

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Sladidla (přírodní i umělá) používaná v potravinářském průmyslu

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Iveta Marešová

Autor bakalářské práce: Pavel Pihlík

České Budějovice, 2015

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis studenta

Poděkování

Na začátku své bakalářské práce bych chtěl poděkovat Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D., za vedení, ochotu, připomínky, cenné rady a trpělivost při vypracování mé bakalářské práce.

Abstrakt

Cílem této práce je seznámení se sladidly používanými v potravinářském průmyslu v České republice, ale i ve světě. Za základní sladidlo, které je měřítkem pro ostatní sladidla, je považován cukr (sacharosa). V této práci jsem popsal historii výroby řepného cukru v ČR, výrobky z něho a jeho použití v potravinářství. Dále zde uvádím základní rozdělení sladidel, kterými se snažíme cukr nahradit. Popisuji historii, výrobu, vlastnosti a jejich použití. Jedná se především o přírodní sladidla, která se dělí na sacharidická (sacharosa, fruktosa, glukosa, med, laktosa a alkoholické cukry), nesacharidická (steviosid, thaumatin) a umělá sladidla (aspartam, sacharin, cyklamáty, acesulfam-k, sukralosa).

Klíčová slova: přírodní sladidla, sacharidická sladidla, sacharosa, fruktosa, glukosa, med, laktosa, alkoholické cukry - sorbitol, xylitol, mannitol, nesacharidická sladidla, thaumatin, steviosid, umělá (syntetická) sladidla, aspartam, sacharin, cyklamáty, acesulfam-k, sukralosa.

Abstract

The aim of this work is to introduce the sweeteners which are used in the food industry in the Czech Republic but also in the world. The basic sweetener which is a measure of the other sweeteners is regarded as sugar (sucrose). In this bachelor's work, I described the history of the production of beet sugar in the Czech Republic, the products which are made of it and also its usage in food industry. Furthermore, I introduce the basic types of sweeteners by which we try to replace the beet sugar. I describe the history, production, characteristics and their usage. These are mainly the natural sweeteners which are divided into the carbohydrate (sucrose, fructose, glucose, honey, lactose and sugar alcohols), non-carbohydrate (stevioside, thaumatin) and artificial align (aspartame, saccharin, cyclamates, acesulfame-K, sucralose).

Keywords: natural sweeteners, the carbohydrate sweeteners, sucrose, fructose, glucose, honey, lactose, sugar alcohols - sorbitol, xylitol, mannitol, non-carbohydrate sweeteners, thaumatin, stevioside, artificial (synthetic) sweeteners, aspartame, saccharin, cyclamates, acesulfame-k, sucralose.

Obsah

1. Úvod	6
2. Legislativa.....	7
3. Druhy sladidel a jejich rozdělení.....	8
4. Přírodní sladidla	9
4.1 Sacharidická sladidla	9
4.1.1 Sacharosa	9
4.1.2 Fruktosa	15
4.1.3 Glukosa	16
4.1.4 Med	17
4.1.5 Laktosa	19
4.1.6 Alkoholické cukry - Sorbitol, Xylitol a Mannitol.....	21
4.2 Nesacharidická sladidla	23
4.2.1 Thaumatin.....	23
4.2.2 Steviosid	24
5. Umělá sladidla (syntetická).....	26
5.1 Aspartam.....	26
5.2 Sacharin.....	27
5.3 Cyklamáty	28
5.4 Acesulfam-K.....	29
5.5 Sukralosa.....	31
6. Závěr	33
7. Literatura a zdroje.....	34

1. Úvod

Člověk potřebuje sladidla jako základní zdroj energie. Jejich spotřeba roste, a tím i jejich negativní dopady na zdraví člověka. Například civilizační nemoci diabetes nebo obezita. Proto se snažíme o co nejlepší náhradu.

V mé bakalářské práci uvedu možnosti náhrady sacharosy a s aspekty použití náhradních sladidel. Umělá sladidla měla původně sloužit osobám trpícím diabetem, ale nakonec začala sloužit jako nízkoenergetická sladidla snižující energetickou hodnotu potravin. Dále také uvedu základní rozdělení sladidel. Ta se dají dělit na přírodní, která se získávají především z rostlin. Výjimku tvoří laktosa, jež pochází z mléka savců a med, který tvoří včely přetvářením nektaru nebo medovice výměšky svých hltanových žláz. Přírodní sladidla se dělí ještě na sacharidická, která svou sladkou chuť předávají prostřednictvím sacharidů a nesacharidická, která svou chuť předávají pomocí bílkovin nebo steviosidů. Alternativu k přírodním sladidlům tvoří uměle vyrobená sladidla, jež mají větší sladivost než přírodní sladidla. Mají však různé vlastnosti, kvůli kterým je jejich náhrada limitovaná. Proto také ve své práci zmíním výhody i nevýhody umělých sladidel.

Se sladidly se setkáváme každý den, ať už v potravinách nebo nápojích, z tohoto důvodu jsem si je vybral jako téma mé bakalářské práce.

Cílem bakalářské práce je seznámení se s používanými sladidly v potravinářském průmyslu. Především však rešeršně zpracovat známé druhy přírodních a umělých sladidel. Popsat jejich původ, výrobu, či použití.

2. Legislativa

Česká Republika 1. května 2004 vstoupila do Evropské unie a tím se zavázala k dodržování zákonů, které jí EU nařizuje. Legislativa týkající se sladidel (přídavných látek) se řídí vyhláškou 122/2011 Sb. Ministerstva zdravotnictví vychází z nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1331/2008 ve kterém je stanoven jednotný postup při povolování potravinářských přídavných látek, potravinářských enzymů a potravinářských aromat. Látky, které prošly tímto schvalovacím postupem, jsou dále uvedeny v seznamech potravinářských přídavných látek Unie v příloze č. II a v příloze č. III nařízení (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídavných látkách. V seznamu je pod písmenem:

- a) název potravinářské látky a příslušné označení E
- b) potraviny, do kterých smím potr. látku přidávat
- c) podmínky, za kterých se smí potr. látka používat

Tyto seznamy a podmínky použití byly přijaty nařízením (EU) č. 1129/2011. V České republice je základním zákonem o potravinách a tabákových výrobcích zákon číslo 110/1997Sb., který stanovuje v § číslo 2 základní pojmy jako název výrobku, skupinu, podskupinu nebo například uvádět povinné informace o potravině stanovené předpisy ČR v českém jazyce. Termín náhradní sladidla se nesmí používat z důvodu, že by je mohl spotřebitel považovat za náhražku a tak se dnes požívá termín sladidla. Sladidla jsou buď přírodní, nebo synteticky vyrobená a určujeme u nich hodnoty sladivosti. Sacharosa má sladivost 1 a hodnoty sladivosti ostatních sladidel se s ní porovnávají. Sladidla se používají jako náhrada sladké chuti přírodních sladidel. Požadavky na přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony jsou stanovena Vyhláškou č. 76/2003 Sb. Např. smyslové požadavky, fyzikální a chemické požadavky na jakost, přípustné záporné hmotnostní odchylky od spotřebitelského balení a základní rozdělení na druh, skupinu podskupinu.

3. Druhy sladidel a jejich rozdělení

Sladidla se dají rozdělovat podle různých pohledů. Jednou z možností je výživové hledisko, kdy se počítá přínos energie pro organismus. V této bakalářské práci budu však rozdělovat sladidla podle jejich původu. To znamená na přírodní sladidla, která se ještě dělí na sacharidická, nesacharidická a poté umělá sladidla (synteticky vyrobená).

❖ Přírodní sladidla

➤ sacharidická sladidla

- sacharosa
- fruktosa
- glukosa
- med
- laktosa
- alkoholické cukry
 - Sorbitol
 - Xylitol
 - Mannitol

➤ nesacharidická sladidla

- Thaumatin
- Steviosid

❖ Umělá sladidla (syntetická)

- Aspartam
- Sacharín
- Cyklamáty
- Acesulfam K
- Sukralosa

4. Přírodní sladidla

Vyhláška č. 76/2003 Sb. říká, že za přírodní sladidla považujeme látky, které jsou rozpustné ve vodě a mají sladkou chuť. Sladidla jsou vyrobena na bázi přírodních sacharidů.

