

Sladidla v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích obsahujících syrovátku

Václav Horák

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Václav HORÁK**

Osobní číslo: **T090047**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Sladidla v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích obsahujících syrovátku**

Zásady pro vypracování:

1. Popis vybraných sladidel a jejich možnosti využití v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích obsahujících syrovátku (Vjem sladké chuti, výroba sladidel, historie, chemický a biochemický popis, výživná doporučení, vhodnost pro diabetiky, legislativa)
2. Mléčné výrobky na českém trhu a potravinové doplňky obsahující syrovátku, u kterých jsou obsaženy sladidla (Popis jednotlivých druhů výrobků a jmenný seznam slazených mléčných výrobků a jejich výrobců na českém trhu)

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. SPILLANE, William J. NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND. Optimising sweet taste in foods. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006. ISBN 978-160-1191-557. Dostupné z: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1476
2. WATSON, David H. Food chemical safety: Volume 2: Additives. 1. publ. Boca Raton, Fla: Woodhead Publ, 2002. ISBN 18-557-3563-6. Dostupné z: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=559&VerticalID=0
3. KLESCHT, Vladimír, Iva HRNČIŘÍKOVÁ a Lucie MANDELOVÁ. Ěčka v potravinách. Brno: Computer Press, 2006, 108 s. Zdraví pro každého (Computer Press). ISBN 80-251-1292-6.
4. CHAUDHRY, Qasim, L CASTLE a Richard WATKINS. Nanotechnologies in food. Cambridge: RSC, c2010, 229 s. ISBN 08-540-4169-9.
5. Vesmír: přírodovědecký časopis Akademie věd České republiky. Praha: Vesmír, 2005, roč. 84(č. 12). ISSN 0042-4544. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/co-je-na-svete-nejsladsi>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimíra Zemanová

Kroměříž

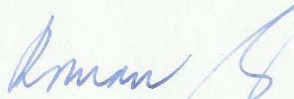
Datum zadání bakalářské práce:

6. ledna 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan





doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: HORÁK VAČLAV

Obor: ČMTP-ML

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 13. 8. 2012

Václav Horák

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

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

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k 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 pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

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

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

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či 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 užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

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

ABSTRAKT

Tato práce obsahuje informace o vjemu sladké chuti. Dále pak informace o vybraných nesacharózových sladidlech. Vlastním cílem práce je porovnat využitelnost těchto sladidel v potravinách, zejména v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích obsahujících syrovátku. Součástí práce je také vlastní popis vybraných mléčných výrobků a potravinových doplňků, které tato sladidla mohou obsahovat.

Klíčová slova: nesacharózová sladidla, sladivost, sladká chuť, *diabetes mellitus*, mléčné výrobky, jogurt, mražený smetanový krém, syrovátka, syrovátkové proteiny, syrovátkové koncentráty, syrovátkové izoláty, hydrolyzované syrovátkové proteiny

ABSTRACT

This paperwork contains information about sweet taste perception. Also information about selected non-sucrose sweeteners. The goal of this paperwork is to compare usability of the selected sweeteners in food, especially in dairy products and food supplements containing whey. A part of paperwork is devoted to the description of selected dairy products and food supplements containing whey.

Keywords: non – sucrose sweeteners, sweetness, sweet taste, *diabetes mellitus*, dairy products, yogurt, dairy ice cream, whey, whey proteins, whey protein concentrates, whey protein isolates, hydrolyzed whey proteins

Tímto bych chtěl vyjádřit srdečné poděkování své vedoucí práce Paní Ing. Vladimíře Ze-
manové, za bravurní vedení, skvělé nápady a trpělivost.

Dále bych chtěl poděkovat svému oponentovy za objektivní hodnocení své práce, férové
jednání a kolegiálnost.

Pak bych rád poděkoval Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, Fakultě technologické a všem
jejím zaměstnancům, za přínosnou výuku v průběhu svého bakalářského studia.

A nakonec bych rád poděkoval Knihovně Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která mi po-
skytla své cenné informační zdroje.

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

OBSAH

ÚVOD	10
1 TEORETICKÁ ČÁST	11
1 SLADKÁ CHUŤ A JEJÍ VNÍMÁNÍ	12
1.1 RECEPTORY SLADKÉ CHUTI.....	12
1.2 SLADIVOST	15
1.3 GLYKEMICKÝ INDEX A GLYKÉMIE	16
1.4 DIABETES MELLITUS	17
2 SLADIDLA	19
2.1 POLYOLY	20
2.1.1 Erythritol	23
2.1.2 Xylitol.....	24
2.1.3 Sorbitol (D-sorbitol, D-glucitol)	26
2.1.4 Isomalt	28
2.1.5 Laktitol	29
2.2 NÍZKOENERGETICKÁ SLADIDLA.....	31
2.2.1 Aspartam	32
2.2.2 Acesulfam K.....	34
2.2.3 Cyklamát	36
2.2.4 Sacharin.....	38
2.2.5 Sukralóza.....	40
3 MLÉČNÉ VÝROBKY A POTRAVINOVÉ DOPLŇKY OBSAHUJÍCÍ SYROVÁTKU VE VZTAHU KE SLADIDLŮM	42
3.1 MLÉČNÉ VÝROBKY SLAZENÉ SLADIDLY	42
3.1.1 Jogurty	42
3.1.2 Jogurtové nápoje	44
3.1.3 Mražené smetanové krémy.....	45
3.1.4 Mražené jogurty	46
3.2 POTRAVINOVÉ DOPLŇKY OBSAHUJÍCÍ SYROVÁTKU.....	46
3.2.1 Syrovátkové koncentráty	47
3.2.2 Syrovátkové izoláty	48
3.2.3 Hydrolyzované syrovátkové proteiny.....	49
3.3 MLÉČNÉ VÝROBKY SLAZENÉ SLADIDLY NA ČESKÉM TRHU.....	50
3.3.1 Mléčné výrobky slazené kombinací aspartam – acesulfam K.....	50
3.3.2 Mléčné výrobky slazené isomaltem a sacharinem	51
3.3.3 Mléčné výrobky slazené cyklamátem.....	51
3.3.4 Výrobky ochucující mléko se sukralózou	51
ZÁVĚR	52
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	59

SEZNAM OBRÁZKŮ	60
SEZNAM TABULEK.....	61
SEZNAM PŘÍLOH.....	62

ÚVOD

V následujících stránkách bakalářské práce je řešena problematika sladké chuti a sladidel se specifikací na využití v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích. Dále se zde nachází popis vybraných druhů těchto výrobků.

Cílem první části práce je objasnit důležitost vjemu sladké chuti v potravinách a výživě a samotný mechanismus vnímání sladké chuti. Dále je zde cílem popsat termíny jako glykemický index, sladivost a onemocnění *diabetes mellitus*, které je přímo spojené s potravinami sladké chuti.

Druhá část bakalářské práce se přímo týká vybraných zástupců sladidel z kategorií polyolů a sladidel nekalorických. Cílem této části je objasnit vlastnosti jednotlivých sladidel. Jejich chemické vlastnosti, výrobu, historii, zdravotní nezávadnost, regulaci použití z hlediska legislativy a v poslední řadě také použitelnost v potravinách. Zejména pak v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích obsahujících syrovátku.

Úkolem třetí části bakalářské práce je stručně popsat vybrané mléčné výrobky a potravinové doplňky, kde se sladidla nejčastěji využívají. Jejich výrobu a využití sladidel v těchto výrobcích na českém trhu. Obsažen je i seznam slazených mléčných výrobků na českém trhu, kde se vybraná sladidla využívají.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SLADKÁ CHUŤ A JEJÍ VNÍMÁNÍ

Pro sladkou chuť je typické, že je ve vztahu k lidem a některým jiným savcům, vnímána velmi pozitivně. Studie zkoumající výraz obličeje u novorozenců při stimulaci chuťových receptorů, ukazují velmi kladnou reakci ke sladké chuti a averzi vůči chuti hořké. Tyto studie také naznačují, že savci a jejich mláďata, vnímají a preferují vzrůstající koncentrace cukerných roztoků o to více, o kolik je roztok koncentrovanější. Z těchto preferencí vyšších koncentrací tedy v podstatě vyplývá, že savci jsou sladkou chutí vedeni k vybírání energeticky výhodnějších jídel. Proto je sladká chuť potravy tak důležitá. Naopak, například ze vztahu k chuti hořké, kde pozorujeme silný odpor, můžeme vyvodit přirozenou složku obrany organismu, protože většina jedovatých složek potravy v přírodě je právě hořká a to i v malých koncentracích.

Vnímání chuti je vlastnost společná většině živočichů. Rozlišujeme šest základních chutí. Chuť hořkou, sladkou, kyselou a slanou a nově zařazené, chuť kovovou a chuť umami. Smysl chuti se začíná vyvíjet již ve čtrnáctém týdnu vývoje embrya, protože v plodové vodě je zastoupena řada chuťově aktivních látek, jako například kyselina citronová, močovina, aminokyseliny, proteiny a soli. Chuť můžeme zařadit do skupiny smyslů, jejichž neurální receptory se nachází v periferních oblastech těla. Rozložení centra tohoto smyslu se nachází v dutině ústní, převážně na jazyku. Chuť hořkou pocítujeme v zadní části jazyka, kyselost po stranách, slanost v přední části a sladkost úplně na špičce. Na jazyku je chuť vnímána pomocí chuťových pohárků. Najdeme je však také na měkkém patře a v malém množství také na hrtanové záklopce. [1] [3][5]

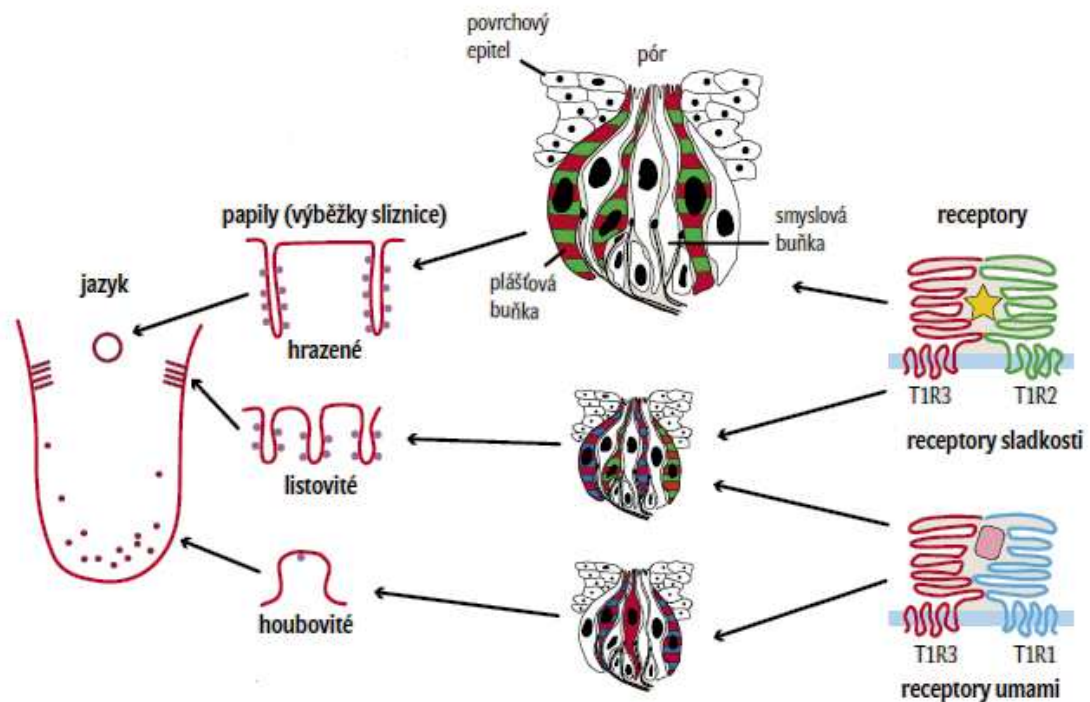
1.1 Receptory sladké chuti

Chuťové ústrojí je často přístupné různě formě fyzikálních, chemických a biologickým druhům újmy. Extrémně horká, studená, nepříjemná kyselá stimulace může mít až ničivý efekt na chuťové receptory. Avšak na rozdíl od ostatních smyslových receptorů, které mají své neurální receptory v periferní oblasti, se chuťový smysl dokázal adaptovat častým nepříznivým podmínkám. Touto adaptací je velmi rychlá regenerace chuťových pohárků, receptorů a chuťových buněk. Chuťové buňky se mohou obnovovat v nové už za deset dní, což je zhruba dvakrát tak rychleji než buňky epitelové.

Chuťový orgán se skládá z různě velkých systémových částí. Z chuťových papil, chuťových pupenů a chuťových buněk. Největším systémovým orgánem je právě papila, která je viditelná i pouhým okem. Je možné ji najít až v šesti různých tvarově odlišných verzích, z nichž jsou nejdůležitější papily hrazené, listovité a houbovité. Přitom každou papilu pokrývá množství chuťových pupenů (výběžků), viditelných až pod mikroskopem. Právě chuťový pupen je tou funkční jednotkou chuťového orgánu, protože obsahuje 50-100 chuťových receptorů a podpůrných buněk.

Dřívější biochemické studie z roku 1975 indikují, že sladká chuť je detekována proteinovými membránovými strukturami, které se nachází na špičkách chuťových receptorů a, že proteolytická činnost v dutině ústní a na povrchu jazyka může dočasně vjem sladké chuti potlačit. Z toho bylo usouzeno, že receptory pro sladkou chuť jsou vlastně membránově vázané povrchové proteiny. Sladidla jako sacharóza, fruktóza, glukóza a syntetická sladidla cyklamat, sacharin a jiné se mohou na povrchu vázat na tyto proteiny. Tato vazebná aktivita je závislá na dané papile, je vratná a může být úplně inhibována.

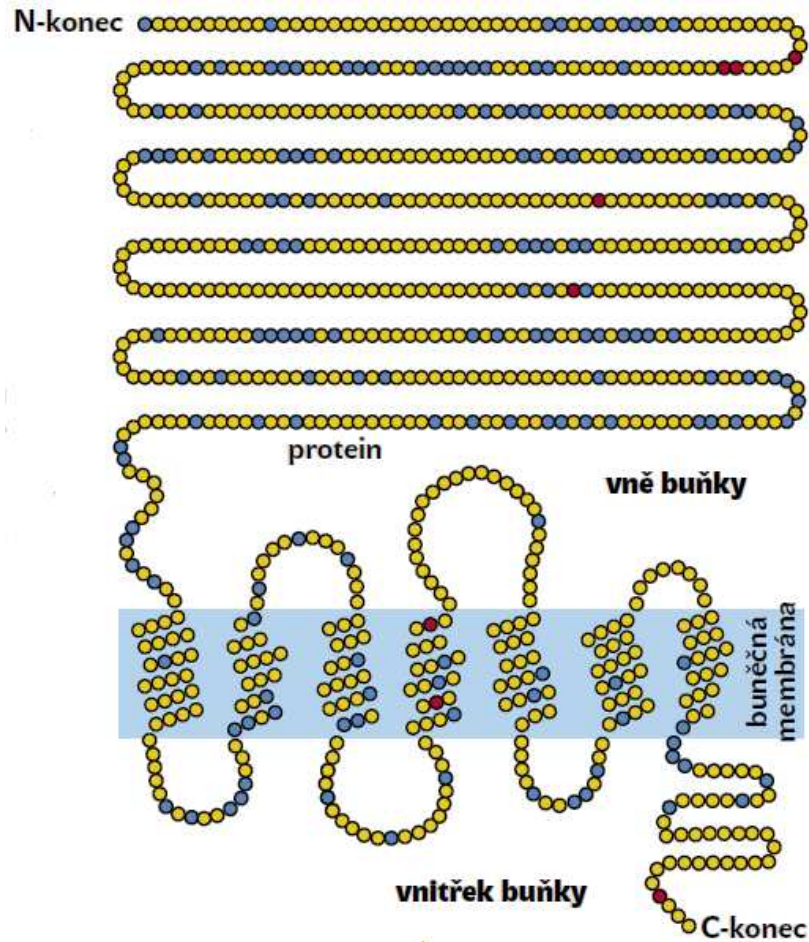
Novější biochemické studie charakterizují receptory sladké chuti jako G-proteinové spárované receptory. G-proteiny jsou důležité zejména ve vnitrobuněčné signalizaci. Aktivace těchto receptorů v membránách chuťových buněk, podstatně zvýší aktivitu adenylcyklázy, která je jednou z látek, které na druhé straně membrány způsobí biochemickou signalizační kaskádu. Tímto úkonem pak dochází k synaptickým kontaktům s nervovými vlákny, které přenáší zachycené informace do mozku, a tím tedy umožní vlastní vnímání sladké chuti. Tato aktivita je také podstatně modifikována koncentrací působících látek a mediátorovými proteiny guanin-nukleotidů. V pohárcích pro vnímání sladké chuti je receptor složený z podjednotek nazývaných T1R2 a T1R3, které patří mezi receptory sdružené s G-proteiny. Celý receptor se také nazývá T1R a má společné využití pro chuť sladkou (T1R2, T1R3), ale také pro chuť umami (T1R1, T1R3). Na následujícím obrázku (Obrázek 1), můžeme vidět receptory a chuťové pohárky, které se nachází na papilách hrazených, listovitých, nebo houbovitých. Receptory T1R1 jsou přítomné na papilách houbovitých a listovitých, kdežto T1R2 a T1R3 se vyskytují v papilách hrazených a listovitých.



Obrázek 1- Receptory a chuťové pohárky[5]

Zjednodušeně tedy můžeme vnímání chuti všeobecně popsat jako interakci mezi ligandem a receptorem. Někdy je také tato reakce připodobňována k principu zámku a klíče, nebo také ruce v rukavici, jak je vidět na předchozím obrázku (Obrázek 1). Avšak ani ligand, ani receptor nejsou úplně jako zámek, do kterého pasuje jen jeden klíč a receptor tedy může vázat ligandů více. Právě v případě receptorů sladké chuti se může vázat překvapivě velké množství struktur. Čím je tato vazba silnější, tím intenzivněji je možné sladkou chuť vnímat i v malých koncentracích a navíc chuťový vjem trvá déle.

Na následujícím obrázku (Obrázek 2) lze vidět schéma části myšního receptoru sladké chuti, nacházejícího se na buněčné stěně smyslové buňky. Pro laboratorní experiment, který tento obrázek popisuje, se k výzkumu používaly vyšlechtěné kmeny myši, necitlivých na sacharózu. Jednotlivé aminokyselinové složky proteinu, jsou zde zobrazeny jako kuličky. Modré kuličky značí aminokyseliny přítomné ve všech T1R a kuličky červené označují polohy, v nichž se odlišují receptory kmene myši nevnímavých vůči sacharóze. Žluté kuličky pak indikují variabilní polohy, v nichž nacházíme v jednotlivých receptorech odlišné aminokyseliny. [1][2][5]



Obrázek 2- Myší receptor sladké chuti [5]

1.2 Sladivost

V předchozí kapitole (1.1) je uvedeno, že sladce působící látky se vážou na povrchové proteiny chuťových receptorů, a že čím je vazba silnější, tím je silnější sladká chuť. Proto byla zavedena jednotka sladivosti. Jde tedy vlastně o relativní jednotku (relativní sladivost), která je úměrná síle vazby mezi receptorem a ligandem. Protože světově nejpoužívanějším sladidlem je sacharóza, byla její sladivost definována hodnotou 1. Intenzita sladivosti ostatních nesacharózových sladidel se odvíjí právě od této hodnoty jako její násobky. Následující tabulka zobrazuje hodnoty sladivosti používaných sladidel. [1][5]

Tabulka 1 – Hodnoty sladivosti vybraných sladidel [1]

Sladidlo	Sladivost v poměru k sacharóze [sacharóza = 1]
Neotam	13000
Thaumatococin	3000
Alitam	200
Neohesperidin DC	2000
Sukralóza	600
Sacharin	300
Steviosid	300
Acesulfan K	200
Aspartam	180
Cyklamát	30
Fruktózový sirup	1,5
Med	1,5
Tagatóza	1
Xylitol	1
Maltiol	0,9
Erythriol	0,7
Isomaltóza	0,65
Sorbitol	0,6
Mannitol	0,5
Threhalóza	0,5
Laktitol	0,4

1.3 Glykemický index a glykémie

Konzumace sladidel má často vliv na hladinu krevní glukózy v krvi, takzvanou glykémii. Glykémie je hodnota hladiny krevního cukru a udává látkové množství glukózy (mmol/l). Stav vyšší hladiny glykémie, přesahující hodnotu 5,5 mmol/l krevního cukru se nazývá hyperglykémie. Nižší hladina než 3,3 mmol/l pak hypoglykémie. U osob trpících diabetem by neměla hodnota krevního cukru přesáhnout normu 6,0 mmol/l.

Glykemický index (GI) je hodnota, jež nám podává informace o rychlosti vzestupu krevního cukru po konzumaci některého ze sladidel. Tato hodnota poskytuje cenné informace, zejména pro osoby trpící diabetem, nadváhou, či obezitou. Sladidla s nízkým glykemickým indexem a potraviny jimi slazené, snižují při konzumaci riziko výskytu srdečních onemocnění a diabetu druhého typu. K tomuto efektu dochází proto, že se sladidla s nízkým GI v zažívacím ústrojí netráví vůbec nebo jen částečně. Kdežto sladidla

s vysokým glykemickým indexem, jako například sacharóza, se štěpí velmi rychle. Tím jsou sice rychlým zdrojem energie, ale také za velmi krátkou dobu zvětšují hodnotu krevního cukru. Při takových rychlých vzestupech také dochází k vylučování hormonů kortisolu a adrenalinu, které podporují chuť k jídlu. Proto je například při hubnutí důležité vědět, jaký glykemický index nám sladidlo nebo případná potravina vlastně poskytuje. Následující tabulka zobrazuje GI vybraných sladidel, seřazených vzestupně, podle hodnot GI. [6][7][8][9]

Tabulka 2 – Glykemický index vybraných sladidel [8]

sladidlo	glykemický index [GI]
Neotam	0
Thaumatín	0
Alitam	0
Sukralóza	0
Sacharin	0
Steviosid	0
Acesulfán K	0
Aspartam	0
Cyklamát	0
Erythriol	1
Isomaltóza	2
Mannitol	2
Laktiol	3
Sorbitol	4
Xylitol	12
Fruktóza	25
HSH	35
Med	50
Sacharóza	65
Glukóza	100

1.4 Diabetes mellitus

Diabetes mellitus (cukrovka) je onemocnění, které se projevuje poruchami metabolismu glukózy. Jde o jednu z civilizačních chorob. Onemocněných celosvětově přibývá a věková hranice pro vypuknutí se stále snižuje. Dělí se na dvě skupiny. *Diabetes mellitus I* a *Diabetes mellitus II*. Příčiny pro vznik těchto poruch jsou různé. Průběh diabetu se projevuje častou žízní a hladem, svědivostí kůže, rozostřeným viděním, únavou, častým močením, po-

malou hojivostí ran. U všech diabetiků se jako příznak nemoci objevuje příliš vysoká hladina cukru v krvi.

Diabetes prvního typu, se projevuje nedostatečnou produkcí inzulínu. Velmi často k tomuto onemocnění dochází již v útlém věku. Často je také výskyt dán genetickými predispozicemi. Vzniká proto, že buňky, zodpovědné za produkci tohoto enzymu, přestávají v pankreatu inzulín produkovat. Nadbytečná glukóza, která je při trávení vstřebávána, se ukládá do zásob v játrech, ale glykémie v tomto bodě stále stoupá, a to i když jedinec zrovna nepřijímá potravu. Tělní buňky však nemohou tuto přebytečnou glukózu využívat, protože jim chybí inzulín. Inzulín totiž buňky v podstatě otevírá příjmu glukózy. Když inzulín chybí, tak jsou buňky stále uzavřené, i když jsou omývány krví s vysokým obsahem glukózy. Buňky nepřijímají potřebný zdroj energie a tak hladoví. Jedinou léčbou je celoživotní podávání inzulínu, nejčastěji injekčně. Takto postižený jedinec, má kromě diabetu také často sklony k otylosti a onemocnění dolních končetin.

Diabetes mellitus druhého typu, též nazýván jako stařecká cukrovka, se vyskytuje mnohem častěji. Vzniká proto, že tělo sice umí inzulín produkovat, ale ztrácí k němu vnímavost. Vyskytuje se u zejména u starších lidí, kteří mají nižší fyzickou aktivitu a větší energetický příjem. Často proto jako léčba postačí méně energetická dieta. Pokud však nestačí, je možné léčit tuto chorobu tabletami, které zvyšují citlivost na inzulín. [6][9]

2 SLADIDLA

Sladce chutnající látky mohou být rozděleny podle různých charakteristik. Mnoho těchto látek je úplně nebo alespoň částečně metabolizováno. Tato sladidla jsou pak plně vstřebávána a metabolizována v oxid uhličitý a vodu, a tím poskytují organismu energii. Tímto poznatkem tedy můžeme sladidla rozdělit na sladidla energetická a neenergetická. Do energetických patří zejména běžně využívaná sacharóza. Do neenergetických pak celá řada chemických látek vytvořená v laboratoři, nebo případně získávaná z rostlinných produktů. V poslední době je pozorován nárůst obezity zejména ve vyspělých oblastech světa. Energetická sladidla proto bývají zaměřena různými skupinami pod snahou snížit používání těchto sladidel, zejména kvůli snaze snížit příjem kalorií populace. Proto je také snaha nahrazovat sladidla kalorická sladidly nekalorickými. Ty také můžeme znát pod častým pojmem sladidla „náhradní“. Vývoj těchto látek je tedy snahou nahradit funkce sacharózy v potravinářských produktech bez nechtěných kalorií.

V České republice a zemích Evropské unie, jsou sladidla jako ostatní aditivní látky označeny kódem ve tvaru E s trojčíslím (např. E951 pro Aspartam). Seznam povolených aditivních látek a příslušných E kódů je uveden ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví ČR č. 4/2008 Sb. *kteřou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin* a v přílohách II a III nařízení (ES) č. 1333/2008 *o potravinářských přídatných látkách*. Sladidel se v této vyhlášce týká zejména § 7 který se přímo „Sladidla“ nazývá.

Plné znění paragrafu § 7 je:

Sladidla

(1) Sladidla povolená při výrobě potravin, potraviny a skupiny potravin, v nichž se mohou vyskytovat, a další podmínky použití sladidel stanoví příloha č. 5 k této vyhlášce. Nejvyšší povolené množství upravené v příloze č. 5 k této vyhlášce je vztaženo na potraviny připravené ke spotřebě podle návodu výrobce.

(2) Za sladidla se nepovažují potraviny se sladkou chutí, jako jsou přírodní sladidla nebo med⁴).

(3) Sladidla lze použít k přípravě stolních sladidel, která jsou určena k přislazování pokrmu před spotřebou.

(4) Sladidlo může být obsaženo:

a) ve složené potravíně bez přidaného cukru nebo se sníženým obsahem energie, v potravíně určené pro redukční dietu nebo v potravíně s prodlouženou trvanlivostí, pokud je toto sladidlo povoleno v jedné ze složek potraviny,

b) v potravíně, pokud je tato potravina určena výhradně k použití pro přípravu složené potraviny, a to tak, aby složená potravina vyhovovala požadavkům upraveným v této vyhlášce.

(5) Kromě údajů upravených v zákoně a zvláštním právním předpise ⁴⁾ musí být na obalu sladidla určeného pro spotřebitele uvedeny tyto další údaje důležité z hlediska zdravotní nezávadnosti potraviny:

a) u stolních sladidel „Stolní sladidlo na bázi ...“ s uvedením názvu sladidla,

b) u stolních sladidel obsahujících polyalkoholy varování „Nadměrná konzumace může vyvolat projímavé účinky“,

c) u stolních sladidel obsahujících aspartam varování „Obsahuje zdroj fenylalaninu“,

d) u stolních sladidel obsahujících sůl aspartamu-acesulfamu varování „Obsahuje zdroj fenylalaninu“. [1][2][3][12][13]

2.1 Polyoly

Polyoly jsou cukru prostá sladidla s menší energetickou hodnotou než sacharóza. Jsou to cukerné alkoholy (deriváty), získávané redukcí aldehydové nebo ketonické skupiny na skupinu alkoholovou, chemickým nebo biochemickým procesem. Polyoly se ve většině případů vyskytují jako přírodní látka. Erythritol, sorbitol, xylitol se dají najít v rostlinách a jejich plodech, jako například švestky, hrušky, grepy a v některých druzích zeleniny. Lactiol a isomaltóza jsou synteticky získávané látky a není je proto možné v přírodě najít. Polyoly můžeme dělit podle počtu uhlíků a struktury.

Tabulka 3- Rozdělení polyolů [1]

Typ	Polyol	Počáteční cukr	Počet uhlíků
Hydrogenované monosacharidy	Erythritol	Erythróza	4
	Xylitol	Xylóza	5
	Sorbitol	Glukóza	6
	Maltitol	Mannóza	6
	Mannitol	Maltóza	12
Hydrogenované disacharidy	Lactiol	Laktóza	12
	Isomalt	Sacharóza	12
Směs hydrogenovaných sacharidů a polysacharidů	Hydrogenovaný glukózový sirup (HGS)	Glukózový sirup	
	Hydrogenovaný škrobový sirup (HSH)	Škrobový hydrolyzát	

Polyoly mají unikátní vlastnosti, které jsou důležité v mnoha potravinářských a farmaceutických výrobcích. I když každý polyol má, co se týče chemické struktury rozdílné charakteristiky, dohromady jako skupina cukerných alkoholů mají mnoho podobných vlastností. Jsou chemicky a tepelně stabilní. Nepodléhají Maillardově reakci, která je požadovaná při některých potravinářských postupech. Jejich sladivost je velmi podobná sacharóze, bez jejich negativních vlastností vůči zubní sklovině a také mají nižší energetickou hodnotu. Následující tabulky přehledně zobrazují důležité vlastnosti polyolů ve vztahu k potravinám, včetně jejich efekt na sladkou chuť a energetickou hodnotu.

Tabulka 4- Chemické vlastnosti polyolů ve srovnání se sacharózou [1]

Typ	Molární hmotnost [g/mol]	Energetická hodnota [kcal/g]	Bod tání [°C]	tepelná stabilita [°C]	Stabilita v kyselém/zásaditém prostředí [pH]
Erythritol	122	0,2-2,6	121,5	>160°C	2-12
Xylitol	152	2,4-3,0	92-96	>160°C	2-12
Sorbitol	182	2,6-3,0	101	>160°C	2-12
Mannitol	182	1,6-2,0	166-168	>160°C	2-12
Maltitol	344	2,0-3,0	150	>160°C	2-12
Isomalt	344	2,0	145	>160°C	2-12
Laktiol	344	2,0	121-123	>160°C	>3
Hydrogenované škrobové hydrolyzáty (HSH)	-	2,3-3,4	-	-	-
Sacharóza	342	4,0	-	rozklad při 160-186°C	podléhá hydrolyze v zásaditého i kyselého prostředí

Tabulka 5- Vliv polyolů na sladkou chuť [1]

Druh	Popis sladivého efektu	Ostatní pozorované účinky na chuťové vlastnosti
Erythritol	Podobné sacharóze s mírnou kyselostí a hořkostí, bez pachutí	Chladivý efekt
Xylitol	Nejsladší polyol, příjemná sladká chuť	Intenzivní chladivý efekt
Sorbitol	Příjemná sladká chuť	Chladivý efekt
Mannitol	Příjemná sladká chuť	Chladivý efekt
Maltitol	Podobná sladká chuť jako u sacharózy	Mírný chladivý efekt
Isomaltóza	Podobná sladká chuť jako u sacharózy, bez pachutí	Překrývá hořkou a kovovou chuť ostatních sladidel
Laktiol	Čistá sladká chuť, bez pachutí	Mírný chladivý efekt
Hydrogenovaný glukózový sirup (HGS)	Příjemná sladká chuť	Při rozmíchání s různými příchutěmi, překrývá nežádoucí příchutě

Následující výčet vybraných polyolů popisuje jejich výhody, nevýhody a částečný popis jejich výroby, získávání a použití v různých aspektech potravinářského průmyslu.

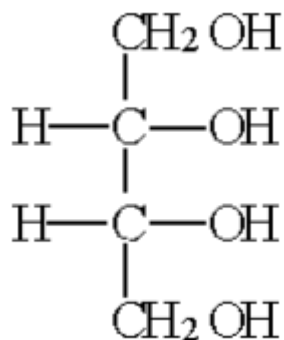
[1][2] [4][11][12]

2.1.1 Erythritol

Systematický název: butyl-1,2,3,4-tetraol

Sumární vzorec: $C_4H_{10}O_4$

Strukturní vzorec:



Obrázek 3- Erythritol [14]

Vlastnosti: Bílé, termostabilní, nehyroskopické krystaly, bez zápachu

Erythritol je čtyř-uhlíkatý tetraalkohol, který se přirozeně vyskytuje v hroznech, melounu a hruškách. V potravinách pak ve víně, sojové omáčce a saké a jiných fermentovaných výrobcích. Průmyslově se získává ze škrobu, jako základní suroviny. Prvním z kroků při výrobě je smíchání škrobu s vodou. Tento roztok je pak fermentován pomocí vybraných osmofilních kultur plísní (*Moniliella pollinis*). Po fermentaci glukózy, která je základní složkou škrobu, následuje filtrace, krystalizace a sušení. Finální výrobek je pak v podobě prášku nebo krystalů.

Ve vztahu k sacharóze má erythritol asi 70 % sladivost. Na rozdíl od ní je však téměř nekalorický, podle FDA (Federal Drug Administration) má hodnotu 0,2 kcal/g, což je zhruba o 95 % méně než sacharóza a jiné cukry. Při trávení se vstřebává v tenkém střevě, odkud putuje do krve a odtud je pak ve větší části v nezměněné podobě vylučován močí. Protože je vstřebáváno už v tenkém střevě nevyvolává za normálních okolností u zdravého jedince průjem jako například jiné cukerné alkoholy. Toto sladidlo také neovlivňuje hladinu cukru v krvi a má nulový glykemický index. Dále je toto sladidlo mnohem hůře zpracovatelné bakteriemi dutiny ústní, takže není původcem zubního kazu.

V České republice bychom podle legislativy mohli toto sladidlo najít v dezertech, obilných snídaních, mražených krémech, zmrzlinách, džemech, cukrovinkách, pomazán-

kách na bázi kakaa a mléka, žvýkačkách, hořčici a pečivu. Avšak toto sladidlo vykazuje chladivý pocit v ústech, takže se hodí jen do některých potravin.

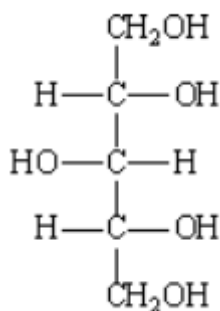
Pro použití v mléčných výrobcích není toto sladidlo příliš vhodné, zejména kvůli chladivému pocitu a mírné hořkosti. Mohlo by být však využito při výrobě mražených smetanových krémů, mražených jogurtů a mléčných koktailů. [1][11][12][14]

2.1.2 Xylitol

Systematický název: 1,2,3,4,5-pentahydroxypentan

Sumární vzorec: $C_5H_{12}O_5$

Strukturní vzorec:



Obrázek 4- Xylitol [15]

Vlastnosti: Bílý, krystalický prášek, téměř bez zápachu

Xylitol je produktem hydrolýzy dřeva a jiných částí rostlin, bohatých na xylan, jako například skořápky mandlí, stébla slámy a kukuřičné plevy. V prvních počátcích výroby xylitolu docházelo už v roce 1890, avšak vyráběny byly zatím pouze sirupové verze tohoto sladidla. Následně až v roce 1930 byl francouzskými a německými vědci syntetizován xylitol ve formě krystalů. Po druhé světové válce se začal studovat vliv xylitolu na inzulin, zejména v Japonsku, Německu a bývalém Sovětském svazu. V Japonsku se pak xylitol používal například při resuscitaci pacientů z diabetického komatu. Stále však nebylo toto sladidlo průmyslově vyráběno ve větším měřítku. To vše se změnilo v roce 1976, kdy se finská a švýcarská společnost zabývající se výrobou sladidel, spojila v jednu firmu, pod názvem Xyrofin a začala vyrábět xylitol průmyslově.

Průmyslově se xylitol vyrábí z xylanu kyselou hydrolyzou ve vodném roztoku, kde je produktem xylóza. Ta je pak následně hydrogenací přeměněna na xylitol. Roztok je poté filtrován, vyčeřen a zkoncentrován. Z koncentrovaného roztoku se pak vyloučí xylitol v krystalické podobě.

Xylitol má téměř stejnou sladivost jako sacharóza. Na rozdíl od ní však neškodí zubní sklovině. Naopak, stabilizuje fosforečnan vápenatý, který je přítomen ve slinách a zlepšuje tak absorpci vápníku v dutině ústní. Usnadňuje také vstřebávání vápníku ve střevech, takže může hrát velkou roli při prevenci proti osteoporóze. Energetickou hodnotou se pohybuje okolo 2,4 kcal v 1 gramu xylitolu. Nevýhodou xylitolu je to, že může mít ve vyšších dávkách projímavé účinky

Podle české legislativy může být xylitol používán v podobných potravinářských výrobcích jako erythritol, ale díky tomu, že vykazuje opravdu intenzivní chladivý pocit v ústech, tak se využívá spíše jako součást žvýkaček a bonbonů. Díky jeho příznivému působení na vápník také může být xylitol používán jako složka zubních past a ústních vod.

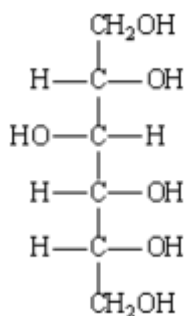
V mléčných výrobcích se xylitol příliš nevyužívá, existují však studie z Peru, které sledují možnost využití xylitolu jako příměsí do státem dotovaných ochucených mlék pro školáky, jakožto prevenci proti dentálním onemocněním a osteoporóze. Tato studie je součástí tamějšího vládního zdravotního programu. [1][2][12][15][16][17][18]

2.1.3 Sorbitol (D-sorbitol, D-glucitol)

Systematický název: hexan-1,2,3,4,5,6-hexaol

Sumární vzorec: $C_6H_{14}O_6$

Strukturní vzorec:



Obrázek 5- Sorbitol [20]

Vlastnosti: Bílá hydroskopická v podobě prášku, krystalů, vloček nebo granulí

Sorbitol je látka vyskytující se v přírodě, nejčastěji v ovoci, například v jablkách, hruškách a švestkách. Nejvíce sorbitolu se však nachází v Jeřábu ptačím, ze kterého byl sorbitol v roce 1872 poprvé izolován. Vyšší nárůst výroby můžeme pozorovat až v šedesátých letech dvacátého století, kdy se začal používat jako zvlhčovač kosmetických přípravků a náhradní sladidlo v nízkoenergetické skupině potravin. Kromě sladícího účelu slouží dnes v potravinářství ještě jako stabilizátor a zahušťovadlo.

Sorbitol má podobné vlastnosti jako hydrogenované škrobové hydrolyzáty (Hydrogenated starch hydrolysates- HSH). Obě tyto látky se vyrábí podobnou cestou, tzn. ze škrobového hydrolyzátu. Rozdíl při výrobě je pouze v rozdílné hodnotě dextrózového ekvivalentu (DE). Sorbitol je výsledkem hydrogenace dextrózy nebo škrobového sirupu s vysokou hodnotou DE vůči čisté dextróze. Kdežto hydrogenace hydrolyzátů s nízkým DE, vede k získání směsi sorbitolu, maltitolu a složitějších řetězců hydrogenovaných sacharidů. Protože tyto směsi ve svém složení nevykazují žádný dominantní polyol, jsou označovány jako hydrogenované škrobové hydrolyzáty. Pokud, ale směs obsahuje více než 50 % nějakého dominantního polyolu, mohou být označovány například jako sorbitolový sirup, maltitolový sirup, atd.

Sorbitol má asi o 40 % menší sladivost než běžně využívaná sacharóza. Má příjemnou sladkou chuť bez vedlejších cizích chutí a navozuje mírný chladivý pocit v ústech. Co se týče energetického hlediska, poskytuje asi 2,6 kcal/g. Je však mnohem pomaleji metabolizován v těle než ostatní cukry. Má tedy poměrně nízký glykemický index, a proto se hojně využívá v potravinách určených pro diabetiky a také jako diabetické sladidlo. Vyšší příjem tohoto sladidla může vést k průjmům a jiným poruchám trávicí soustavy.

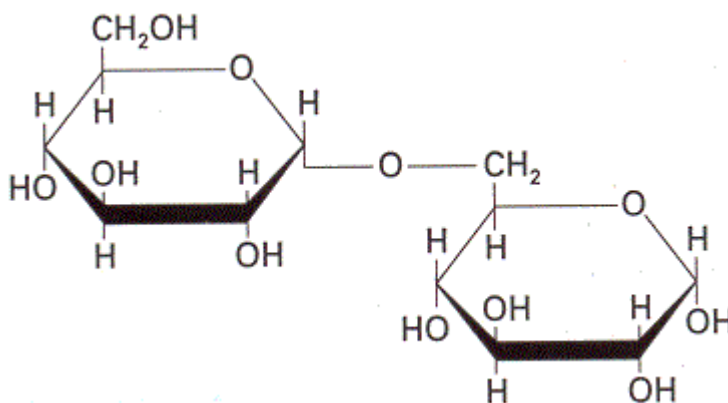
V potravinách je sorbitol využíván převážně, jako diabetické sladilo. Dále pak slouží, jako jedna ze surovin při výrobě vitamínu C. Zhruba 10 % světové produkce sorbitolu se využívá pro výrobu vitamínu C. Česká legislativa určuje použití sorbitolu ve výrobcích pro účely týkající se funkce náhradního sladidla. Do potravin se smí přidávat i ve větších množstvích, kromě dětské výživy. Pokud se ve výrobku nachází větší množství sorbitolu, musí být obal označen upozorněním: „Nadměrná konzumace může vyvolat projímavé účinky“. V mléčných výrobcích se sorbitol příliš nevyužívá. [1][12][19][20][21]

2.1.4 Isomalt

Systematický název: 6-*O*- α -D-Glukopyranosyl-D-glukopyranósa

Sumární vzorec: $C_{12}H_{22}O_{11}$

Strukturní vzorec:



Obrázek 6- Isomalt [22]

Vlastnosti: Bílá, krystalická a lehce hydrofobická látka bez zápachu

Isomalt je disacharid, složený ze dvou cukrů, glukózy a mannitolu. V přírodě se volně nenachází, jde tedy o syntetickou látku. Byl objeven v roce 1960. Hlavní surovinou pro výrobu je řepný nebo třtinový cukr. Sacharóza z těchto materiálů je nejdříve enzymaticky přeměněna na isomaltulózu, pomocí enzymu produkovaného bakterií *Protaminobacter rumbrum*. Isomaltulóza poté podléhá katalické hydrogenaci a mění se tak v isomalt.

Sladivost isomaltu odpovídá asi 45-60 % sladivosti sacharózy a má velmi podobné vlastnosti. Má příjemnou sladkou chuť téměř stejnou jako sacharóza, bez vedlejších cizích příchutí. Také jeho chuť může být využívána při maskování hořkých, kovových příchutí jiných syntetických sladidel. Také jeho fyzikální vlastnosti jsou velmi podobné sacharóze, proto může být využíván například ve výrobě tvrdých cukrovinek. Energetická hodnota isomaltu je 2 kcal v 1 gramu sladidla. Nejsou známy žádné negativní účinky, v těle se totiž při trávení přemění z 50 % na glukózu, z 25 % na sorbitol a z 25 % na mannitol. Výhodou také je, že jako ostatní polyoly, nezpůsobuje zubní kaz. Při nadměrné konzumaci však může vyvolat žaludeční potíže a průjemy.

V potravinách se isomalt používá převážně jako náhradní sladidlo. Může však sloužit také jako lešticí a protispěková látka. Ve spojení s ostatními polyoly se jeho sladivost zvyšuje. Používá se ve žvýkačkách, kandytech a jiných diabetických cukrovinách.

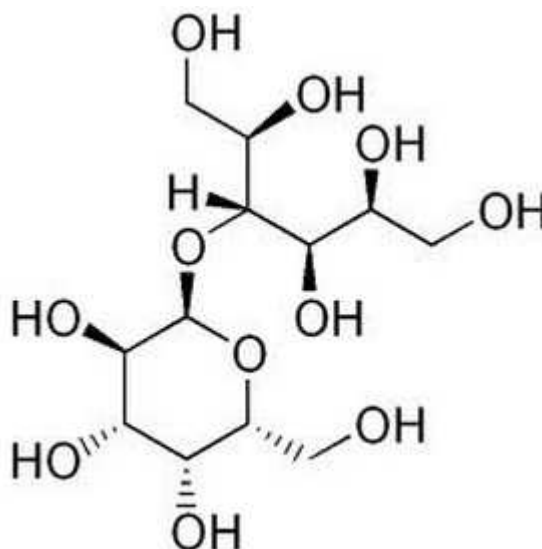
V mléčných výrobcích se na českém trhu příliš nevyužívá, i když jeho vlastnosti jsou velmi podobné sacharóze. Je možné ho použít jako součást slazených šlehaček ve spreji. [1][12][22][23]

2.1.5 Laktitol

Systematický název: 4-O- α -D-Galaktopyranosyl-D-glucitol

Sumární vzorec: $C_{12}H_{24}O_{11}$

Strukturní vzorec:

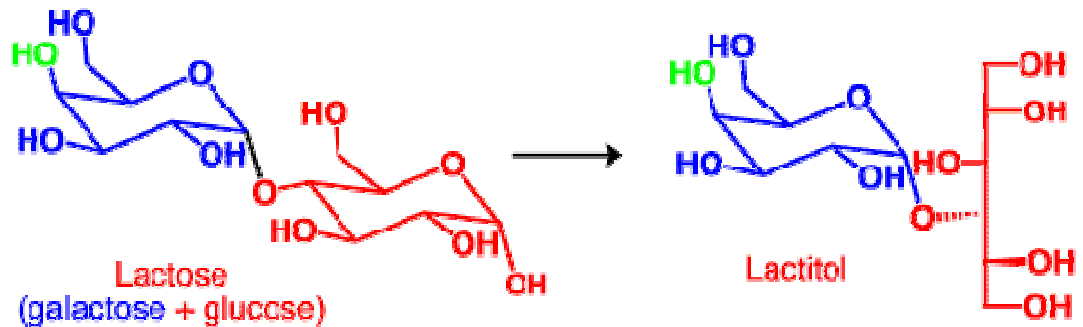


Obrázek 7- Laktitol [24]

Vlastnosti: Bezbarvý krystalický prášek

Laktitol se řadí mezi syntetické sladidlo. Poprvé bylo syntetizováno v roce 1920 a použito v potravinách v 80. letech dvacátého století. Laktitol patří mezi disacharidové alkoholy, protože je vyráběn z disacharidu laktózy. Na trhu se objevují různé druhy tohoto sladidla. Kromě klasické formy anhydridu, také ve formě monohydrátu a dihydrátu. Má asi 40 % sladivost jako sacharóza.

Laktóza na výrobu laktitolu se získává zejména ze syrovátky, která je vedlejším produktem při výrobě sýrů. Přeměna laktózy na laktitol probíhá na glukózové části molekuly, kdy je tato část redukována na cukerný alkohol.



Obrázek 8- Schéma přeměny laktózy na laktitol [25]

V tenkém střevě se laktitol vstřebává jen částečně a poskytuje energetickou hodnotu kolem 2 kcal/g. Úplně metabolizován je až ve střevě tlustém, kde je přeměněn na biomasu, organické kyseliny, oxid uhličitý a stopové množství vodíku. Ve střevech také působí jako probiotikum, takže působí příznivě pro rozvoj střevní mikroflóry. Ve větších množstvích může laktitol způsobovat průjemy a plynatost.

V potravinách se laktitol může používat jako sladidlo či jako zahušťovadlo. Díky nízké sladivosti je však jeho využití ojedinelé. [1][12][24][25]

2.2 Nízkoenergetická sladidla

Nízkokalorická sladidla jsou sloučeniny, které kromě sladké chuti mají ještě jednu, v poslední době velmi žádanou vlastnost. Jejich konzumací a trávením nevznikají téměř žádné kalorie. Tato sladidla umožňují konzumentům užít si plnou a příjemnou sladkou chuť, bez možnosti přibývání na váze a mohou tímto být prospěšné při různých redukčních dietách. Další jejich výhodou je nízká cena. Protože mají sladivost často velmi vysokou, můžeme jich použít daleko menší množství než například sacharózy. Klíčovým aspektem potřeby nízkokalorických sladidel je však výskyt chorob jako obezity, diabetu a zubního kazu. Dále pomáhají diabetikům při kontrole množství zkonsumovaných sacharidů. Zlepšují použitelnost farmaceutických výrobků. A v neposlední řadě také poskytují možnost levného sladidla v dobách nedostatků sacharózy, jako tomu bylo například za první a druhé světové války. Díky své vysoké sladivosti také často pomáhají snížit výrobní náklady na potraviny. Protože se při trávení nevstřebávají a ani v ústech se nerozkládají, mohou být ideálním prostředkem k oslazení nízkokalorických potravin, dia výrobků, zubních past a ústních vod.

Z těchto důvodů je výzkum, vývoj a syntéza nových sladidel velmi důležitá. Proto byl v roce 2001 sestaven doktorkou Lyn O'Brien-Nabors seznam nutných a důležitých vlastností, které by měla tato sladidla mít:

- Musí mít podobnou sladkou chuť jako sacharóza, čistou, bez vedlejších příchutí
- Musí být nekalorické při obvyklých dávkách,
- Nesmí být škodlivé vůči zubům a zubní sklovině,
- Musí být zdravotně nezávadné, bez jakýchkoliv dlouhodobých nebo krátkodobých negativních účinků na lidský organismus,
- Musí být jednoduché k použití (dobrá rozpustnost, stabilita, bezbarvosť, jednoduchá výroba atd.),
- Musí být stabilní při skladování,
- Musí jít o přírodně odbouratelné látky.

V těchto, a mnoha dalších vlastnostech jsou si nekalorická sladidla velmi podobná. To však neplatí o chemických strukturách. Na rozdíl od polyolů jde totiž o rozdílné chemické látky s rozdílnými strukturami. Všechna by však měla splňovat předchozí výčet vlastností.

O zdravotních rizicích některých nekalorických sladidel kolují medii různé názory. Existuje velký počet výzkumů na toto téma, které si velmi často navzájem odporují. Z neúplně věrohodně podložených důvodů je na sladidla v médiích poukazováno, jako na látky organismu škodlivé, které by se neměly v potravinách vyskytovat. Avšak světová organizace FDA, provedla stovky výzkumů, řádně podložených výzkumnými pracemi a záznamy, podle kterých jsou tato sladidla v povolených dávkách lidskému organismu neškodná.

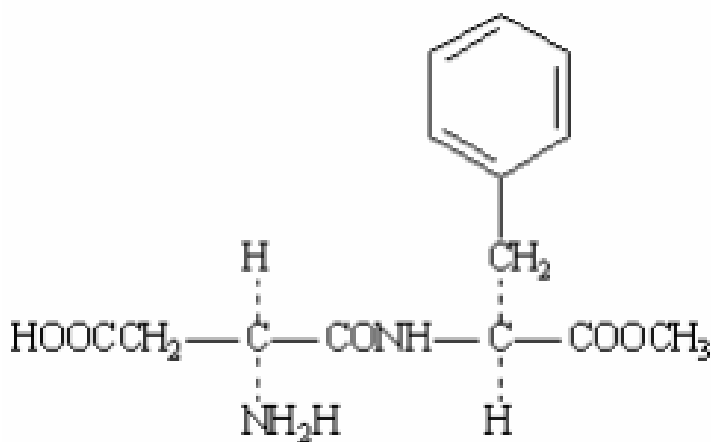
Následující výčet nekalorických sladidel popisuje vybraná sladidla, která se hojně používají v mléčných výrobcích nebo potravinových doplňcích. [1][2][4][12]

2.2.1 Aspartam

Systematický název: N-L- α -aspartyl-L-fenylalanin 1-methylester

Sumární vzorec: $C_{14}H_{18}N_2O_5$

Strukturní vzorec:



Obrázek 9 – Aspartam [26]

Vlastnosti: Bílý krystalický prášek, bez zápachu

Jedna s nejvíce testovaných aditivních látek na světě a jedno z nejpoužívanějších nesa-
charózových sladidel, to je aspartam. Sladká chuť aspartamu byla objevena náhodně v roce
1965 biologem Jimem Schlatterem, který pracoval na vývoji léku proti žaludečním vře-
dům. Při jeho práci se mu dostalo malé množství syntetizované sloučeniny na prsty. Když
se pak natahoval pro papír se záznamy, jeden prst si olízl, aby mu šla nalistovat příslušná

stránka. Zjistil po té, že sloučenina má sladkou chuť. Její používání jako aditivum bylo povoleno až v 80. letech dvacátého století. Často můžeme sladidlo také najít pod komerční značkou Nutrasweet.

Aspartam je dipeptid složený ze dvou aminokyselin. Kyseliny asparagové a methylesteru fenylalaninu. Přesné výrobní postupy této sloučeniny jsou výrobci tajené. Mechanismus vzniku je však známý. Při chemické syntéze jsou dvě karbonylové skupiny kyseliny asparagové spojeny v anhydrid. Amino skupina je pak tímto chráněna a je zabráněno její reaktivitě. Fenylalanin pak podléhá methyl-esterifikaci a vzniká methylester fenylalaninu. Ten je pak připojován na α uhlík anhydridu kyseliny asparagové. Po té je kyselou hydrolyzou odstraněn ochranný prvek aminoskupiny a vzniká α -forma aspartamu. Celý tento proces může být katalyzován enzymem, který produkuje bakterie *Bacillus thermoproteolyticus*. Tento katalyzátor nám také zajišťuje menší vznik β -formy aspartamu, která nevykazuje takovou sladivost.

Trávením je aspartam rozkládán na kyselinu asparagovou, fenylalanin a methanol. Zejména přítomnost methanolu může budít dojem, že jde o životu škodlivé aditivum, avšak kvůli své vysoké sladivosti je aspartam používán v malých množstvích, tak uvolněného methanolu bývá až stopové množství. Byla však pozorována například dočasná slepota u jedinců s nadměrnou konzumací sladidla. O aspartamu se také mluví v souvislosti s takzvaným „syndromem z války v zálivu“. Jde o onemocnění postihujících bývalé vojáky, kteří se zúčastnili války v Perském Zálivu v roce 1991. Velké množství slazené limonády v petláhvích zde bylo pro vojáky skladováno na přímém slunci. Sluneční paprsky a z nich uvolněné teplo pak zahájily rozklad aspartamu na jednotlivé složky. Přítomní vojáci pak tyto limonády zkonsumovali. Odborníci však tvrdí, že nemoci, jimiž trpí veteráni z války v Zálivu, jsou zřejmě způsobeny kombinací několika faktorů, mimo aspartam jde také o intenzivní očkování proti biologickému a chemickému zasažení, působení pesticidů, nervových plynů a dýmu z hořící ropy, jakož i užívání munice obohacené ochuzeným uranem.

O bezpečnosti aspartamu se vedou stále spory a to i přesto, že jde o druhou nejvíce testovanou aditivní látku a její zdravotní nezávadnost byla ověřena téměř dvěma stovkami odborných studií organizací FDA. Zdravotní riziko může ale představovat pro osoby nemocné fenylketonurií, kvůli přítomnému fenylalaninu, který se uvolňuje při trávení. Proto u

výrobků, které aspartam obsahují, musí být podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR č. 4/2008 Sb. §7, odstavec c) a d), na obalu uvedena věta: „Obsahuje zdroj fenylalaninu“.

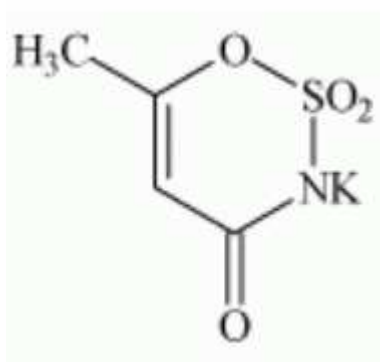
Aspartam lze nalézt ve více než 1500 produktech, včetně pečiva, cereálií, žvýkaček, dezertů, drinků, osvěžovačů dechu, různých cukrovinek a léků. V mléčných výrobcích jej můžeme zejména najít jako složku ochucujících ovocných směsí u jogurtů a v mražených smetanových krémech. Protože je toto sladidlo termolabilní, není vhodné pro produkty, které se vaří. Pokud ovšem není přidáno až po tepelné úpravě. [1][12][26][27]

2.2.2 Acesulfam K

Systematický název: Draselná sůl 6-methyl-2,2-dioxo-2*H*-1,2λ⁶,3-oxathiazin-4-olátu

Sumární vzorec: C₄H₄KNO₄S

Strukturní vzorec:



Obrázek 10 – Acesulfam K [28]

Vlastnosti: Bílý krystalický prášek, bez zápachu

V roce 1967 vědci Clauss a Jencen náhodně objevili, že skupina sloučenin dihydro-oxoathiazinových dioxidů má sladkou chuť. Po té se snažili syntetizovat co nejvíce různých struktur z této skupiny a mimo jiné se jim podařilo v roce 1973 připravit sloučeninu známou jako acesulfam K. Acesulfam K byl pro komerční syntézu pak vybrán jako nejvhodnější sloučenina. Zejména kvůli snadné přípravě, oproti ostatním látkám z jeho skupiny. Nyní je schválen k použití jako aditivum ve více než 100 zemích. Mezi produkty ho můžeme najít pod komerčními názvy Sunett nebo Sweetex Plus.

Syntéza Acesulfamu K je poměrně složitá. Prvotní fáze syntézy probíhá za reakce těchto látek: acetoacetátu, tetrabutylesteru, fluorosulfonylového acetoacetátového amidu a fluorosulfonylizokyanátu. Výslednou sloučeninou této reakce je fluorosulfonylová acetoacetátová kyselina. Ta je pak ve fázi druhé přeměněna na cyklus v přítomnosti hydroxidu draselného. Protože původní látky vykazují silnou kyselost, tak následně vzniká z přítomného hydroxidu a kyseliny draselná sůl, která je konečným produktem Acesulfanem K.

Toto sladidlo je 200 krát sladší než sacharóza. Neposkytuje ale tělu žádné kalorie. Při konzumaci se v lidském těle acesulfam K nevstřebává ani nerozkládá a je nestrávený vylučován. Podle organizace FDA, nejsou známy žádné negativní účinky této sloučeniny na lidský organismus.

Výhodami acesulfamu K pro použití v potravinách je zejména velmi široké spektrum pH a teplot, kde ho můžeme použít. Je také velmi dobře rozpustný. Největší výhodou je však bezesporu jeho synergie s širokou řadou jiných sladidel. Nejznámější a nejpoužívanější je kombinace acesulfamu s aspartamovou solí nebo cyklamátem. V této kombinaci se sladidlům velmi výrazně zlepšují jejich vlastnosti jako například sladivost, rozpustnost a v neposlední řadě také sladidla vzájemně potlačí své nežádoucí příchutě. Nevýhodou samostatného použití acesulfamu je jeho hořká pachut' při vyšších koncentracích.

Toto sladidlo je využíváno v širokém sortimentu výrobků. Například v nápojích, výrobcích pro zubní hygienu, lécích a krmivech. Díky tomu, že je termostabilní, může být v potravině přítomen i při výrobních procesech jako vaření, pasterace, atd.

V mléčných výrobcích se používá poměrně často, zejména v jogurtech, smetanových mléčných krémech, a ochuceném mléce. Jako samostatné sladidlo, či v kombinaci s aspartamem. Používá se také ve skupině fermentovaných mléčných výrobků, protože není rozkládán bakteriemi mléčného kvašení. Tyto výrobky mají pak i delší udržitelnost než výrobky slazené sacharózou. V potravinových doplňcích se také využívá, ale spíše v kombinaci s aspartamem. [1][2][12][28][29][30]

2.2.3 Cyklamát

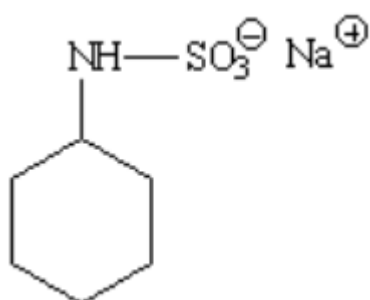
Systematický název: N-cyclohexylsulfamát sodný (vápenatý)

Sumární vzorec:

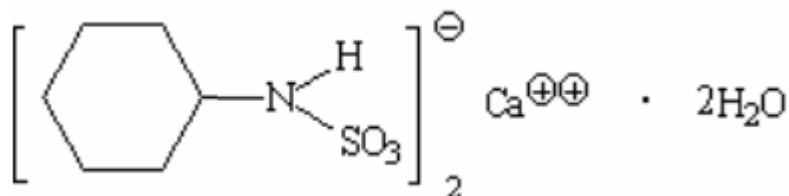
$C_6H_{12}NNaO_3S$ pro sodnou sůl

$C_{12}H_{24}CaN_2O_6S_2 \cdot 2H_2O$ pro vápenatou sůl, dihydrát

Strukturální vzorec:



Obrázek 11 – Cyklamát sodný [31]



Obrázek 12 – Cyklamát vápenatý, dihydrát [32]

Vlastnosti: Bílé krystalky až krystalický prášek, bez zápachu

První syntéza cyklamátu se datuje do roku 1937, kdy bylo také objeveno, že má sladkou chuť. Na Universitě státu Illinois jej syntetizoval v rámci závěrečné práce student Michael Sveda. Sveda tehdy pracoval na syntéze léků proti horečce, ale místo toho šťastnou náhodou objevil právě cyklamát. V roce 1950 byl pak průmyslově vyráběn a byl označován jako stolní sladidlo a byl používán zejména do nealkoholických nápojů v kombinaci se sacharinem. Nicméně byl na několik let zakázán organizací FDA, protože se studii zjistilo, že u testovaných laboratorních myši způsobuje rakovinu močového měchýře. Tato stu-

die byla však špatně interpretována a v roce 1980 byl její přínos vyvrácen. Cyklamát byl tak znovu povolen jako aditivum. Momentálně je používán ve více jak 50 zemích světa. V některých státech, například ve Venezuele, je zakázán do dnes.

Cyklamát může být ve dvou chemických formách. Ve formě vápenaté soli a ve formě soli sodné. V laboratoři ho lze připravit sulfonací cyklohexylaminu ve vodném prostředí. V první fázi reakce vzniká cyklohexylsulfonová kyselina, která je sice sladká, ale má však velmi vysokou kyselost (pH v rozmezí 0,8-1,6). Sloučenina se proto neutralizuje a vzniká vápenatá, nebo sodná sůl v závislosti na použitém činidle. Vápenatá sůl se pak vyskytuje jako dihydrát.

Cyklamát je asi 30 krát sladší než sacharóza. Jeho sodná forma je však o něco méně sladší. V organismu člověka je jen 1-2% absorbován a metabolicky přeměněn na cyklohexanol a *trans*-cyklohexan-1,2-diol. Zbytek je vyloučen močí. Při velmi vysokých dávkách může způsobovat průjemy. Střevní mikroflóra totiž, u asi 25 % populace může nemetabolizovaný cyklamát ve střevech rozkládat a díky tomu může dojít k průjemovým onemocněním. Při tak malých dávkách absorbovaného sladidla nemá žádný vliv na glykémii a tudíž se jedná o nekalorické sladidlo.

K výhodám cyklamátu patří jeho chemická stabilita, rozpustnost a kompatibilita s ostatními sladidly, například s aspartamem. Je také velmi výhodný do potravin s ovocem, ovocnými složkami a příchutěmi. Značně totiž vylepšuje plnou chuť ovocných složek. U citrusových plodů také mírní jejich počáteční hořkost. Jeho nevýhodami je pak zejména chemická příchut' a poměrně nízká sladivost. Stále také převládá v některých zemích negativní názor na jeho používání, protože je neustále spojován s karcinogenitou, a to i přesto, že původní studie, která tento názor hlásala, byla vyvrácena.

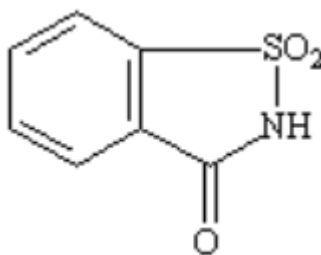
Použití nachází cyklamát v ovocných nápojích, džemech, žvýkačkách, želatinových dezertech. Také v salátových dressinzích a soleném, sušeném mase. Není příliš vhodný pro pekárenské produkty, protože samostatně nepodléhá Maillardově reakci. Jeho kyselá forma může být také použita v sycených nápojích, kde podporuje tvorbu a udržitelnost přítomných bublinek. V mléčných výrobcích se kvůli menší sladivosti a chemické pachuti nepoužívá. Avšak jeho příznivé působení na ovocné složky, by mohlo najít využití zejména u jogurtů, jogurtových nápojů a u mražených smetanových krémů.[1] [2][12][31][32]

2.2.4 Sacharin

Systematický název: 2*H*-1λ⁶,2-benzothiazol-1,1,3-trion

Sumární vzorec: C₇H₅NO₃S

Strukturní vzorec:

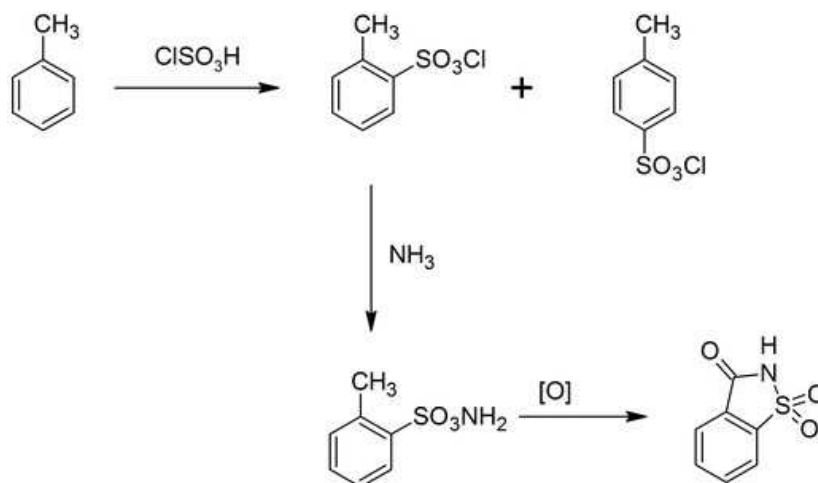


Obrázek 13 – Sacharin [1]

Vlastnosti: Bílá krystalky nebo krystalický prášek, lehce aromatické vůně

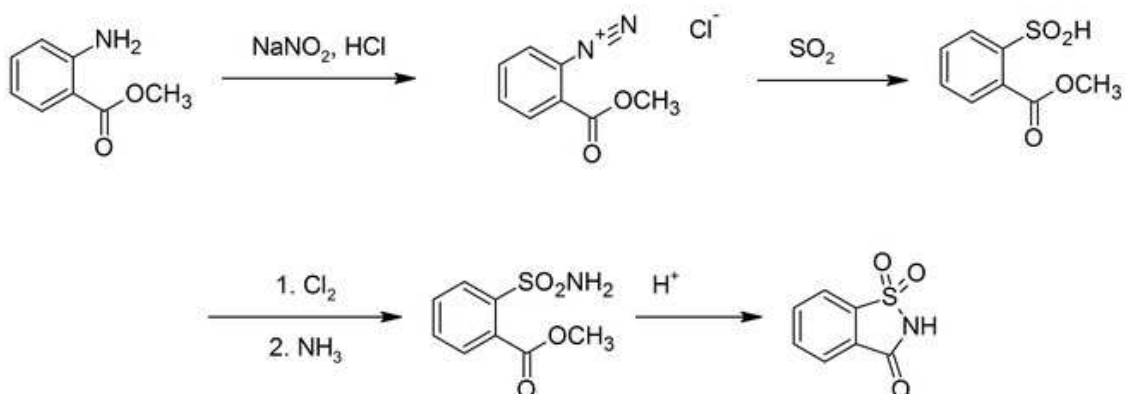
Sacharin byl objeven už v roce 1878 Irou Remsenem a Konstantinem Fahlbergem. Byl patentován v roce 1885. Jeho jméno je odvozeno z latinského výrazu pro cukr *saccharum*. Komerční výroba sacharinu začala až v roce 1890. Tehdy však toto sladidlo vyvolalo mnoho kritiky, kvůli tomu, že nemá žádnou výživnou hodnotu. Používal se proto spíše v lécích. Zvýšené používání v potravinách, pak bylo zaznamenáno zejména při první světové válce. Dnes se jedná o nejlevnější a nejsnázeji dostupné stolní nesacharózové sladidlo a je bohatě využíváno zejména ve výživě diabetiků.

Původní syntéza sacharinu podle Remsena a Fahlberga (obr. 14) začínala z toluenu. Ten je sulfochlorací přeměněn na *ortho* a *para* formu izomeru. *Ortho* izomer je pak izolován a amoniakem přeměněn na sulfoamid. Následnou oxidací methylové skupiny vzniká karboxylová skupina, která se pak navazuje do cyklu s druhým substituentem.



Obrázek 14 – Syntéza sacharinu podle Remsena a Fahlberga [1]

V roce 1950 byla syntéza vylepšena Chemickou společností Maumee, která sídlila v Toledu, Ohio. Základem této syntézy (obr. 15) je anthracenová kyselina, která je přeměněna v několika fázích reakce na výsledný sacharin.



Obrázek 15 – Syntéza sacharinu podle společnosti Maumee [1]

Sacharin je až 300 krát sladší než sacharóza. V lidském těle není metabolizován a je nezměněn vyloučen močí. Jako takový samostatně inhibuje bakteriální růst a zabraňuje acidogenezy. Sacharin byl, podobně jako cyklamát, podezříván z příčiny vzniku rakoviny močového měchýře. Toto tvrzení bylo vyvráceno a sacharin je považován za zdraví neškodnou, glykemii neovlivňující látku.

Největší výhodou sacharinu je jeho poměrně snadná příprava a tedy nízká cena. Má velmi dobrou tepelnou stabilitu a dokáže působit prospěšně s několika dalšími sladidly.

Například s aspartamem, cyklamátem ale i se sacharózou a fruktózou. Nevýhodami jsou hlavně jeho chuť ovlivňující vlastnosti. Má hořkou až kovovou příchut' a v ústech vyvolává pocit sucha.

V potravinách má sacharin velmi široké využití, podobně jako například aspartam. Pro použití v mléčných výrobcích se příliš nehodí, kvůli své hořké a kovové příchuti. Výjimkou v tomto případě mohou být slané dressinky na smetanovém základu, i když zde se nejedná přímo o mléčný výrobek. [1][2][4][12]

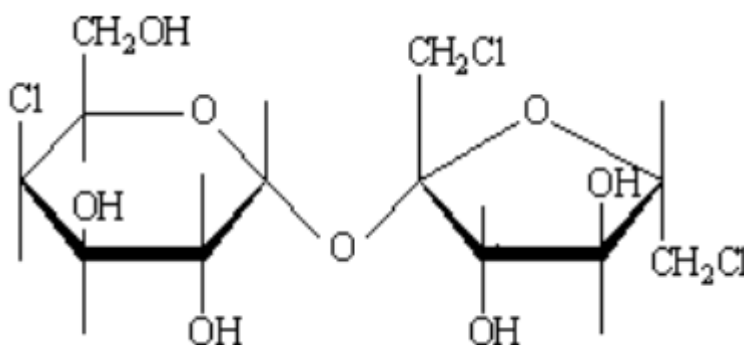
2.2.5 Sukralóza

Systematický název:

1,6-Dichloro-1,6-dideoxy-β-D-fructofuranosyl-4-chloro-4-deoxy-α-D-galactopyranosyl

Sumární vzorec: $C_{12}H_{19}Cl_3O$

Strukturní vzorec:



Obrázek 16 – Sukralóza [33]

Vlastnosti: Bílý až světle šedý prášek, téměř bez zápachu

V 70. letech dvacátého století na Universitě Královny Elizabeth v Londýně probíhal výzkumný program, který zde vykonával Prof. Lesliem Houghem. Tento program byl veden pod taktovkou a sponzoringem společnosti Tate & Lyle, kteří se snažili popsat použití sacharózy jako netradičního mezistupňového produktu-katalyzátoru při chemických reakcích. Při testování s chlorací sacharózy jeden zahraniční student, Shashikant Phadnis, špatně pochopil úkon, který měl vykonat. Tento student si spletl význam slova „testing“ (otestovat) s významem slova „tasting“ (ochutnat). To zcela náhodně vedlo k objevu, že chlorované cukry mají velký sladící potenciál. A jedním z těchto cukrů byla právě sukralóza.

Sukralóza je syntetizována ze sacharózy. V prvním kroku proběhne přeměna sacharózy na sukraloza-6-acetát. Pak následuje chlorace produktu a nakonec deacetylace. Chemicky jde tedy v podstatě o molekulu sacharózy, kde byly tři přítomné OH skupiny nahrazeny chlórem. Stereochemicky se na čtvrté pozici glukózového cyklu příslušná molekula OH invertuje, proto je v systematickém názvu nazývána molekula předchozí glukózy jako galaktóza.

Toto sladidlo je až 600 krát sladší než cukr. Má také velmi podobnou čistou chuť bez jakýchkoliv pachutí. V organismu člověka se malá část absorbuje a pak v nezměněné podobě vyloučí močí. Neabsorbovaný zbytek je nezměněn vyloučen ve stolici. Sukralóza tedy neposkytuje žádnou energetickou hodnotu a nemá tedy vliv na glykémii.

Sukralóza má velmi dobrou tepelnou stabilitu, rozpustnost a také kompatibilitu s několika dalšími sladidly. Pokud se používá v kombinaci s jinými, tak nejčastěji jsou to acesulfam K a cyklamát. Další výhodou je bezpochyby vysoká sladivost, která umožňuje používat malá množství, což je výhodné z ekonomického hlediska.

Sladidlo má vynikající využití téměř ve všech druzích potravin. Svou netoxicitou, vysokou sladivostí a stabilitou je výhodné například do pečiva, konzervovaného ovoce. Ze stejných důvodů lze použít sukralózu ve slazených mléčných výrobcích, mražených smetanových krémech a potravinových doplňcích. Zde se nejčastěji vyskytuje v kombinaci s jiným sladidlem. V potravinových doplňcích je prakticky nejvhodnějším sladidlem. Potravinové doplňky obsahující syrovátku jsou totiž výhradně sypkého charakteru a s ostatními sladidly může při jejich delším skladování dojít k barevným změnám. Se sukralózou však k barevné změně výrobků nedochází. [1][2][4][12][33][34]

3 MLÉČNÉ VÝROBKY A POTRAVINOVÉ DOPLŇKY OBSAHUJÍCÍ SYROVÁTKU VE VZTAHU KE SLADIDLŮM

Sladidla se využívají v celé řadě potravinářských produktů. Následující kapitola se však bude zabývat jejich využitím v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích na bázi syrovátky, výrobky samotnými a zjednodušeně také jejich výrobou.

Polyoly se ve světě jako sladidla v mléčných výrobcích příliš nevyužívají, zejména kvůli nízké sladivosti. Dále je zde také fakt, že polyoly mají určitou energetickou hodnotu, i když rozhodně menší než sacharóza. Výjimkou může být využití xylitolu jako sladidla do slazených mlék. O tomto využití se spekuluje v souvislosti s vládním programem v Chile. V České republice se polyoly v mléčných výrobcích zatím nevyužívají.

Ve světě se používá více druhů sladidel v těchto výrobcích než v České republice. Zde se používají zejména sladidla nekalorická. Jde nejčastěji o aspartam, acesulfam K, sacharin nebo jejich kombinace. Slazení sukralózou se zatím v mléčných výrobcích v našich krajích příliš nevyužívá, i když by to bylo nejvýhodnější, kvůli její sladivosti a čisté chuti. U sypkých potravinových doplňků na bázi syrovátky se však používá celá řada, hlavně nekalorických sladidel. [4][35]

3.1 Mléčné výrobky slazené sladidly

Následující kapitola bude zaměřena především na popis mléčných výrobků, kde se sladidla ve světě i u nás nejčastěji využívají. Patří zde jogurty, jogurtová mléka (nápoje), mražené jogurty, mražené smetanové krémy. Výrobci takových výrobků často označují tento sortiment jako „dietní“. V těchto výrobcích jsou sladidla využívána jako součást ochucujících směsí, které výrobku dodávají sladkou chuť, aroma, vůni a barvu. V České republice se stanovuje popis a pojmenování druhu výrobku podle vyhlášky č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. [35]

3.1.1 Jogurty

Podle § 1 vyhlášky č. 77/2003 Sb., *kteřou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje*, je jogurtem kysaný mléčný výrobek získa-

ný kysáním mléka, smetany, podmásli nebo jejich směsi pomocí mikroorganismů uvedených v příloze zákona, č. 2 tabulce 4,

Jogurty jsou v podstatě mléčné výrobky, vyrobené z fermentovaného mléka. To znamená z mléka, které prošlo fermentačním procesem pomocí čisté mlékařské kultury. Může jít buď o jogurty bílé, bez chut'ových a barvicích příměsí, nebo o jogurty ochucené. Základní suroviny na výrobu jsou: Mléko, čistá kultura, složená z bakterií mléčného kvašení, dále pak stabilizátory, ovoce nebo ochucující ovocné směsi a cukr nebo případně jiné sladidlo.

Samotná výroba začíná standardizací hlavní suroviny, kterou je nejčastěji ošetřené mléko. Standardizační proces zahrnuje úpravu tučnosti a sušiny všeobecně. Proces probíhá pomocí mlékárenských odstředivek. K výrobě jogurtu se vhodné hodnoty sušiny pohybují okolo 16 %. Hodnoty obsahu tuku v mezích 1-5% a hodnoty tukuprosté sušiny okolo 11-14 %. V případě nízkokalorických výrobků, kde se používají sladidla, se však obsah tuku pohybuje i v hodnotách pod 1 %. V této výrobní fázi je možné využít stabilizátorů, jako například škrobu, pro dosažení požadovaných vlastností.

Po standardizaci následuje homogenizace pro vytvoření správných reologických vlastností. V tomto procesu probíhá zejména ke zvětšení povrchu tukových kuliček v surovině a tím lepšího rozložení tuku ve výrobku a také eliminace možnosti vyvstávání mléčného tuku. Dochází také ke stabilizaci bílkovinného komplexu a kaseinové micely jsou schopny vázat více vody.

Po standardizaci následuje tepelné ošetření – pastérace, a to nejen kvůli zničení nežádoucí mikroflóry, ale je zde také snaha zlepšit vlastnosti mléka pro výrobu jogurtů a vytvořit živné prostředí pro bakterie mléčného kvašení. Při výrobě jogurtů je nejoptimálnější použít UHT (ultra high temperature) záhřev při teplotě 95°C s výdrží 30 s. Takto ošetřené mléko se pro další výrobu, zchlazuje na teploty 42 – 45 °C.

Ochlazené mléko putuje do zakysávacího tanku, kde se očkuje 1 až 2 % kultury pro příslušný objem jogurtu. Naočkované mléko se musí důkladně promíchat, kvůli dobrému rozptýlení kultury do celého obsahu mléka. Tím se předchází místnímu překysání a nepravdělnému srážení koagulátu. Když je dosaženo pH 4,2 – 4,5, musí být jogurt ochlazen na 15 – 22 °C. To zabrání dalšímu rozvoji bakterií a zvyšování pH.

Další výrobní postup se rozlišuje podle zpracování koagulátu. Jogurty s nerozmíchaným koagulátem – zrání probíhá přímo ve spotřebitelském obalu, jogurty s rozmíchaným koagulátem - zrání v tanku, po promíchání koagulátu a vychlazení naplnění do drobných obalů, jogurty pitné – fermentace v tanku jako u jogurtu s rozmíchaným koagulátem.

Jogurty a jiné kysané mléčné výrobky s různými příchutěmi a aromaty jsou velmi populární. K ochucování těchto výrobků se nejčastěji používají ochucující příměsi. Jejich složkami jsou cukr nebo sladidla, ovoce a ovocné přípravky, zelenina, přírodní aroma, regulátory kyselosti, barviva a voda. Běžnou složkou příměsí je ovoce, většinou jako čisté kousky buď mražené, nebo sterilované. Dále ve formě ovocných sirupů, džemů, pyré nebo marmelád. Dále pak příměsi mají často až 50 % obsah cukru, avšak v nízkokalorických výrobcích je trendem nahrazovat sacharózu sladidly. V České republice nejčastěji ve formě sacharinu, aspartamu, acesulfamu K, nebo jejich kombinacemi. Díky jejich podstatně vyšší sladivosti se však používají v menším množství. Je také možné výrobek osladit například pomocí koncentrovaného jablečného džusu. Často je tato cesta snahou výrobců vyhnout se označení jogurtu jako výrobku „s přidaným cukrem“. Aby ovocné přísady dodávaly jogurtu příjemnou chuť, musí mít vyhovující jakost a správnou hodnotu pH. Ovocné džemy se plní buď na dno spotřebitelských obalů a poté se zalijí zralým koagulátem, nebo se rozmíchají v uzrálém koagulátu a tato směs se plní do obalů. Poté se jogurt uchovává v chladárně do doby expedice při teplotě pod 10 °C. [36][37]

3.1.2 Jogurtové nápoje

Podle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 77/2003 Sb., *kteřou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jablečné tuky a oleje*, jsou jogurtové nápoje řazeny do skupiny kysaných mléčných výrobků, podobně jako jogurt. Jogurtové nápoje jsou výrobky velmi podobné jogurtům. Rozdíl je však ve viskozitě. Jogurtová mléka jsou určena ke konzumaci jako nápoje, proto musí být na rozdíl od jogurtu tekuté. Jogurtové nápoje mají nižší energetickou hodnotu než jogurty pevné a krémovité a vyšší obsah bílkovin v poměru k obsahu tuku.

Výroba probíhá obdobně jako u jogurtů s mírně upravenými podmínkami. Výsledný jogurtový koagulát z výroby je však rozrušen, například přidáním tekutého odstředěného mléka a následnou homogenizací, aniž by se uvolňovala syrovátka. [35][36][37]

3.1.3 Mražené smetanové krémy

Základními surovinami pro výrobu mražených smetanových krémů je: pitná voda, cukr nebo jiná sladidla, mléko, smetana, sušené mléko, zahušťovadla, stabilizátory disperzí, emulgátory, zahušťovadla a látky určené k aromatizaci a obarvení. Při doplnění názvu mraženého krému slovem mléčný či smetanový, nesmí tento výrobek obsahovat záměrně přidaný tuk a bílkoviny jiné než mléčný tuk a mléčné bílkoviny.

Výroba začíná navažováním a přípravě surovin podle množství, které se vyrábí. Navažují se předem i suroviny, které se přidávají až po pasteraci do zchlazovacího tanku. Hlavní surovina- mléko, smetana popřípadě máslo se smísí s například kakaem, sušeným mlékem atd. Výsledná směs se musí nejprve zhomogenizovat, kvůli zvýšení stability tukové emulze. Dále pak homogenizace zkracuje dobu samotného zmražování, snižuje dávku nutného stabilizátoru, zlepšuje nášleh a konzistenci. Ideální tučnost směsi je okolo 12%. Teplota při homogenizaci se pohybuje okolo 65-80 °C a tlak okolo 15 MPa.

Po homogenizaci následuje pasterace. Ta má především význam pro zdravotní nezávadnost výrobku, ale také případné výrobní ztráty a dobu trvanlivosti. Některé suroviny již byly před vlastním mísením sice pasterizovány, ale sypké příměsi jako stabilizátory, kakao atd. mohou výrobek kontaminovat. Teplotně se pasterace směsi pohybuje okolo 78 – 80 °C po dobu 30 s.

Dalším krokem je zrání směsi. Směs se z pasteračního zařízení dopraví do zracího tanku pomocí potrubí. Zde musí být stále promíchávána při teplotách okolo 4– 8 °C. Tato fáze je velmi důležitá k vyvíjení chuťových vlastností výrobku.

Po zrání následuje nášleh směsi. Tato fáze je důležitá zejména pro strukturu mraženého výrobku jako takového. Proces probíhá v šlehacím zařízení, tzv. freezeru. Freezer má podobu dvojité vodorovné trubice, tzv. trubky v trubce. Vnější pláštěm protéká mrazicí tekutina. Vnitřní částí trubky protéká samotná směs, která na stěnách mrzne a krystalizuje v ledový film. Tento film je pak seškrabován obíhajícími noži. Zde se do výrobku přidávají ostatní navážené suroviny. Také se přimíchává vzduch a různé inertní plyny, které podstatně zvyšují kvalitu nášlehu a tak podstatně zvyšují objem. Tímto vzniká správná krémovitá konzistence výrobku.

Následovat může promíchání s různými ochucujícími složkami – džemy, ovocem, čokoládovými šupinkami atd. Také se upravuje konečná podoba výrobku. Například nane-

sením na dřívko, namáčením do polev a posypem oříšků. Výrobek se zde plní do spotřebitelských obalů.

Po úpravách následuje zamrazení, kde se teploty pohybují okolo mínus 18°C. Zde se jedná o přímou konzervaci výrobku.

U mražených smetanových krémů, mohou být nesacharózová sladidla využita jako součást samotné výrobní směsi, jako součást ochucujících příměsí a také jako součást polev. V mražených smetanových krémech nemají v České republice nesacharózová sladidla příliš velké využití. Ve světě je však jejich používání u těchto výrobků běžné. [4][36]

3.1.4 Mražené jogurty

Mražené jogurty vyžadují jen lehce odlišný výrobní postup než mražené smetanové krémy. Obvykle je směs na výrobu mixem jogurtu s větším množstvím základní směsi pro mražené smetanové krémy. Samotná výroba a textura výsledného výrobku je pak ovlivněna pumpování směsi přes freezer, podobně jako u mražených smetanových krémů. Využití sladidel je tu také velmi obdobné. [36][37] [38]

3.2 Potravinové doplňky obsahující syrovátku

Potravinovými doplňky (suplementy) nazýváme nejčastěji výrobky, které slouží jako doplněk stravy. Nejsou to tedy výrobky, které bychom konzumovaly jako náhradu plnohodnotné výživy. Následující kapitola je zaměřena na sypké bílkovinné potravinové doplňky, které obsahují syrovátkové proteiny. Mimo syrovátkové proteiny, ale do kategorie bílkovinných suplementů můžeme také zařadit: kaseinové koncentráty, vaječný albumin, sojové proteiny, koncentráty z kozího mléka, koncentráty pšeničných proteinů a koncentráty proteinů hrášku. Jde o výrobky, vhodné především pro aktivní sportovce a kulturisty, kterým slouží především pro nabírání váhy a s ní spojené svalové hmoty. Mohou však posloužit také při různých redukčních dietách, nebo pro doplňování chybějících aminokyselin ve výživě jednotlivce.

Samotná syrovátka je meziproduktem při výrobě sýrů a má několik komerčních využití. Můžeme ji dělit podle typu získávání na syrovátku sladkou – z výroby sladkých sýrů a na syrovátku kyselou – z výroby sýrů kyselých. Ze syrovátky můžeme například vyrobit syrovátkové sýry (ricotta) a také syrovátkové koncentráty a izoláty. Kvůli skladování se

často také suší. Sušenou je pak možné použít jako příměs do mnoha dalších výrobků jako například sušenky, crackery, čokolády atd.

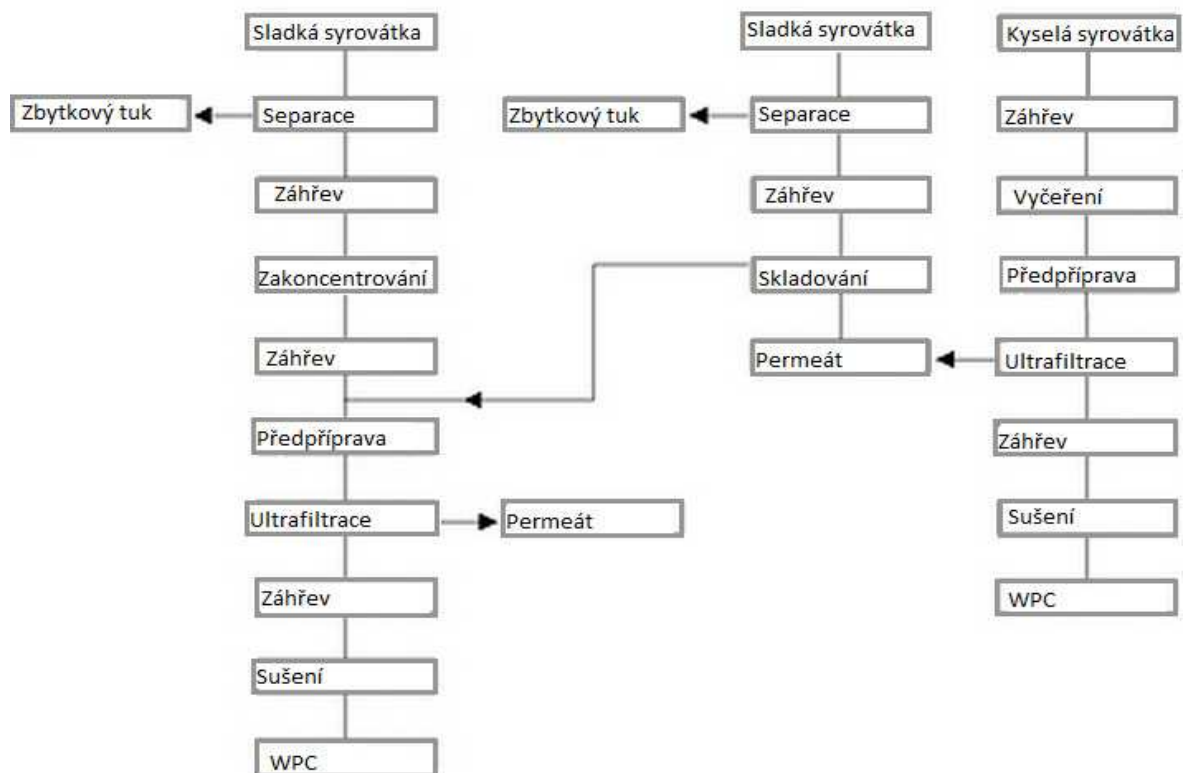
Hlavní uplatnění a užitečnost syrovátky, z hlediska výživy však tkví v obsahu syrovátkových proteinů. Proteiny v syrovátce mají globulární strukturu a jsou složeny z: α -laktoalbuminu (65 %), β -lactoglobulinu (25 %) a serum albuminu (8 %). Tyto proteiny jsou velmi lehce stravitelné a ve svých strukturách obsahují většinu esenciálních aminokyselin a to nejčastěji ve formě rozvětvených řetězců. Samotná syrovátka obsahuje velký podíl laktózy a balastních látek. Je proto nutné, pro výrobu koncentrátů a izolátů syrovátkových bílkovin, laktózu odstranit. Odstraňování laktózy a balastních látek probíhá v tekuté syrovátce. Po odstranění je výrobek vysušen, nejčastěji ve sprejových sušárnách, podobně jako sušené mléko. Finální produkt sušení je tedy výrobek sypký.

Sypké výrobky mohou obsahovat syrovátkové proteiny v několika formách. Rozdělují se podle toho, jak jsou dané proteiny ze syrovátky získávány. Získávat se mohou ve formě syrovátkových koncentrátů, syrovátkových izolátů, iontově a ve formě hydrolyzovaných proteinů. Často se však mohou tyto druhy vzájemně kombinovat. Tyto výrobky, protože jsou sypké, tak se samostatně nekonzumují. Konzumace většinou probíhá ve formě nápojů rozmícháním buď ve vodě, nebo případně v mléce. K těmto účelům bývají dochucovány a slazeny. U těchto výrobků je důležitý především velký obsah proteinů a malý obsah sacharidů. Proto se k jejich ochucování používají hlavně nesacharózová, nekalorická sladidla. Nejčastěji pak jde o aspartam, acesulfam K a sukralózu nebo jejich kombinace. Je však možné využít i sladidel nízkokalorických, jako jsou například polyoly. Sladidla a aromatické látky v sypké formě se přímo smíchávají se sypkou bílkovinou složkou v požadovaném poměru. Zde je kladen především důraz na sladivost použitého sladidla, možnou reaktivitu s výrobkem a senzorické vlastnosti použitých aromat. [1][4] [36]

3.2.1 Syrovátkové koncentráty

Syrovátkové koncentráty (WPC – whey protein concentrate) a bílkovinné koncentráty všeobecně, jsou vyráběny pomocí speciálních filtrů o velmi malých pórech. Tekutý zdroj proteinu (mléko, syrovátka, atd.) je pod tlakem hnán potrubím přes tyto filtry. Póry filtrů jsou velikostně speciálně upraveny, aby propouštěly pouze menší částice, než jsou požadované proteiny. Podle velikosti pórů můžeme metody získávání koncentrátů, rozdělit na mikrofiltraci a ultrafiltraci. Avšak množství obsahu bílkovin je o dost menší, než u

ostatních syrovátkových výrobků. Hodnota se pohybuje okolo 70-80 %. Při použití metody mikrofiltrace může výrobek obsahovat ještě i zbytkovou laktózu (až okolo 5 %), což může být nežádoucí pro další využití. Na druhou stranu, díky snadnému získávání se řadí mezi nejdostupnější a nejlevnější součást syrovátkových suplement. Koncentráty jsou nejčastěji používané, protože metoda jejich získávání je velmi snadná a jednoduchá. Následující obrázek (obr. 17) zobrazuje výrobní diagram postupu pro získávání syrovátkových koncentrátů ze syrovátky sladké a kyselé, pomocí ultrafiltrace. [39][40][41][42]



Obrázek 17 – Diagram výroby WPC [42]

3.2.2 Syrovátkové izoláty

Syrovátkové izoláty se mohou získávat dvěma postupy. Jedná se o získávání pomocí iontové přeměny nebo tzv. „cros-flow“ mikrofiltrací. (CFM). Jedná se o výrobky s nejvyšším obsahem bílkovin (90 %)

Iontová přeměna zahrnuje separaci proteinů na základě jejich elektrického náboje. K dosažení této separace se používají dvě chemické látky. Jsou jimi kyselina chlorovodíková a hydroxid sodný. Elektrický náboj proteinů se napojí na příslušné ionty a vyloučí se

pak v reakční nádobě. Cena výrobního procesu iontové přeměny je jen pětina oproti mikrofiltraci. Avšak díky použitým chemickým látkám mohou být složky bílkovin citlivé na změny pH denaturovány. Denaturovanými složkami mohou být: Glycomacropeptidy, imunoglobulin, laktoferrin a některé frakce α -laktoalbuminu. Velká část výživově přínostných složek je při tomto procesu ztracena což je pro výrobu sypkých potravinových doplňků značnou nevýhodou. Jedinou výhodou tohoto postupu při výrobě může být produkt s menším obsahem laktózy a tuku. Také je možné tento postup použít, když je od výrobku požadován větší obsah β -lactoglobulinu.

Produkty cross-flow mikrofiltrace jsou mnohem více kvalitní než při iontové přeměně. Při této mikrofiltraci se používá filtrů z keramického materiálu. Avšak oproti produktu iontové přeměny má o něco menší obsah bílkovin. Klíčovými výhodami tohoto postupu je především: minimální poškození proteinových frakcí, lepší výživový profil jednotlivých aminokyselinových frakcí. Ze všech syrovátkových produktů má CFM nejmenší množství denaturovaných bílkovinných frakcí. To se však odráží na jeho ceně na trhu, která je dvakrát větší než u syrovátkových koncentrátů. [36][40][41]

3.2.3 Hydrolyzované syrovátkové proteiny

Hydrolyzovanými syrovátkovými proteiny můžeme často rozumět proteinové izoláty, u kterých byla provedena hydrolýza některých bílkovinných frakcí. Nejčastěji se jedná o enzymatickou hydrolýzu. To vede k mnohem lepší stravitelnosti produktu v žaludku konzumenta. Nicméně jsou hydrolyzované syrovátkové proteiny velmi neoblíbené kvůli své nepříjemné hořké chuti. Čím více je protein hydrolyzován, tím je více hořký. Proto jsou obvykle syrovátkové proteiny hydrolyzovány maximálně z 20 %. U těchto výrobků je proto kladen velký důraz na kvalitu aromatických látek, jakožto i intenzitu sladivosti použitých sladidel. [36][39][40][41]

3.3 Mléčné výrobky slazené sladidly na českém trhu

Jak už bylo uvedeno v odkaze 3.1, do kategorie mléčných výrobků, které mohou být slazené nesacharózovými sladidly, řadíme jogurty, jogurtové nápoje a mražené smetanové krémy. V České republice se však sladidla používají také ve tvarohových dezertech, smetanových pohárech a v ojedinělém případě také v čerstvém sýru. Nepřímo zde také můžeme zmínit výrobky jako sladké šlehačky ve spreji a ochucující brčka.

3.3.1 Mléčné výrobky slazené kombinací aspartam – acesulfam K

Tabulka 6 – Seznam mléčných výrobků slazených kombinací aspartam - acesulfam

Název	Druh	Výrobce
Jogobella light ananas	Jogurt ochucený	Zott s.r.o.
Jogobella light borůvka	Jogurt ochucený	Zott s.r.o.
Jogobella light jahoda	Jogurt ochucený	Zott s.r.o.
Jogobella light lesní ovoce	Jogurt ochucený	Zott s.r.o.
Jogobella light meruňka	Jogurt ochucený	Zott s.r.o.
Jogobella light pečené jablko	Jogurt ochucený	Zott s.r.o.
Activia lehká & fit ananas	Jogurt ochucený	Danone a.s.
Activia lehká & fit malina	Jogurt ochucený	Danone a.s.
Activia lehká & fit malina a grapefruit	Jogurt ochucený	Danone a.s.
Jihočeský Cottage jahoda	Čerstvý sýr	Madeta a.s.
Tvaroh s jogurtem - Fitness ananas-kokos s vláknou	Tvarohový dezert	Madeta a.s.
Pohár mléčný dezert čokoládový	Smetanový pohár Čokoládový	Mlékárna Kunín a.s.
Pohár mléčný dezert jablko	Smetanový pohár Jablko	Mlékárna Kunín a.s.
Pohár mléčný dezert jahoda	Smetanový pohár Jahoda	Mlékárna Kunín a.s.
Tvarohový dezert- ananasový	Tvarohový dezert	Polabské Mlékárny a.s.
Tvarohový dezert- jahodový	Tvarohový dezert	Polabské Mlékárny a.s.
Tvarohový dezert- višňový	Tvarohový dezert	Polabské Mlékárny a.s.

3.3.2 Mléčné výrobky slazené isomaltem a sacharinem

Tabulka 7 – Seznam mléčných výrobků slazených isomaltem a sacharinem

Název	Druh	Výrobce
Šlehačka ve spreji - Light	Šlehačka ve spreji	Ahold Czech Republic, a.s.

3.3.3 Mléčné výrobky slazené cyklamátem

Tabulka 8 – Seznam mléčných výrobků slazených isomaltem a sacharinem

Název	Druh	Výrobce
Ice Cofee	Mléčný nápoj s kávou a se sladidlem	Immergut GmbH a Co.KG, Německo

3.3.4 Výrobky ochucující mléko se sukralózou

Tabulka 9 – Seznam mléčných výrobků slazených sukralózou

Název	Druh	Výrobce
Kouzelné brčko - čokoládové	Brčko s příchutí	Pfanner s.r.o.
Kouzelné brčko - banánové	Brčko s příchutí	Pfanner s.r.o.
Kouzelné brčko - jahodové	Brčko s příchutí	Pfanner s.r.o.
Frapko snap drink banán	Brčko plněné kuličkami s banánovou příchutí, cukrem a sladidlem	Frape Foods s.r.o. , Maďarsko

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku sladidel obsažených v mléčných výrobcích a potravinových doplňcích.

Z první části práce vyplývá, že sladká chuť je vnímána pomocí specifických proteinů na povrchu chuťového receptoru, které se nachází na chuťových pohárcích. Zde se váže daná molekula sladidla s povrchovým proteinem. Podle toho, jak silná je tato vazba, je daný vjem intenzivní. Z tohoto údaje byla odvozena hodnota sladivosti, která udává účinnost daného sladidla. Sladká chuť slouží savcům pro výběr lépe energeticky hodnotnější potravy. Proto je její optimalizace, jak už v mléčných výrobcích tak i jiných výrobcích velmi důležitá. A to zejména kvůli sensorickým vlastnostem, které zlepšují atraktivitu daného výrobku pro spotřebitele. Také je nutné klást důraz na optimalizaci sladké chuti ve výrobcích určených pro nemocné diabetem a ovlivňování glykemického indexu konzumenta použitým sladidlem.

Nejvhodnějšími a nejvíce využívanými sladidly pro výrobu mléčných výrobků a potravinových doplňků jsou: aspartam, acesulfam K, sukralóza nebo jejich kombinace. Nejvýhodnější by však bylo používat sukralózu, kvůli její vysoké sladivosti a čisté sladké chuti. Z polyolů je pak možné využít xylitolu, jakožto sladidla do slazených mlék. Xylitol má velmi příznivé účinky na vstřebávání vápníku. Jeho přínosu by bylo možné využít při prevenci dentálních poruch a osteoporózy.

V České republice se využívá ve slazených mléčných výrobcích převážně kombinace aspartamu a acesulfamu K. Jde zejména o jogurty, tvarohové dezerty a smetanové pudinky. Zde jsou sladidla využívána zejména jako součást dochucujících směsí. Využití jiných sladidel je v mléčných výrobcích v České republice ojedinělé, ve světě jde však o běžnou věc.

V části o potravinových doplňcích je kladen důraz na sypké výrobky - potravinové doplňky obsahující syrovátkové proteiny. Jejich výrobu a využití z hlediska výživového doplňku. Tyto výrobky mohou být velmi přínosné pro sportovce a osoby s nedostatečným přísunem některých aminokyselin. Sladidla se zde využívají jako dochucující složka. Z hlediska celkového obsahu proteinů a výživové hodnoty, jsou nejvýhodnějším druhem syrovátkové izoláty. A to zejména ty, které jsou získávány pomocí cross – flow mikrofiltrace, protože ty obsahují nejmenší podíl denaturovaných proteinových frakcí.

Používání nesacharózových sladidel v mléčných výrobcích a jiných potravinách má velký význam. Nejen pro samotné výrobce potravin, ale také pro konzumenty. Především proto, že se stále častěji setkáváme s generačními onemocněními v podobě diabetu a obezity. Avšak díky malému povědomí veřejnosti o problematice sladidel, není využit jejich plný potenciál a přínos v takové míře jakou by si sladidla zasloužily.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SPILLANE, William J. NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND. Optimising sweet taste in foods. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006. ISBN 978-160-1191-557. Dostupné z:
http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1476
- [2] WATSON, David H. Food chemical safety: Volume 2: Additives. 1. publ. Boca Raton, Fla: Woodhead Publ, 2002. ISBN 18-557-3563-6. Dostupné z:
http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=559&VerticalID=0
- [3] KLESCHT, Vladimír, Iva HRNČIŘÍKOVÁ a Lucie MANDELOVÁ. Éčka v potravinách. Brno: Computer Press, 2006, 108 s. Zdraví pro každého (Computer Press). ISBN 80-251-1292-6.
- [4] CHAUDHRY, Qasim, L CASTLE a Richard WATKINS. Nanotechnologies in food. Cambridge: RSC, c2010, 229 s. ISBN 08-540-4169-9.
- [5] Vesmír: přírodovědecký časopis Akademie věd České republiky. Praha: Vesmír, 2005, roč. 84(č. 12). ISSN 0042-4544. Dostupné z:
<http://www.vesmir.cz/clanek/co-je-na-svete-nejsladsi>
- [6] Lebl, J. Průhová, Š. Šumník, Z. a kol. Abeceda diabetu. 3.vyd. Praha: Maxdorf. 2008. 184s. ISBN 978\80\7345\141\7
- [7] Kohout, P. Kotlíková, E. Základy klinické výživy.1.vyd. Praha: Agentura Krigl. 2005. 113s. ISBN 80\86912\08\6
- [8] BRAND-MILLER, J. et al. *Glukózová revoluce*. 1. vyd. Praha: Triton, 2004. 223 s. ISBN 80-7254-535-3.
- [9] MÜLLER, S.D. *Nový rádce pro diabetiky*. 1. vyd. Olomouc: Fontána, 2006. 95 s. ISBN 80-7336-265-1.

- [10] ČOPÍKOVÁ, JANA a Michal UHER. Cukerné nesacharózové sladidla a příbuzné látky. In: [online]. Chem. Listy 100, 778 – 783 (2006). [cit. 2012-08-13]. Dostupné z http://www.agronavigator.cz/userfiles/File/Agronavigator/Kvasnickova/chem_list_9-2006_778-783.pdf
- [11] WALTERS, Eric Ph.D. Polyol - Digestive Issues. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.sweetenerbook.com/blogs/Polyols-Digestion.pdf>
- [12] A doctor's guide to sweeteners. In: GREENLY, Larry W. *A doctor's guide to sweeteners* [online]. [cit. 2012-08-13]. DOI: 10.1016/S0899-3467(07)60049-4. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2646965/pdf/main.pdf>
- [13] Vyhláška č. 4/2008 Sb. *Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin*. 3.8 2008. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/ViewFile.aspx?docid=1005826>
- [14] Erytritol: Chemical risks and JECFA. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-173.pdf>
- [15] Xylitol: Chemical risks and JECFA. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-491.pdf>
- [16] C.O.E.&T, Akola. Xylitol technology. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/7314491/Xylitol-Technology>
- [17] CASTILLO, Jorge L. Children's acceptance of milk with xylitol or sorbitol for dental caries prevention. In: CASTILLO, Jorge L, Peter MILGROM, Susan E COLDWELL, Ramon CASTILLO a Rocio LAZO. [online]. 2005 [cit. 2012-08-13]. DOI: 10.1186/1472-6831-5-6. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1472-6831-5-6.pdf>
- [18] Xylitol. In: WALTERS, Eric, Ph.D. *Http://sweetenerbook.com* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://sweetenerbook.com/xylitol.html>
- [19] Sorbitol. In: *International Starch Institute* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.starch.dk/isi/glucose/sorbitol.asp>

- [20] Sorbitol: Chemical risks and JECFA. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/additive-436-m1.pdf>
- [21] Sorbitol. In: WALTERS, Eric, Ph.D. *Http://sweetenerbook.com* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://sweetenerbook.com/sorbitol.html>
- [22] Isomalt: Chemical risks and JECFA. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-275.pdf>
- [23] Isomalt. In: WALTERS, Eric, Ph.D. *Http://sweetenerbook.com* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://sweetenerbook.com/isomalt.html>
- [24] Lactitol: Chemical risks and JECFA. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-249.pdf>
- [25] Lactitol. In: WALTERS, Eric, Ph.D. *Http://sweetenerbook.com* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://sweetenerbook.com/lactitol.html>
- [26] Aspartame: Chemical risks and JECFA. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/additive-046-m1.pdf>
- [27] Aspartame. In: WALTERS, Eric, Ph.D. *Http://sweetenerbook.com* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://sweetenerbook.com/aspartame.html>
- [28] Acesulfame potassium: Chemical risks and JECFA. In: [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-001.pdf>
- [29] Acesulfame - K. In: WALTERS, Eric, Ph.D. *Http://sweetenerbook.com* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://sweetenerbook.com/acesulfame.html>
- [30] Acesulfame Potassium. In: *Http://www.pharmainfo.net* [online]. 4. 1. 2010 [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.pharmainfo.net/acesulfame-potassium>
- [31] Calcium Cyclamate: Chemical risks and JECFA. In: *Online Edition: "Combined Compendium of Food Additive Specifications"* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/additive-078-m1.pdf>

- [32] Sodium Cyclamate: Chemical risks and JECFA. In: *Online Edition: "Combined Compendium of Food Additive Specifications"* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/additive-399-m1.pdf>
- [33] Sucralose: Chemical risks and JECFA. In: *Online Edition: "Combined Compendium of Food Additive Specifications"* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-444.pdf>
- [34] *Modern applied science Canadian Center of Science and Education: Synthesis of Strong Sweetener Sucralose* [online]. College of Pharmacy, Soochow University [cit. 2012-08-13]. ISSN 1913-1852. Dostupné z: <http://ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/view/2531/2369>
- [35] Vyhláška č. 77/2003 Sb., *kteou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje* § 1. In: Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/ViewFile.aspx?docid=1006125>
- [36] ROGINSKI, Hubert, John W FUQUAY a P FOX. *Encyclopedia of dairy sciences*. New York: Academic Press, c2003, 4 v. (lx, 2799, cxxvi p.). ISBN 01-222-7235-8.
- [37] Yoghurt: Manufacturing - Making - Production: Dairy science information. *Watson Dairy Consultant* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.dairyconsultant.co.uk/si-yoghurt.php>
- [38] Frozen Yogurt: How Products Are Made. [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-2/Frozen-Yogurt.html>
- [39] Dairy proteins. In: [online]. Wisconsin Center for Dairy Research and the Wisconsin Milk Marketing Board [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: http://www.cdr.wisc.edu/programs/dairyingredients/pdf/dairy_proteins.pdf
- [40] Expert Guide: Whey Protein. [Http://www.muscleandstrength.com](http://www.muscleandstrength.com) [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z: <http://www.muscleandstrength.com/expert-guides/whey-protein>
- [41] MOLLICA, Monica. Show Me the Whey: Concentrates vs Isolates vs Hydrolysates. [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z:

<http://sportsnutritioninsider.insidefitnessmag.com/3771/show-me-the-whey-concentrates-vs-isolates-vs-hydrolysates>

[42] Whey Protein Concentrate. *Http://www.apv.com* [online]. [cit. 2012-08-13]. Dostupné z:

<http://www.apv.com/us/applications/dairy/whey/wheyproteinconcentrate/Whey+Protein+Concentrate.asp>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GI	Glykemický index
HSH	Hydrogenated starch hydrolyzates - Hydrogenované škrobové hydrolyzáty
HGS	Hydrogenovaný glukózový sirup
FDA	Food and Drug Administration, USA
DE	Dextrózový ekvivalent
WPC	Whey protein concentrate – Syrovátkové koncentráty
CFM	Cross – flow mikrofiltrace (mikrofiltrát)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Receptory a chuťové pohárky[5].....	14
Obrázek 2- Myší receptor sladké chuti[5].....	15
Obrázek 3- Erythritol [14]	23
Obrázek 4- Xylitol [15].....	24
Obrázek 5- Sorbitol [20]	26
Obrázek 6- Isomalt [22].....	28
Obrázek 7- Laktitol [24]	29
Obrázek 8- Schéma přeměny laktózy na laktitol [25].....	30
Obrázek 9 – Aspartam [26].....	32
Obrázek 10 – Acesulfam K [28]	34
Obrázek 11 – Cyklamát sodný [31]	36
Obrázek 12 – Cyklamát vápenatý, dihydrát [32]	36
Obrázek 13 – Sacharin [1]	38
Obrázek 14 – Syntéza sacharinu podle Remseny a Fahlberga [1]	39
Obrázek 15 – Syntéza sacharinu podle společnosti Maumee [1].....	39
Obrázek 16 – Sukralóza [33]	40
Obrázek 17 – Diagram výroby WPC [42]	48

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Hodnoty sladivosti vybraných sladidel [1]	16
Tabulka 2 – Glykemický index vybraných sladidel [8]	17
Tabulka 3- Rozdělení polyolů [1]	21
Tabulka 4- Chemické vlastnosti polyolů ve srovnání se sacharózou [1].....	22
Tabulka 5- Vliv polyolů na sladkou chuť [1]	22
Tabulka 6 – Seznam mléčných výrobků slazených kombinací aspartam - acesulfam.....	50
Tabulka 7 – Seznam mléčných výrobků slazených isomaltem a sacharinem.....	51
Tabulka 8 – Seznam mléčných výrobků slazených isomaltem a sacharinem.....	51
Tabulka 9 – Seznam mléčných výrobků slazených sukralózou.....	51

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I:

*PŘÍLOHA Č. 5 K VYHLÁŠCE Č. 4/2008 SB. KTEROU SE STANOVÍ DRUHY A
PODMÍNKY POUŽITