyanogenní glykosidy, které ale degradují při tepelné úpravě [65].

4.6 Šrucha zelná - *Portulaca oleracea* L.



obrázek 9 Šrucha zelná [78]

Jde o jednoletou nebo dvouletou bylinu s výhony dlouhými 0,3 - 0,6 m, s malými listy a drobnými žlutými květy. Plodem je tobolka s velkým množstvím malých tmavošedých semen. Bylina roste ve většině evropských zemí, tedy i u nás, zejména v teplejších úrodných oblastech. Pochází z Indie. Daří se jí tam, kde má dostatek slunce a tepla. Nať obsahuje mj. 1,8 - 2,2 % bílkovin, 0,4 - 0,5 % tuku a 2,2 - 6,5 % sacharidů [65].

4.7 Jujuba čínská - *Ziziphus jujuba* Mill.

Subtropický opadavý strom Jujuba čínská dosahuje výšky 3 - 8 m, má často pokřivený kmen, uzlovité větve a řídkou korunu, střídavé a krátce řapíkaté listy. Kvetě žlutě; plodem

je 2 - 5 cm dlouhá hruškovitá peckovice. Roste na suchých svazích a podél cest, např. v Číně, Indii a Koreji. U nás se pěstuje výjimečně. Je možné dovážet plody, které se dobře transportují i skladují. V plodech se mj. vyskytuje triterpenoidní kyselina oleanolová, dále 2,6 - 3,4 % bílkovin, až 3,7 % tuku, 25 - 32 % sacharidů, provitamin A, vitamin B₂ a C a další látky.

Semena obsahují triterpenoidní saponin jujubosid A a B, flavoidní glykosidy aj. Zajímavostí je obsah triterpenoidního glykosidu zizipynu, který inhibuje vnímání sladké chuti. Plod se využívá i při únavě a nespavosti. Semeno působí příznivě při léčbě např. bušení srdce a hypertenze [65].

4.8 Lipie sladká - *Lippia dulcis* Trevir

Jedná se o vytrvalou, sporýšovitou rostlinu z čeledi *Verbenaceae*. Bylina pochází z Mexika a pěstuje se jako okrasná letnička nebo převislá rostlina v závěsných květináčích [49]. Lipie má velmi sladké listy, které po rozemnutí voní po kafru. Právě jeho přítomnost dodává listům zvláštní příchut'. Používá se např. do ovocných salátů. V zemi původu se tato rostlina používá výhradně jako léčivka proti nachlazení, kašli, astmatu a při zánětu průdušek. Existuje také vyšlechtěný kultivar *Lippia dulcis Colada*, který vůni kafru neobsahuje, ale svoji vysokou sladivost si zachoval.

Látka obsažená v listech, která poskytuje vjem sladké chuti, se jmenuje **hernandulcin**. Listy rostliny jsou 1 000x sladší než řepný cukr a přitom nemají žádné kalorie. Z tohoto důvodu by listy této rostliny mohly být ideálním sladidlem pro diabetiky [9,11].

4.9 Agáve americká - *Agave americana* L.

Z čeledi *Agavaceae*. Patří mezi původní rostliny ve Střední a Jižní Americe, pěstuje se v jižní Evropě, severní Africe a dalších subtropických a tropických oblastech. Jedná se o vytrvalou rostlinu se silnými kořeny. Listové růžice se skládají z masitých listů mečovitého tvaru zakončených ostrou špičkou a po okrajích posetých zdřevnatělými ostny. Květní stvol je až 7 m vysoký. V oblasti Středomoří zcela zdomácněla.

V pletivech agáve se hromadí šťáva, která obsahuje cukry. Pravděpodobně působením bakterií *Pseudomonas lindneri*, kvasinek a některých dalších hub tato šťáva fermentuje. Získává se z ní nápoj zvaný „pulque“, ze kterého se pak pálí tequila.

Rostliny rodu *Agave* obsahují saponiny, steroidní saponiny, glykosidy, cukry (až 8 %), vitamin C, polysacharidy a minerální látky. Šťáva s vysokým obsahem cukru, která se vytváří uvnitř rostliny, má opojné účinky. Agáve americká obsahuje saponin, silice, hekogenin (0,4 - 3 %) a kyselinu šťavelovou. Šťáva z agáve obsahuje kromě silice i *papain*. V nápoji pulque může být až 2 - 4 % etanolu [79].

4.10 Čechřice - *Myrrhis odorata*

Jedná se o silně aromatickou, vytrvalou bylinu z čeledi miříkovitých (*Apiaceae*). Rostlina vytváří silný, hnědý oddenek, z něhož vyrůstají listy, které po promnutí voní anýzem. Plody a listy se používají jako koření, kořen lze zpracovat jako netradiční zeleninu. Nezralé nažky (plody) mají anýzovou až slabě ořechovou chuť, přidávají se do ovocných salátů a zmrzlin. Zralá semena se používají do moučnicků a likérů. Sladké listy jsou vhodné do salátů, polévek a omelet. Listy svařené s kyselým ovocem snižují jeho kyselost a tím i spotřebu cukru. Jedná se o potenciální sladidlo pro diabetiky. Čechřice má posilující a tonizační účinky, používá se do léčebných mastí, působí příznivě na trávení a také má anti-septický účinek [49,80].

5 SHRNU TÍ LEGISLATIVY

V České republice je povoleno používat do nápojů a potravin jen některá sladidla. Vyhláška č. 4/2008 Sb. a její příloha č.5 stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin [81].

Tabulka 4 uvádí seznam a E kód některých vybraných sladidel povolených v ČR při výrobě potravin a skupin potravin.

tabulka 4 Seznam vybraných v ČR povolených sladidel a jejich E kódy [15]

Název sladidla	E kód
Acesulfam K	E 950
Aspartam	E 951
Cyklamáty	E 952
Laktitol	E 966
Maltitol	E 965
Mannitol	E 421
Neohesperidin DC	E 959
Sacharin	E 954
Sorbitol	E 420
Sukralóza	E 955
Taumatín	E 957
Xylitol	E 967

„Vyhláška ze dne 6. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony Ministerstva zemědělství stanoví podle § 18 písm. a), d), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění zákona č. 119/2000 Sb., zákona č. 306/2000 Sb. a zákona č. 146/2002 Sb., (dále jen "zákon") a v souladu s právem Evropských společenství, pro přírodní sladidla,

med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony:

Oddíl 1

Přírodní sladidla § 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí

- a) přírodními sladidly - ve vodě rozpustné sladce chutnající látky na bázi přírodních sacharidů, stanovené touto vyhláškou,
- b) cukrem - vyčištěná krystalizovaná sacharóza upravená zejména do krystalů, moučky, kostek, homolí, popř. doplněná přídatnými látkami, látkami určenými k aromatizaci nebo kořením,
- c) tekutým cukrem - vodný roztok sacharózy,
- d) tekutými výrobky z cukru - výrobky na bázi vodných roztoků sacharózy splňující požadavky uvedené v příloze č. 2 bodě 2,
- e) tekutým invertním cukrem - vodný roztok sacharózy částečně invertovaný hydrolyzou, v němž nepřevažuje podíl invertního cukru a splňující požadavky stanovené v příloze č. 2 bodě 2,
- f) sirupem z invertního cukru - vodný roztok sacharózy (s možnou krystalizací), která byla částečně invertována hydrolyzou, přičemž obsah invertovaného cukru musí být vyšší než 50 % hmotnostních sušiny a splňující požadavky stanovené v příloze č. 2 bodě 2,
- g) glukózovým sirupem - vyčištěný koncentrovaný vodný roztok cukrů vhodných k výživě člověka, získaných ze škrobu nebo inulinu, nebo jejich kombinací a splňující požadavky stanovené v příloze č. 2 bodě 5,
- h) sušeným glukózovým sirupem - částečně vysušený glukózový sirup s nejméně 93 % hmotnostních sušiny a splňující požadavky stanovené v příloze č. 2 bodě 6,
- i) dextrózou (dextróza monohydrát nebo dextróza bezvodá) - vyčištěná krystalizovaná D-glukóza s jednou molekulou krystalové vody (monohydrát) nebo bezvodá a splňující požadavky stanovené v příloze č. 2 bodě 3,
- j) fruktózou - vyčištěná krystalizovaná D-fruktóza, splňující požadavky stanovené v příloze č. 2 bodě 4 “ [82].

„Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropských společenství povinnosti provozovatele potravinářského podniku a podnikatele, který vyrábí nebo uvádí do oběhu tabákové výrobky, a upravuje státní dozor nad dodržováním povinností vyplývajících z tohoto zákona a z přímo použitelných předpisů Evropských společenství.

Účelem tohoto zákona je též stanovit povinnost podnikatele ohlásit zásoby potravin nebo zemědělských výrobků stanovené v přímo použitelných předpisech Evropských společenství (dále jen "zásoby") a upravit státní dozor nad dodržováním této povinnosti. Tento zákon se nevztahuje na pokrmy a pitnou vodu. Podmínky výroby a zásobování pitnou vodou a podmínky výroby pokrmů a jejich uvádění do oběhu stanoví zvláštní právní předpis,“ jak uvádí zdroj [83].

ZÁVĚR

Cílem předkládané bakalářské práce bylo upozornit na netradiční a méně známá přírodní sladidla (steviosid, glycyrrhizin, taumatin...) a vedle těchto poukázat i na sladidla uměle vyrobená. Práce měla navrhnout možné alternativní rostlinné zdroje pro diabetiky a pro nemocné trpící nadváhou a obezitou.

Na základě této práce bylo zjištěno, že z náhradních cukrů, které obsahují stejné množství energie jako sacharóza, jsou pro diabetiky nejvhodnější sorbit a fruktóza; nacházejí se v některých sušenkách a čokoládách pro diabetiky. Při jejich konzumaci je ale důležité mít na paměti, že tyto cukry zvyšují glykemický index.

Mezi bezpečná nekalorická sladidla, která nezvyšují glykemický index a jsou vhodná pro diabetiky a pro osoby s nadváhou a obezitou, patří např. neohesperidin DC, acesulfam K, aspartam, neotam, alitam.

Sladivost neohesperidinu DC je 1 500krát vyšší než sladivost sacharózy, nemá kariogenní účinky na zubní sklovinu, působí synergicky s jinými nekalorickými sladidly. Používá se pro slazení nápojů, mléčných výrobků, dezertů a cukrovinek.

Sladidlo neotam, které rovněž neobsahuje kalorie, je schváleno v USA a v rámci EU. V Mexiku, Austrálii, na Novém Zélandě a v Číně se do dezertů, mléčných, pekárenských a cukrářských výrobků používá sladidlo alitam. Cyklamáty, narozdíl od alitamu, patří mezi sladidla, která se u nás mohou používat. Ale vzhledem k jejich možnému negativnímu působení na lidský organizmus nelze zatím jejich konzumaci doporučit.

Pro diabetiky se jeví jako vhodné sladidlo acesulfam K a aspartam, který je jedním z nejrozšířenějších sladidel používaných při výrobě dietních nápojů. Ovšem pozor, aspartam je zdrojem fenylalaninu, je proto nevhodný pro fenylketonuriky.

Sacharin se už velmi nepoužívá pro svou nepříjemnou pachut', kterou zanechává v ústech. Navíc není vhodný pro děti do 3 let, těhotné a kojící ženy.

U sladidla dulcin byla zjištěna karcinogenita - v USA a v EU je jeho používání zakázáno.

Sukralóza patří mezi poměrně drahá sladidla a kvůli nízké sladivosti (téměř shodné, jakou má sacharóza) se nepředpokládá její masové rozšíření. Při konzumaci umělých sladidel platí pravidlo, že při dodržování doporučených denních přijatelných dávek by neměla hrozit žádná zdravotní rizika.

Z přírodních rostlinných sladidel lze doporučit např. taumatin. Ten získal statut GRAS např. zemích USA. Také v Evropě je směs taumatinů schváleným potravinářským sladidlem. Bylina katamfe, z níž se taumatin izoloval, se pěstuje např. v západní Africe. Míšek této rostliny slouží jako náhražka agaru. Sladce chutnající látku taumatin, která je obsažená v míšku, používají domorodci ke přislazování chleba, kyselého ovoce a palmového vína.

V Ghaně, Portoriku a jižní Floridě se hojně pěstuje keř s jasně červenými plody - *Synsepalum dulcificum* (Schum.) Daniell. Sladký míšek tohoto výjimečného a zajímavého keře dokáže po dobu 30 - 60 minut ovlivnit chuťové receptory tak, že každá kyselá potrava má po požití sladkou chuť. Účinná látka se v tomto případě nazývá mirakulin. V USA panují okolo jeho schvalování nejasnosti, v Japonsku se mirakulin používá jako doplňková látka.

V Japonsku se přes 30 let používá ke slazení Stévie sladká. Z jejích listů se izoloval rebaudiosid A, který má příjemnou chuť, ale v listech se nachází jen v množství 1 – 2 %. Stévie sladká se pěstuje např. v Číně, Korejské republice, Thajsku, Kalifornii a Rusku. V ČR se začala pěstovat teprve před několika lety, ale zájem o ni ze strany diabetiků narůstá. Sladidla na bázi steviosidu u nás zatím oficiálně povolena nejsou. Pro osobní užívání lze sušené lístky stévie použít ke slazení čaje, čerstvé lístky např. do zeleninových a ovocných salátů. Ke slazení čaje je vhodný i usušený kořen Lékořice lysé, která se snadno pěstuje na jižní Moravě. Navíc pomáhá snižovat hladinu cholesterolu a glukózy v krvi.

Monellin, látka izolovaná z byliny *Dioscoreophyllum cumminisii* (Stapf.) Diels, je nestálý a citlivý vůči kyselým roztokům. Z tohoto důvodu se neuvažuje o jeho komerčním využití.

Na jihu Číny se používají jako tradiční sladidlo semena rostliny *Capparis masaikai*. Obsahují proteiny mabinlin I, II, III a IV. Mabinlin II je sice termostabilní a jeho sladivost je 100krát vyšší než sladivost sacharózy, ale všechny průmyslové pokusy o jeho výrobu skončily neúspěchem. Syntetický protein měl svíravou chuť.

V lesích Evropy, Asie a Ameriky se lze setkat s rostlinou *Polypodium vulgare*. V oddencích rostliny se nachází látka osladin, ale pouze ve velmi nízké koncentraci. Z tohoto důvodu je jeho využití jako sladidla omezené.

U perillartinu izolovaného z rostliny *Perilla nankinensis*, který je až 2 000krát sladší než sacharóza, byla zjištěna vysoká toxicita. Své uplatnění má v Japonsku, kde se však používá pouze ke zpříjemnění chuti tabáku.

V Tichomoří se pěstuje a domorodci využívá sladká míza z kokosové palmy. Vysoké množství sacharidů je obsaženo také v datlích, v semenech Lablabu purpurového, v plodech Jujuby čínské a v pletivech rostliny Agáve americká.

Jako potenciální sladidlo pro diabetiky u nás lze vedle stévie označit také Šruchu zelnou, Lipii sladkou a čechřici. Lipie sladká obsahuje látku poskytující vjem sladké chuti - her-nandulcin. Lístky této rostliny lze používat např. do ovocných a zeleninových salátů.

Pro osoby s nadváhou a obezitou lze doporučit, vedle pravidelné fyzické aktivity, zaměřit se na potraviny s nízkým glykemickým indexem, snížit příjem tuků a sacharózy, nahradit alespoň část přijímaných cukrů vhodnými nekalorickými sladidly a vyzkoušet osladit si čaj místo několika kostkami cukru malým množstvím sušených lístků stévie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JANDA, M. Dolce vita aneb kde se bere cukr. *21. století: Revue objevů, vědy, techniky a lidí.*, 5, s. 91. ISSN 1214-1097.
- [2] Dostupné na:
<http://www.enviport.cz/holasovav/sladidlo-rebaudiosid-a-schv-145065.aspx>
[on-line, 1.4.2010]
- [3] PACÁK, J. *Jak porozumět organické chemii*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2007. 306 s. ISBN 978-80-246-1354-3.
- [4] OPAVA, Z. *Chemie kolem nás*. 1. vyd. Praha: Albatros, 1986.
- [5] PACÁK, J. *Reakce organických sloučenin*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. 178 s. ISBN 80-246-1240-2.
- [6] Dostupné na: http://cs.wikipedia.org/wiki/Chu%C5%A5ov%C3%BD_poh%C3%A1rek
[on-line, 1.4.2010]
- [7] Dostupné na:
<http://books.google.cz/books?id=f01F-aTR7esC&pg=PA435&dq=alitam&cd=1#v=onepage&q=alitam&f=false> [on-line, 7.5.2010]
- [8] DOLEŽAL, M. Sladidla používaná ve farmacii a potravinářství. *Praktické lékárenství*. 2009, 5, s. 29-31.
Dostupný také z WWW: <<http://www.solen.cz/pdfs/lek/2009/01/07.pdf>>.
- [9] Dostupné na:
http://www.jakbydlet.cz/clanek/552_lippia-dulcis-colada-a-jeji-pestovani.aspx
[on-line, 7.5.2010]
- [10] Dostupné na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hernandulcin> [on-line, 7.5.2010]
- [11] Dostupné na:
<http://books.google.cz/books?id=aeMH0F5Z4q4C&pg=PA217&dq=hernandulcin&cd=3#v=onepage&q=hernandulcin&f=false> [on-line, 7.5.2010]
- [12] Burešová, M., Valíček, P. Rostlinná necukerná sladidla. *Živa*. 1995, 3, s. 114 - 115.
- [13] KRUTOŠÍKOVÁ, A., UHER, M. *Prírodné a syntetické látky sladkej chuti*. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1985. 160 s. ISBN 71-010-85.

- [14] KRUTOŠÍKOVÁ, A., UHER, M. *Natural and Synthetic sweet Substances*. 1. vyd. Ellis Horwood, 1992. 223 s. ISBN 80-224-0244-3.
- [15] KLESCHT, V. et al. *Éčka v potravinách*. Brno: Computer Press, 2006. 108 s. ISBN 80-251-1292-6.
- [16] Dostupné na: <http://de.wikipedia.org/wiki/Neotam> [on-line, 7.5.2010]
- [17] NABORS, Lyn O'Brien. *Alternative sweeteners* [online]. New York: Marcel Dekker AG, 2001 [cit. 2010-05-14]. Neotame. Dostupné z WWW: <<http://books.google.cz/books?id=aeMH0F5Z4q4C&pg=PA217&dq=hernandulcin&cd=3#v=onepage&q=neotame&f=false>>.
- [18] NOVÁČEK, F. *Fytochemické základy botaniky*. 2. doplněné vyd. Olomouc: Fontána, 2008. 284 s. ISBN 978-80-7336-457-1.
- [19] HARALD, G. et al. *Grosses Buch der Chemie*. 1. vyd. Praha: Euromedia Group, 2007. Compact Verlag GmbH, Mnichov, 2004. 542 s. ISBN 978-80-242-2012-3.
- [20] KOPANICA, M., STARÁ, V. *Kinetické metody v chemické analýze*. Praha: SNTL, 1978. 248 s.
- [21] MORAVCOVÁ, J. Sacharóza jako průmyslová surovina. *Chemické listy*. 2001, 95, s. 202 - 209.
- [22] CRAM, D.J., HAMMOND, G.S. *Organická chemie*. 1. vyd. Praha: Academia, 1969. 892 s.
- [23] Dostupné na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Carbohydrate> [on-line, 1.4.2010]
- [24] Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pektin> [on-line, 1.4.2010]
- [25] HOZA, I., VELICHOVÁ, H. *Fyziologie výživy*. část I. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, 2005.
- [26] KUSHI, M. *Cukr a sůl, dva bílé jedy*. Olomouc: Votobia, 1997. 202 s. ISBN 80-7198-202-4.
- [27] LEBL, J., PRŮHOVÁ, Š., et al. *Abeceda diabetu. Příručka pro děti, mladé dospělé a jejich rodiče*. 2. přepracované a rozšířené vyd. Praha: Maxdorf, 2004. 184 s. ISBN 80-7345-022-4.
- [28] MÜLLER, S.D. *Nový rádce pro diabetiky*. 1. vyd. Olomouc: Fontána, 2006. 95 s. ISBN 80-7336-265-1.

- [29] BRAND-MILLER, J. et al. *Glukózová revoluce*. 1. vyd. Praha: Triton, 2004. 223 s. ISBN 80-7254-535-3.
- [30] KOUKAL, M. Medicína budoucnosti pomáhá i diabetikům. *21. století: Revue objevů, vědy, techniky a lidí*. 19. 3. 2010, 4, s. 105. ISSN 1214-1097.
- [31] Dostupné na: http://cs.wikipedia.org/wiki/Body_mass_index [on-line, 1.4.2010]
- [32] SVAČINA, Š., BRETŠNAJDROVÁ, A. *Obezita a diabetes*. Praha: Maxdorf, 2000. 307 s. ISBN 80-85800-43-8.
- [33] KINGHORN, A. Douglas, et al. Noncariogenic Intense Natural Sweeteners. *Inc. Med Res Rev* [online]. 1998, 5, [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/80049/PDFSTART>>.
- [34] PELIKÁNOVÁ, T., BARTOŠ, V. *Diabetes mellitus. Minimum pro praxi*. 1. vyd., Praha: Triton, 1999. ISBN 80-7254-020-3.
- [35] Dostupné na:
<http://zdrava-vyziva.abecedazdravi.cz/umela-sladidla-neskodi-ale-ani-neprospivaji> [on-line, 1.4.2010]
- [36] Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mannitol> [on-line, 1.4.2010]
- [37] Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Xylitol> [on-line, 1.4.2010]
- [38] BANDYOPADHYAY, A., GHOSHAL, S., MUKHERJEE, A. Genotoxicity Testing of Low-Calorie Sweeteners: Aspartame, Acesulfame-K, and Saccharin. *Drug and Chemical Toxicology* [online]. 2008, 31 [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&hid=112&sid=ef88e195-397e-47ae-8bf0-a72a6e20cdf5%40sessionmgr114>>.
- [39] MUSTO, Ch.J., LIM, S.H., SUSLICK, K.S. Colorimetric Detection and Identification of Natural and Artificial Sweeteners. *Anal. Chem.* [online]. 2009, 81, 15, [cit. 2010-05-14].
Dostupný z WWW:
<<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ac901019g?cookieSet=1>>.
- [40] Dostupné na:
<http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E952> [on-line, 1.4.2010]
- [41] Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fenyلكetonurie> [on-line, 1.4.2010]
- [42] Dostupné na: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92109> [on-line, 5.4.2010]

- [43] GROTZ , V.L., MUNRO, I.C. An overview of the safety of sucralose. *Toxicology and Pharmacology* [online]. 2005, 55, [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6WPT-4WBK7GS-1-1&_cdi=6999&_user=658430&_pii=S0273230009000786&_orig=search&_coverDate=10%2F31%2F2009&_sk=999449998&view=c&wchp=dGLbVzb-zSkzS&md5=0122f0b48b3dbe14d1148383459c2efe&ie=/sdarticle.pdf>.
- [44] Dostupné na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Dulcin> [on-line, 11.4.2010]
- [45] Dostupné na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Glucin> [on-line, 11.4.2010]
- [46] Dostupné na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Suosan> [on-line, 11.4.2010]
- [47] MICHALEC, Z. *Člověk a rostliny*. 1. vyd. Praha: Práce, 1977. 272 s.
- [48] Dostupné na: <http://steviaventures.com.vn/images/video/1.jpg> [on-line, 1.4.2010]
- [49] LORENCOVÁ, K. *Koření známé i neznámé*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 156 s. ISBN 978-80-247-1934.
- [50] VALÍČEK, P., KOKOŠKA, L., HOLUBOVÁ, K. *Léčivé rostliny třetího tisíciletí*. 1. vyd. Benešov: Start, 2001. 175 s. ISBN 80-86231-14-3.
- [51] Dostupné na:
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=152&ch=13&typ=1&val=74890>
[on-line, 1.5.2010]
- [52] WONG, Kar-Lok , et al. Antiproliferative Effect of Isosteviol on Angiotensin-II-Treated Rat Aortic Smooth Muscle Cells. *International Journal of Experimental and Clinical Pharmacology* [online]. 2006, 76, 4, [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW:
<http://content.ebscohost.com/pdf17_20/pdf/2006/NKC/01Apr06/20439132.pdf?T=P&P=AN&K=20439132&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMNLe80Sep7E4y9f3OLCmr0ieprZSs6y4S7KWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGpt0u0rbNNuePfgeyx44Dt6fIA>.
- [53] CHAO, T.J et al. Synthesis and Bioactivity of Isosteviol Derivatives: A Facile Method for Preparation of Ent-16 α -hydroxy-15 β - hydroxymethylbeyeran-19-oic Acid. *Chinese Chemical Letters* [online]. 2005, 16, 11, [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW:
<<http://www.imm.ac.cn/journal/ccl/1611/161107-1441-b050084-p4.pdf>>.

- [54] VALÍČEK, P. et al. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. 2. upravené a doplněné vyd. Praha: Academia, 2002. 486 s. ISBN 80-200-0939-6.
- [55] Dostupné na: <http://www.osel.cz/popisek.php?popisek=9365&img=1212959505.jpg>
[on-line, 1.5.2010]
- [56] CARAKOSTAS, M.C. et al. Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2008, 46, [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW:
<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6T6P-4SHMCN2-9-5&_cdi=5036&_user=658430&_pii=S0278691508002342&_orig=search&_coverDate=07%2F31%2F2008&_sk=999539992.8998&view=c&wchp=dGLzVtb-zSkzS&md5=75862f2c782b281c8540908ff80f089a&ie=/sdarticle.pdf>.
- [57] GARDANAA, C., SCAGLIANTI, M., SIMONETTIA, P. Evaluation of steviol and its glycosides in *Stevia rebaudiana* leaves and commercial sweetener by ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* [online]. 2010, 1217, [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW:
<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6TG8-4Y3KSJG-1-9&_cdi=5248&_user=658430&_pii=S002196730901841X&_orig=search&_coverDate=02%2F26%2F2010&_sk=987829990&view=c&wchp=dGLbVtz-zSkzS&md5=53c93e1a0a8ce16587c9d1264c9d36c1&ie=/sdarticle.pdf>.
- [58] Dostupné na:
<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=153&ch=13&typ=1&val=94496>
[on-line, 1.5.2010]
- [59] BULÁNKOVÁ, I. *Léčivé rostliny na naší zahradě*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 83 s. ISBN 80-247-1274-1.
- [60] MLADÁ, J., PROCHÁZKA, F. *Atlas cizokrajných rostlin*. 1. vyd. Praha: SZN, 1987. 342 s.
- [61] PŘÍHODA, A. *Léčivé rostliny*. 1. vyd. Praha: SZN, 1973. 184 s.
- [62] HEIL, A. *Rajská zahrada. Pěstujeme jedlé vytrvalé rostliny. Přehled od A do Z*. 1. české vyd. Ostrava: Hel, 2004. s. 143. ISBN 80-86167-23-2.

- [63] HOFFMANNOVÁ, E., JEBAVÝ, F. *Rostliny v domácí lékárně*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 1973. 168 s.
- [64] TRIPATHI, M., SINGH, B.K., KAKKAR, P. Glycyrrhizic acid modulates t-BHP induced apoptosis in primary rat hepatocytes. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2009, 47, [cit. 2010-05-14]. Dostupný z WWW: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6T6P-4V1TXVV-1-13&_cdi=5036&_user=658430&_pii=S0278691508006558&_orig=search&_coverDate=02%2F28%2F2009&_sk=999529997&view=c&wchp=dGLzVzb-zSkWA&md5=2f7eca81d5aa129b53b1768c77f3e6c5&ie=/sdarticle.pdf>.
- [65] VALÍČEK, P. et al. *Léčivé rostliny tradiční čínské medicíny*. 1. vyd. Hradec Králové: Svítání, 1998. 321 s. ISBN 80-86198-01-4.
- [66] ODY, P. *Velký atlas léčivých rostlin*. 1. vyd. Martin: Osveta, 1995. 192 s. ISBN 80-217-0521-3.
- [67] Dostupné na:
http://www.thaumatinnaturally.com/about_thaumatatin/thaumatatin_katemfe_fruit.jpg [on-line, 1.5.2010]
- [68] LAPČÍK, O. et al. Necukerné přírodní látky sladké chuti. *Chemické listy*. 2007, 101, s. 44 - 54.
Dostupný také z WWW:
<http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2007_01_44-54.pdf>.
- [69] Dostupné na:
http://www.herbsphere.com/berry_files/image001.jpg [on-line, 1.5.2010]
- [70] Dostupné na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Miraculin> [on-line, 1.5.2010]
- [71] Dostupné na:
http://books.google.cz/books?id=-T_H3J0Fm2kC&pg=PA692&dq=mabinlin&cd=4#v=onepage&q=mabinlin&f=false [on-line, 7.5.2010]
- [72] Dostupné na:
http://a-z_plants.garten.cz/images_data/3437-polypodium-vulgare-common-polypody.jpg [on-line, 1.5.2010]

[73] Dostupné na:

http://natural-extract.com/lg/Upload/PicFiles/2010.1.24_21.5.41_9006.jpg
[on-line, 1.5.2010]

[74] Dostupné na:

<http://www.pendernursery.com/Images/Hydrangea-macrophylla-%27Penn.jpg>
[on-line, 1.5.2010]

[75] HYAMS, E. *Rostliny ve službách člověka*. 1. vyd. Praha: Orbis, 1976. 155 s.

[76] Dostupné na:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Phoenix_dactylifera_Murcia_Spain.jpg [on-line, 1.5.2010]

[77] Dostupné na: <http://www.rhs.org.uk/RHSWebsite/files/41/41aa1030-de8f-4157-99f8-ff01bcbe3aa1.jpg> [on-line, 1.5.2010]

[78] Dostupné na: http://www.floradecanarias.com/imagenes/portulaca_oleracea2.jpg [on-line, 1.5.2010]

[79] ALBERTS, A., MULLEN, P. *Přírodní afrodisiaka*. 1. české vyd. Praha: Svojtka & Co., 2004. 269 s. ISBN 80-7237-926-7.

[80] CLEVELY, A., RICHMONDOVÁ, K. *Velká kniha bylinek*. 1. české vyd. Praha: Svojtka & Co. 255 s. ISBN 80-7237-132-0.

[81] Dostupné na: <http://eagri.cz/public/eagri/legislativa/ostatni/100065005.html> [on-line, 10.5.2010]

[82] Dostupné na: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb03076&cd=76&typ=r>
[on-line, 10.5.2010]

[83] Dostupné na: <http://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-c-110-1997-sb-o-potravinach-a-tabakovych-vyrobcich/cele-zneni/> [on-line, 10.5.2010]

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATP	Adenosintrifosfát
SI	Le Système International d'Unités - Mezinárodní systém jednotek
GI	Glykemický index
BMI	Body Mass Index - Index tělesné hmotnosti
ADI	Acceptable Daily Intake - Doporučená denní přijatelná dávka
WHO	World Health Organization - Světová zdravotnická organizace
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations - Světová organizace pro výživu
NOAEL	Non Observable Adverse Effect Level - Poslední experimentální dávka, po které ještě nebyly pozorovány škodlivé účinky na lidský organizmus
JECFA	Joint Expert Committee on Food Additives - Smíšený výbor odborníků pro potravinářské přídatné látky
DC	Dihydrochalkon
FDA	Food and Drug Administration - Úřad pro potraviny a léky
GAČR	Grantová agentura České republiky
SRN	Spolková republika Německo
JECFA	The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - Společnost odborníků FAO/WHO pro potravinářské přídatné látky
DNA	Deoxyribonucleic acid - Deoxyribonukleová kyselina
UHPLC-MS	Ultra High Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry - Ultra rychlá kapalinová chromatografie s hmotnostní detekcí
GRAS	Generally Recognized As Safe - Všeobecně uznávaný jako bezpečný

SEZNAM OBRÁZKŮ

obrázek 1 Stevia rebaudiana (Bertoni) Hemsl. L. [48].....	26
obrázek 2 Plod Katamfe [67]	31
obrázek 3 Plody keře Synsepalum dulcificum (Schum.) Daniell [69]	32
obrázek 4 Osladič obecný [72]	34
obrázek 5 Plody Lo Han [73].....	35
obrázek 6 Hortenzie velkolistá [74]	35
obrázek 7 Datlovník obecný [76].....	38
obrázek 8 Lablab purpurový [77].....	39
obrázek 9 Šrucha zelná [78].....	39

SEZNAM TABULEK

tabulka 1 Seznam vybraných sladidel a jejich stupeň sladivosti [7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17].....	14
tabulka 2 Glykemický index vybraných potravin [29].....	18
tabulka 3 Váhové kategorie v závislosti na velikosti BMI u dospělého jedince [31]	19
tabulka 4 Seznam vybraných v ČR povolených sladidel a jejich E kódy [15].....	42

SEZNAM PŘÍLOH

P I Tabulka 5: Maximální možná spotřeba nápojů za den, která nepovede k překročení denní přijatelné dávky (ADI) [27]

P II Tabulka 6: Přehled některých sladidel na našem trhu [27]

**PŘÍLOHA P I: MAXIMÁLNÍ MOŽNÁ SPOTŘEBA NÁPOJŮ ZA DEN,
KTERÁ NEPOVEDE K PŘEKROČENÍ DENNÍ PŘIJATELNÉ DÁVKY
(ADI) [27]**

Název sladidla	Aspartam	Sacharin	Acesulfam K	
Sladivost	200x	300x – 500x	200x	
Obsah sladidla mg.l⁻¹	500,0	330,0	500,0	
Množství nápoje k dosažení ADI (l)	5,6	1,1	2,1	1,2
ADI - přijatelná dávka v mg na 1 kg těl. hmotnosti	40,0	5,0	15,0 (USA)	9,0 (Evropa)
ADI - přijatelná denní dávka v mg na 70 kg těl. hmot- nosti	2800,0	350,0	1050,0	630,0
Sladivost odpoví- dající x gramům řepného cukru	560,0	140,0	126,0	75,6

PŘÍLOHA P II: PŘEHLED NĚKTERÝCH SLADIDEL NA NAŠEM TRHU [27]

Obchodní název	Složení	Vliv na glykémii	Charakteristika	Použití
FRUKÓZA (ovocný cukr)	fruktóza	zvyšuje glykémii pomaleji	sypký prášek, kalorický,	na vaření, pečení, k výrobě dia výrobků
SORBIT potravinářský	sorbit	zvyšuje glykémii	sypký prášek, kalorický,	na vaření, pečení, k výrobě dia výrobků
SORBIT se sacharinem	sorbit, sacharin	zvyšuje glykémii	sypký prášek, kalorický,	na vaření, pečení, k výrobě dia výrobků
FAN SWEET 2000	fruktóza, ace-sulfam-K	zvyšuje glykémii	sypký prášek, kalorický	pro slazení nápojů, tepelnou úpravu pokrmů, pečení, vaření, zavařování
Umělé sladidlo FAN SLADIDLO	sacharin	nezvyšuje glykémii	tabletky, je nekalorický	vhodný ke slazení nápojů, zavařování ovoce a zeleniny
KANDISIN	sacharin, ace-sulfam-K	nezvyšuje glykémii	tekutý, tabletky, nízkokalorický	tekutý: vhodný k vaření, pečení, tabletky: vhodný ke slazení nápojů