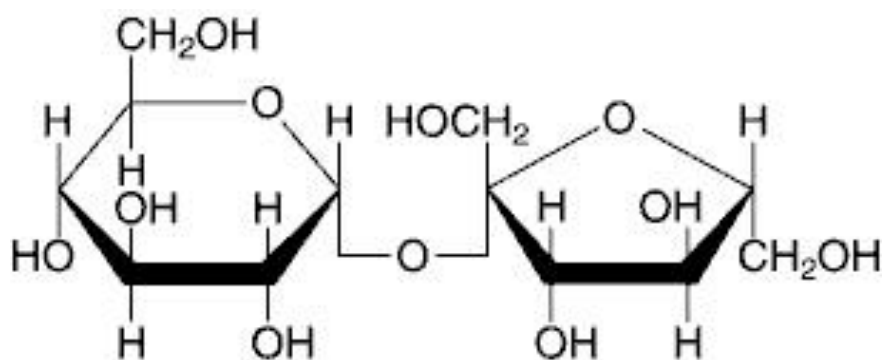
4.1 Sacharidická sladidla

Sacharidickým sladidlům se říká také cukry, protože mají mnoho společných vlastností a sladkou chuť. Sacharidy jsou základní stavební jednotkou buněk, jsou biologicky aktivními látkami a využívají se jako zdroj energie (Velíšek a Hajšlová, 2009).

4.1.1 Sacharosa

Podle Kyzlinka (1988) je sacharosa, neboli disacharid sacharosa (α -D-glukopyranosyl- β -D-fruktofuranosid, cukr řepný) třetím nejdůležitějším sladidlem pro potravinářský průmysl. Je složen z jedné molekuly glukózy a jedné molekuly fruktózy. Viz obrázek číslo 1.

Obrázek č. 1 - Vzorec sacharosy:



Zdroj: Kyzlink (1988)

Historie výroby cukru v České Republice

Gebler (2014) uvádí nejstarší záznam o výrobě cukru v ČR, který se datuje k roku 1787 ze Zbraslavi. Jednalo se o rafinaci surového třtinového cukru (z dovozu). Tato rafinérie byla v provozu do roku 1812. Na panství hraběte Vrby v Hořovicích se v letech 1801 - 1805 jako první pokoušeli o výrobu řepného cukru. Zpracovalo se 12 tun řepy a povedlo se vyrobit přibližně 1390 kilogramů sirobu,

který následně přepracovala zbraslavská rafinérie na cukr. Po dobu Napoleonovy blokády byl znemožněn dovoz třtinového cukru, to vedlo k hledání nových způsobů výroby cukru z domácích zdrojů. Mezi lety 1811 - 1814 bylo u nás založeno asi 10 výroben javorového cukru. Tyto cukrovary časem zanikly. To vedlo k opětovným pokusům výroby cukru z řepy. Bylo založeno 10 - 12 manufaktur, například v Žákách a Liběchově (rok 1810). V těchto městech se především vyráběl sirob a v malém množství surový cukr. Po skončení vlády Napoleona došlo k ukončení výroby těchto manufaktur a vzniku cukrovarů. První cukrovar v České Republice byl v Kostelním Vydří u Dačic (1829) na panství barona Dalberga. Druhý cukrovar vznikl v Chocomyšli u Chudenic. Za zrod průmyslového cukrovarnictví u nás se však považuje rok 1831, kdy byl vybudován cukrovar hraběte Thurn-Taxisse v Dobrovici (TTD). Tento cukrovar je v provozu dodnes. Po roce 1831 vznikaly další cukrovary, ale jejich počet byl ovlivňován ekonomicko-politickou situací. Roku 1841 pan Jakub Kryštof Rad v Dačicích na Moravě vyrobil první kostku cukru na světě. Maximální počet cukrovarů v provozu činil 214 a to mezi roky 1872 - 1873. Kvůli nedostatku řepy klesl počet na pouhých 104 cukrovarů k roku 1938. Jejich průměrná kapacita zpracování byla nízká 200 - 300 t/d při délce kampaně 100 - 150 dní. Po roce 1939 zůstalo v ČR 93 cukrovarů, některé během války zrušeny nebo zastaveny. Zákonem z 28. dubna 1948 byl cukrovarnický průmysl znárodněn. Jediný nový cukrovar vznikl roku 1953 v Opavě. Cukrovary měly staré technické vybavení (kotelny a energetická zařízení) ještě z dob druhé světové války. Po privatizaci cukrovarnického průmyslu k 1. 1. 1989 probíhala restrukturalizace až k současnému stavu. Další etapou cukrovarnictví v ČR je vstup do Evropské unie, ve které dochází ke změně cukerní politiky. K roku 2014 pracuje v ČR sedm cukrovarů (Gebler, 2014).

Výskyt sacharosy

Sacharosa se vyskytuje především v listech a stoncích rostlin (cukrová třtina obsahuje 12 - 26%, cukrová kukuřice 12 - 17%, cukrové proso 7 - 15% sacharosy) a v plodech (jablka, pomeranče, meruňky, broskve, ananasy, datle), ve kterých bývá až 8% sacharosy. Zvláštností některého ovoce (třešně, hrozny, fíky) je, že sacharosu neobsahují, jelikož došlo k její hydrolýze při jeho dozrání. V zeleninách bývá běžně 0,1 - 12% sacharosy (např. v cibuli 10 - 11%, ale v řepě 3 - 20%). Semena hořčice, řepky aj. olejin obsahují kolem 4% sacharosy, pšeničná mouka 0,1 - 0,4%,

zelená káva 6 - 7% (pražená káva asi 0,2%). Sacharosa se vyskytuje také v hlízách a oddencích (topinambury obsahují 2 - 3%, podzemnice 4 - 12% sacharosy), (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Velíšek a Hajšlová (2009) uvádí jako hlavní průmyslový zdroj sacharosy ve světě cukrovou třtinu (*Saccharum officinarum*), ale u nás v České republice je hlavním zdrojem cukrová řepa (*Beta vulgaris ssp. vulgaris*). Průměrný obsah sacharosy v řepě činí 15 - 20%. V jiných zemích se například využívá datlový cukr (Irák) - obsah sacharosy až 81%, palmový cukr (Indie, Filipíny), který se vyrábí z palem rodu *Borassus*. Ze šťávy javoru cukrodárného (*Acer saccharum*) se vyrábí javorový cukr s obsahem sacharosy přibližně 5%, (USA, Kanada). V neposlední řadě se v USA používá také čirokový cukr, jehož obsah sacharosy je 12%.

Výroba řepného cukru

Od září do listopadu probíhá na polích sklizeň cukrové řepy (*Beta vulgaris ssp. vulgaris*). Ta byla vyšlechtěna tak, aby poskytovala co největší výnosy cukru v různých podmínkách úrodných půd. Kadlec (2002) vypisuje místa s nejvhodnějšími podmínkami pro pěstování cukrové řepy, patří mezi ně hlavně Polabí, dolní Povltaví, údolí Ohře, dále také okolí řek Haná, Dyje či Morava. Pro výrobu cukru se využívá především kořen rostliny, který obsahuje cca 16% sacharosy. Výnos sklizně cukrové řepy je přibližně 50 - 60 tun/ha bez chrástu.

1. Příjem řepy

- odebrání vzorků (obsah cukru a hlíny) => cena pro pěstitele
- transport vodním plavením do cukrovaru (zbavení hlíny a písku)

2. Praní a řezání řepy

- praní řepy probíhá v korytech s lopatkami, které se otáčí
- následně se řepa nařeže na tenké plátky, takzvané řízky

3. Difuze

- extrakcí těchto řízků získáme cukr a to vycukerněním pomocí horké vody
- => vznikne difuzní šťáva, která obsahuje 16% cukru
- zbylé řepné řízky se lisováním zbavují 80% vody, aby se z nich stalo krmivo pro hospodářská zvířata

4. Čištění šťávy

- při difuzi vznikají necukry, které jsou nežádoucí, jelikož zabraňují krystalizaci, která je potřebná pro získání cukru
- necukry se odstraňují přidáním vápenného mléka, na které se necukry naváží (čiření), následně se odstraní saturací (oxidem uhličitým) a filtrací
- po odstranění necukrů vznikne lehká šťáva a z ní po zahuštění těžká šťáva, jež obsahuje až 67% sacharosu a až 72% sušiny

5. Vaření bílého cukru

- ze sušiny se krystalizací získá až 90% sacharosu, zbytek zůstává v tekuté formě (melasa)
- surový cukr získaný krystalizací má světle žlutou až tmavě hnědou barvu získanou po melase
- zabarvení se zbavujeme afinací (promytím vodou)

Zdroj: <http://www.hps.cz/>

Přírodní sladidla se dají dělit několika způsoby. Jednu možnost nabízí legislativní dělení (tabulka č. 1)

Tabulka číslo 1 - Členění přírodních sladidel na skupiny a podskupiny dle vyhlášky 76/2003 Sb.:

Skupina	Podskupina
cukr extra bílý cukr bílý cukr polobílý	krystal, krupice, moučka
tvarovaný cukr (kostky, bridž, homole) cukr s přísadami přírodní cukr kandys	
tekuté výrobky z cukru	tekutý cukr tekutý invertní cukr sirup z invertního cukru karamel
glukosa (dextrosa), fruktosa, glukózový	glukosa monohydrát

sirup	glukosa bezvodá sušený glukózový sirup
-------	---

Zdroj: Dostálová, Kadlec (2014)

Také se cukr dá dělit podle velikosti částic a tvaru:

- cukr krystal
- cukr krupice
- cukr moučka
- přírodní cukr
- kandys

Příkladem cukru s přísadami může být **Želírovací cukr**. Používá se s přidavkem jablečného nebo citrusového pektinu. Používá se ke konzervování v domácnostech.

Tekuté výrobky

Dostálová, Kadlec (2014) tvrdí, že tekuté cukry jsou vodné roztoky sacharózy a vyrábí se rozpouštěním cukru ve vodě popřípadě zpracováním cukerného kléru (sirobu).

Tekutý invertní cukr je vodný roztok sacharózy částečně invertované hydrolýzou, v němž nepřevažuje podíl invertního cukru.

Sirup z invertního cukru je vodný roztok sacharózy (s možnou krystalizací), které byla částečně invertována hydrolýzou, přičemž obsah invertovaného cukru musí být vyšší než 50% hmotnosti sušiny. V případě, že sirup z invertního cukru obsahuje krystalky cukru, musí být jeho název doplněn slovem „krystalizovaný”.

Karamel je koncentrovaný cukerný roztok nahořklé chuti, hnědé až hnědočerné barvy, vyrábí se zahříváním krystalového rafinovaného cukru na 180°C nebo invertovaného sirobu na 120°C, po zkaramelizování se přidá horká voda, upraví se pH, ochladí se a ochutí. Používá se k ochucování mléčných výrobků, přípravě zmrzlinových pohárů, mražených krémů, pudinků, moučníků, nápojů.

Kulér je tmavohnědá sirupovitá kapalina nahořklé chuti s vysoce barvicí mohutností. Připravuje se zahříváním invertovaného sirobu s přidavkem čpavkové

vody, síranu amonného a alkalického katalyzátoru při teplotě do 128°C (probíhá zde neenzymové hnědnutí). Používá se k barvení nealkoholických nápojů, lihovin, octa, do omáček, konzervovaného masa, k barvení sirupů proti kašli, detergentů a krmiv.

Javorový sirup, velmi oblíbený v Kanadě a dnes i u nás dostupný, je v podstatě roztok sacharózy. Další sacharidy a nesacharidické složky např. minerální látky jsou v něm přítomny v nevýznamných množstvích. Na javorovém sirupu si ceníme především příjemných sensorických vlastností.

Spotřeba cukru

Podle Geblera (2014) vzrůstá trvale celosvětová spotřeba cukru ze třtiny proti výrobě z řepy (80% z třtiny). Jeho výroba je výrazně levnější. V roce 2012 - 2013 bylo vyrobeno 181,2 mil. tun surového cukru (s.c.) a řepného 37,2 mil. t s.c. V Evropě se vyrobí 28,3 mil. t s.c, J. Amerika 8,2 a S. Amerika 14,0 mil t s.c. Spotřeba cukru poslední dobou stoupá především stále rostoucí populací jednotlivých zemí a zvyšující se konzumací cukru v rozvíjejících se státech. Například v Asii z 14,6 na 17,9 kg/osobu/rok. Ale v Evropě je spotřeba cukru 38,6 kg/osobu/rok.

Dostálová, Kadlec (2014) tvrdí, že cukr představuje zdroj energie výživy člověka a je nositelem sladké chuti. Kromě funkce sladidla dodává potravinám objem, mění jejich texturu, využívá se jako konzervační činidlo, fermentační substrát a ochucovadlo. Cukr zlepšuje chuť potravin, ale zároveň při velké konzumaci vyplývají jeho negativní vlastnosti, jako jsou například nemoci (zubní kaz, obezita). Česká Republika patří ke státům s vysokou spotřebou 34,5 kg/osobu/rok = 94,5 g přidaného cukru za den. Denní výživová dávka cukru by neměla přesáhnout maximálně 90 g jednoduchých cukrů za den, přidaných cukrů do 60 g (22 kg/osobu/rok). Cukr se doporučuje skladovat při maximální teplotě 30°C a při relativní vlhkosti vzduchu do 70%. Moučkový cukr má max. skladovací teplotu 30°C a relativní vlhkost vzduchu do 65%, v opačném případě dochází ke zhrudkovatění či ztvrdnutí.

Velíšek a Hajšlová (2009) ve svém druhém vydání knihy *Chemie potravin II.* uvádí za standard sladké chuti sacharosu. Sladkost ostatních látek se přirovnává k 10 % roztoku sacharosu. Látky rozlišuje podle intenzity nebo kvality sladké chuti.

V tabulce číslo 2 uvádím prahové koncentrace sladidel, při kterých se rozpozná sladká chuť.

Tabulka č. 2 - Prahové koncentrace některých cukrů

Cukr	Práh podnětový		Práh rozpoznání	
	mol.dm ⁻³	%	mol.dm ⁻³	%
d-glukosa	0,065	1,17	0,090	1,63
d-fruktosa	0,020	0,24	0,052	0,94
maltosa	0,038	1,36	0,080	2,89
sacharosa	0,011	0,36	0,024	0,81
laktosa	0,072	2,60	0,116	4,19

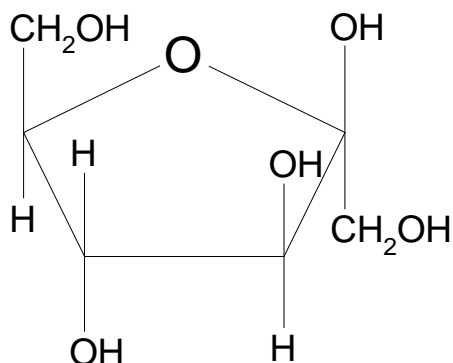
Zdroj: Velíšek (2002)

4.1.2 Fruktosa

Fruktosa neboli D-fruktosa, je ovocný cukr a řadí se mezi monosacharidy. Bývá složkou rostlinných i živočišných tkání. Špatně krystalizuje. Potraviny, které jí obsahují ve vysokém množství, bývají hygroskopické. Její sladivost je asi okolo 150% sladivosti sacharosy. Ještě v koncentracích okolo 0,25%, v čisté vodě lze její sladkou chuť postřehnout. Otáčí rovinu polarizovaného světla silně vlevo a stejně jako glukosa dobře kvasí a používá se ve výživě u diabetiků. (Kyzlink, 1998) Vzorec fuktosy, viz obrázek číslo 2.

Podle Dostálové a Davidkové (1991) se jedná o redukující cukr, který je oproti sacharose méně stabilní. Často podléhá neenzimovému hnědnutí, například dochází k hnědnutí pečiva a změně chuti. Tudíž je nutné ji kombinovat s alkoholickými cukry. V moderní době je fruktosa vyráběna ze sacharosy případně ze škrobu.

Obrázek č. 2 - Vzorec fruktosy



Zdroj: Kyzlink (1998)

Výrobky z fruktosy

- **fruktosové sirupy** - obsahují glukosu a fruktosu v různém množství
- **sirupy první generace** - 42% fruktosy
- **sirupy druhé generace** - 55% fruktosy
- **sirupy třetí generace** - 90% fruktosy

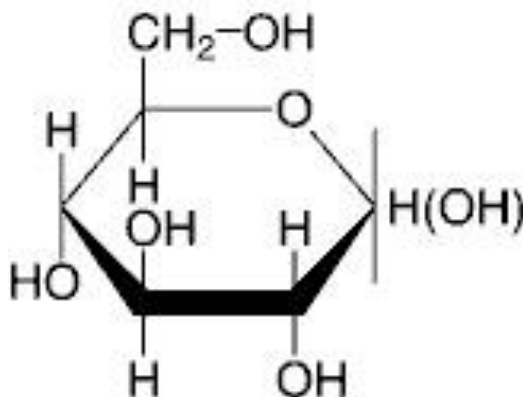
Používá se jako energetické sladidlo nápojů, v konzervářenských výrobcích a například v pekařství, (Dostálová a Davidková, 1991).

4.1.3 Glukosa

Glukosa se řadí mezi nejvýznamnější monosacharidy rychle kazících se potravin. Můžeme ji také znát pod názvy Dextrosa, D(+)-glukosa, či hroznový cukr. Má malou sladivost (cca 50 - 70% sacharosy) a v sacharidech se vyskytuje ve volné i vázané formě. Vzorec glukosy, viz obrázek číslo 3. Mezi její vlastnosti patří:

- v čisté vodě se dá zachytit její sladká chuť, při koncentraci 0,55%
- rozpustnost je 82 dílů na 100 dílů vody, při 17,5°C (malá rozpustnost proti sacharose a fruktose)
- snadno krystalizuje (krystalizace cukru ve šťávách)
- otáčí polarizovanou rovinu světla vpravo
- výborné využití živočichy a snadno se vstřebává (Kyzlink, 1998).

Obrázek č. 3 - Vzorec glukosy



Zdroj: Kyzlink (1998)

Podle Dostálové a Kadlece (2014) se glukosa se vyrábí totální hydrolýzou škrobu, popřípadě izomerací glukosy na fruktosu. Vyhláška 76/2003 Sb. nám představuje přirozená sladidla vyrobená ze škrobu, jako jsou například glukosa (monohdrát či bezvodá), fruktosu a glukosový sirup.

Použití

Hydrolyzáty škrobu (glukosa, glukosový sirup, sušený glukosový sirup) a výrobky z nich (sorbitol, maltitol, fruktosa) používáme jako vysoce energetická sladidla. Najdeme je v alkoholických i nealkoholických nápojích, také v cukrovinkách. Glukosové sirupy se prodávají ve velkém množství v potravinářském průmyslu.

4.1.4 Med

Veselý uvádí, že včely med vyrábí sběrem nektaru nebo medovice a přetvářejí ho svými výměšky hltanových žláz. Uskladňují ho do plástů, ve kterých dochází ke zrání. Účelem zrání je přeměna nestálých tekutých přírodních šťáv na stálé polotuhé zimní zásoby neboli med. Med popisuje jako sladkou hmotu, která při zrání štěpí sacharózu na invertní cukr při současném vzniku složitých cukrů z jednoduchých. Díky vysokému obsahu cukrů má med samokonzervační účinky, ale doporučuje se skladovat při teplotě do 15°C v suchých místnostech a maximální 60 % vzdušné vlhkosti. Tabulka číslo 3 zobrazuje chemické složení medu (Veselý, 2013).

Tabulka č. 3 - Základní složení medu (%)

Složka	Průměrný obsah	Rozmezí	Složka	Průměrný obsah	Rozmezí
voda	17,2	13,4-22,9	fruktosa	38,2	27,3-44,3
proteiny (enzymy)	0,4	0,1-0,6	sacharosa	1,3	0,3-7,6
minerální látky	0,17	0,02-1,03	maltosa	7,3	2,7-16,0
glukosa	31,3	22,0-40,8	vyšší cukry	1,5	0,1-8,5

Zdroj: Velíšek a Hajšlová II., (2009)

Dělení medu podle Dostálové a Kaldece (2014):

- 1) podle původu:
 - a. med květový (nektarový)
 - b. med medovicový (z výměšků hmyzu)

- 2) podle způsobu získávání a úpravy rozlišujeme:
 - a. vytočený med
 - b. plástečkový med
 - c. med s plástečky
 - d. lisovaný med
 - e. vykapaný med
 - f. filtrovaný med
 - g. pastový med

Zdroj: Předpis číslo 76/2003 Sb., oddíl 2, §8

Použití:

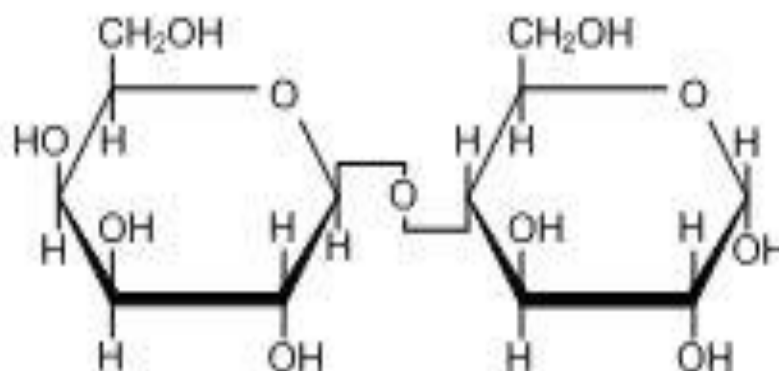
Med dle Veselého (2013) používáme především jako chutnou potravinu k denní konzumaci. Snižuje sekreci žaludečních šťáv a používá se např. při rekonvalescenci po operacích a jako zdravá výživa u dětí. Dále se dá použít v pečivu a pernicích, ve kterých zvyšuje vláčnost. Můžeme ho najít v bonbonech, čokoládách

či sirupech proti kašli. Z historie známe výrobu alkoholických nápojů, např. Medovina.

4.1.5 Laktosa

Laktosu neboli O- β -D galaktopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glukopyranosa, najdeme v mléce savců. Obecně se nazývá mléčný cukr. Řadíme ji k redukujícím disacharidům. Jako nejstabilnější se považuje monohdrát α -laktosy, (Velíšek a Hajšlová I., 2009) Vzorec laktosy, viz obrázek číslo 4.

Obrázek č. 4 - Vzorec laktosy



Zdroj: Velíšek a Hajšlová I., (2009)

Výskyt a výroba

Vyskytuje se pouze v mléčných žlázách savců, kde se syntetizuje. Obsah laktosy v kravském mléce je 4 - 5% a v lidském 5,5 - 7%. Mléko ještě obsahuje menší množství D-glukosy a další volné oligosacharidy. Laktosa je obsažena ve všech mléčných výrobcích, ale její hladinu snižuje mléčné kvašení. Proto je v jogurtech a kefirech její obsah 1% a méně.

Čopíková (1997) uvádí, že laktosu získáme membránovou filtrací, když se ze syrovátky (z kravského mléka) oddělí nízkomolekulární látky. Z těchto nízkomolekulárních látek se laktosa získá odpařením. Velíšek a Hajšlová II., (2009) dodávají, že se dá vyrobit také krystalizací zahuštěné syrovátky (55 - 65% sušiny), nazývané laktosový sirup. Rafináda (čistý bílý cukr) se získá rekrystalizací ze surového cukru.

Druhy a možnosti použití

Podle Velíška a Hajšlové II., (2009) využíváme laktosu jako sladkou látku ke slazení a vyrábíme z ní potravinářské alditoly a oligosacharidy, které popisuje Dostálová a Davídková (1991):

- laktulosa (sladivost 60% sacharosy)
- laktosacharosa (získává se z laktosy nebo sacharosy)
- galaktooligosacharidy
- laktitol (sladivost 30 - 40% sacharosy), vzniká hydrogenací laktosy, vhodný pro diabetiky
- galaktosa (sladivost 40 - 60% sacharosy)
- laktosový sirup (není vhodný pro diabetiky) najdeme v nápojích, cukrovinkách

Zajímavosti

Intolerance k laktose je metabolická porucha, při níž nedochází ve střevě ke štěpení laktosy na glukosu a galaktosu, z důvodu chybějícího nebo špatně pracujícího enzymu β -galaktosidasy (laktasy). Jestliže laktosu z potravy stěna tenkého střeva nevstřebá, přechází do tlustého střeva a je vyloučena z organismu. Rozeznáváme tři typy intolerance:

1. **primární laktosová intolerance** - dochází k ní u nekojených dětí (Afrika, Asie)
2. **sekundární laktosová intolerance** - je způsobena chorobami (střevní chřipka), příznaky jsou zvýšená teplota a průjem
3. **kongenitální laktosová intolerance** - genetická porucha, nedochází k biosyntéze laktasy už od narození (celoživotní metabolická porucha)

S věkem roste intolerance k laktose, a celosvětově 75% populace vykazuje pokles aktivity laktasy. Můžeme tomu předcházet, buď omezením konzumace mléka, nebo konzumovat fermentované (kysané mléčné výrobky), které snižují negativní reakce na mléko (Velíšek a Hajšlová II., 2009).

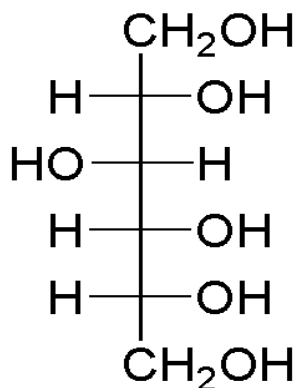
4.1.6 Alkoholické cukry - Sorbitol, Xylitol a Mannitol

Řadíme je k derivátům monosacharidů. Vznikají redukcí karbonylové skupiny aldosa a ketosa. Nazýváme je cukerné alkoholy nebo aldosity (dříve glycitoly). (Velíšek a Hajšlová I., 2009). Náhradní sladidla nesmí být používána k výrobě nebo k zpracování dětské výživy. Pro stolní sladidla a potraviny, které obsahují více, jak 10% cukerných alkoholů platí, že musí mít na obalu výstrahu o projímavých účincích, při nadměrné konzumaci. E420 sorbitol, E421, mannitol, E967 xylitol se smí užívat v povoleném množství (Velíšek a Hajšlová II., 2009).

- **Sorbitol**

Je podle Kyzlinka (1988) alkoholický cukr původem z malviček jeřábu (*Sorbus aucuparia*), ale nalézá se i v plodech ovoce (třešních, hruškách), v koncentraci 4-75g/kg. Neobsahují ho plody brusinek, malin, angreštu, jahod, ananasu, citrusů ani bobule vinné révy. Proto se dá snadno podle jeho přítomnosti poznat, zda někdo přimíchává do hroznového vína ovocné víno, nebo jiné koncentráty. Další jeho názvy jsou D-sorbitol, D-sorbit, D-glucitol. Vzorec sorbitolu, viz obrázek číslo 5.

Obrázek č. 5 - Vzorec sorbitolu



Zdroj: Kyzlink (1988)

Výroba a použití

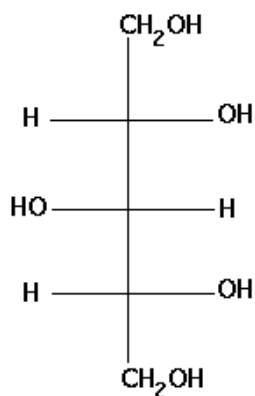
Sorbitol se vyrábí hydrogenací glukózy již 70. let ze sacharosy nebo škrobu. Jeho relativní sladivost je 0,4 - 0,6 a používá se jako sladidlo pro diabetiky. Patří mezi energetická sladidla a jeho maximální denní dávka je 20g kvůli své laxativnosti,

proto se nedoporučuje tuto dávku překračovat. Mezi jeho kladné vlastnosti patří termostabilita, díky ní se využívá do pekařských výrobků (Dostálová a Davídková, 1991).

- **Xylitol**

Neboli Xylit patří k energetickým sladidlům a jeho snášenlivost je lepší než u Sorbitolu. Jeho relativní sladivost se rovná 1 (Dostálová a Davídková, 1991). Vzorec xylitolu, viz obrázek číslo 6.

Obrázek č. 6 - Vzorec Xylitolu



Zdroj: Velíšek a Hajšlová I., (2009)

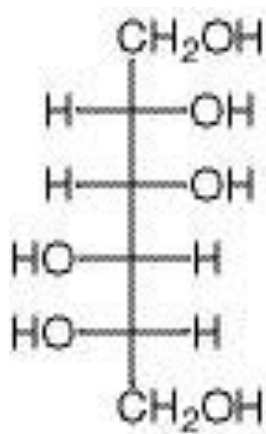
Výroba a použití

Xylitol se vyrábí hydrogenací D-xylózy, kterou nalezneme například ve dřevním odpadu, nebo kukuřičné šusti. Má výbornou stabilitu při pečení i vaření. Nalezneme ho v cukrovinkách, a kvůli jeho kariostatickým vlastnostem se používá jako sladidlo do žvýkaček (Dostálová a Davídková, 1991).

- **Mannitol**

Kyzlink (1988) uvádí, že D-(-)Mannitol, (D-mannit) je složka čerstvého ovoce a zeleniny (celeru, mrkve, hrášku) či hub. Jeho vodný roztok je slabě levotočivý. Řadí se mezi hexitoly - vzorec C₆H₁₄O₆, nalezneme v rostlinách. Hexitoly také vznikají jako zplodiny mikroorganismů. Jeho relativní sladivost je 0,5 - 0,6 a snášenlivost má stejnou jako sorbitol (Dostálová a Davídková, 1991). Vzorec mannitolu, viz obrázek číslo 7.

Obrázek č. 7 - vzorec mannitolu



Zdroj: Velišek a Hajšlová I., (2009)

Výroba a použití

Dle Dostálové a Davidkové (1991) se tento alkoholický cukr vyrábí hydrogenací sacharosy, při které vzniká 85% směs D-sorbitolu a 12% - 15% D-mannitolu. Je to energetické sladidlo vhodné pro diabetiky. Pro jeho horší rozpustnost a vysokou cenu se používá v menším množství například v zubních pastách a žvýkačkách.

4.2 Nesacharidická sladidla

V současné době jsou nejpoužívanější nesacharidická sladidla jsou Thaumatin a Stevisoid (Dostálová a Davidková, 1991).

4.2.1 Thaumatin

Známý jako thalin, anebo označovaný v legislativně jako E957. Je směs sladkých proteinů z ovoce rostliny *Thaumatococcus danielli* (marantovité, Marantaceae). Má sladkou chuť s příchutí lékořice a tvoří ho pět druhů proteinů thaumatinu. Thaumatin I (je složen z 207 aminokyselin, disulfidové vazby, bez přítomnosti histidinu) a Thaumatin II, ty se řadí mezi základní. Ostatní se podle Masuda, et al. (2006) nazývají thaumatin a, thaumatin b, thaumatin c. Kvůli jeho nestálosti se musí dávat do směsi s jinými sladidly např. se steviosidem, acesulfamem K, nebo sacharinem. Jeho nestálost v kyselém prostředí nebo tepelném zpracování se vyznačuje ztrátou sladkosti (Velišek a Hajšlová II., 2009).

Dostálová a Davidková (1991) uvádí intenzitu sladkosti 1600 krát větší než cukr.

Výrobky

Talin

- 2500 až 3500 krát sladší než cukr
- vhodný pro diabetiky
- vzniká interakcí thaumatinu s hliníkovým kationtem

Používá se do potravin, které nejsou tepelně zpracované. Je to dáno jeho bílkovinou strukturou. Nalezneme ho ve žvýkačkách, zubních pastách či v ústních vodách, (Dostálová a Davidková, 1991).

4.2.2 Steviosid

Steviosid je sladká látka přítomná v listech rostliny *Stevia rebaudiana* Bertoni, čeled' *Asteraceae*. Tato rostlina pochází z Jižní Ameriky. Dosud roste jako divoká bylina v Paraguayi. Ke slazení čaje ji používali po staletí Indiáni a domorodci. Stevia je pojmenovaná po španělském botanikovi Pedro Jaime Esteve (1500-1556) který ji našel v severovýchodní části Paragauaye. Později ji popsal švýcarský přírodovědec Moises Bertoni. Rod *Stevia* čítá okolo 154 druhů bylin a keřů. V roce 1900 objevil paraguayský chemik Ovid Rebaudi glykosid z této rostliny, který sladí 200 krát více než sacharosa. Rostlina se domestikovala v roce 1960 ve státech jako Japonsko, Francie Jižní a Severní Amerika, Čína. V roce 2008 byla povolena jako přírodní sladidlo v USA. V Evropě je jako přírodní sladidlo povolena pod číslem E-960, což je uvedeno i v legislativě EU číslo 1131/2011. Sumární vzorec steviosidu je $C_{38}H_{60}O_{18}$, (Giuffré et al., 2013).

Velíšek a Hajšlová II., (2009) uvádí jako sladkou látku steviosid, který je obsažen v listech, v množství 6%. Jedná se o glykosid obsahující glykon diterpen steviol a cukerné složky β -D-glukosu a disacharid β -soforosu. Je vhodný pro diabetiky.

Chemické složení - extrakty

Hlavní sladkou složku tvoří steviosid, dále bylo extrahováno pět příbuzných sladkých látek se strukturou steviosidu. Nejvíce se v listech vyskytuje 3 - 8% množství steviosidu. Po steviosidu následuje rebaudiosid A - 1% v sušině. Množství ostatních se pohybuje okolo 0,1 - 0,01% v suchém listí, (Dostálová, 1991).

Velíšek a Hajšlová II., (2009) uvádí strukturu steviosidu a příbuzných sloučenin:

- steviolbiosid
- steviosid
- rebaudiosid
- rebaudiosid A
- rebaudiosid B
- rebaudiosid C (dulkosid B)
- rebaudiosid D
- rebaudiosid E
- rebaudiosid F
- dulkosid A

Použití

Je velice stabilní, ve velkém rozsahu pH 3 - 9 a to i ve 100°C, nad pH 9 ztrácí rychle sladkou chuť. Využívá se při zpracování potravin, například při pasterizaci, sterilizaci a vaření. Výborně se rozpouští ve vodě, (Giuffré et al., 2013).

Extrakty ze stevie mají antioxidační vlastnosti. Volně kyslíkové radikály způsobují vznik některých nemocí (Parkinsonovu chorobu, Alzheimerovu demenci). Látky vyskytující se v rostlinách stevie tyto volné radikály inhibují, nedochází tak k oxidačním reakcím v organismu, tzv. antioxidanty. Patří mezi ně flavonoidy, karotenoidy, vitamíny či fenolické antioxidanty (Shukla et al., 2009).

Jako přirozené sladidlo stevie snižuje vysoký krevní tlak a je vhodná při snižování tělesné hmotnosti. Neobsahuje cukry a má téměř nulové množství kalorií.

Obsahuje všechny esenciální aminokyseliny mimo tryptofanu (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Steviosid se nejčastěji používá ve směsi s jinými sladidly, která maskují jeho hořkou chuť. Využívá se do nízkenergetických výrobků, jako jsou žvýkačky, nealkoholické nápoje a cukrovinky (Dostálová a Davidková, 1991).

5. Umělá sladidla (syntetická)

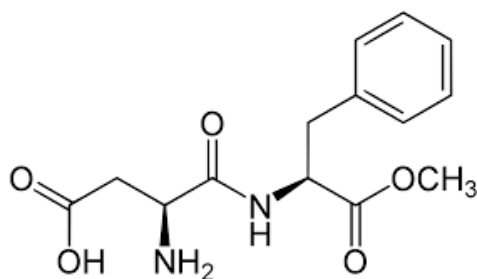
Dostálová a Kadlec (2014) uvádí, že v minulosti se z ekonomických důvodů vyráběla tato sladidla, Aspartam, Sacharín, Cyklamáty, Acesulfam K a sukralosa, jako levná náhrada cukru. Později se začala používat jako sladidla pro diabetiky. Dnešní hlavní význam je použití v nízkenergetických potravinách. Hlavním znakem je jejich chemická (syntetická) výroba (forma tablet, sypkých směsí či kapek).

Seznam sladidel se nachází v Nařízení komise 1129/2011 část 8.

5.1 Aspartam

Aspartam se řadí mezi syntetická sladidla. Je methylester dipeptidu L-aspartyl-L-fenylalaninu a nemá žádnou pachut'. Skládá se ze dvou aminokyselin - kyselina asparagová a fenylalanin. Vyskytuje se v bílkovinné složce potravy člověka. Není vhodný pro kyselé potraviny, protože se v nich ztrácí jeho sladká chuť. Uvádí se, že u nealkoholických nápojů za dobu čtyř měsíců dojde k 20 % rozkladu aspartamu. S rostoucí teplotou se rozklad urychluje (Velíšek a Hajšlová II., 2009). Sumární vzorec je $C_{14}H_{18}N_2O_5$. Vzorec aspartamu, viz obrázek číslo 8. Maximální denní dávka (ADI) by neměla přesáhnout 40 mg/kg na den.

Obrázek č. 8 - Vzorec aspartamu



Zdroj: Smrčková, Bindzar (2014)

Byl objeven při pokusu o nový způsob léčby peptických vředů v roce 1965. Stabilní je při laboratorní teplotě v rozmezí hodnot pH 3,4 - 5. A nejstabilnější je při pH 4,3. Při pH < 3,4 hydrolyzuje na aminokyseliny a při pH > než 5 vzniká intramolekulární cyklizací diketopiperazin (Smrčková a Bindzar, 2014)

Jeho sladivost je 100 - 200 krát sladší než sacharosa. Maximální denní dávka by neměla překročit 40 mg na kilogram tělesné hmotnosti/den. Jeho chuť se dostaví později a vytrvá déle než sacharosa. Je vhodný pro diabetiky (Dostálová a Davídková, 1991).

Dle Dostálové a Kadlece (2014) se jedná o povolené sladidlo v ČR pod označením E-951.

Použití

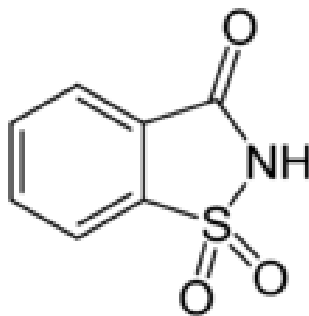
Dle Dostálové a Davídkové (1991) se nejčastěji používá jako náhražka cukru při slazení. Také ho nalezneme ve žvýkačkách, jogurtech, v nakládané zelenině a ovoci či v hořčici. Dá se použít i k výrobě sypkých nápojů.

Podle studie se nedoporučuje používat v těhotenství větší množství umělých sladidel, protože dochází v dospělosti k metabolickým změnám. Zvyšuje se hladina glukosy, LDL, triglyceridů a zvyšuje se chuť na sladké pokrmy (Poser Toigo et al., 2014). Aspartam také může přímo či nepřímo vyvolávat řadu zdravotních problémů - zvracení, křeče, podrážděnost, nespavost, deprese, bušení srdce, dokonce i ztrátu sluchu či paměti (Smrčková a Bindzar, 2014).

5.2 Sacharin

Smrčková a Bindzar (2014) uvádí, že se sacharin řadí mezi nejstarší synteticky vyrobené náhradní sladidlo. Byl objeven v roce 1879 Remsem a Fahbergem. Sacharin má stejný název jako příslušná kyselina 1,2-benzoisothiazol-3(2H)-on-1, 1-dioxid, její sodná, draselná a vápenatá sůl. Podle Velíška (2014) vykazuje slabou kovovou a hořkou příchut', která se často maskuje použitím laktosy nebo ve směsi sacharinu a aspartamu. Je stabilní při tepelném zpracování v potravinách. Sumární vzorec je $C_7H_5NO_3S$. Vzorec sacharinu, viz obrázek číslo 9. Maximální denní dávka (ADI) by neměla přesáhnout 5 mg/kg.

Obrázek č. 9 - Vzorec sacharínu



Zdroj: Smrčková, Bindzar (2014)

Na základě třech studií bylo zjištěno na laboratorních krysách, že způsobuje rakovinu močového měchýře, při použití sacharínu v potravě (5 - 7 %). V Kanadě byl díky těmto třem studiím zakázán. Tento zákaz byl zrušen v USA v roce 1991. Od roku 2000 musí být potraviny s obsahem sacharínu označeny varovným nápisem (Smrčková a Bindzar, 2014)

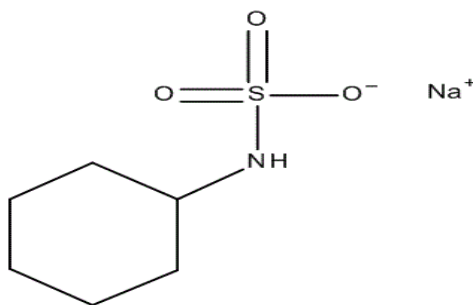
Použití

Nejčastěji se používá jako sladidlo pro diabetiky ve směsi se sorbitolem. Také se dá využít při přípravě pečiv, moučníků a cukrářských plev (Dostálová a Kadlec, 2014)

5.3 Cyklamáty

Dostálová a Davidková (1991) píší, že Cyklamáty jsou skupinovým názvem pro kyselinu cyklamovou (cyklohexylsulfamovou) a její sodnou a vápenatou sůl. Jejich objev roku 1937 byl náhodný. Nejvíce se rozšířil jako náhradní sladidlo v roce 1960 ve Spojených státech. Má nulovou energetickou hodnotu a je 20-30krát sladší než cukr s ADI 0-11 mg na kg tělesné hmotnosti. Vzorec cyklamátu sodného, viz obrázek číslo 10.

Obrázek č. 10 - Vzorec cyklamátu sodného



Zdroj: Velíšek a Hajšlová II., (2009)

Smrčková a Bindzar (2014) uvádí zákaz používání sacharinu od roku 1969 v USA, Spojeném království a dalších státech. Jako příčina se uvádí vznik rakoviny močového měchýře u samců laboratorních krys. Díky tomu ale, že tato studie neměla dostatečný rozsah tak ostatní země mají pouze hodnoty maximálního denního příjmu ADI (Acceptable Daily Intake). Dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA-European Safety Authority) je definice ADI jako stonásobně snížená hodnota dávky testované látky, při které ještě není pozorován škodlivý účinek na sledované organismy.

Při studii bylo podáváno 21 jedincům různých druhů opic dávky cyklamátu v rozmezí 100mg/kg a 500mg/kg po dobu 20 let. Mírné rakovinové nádory měli pouze 3 jedinci. Z výsledku vyplynulo, že u opic nelze považovat cyklamát za toxický nebo karcinogéní (Takayama, 1999).

Použití

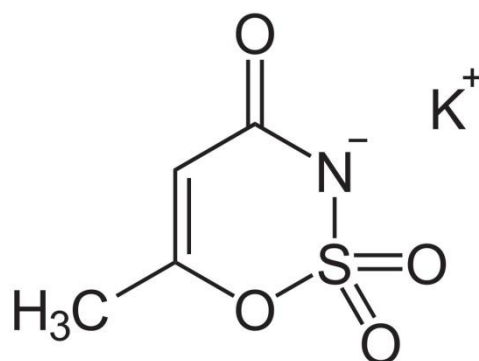
Užívá se ve směsích sladidel se sacharinem, fruktosou. Má lepší chuťové vlastnosti než sacharín a nulovou energetickou hodnotu (Dostálová a Davídková, 1991).

5.4 Acesulfam-K

Draselná sůl 6-methyl-1,2,3-oxathiazin-4(3H)-on-2,2dioxidu byla objevena v roce 1967. Sumární vzorec je $C_4H_5NO_4S$. Kód potravinářské látky je E950 (Smrčková a Bindzar, 2014). Jeho sladivost je 100 - 200 krát větší než u sacharosu. Toto bílé krystalické sladidlo má jemně hořkou chuť, ta se však potlačuje kombinací s jinými sladidly. Jako ostatní náhradní sladidla zvýrazňuje chuť. Mezi jeho

vlastnosti patří odolnost vůči vysokým teplotám, dlouhá trvanlivost a rozpustnost ve vodě. Písmeno K za jeho názvem značí draslík, (Winter, 2009). Dostálová a Davidková (1991) uvádí nulovou energetickou hodnotu a ADI 0 - 9 mg/kg tělesné hmotnosti na den. Jeho chuť je méně výrazná než chuť sacharinu, ale projevuje se okamžitě. Vzorec acesulfamu K viz obrázek číslo 11.

Obrázek č. 11 - Vzorec acesulfamu K



Zdroj: Velíšek a Hajšlová II., (2009)

Výroba

Acesulfam K se vyrábí ve společnosti Hoechst, která ji také objevila v roce 1967. Vyrábí se synteticky methylací oxathiazinu uhelnatého, následně krystalizací a mísením s draselným hydroxidem. Jeho obchodní název zní Sunett, (Dostálová a Davidková, 1991)

Použití

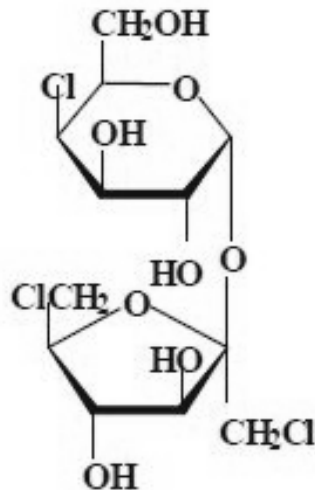
Nejčastěji se používá jako stolní sladidlo. Pro jeho nekalorickou hodnotu se využívá v dietních nápojích, žvýkačkách, pekárenských výrobcích, zmrzlinách či jogurtech (Winter, 2009). Podle Smrčkové a Bindzara (2014) byl v USA schválen pro specifické použití až v roce 1988, ale ke slazení nápojů ve směsi s aspartamem byl zaveden až o deset let později.

Nepodléhá humánní biotransformaci. V dávce 60 mg/kg tělesné váhy je genotoxický pro laboratorní myši. Poškození DNA závisí na dávce, (Smrčková a Bindzar, 2014).

5.5 Sukralosa

Jinak se také může nazývat chlorgalaktosacharosa. Řadí se mezi trichlorderivát neredukujícího disacharidu fruktosyl-galaktosidu. Její chuť je podobná chuti sacharosu, (Velíšek a Hajšlová II., 2009). Sukralosa byla objevena v roce 1976. Používá se v 70 zemích světa. Je tepelně odolná a má vysokou stabilitu v pevné formě i roztoku. Nepodléhá humánní biotransformaci. Její sladivost je 600 krát větší než sladivost sacharosu. Má nulovou kalorickou hodnotu a označuje se E955. Sumární vzorec $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$. Vzorec sukralosy, viz obrázek číslo 12. Maximální denní příjem (ADI) by neměl přesáhnout 15 mg/kg na den, (Smrčková a Bindzar, 2014).

Obrázek č. 12 - Vzorec sukralosy



Zdroj: Velíšek a Hajšlová II., (2009)

Výroba

Objevila ji firma Tate & Lyle v již zmiňovaném roce 1976. Je odvozená od sacharosu, kdy se selektivně nahrazují tři hydroxylové skupiny v molekule cukru za tři atomy chloru.

Zdroj: <http://sucralose.org/>

Použití

US Food and Drug Administration (FDA) sukralosu schválila 3. dubna 1998 pro použití v 15 druzích potravin a nápojích. Toto rozhodnutí patří mezi nejširší

oprávnění pro složky potravin. V roce 1999 FDA rozšířila její povolení k používání jako sladidlo ve více než 80 zemích světa. Na rozdíl od sacharosy se nerozkládá, a prochází tělem rychle a beze změn. Ve více než 100 studiích byla testována po dobu 20 let a nezjistila se žádná zdravotní rizika. Mohou ji používat i kojící matky a děti všech kategorií, dokonce je vhodná i pro diabetiky. Používá se v pečivu, omáčkách, sirupech či výživových doplňcích. Na obalech bývá označena jako R Sukralosa nebo se používá název Splenda. Můžeme ji používat i jako stolní sladidlo samotnou nebo ve směsi s cukrem. Díky svým výhodám, mezi které patří tepelná odolnost, dlouhá životnost, zdravotní nezávadnost, netvoří zubní kazy a hlavně má podobnou chuť jako cukr, má před sebou velkou budoucnost.

Zdroj: <http://sucralose.org/>

6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo rešeršně zpracovat seznam sladidel (přírodních i umělých) používaných v potravinářském průmyslu a jejich způsob výroby, použití.

Ve své práci jsem uvedl známé druhy sladidel používaných u nás i ve světě. Rozdělil jsem sladidla na přírodní a umělá (syntetická). Všechna sladidla zde popisovaná jsou schválena pro použití v potravinářském průmyslu v České republice. Jako základní společnou vlastnost u všech sladidel považuji množství spotřeby u každého člověka. Výzkumy v rešerši dokazují, že sladidla sama o sobě nejsou škodlivá, pouze člověk jako takový konzumuje zbytečně vysoké množství. To samozřejmě vede k různým zdravotním problémům.

Za nejlepší náhradu cukru bych si mezi přírodními sladidly vybral steviosid. Patří mezi nekalorické sladidlo vhodné i pro diabetiky, má antioxidační účinky a zamezuje tvorbě zubního kazu. Jeho nevýhoda je hořká chuť při použití ve větším množství. Co se týče náhradních sladidel, velice mě překvapila sukralosa, která je chutí velice podobná cukru a má i lepší vlastnosti. Není kalorická, je vhodná pro diabetiky a především je zdravotně nezávadná. Vzhledem k rozdílným vlastnostem náhradních sladidel, ať už jejich odlišné chuti od cukru nebo rozdílné tepelné stabilitě, bych nadále doporučoval jejich použití jako doplňkové. Sami výrobci jsou si vědomi těchto vlastností, a proto je vyrábí, a přidávají do potravin ve směsích s ostatními sladidly, aby se co nejvíce přiblížili chuti cukru.

Rozhodně se po zpracování této práce budu více zajímat, čím jsou nápoje a potraviny, které konzumuji slazeny. Především budu sledovat informace zobrazené na obalech potravin například ADI anebo také laxativnost výrobků. Všeobecně se doporučuje nepřehánět to s velkým množstvím konzumace cukru a sladidel.

7. Literatura a zdroje

1. All about Sucralose: Sucralose facts. *Facts About Sucralose Brochure* [online]. 2009 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://sucralose.org/sucralose-facts/>
2. ČESKO. Vyhláška č. 122/2011, která mění vyhlášku č. 4/2008 SB., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, ve znění vyhlášky č. 130/2010 Sb.
3. ČESKO. Zákon č. 110/1997 Sb. ve znění 281 ze dne 1.1.2011 o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 38, s.2 ISSN 1211-1244.
4. ČOPÍKOVÁ, Jana. Chemie a analytika sacharidů. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická (Praha), 1997, 104 s. ISBN 80-7080-306-1.
5. DAVÍDKOVÁ, Eva a Jana DOSTÁLOVÁ. Náhrada cukru jinými sladidly: (studie VTR). [1. vyd.]. Praha: ÚVTIZ, 1991, 30 s.
6. DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC. Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014, 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2.
7. GIUFRRÉ, L., R. ROMANIUK a E. CIARLO. Stevia, ka'a he'e, wild sweet herb from South America. *Emirates Journal of Food and Agriculture* [online]. 2013, Vol 25, No 10 [cit. 2015-04-08]. DOI: 0.9755/ejfa.v25i10.16405.
8. Hanácká potravinářská společnost s.r.o. *Výroba cukru* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: <http://www.hps.cz/vyroba-cukru/>
9. KADLEC, Pavel. Technologie potravin I. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
10. KYZLINK, Vladimír. Teoretické základy konzervace potravin. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988, 511 s.
11. MASUDA, Tetsuya, Naofumi KITABATAKE a KITABATAKE. Developments in biotechnological production of sweet proteins. *Journal of Bioscience and Bioengineering* [online]. 2006, vol. 102, issue 5, s. 375-389 [cit. 2015-04-14]. DOI: 10.1263/jbb.102.375.

12. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1331/2008 ze dne 16. prosince 2008, kterým se stanoví jednotné povolovací řízení pro potravinářské přídatné látky, potravinářské enzymy a látky určené k aromatizaci potravin.
13. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1129/2011 ze dne 11. listopadu 2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 vytvořením seznamu potravinářských přídatných látek Unie.
14. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 231/2012 ze dne 9. března 2012, kterým se stanoví specifikace pro potravinářské přídatné látky uvedené v přílohách II a III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008.
15. SHUKLA, Shruti, Archana MEHTA, Vivek K. BAJPAI a Savita SHUKLA. In vitro antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic leaf extract of *Stevia rebaudiana* Bert. ctive compound content of *Stevia rebaudiana* water extracts. *Food and Chemical Toxicology*. 2009, vol. 47, Issue 9, s. 2338-2343.
16. SMRČKOVÁ, Štěpánka a Jan BINDZAR. Náhradní sladidla jako polutanty. *Chemické listy*. 2014, roč. 108, č. 12, s. 1125-1132. DOI: 0009-2770.
17. TAKAYAMA, S. Long-Term Toxicity and Carcinogenicity Study of Cyclamate in Nonhuman Primates. *Toxicological Sciences* [online]. 2000, vol. 53, issue 1, s. 33-39 [cit. 2015-04-14]. DOI: 10.1093/toxsci/53.1.33.
18. TOIGO, A.P. HUFFELL, C.S. MOTA, D. BERTOLINI, L.F. PETTENUZZO a C. DALMAZ. Metabolic and feeding behavior alterations provoked by prenatal exposure to aspartame. *Appetite* [online]. 2015, vol. 87, s. 168-174 [cit. 2015-04-14]. DOI: 10.1016/j.appet.2014.12.213.
19. VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin 1. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, 2009, xxi, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
20. VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin 2. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, 2009, xix, 623 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
21. VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin. 2. uprav. vyd.* Tábor: OSSIS, 2002, 303 s. ISBN 80-86659-01-1.
22. VESELÝ, Vladimír. *Včelařství. Vyd. 3.* Praha: Brázda, 2013, 270 s., [16] s. obr. příl. ISBN 978-80-209-0399-0.

23. WINTER, Ruth. *A consumer's dictionary of food additives*. 7th ed. New York: Three Rivers Press, 2009. ISBN 978-030-7452-597.
24. ČESKO. Vyhláška č. 76/2003 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.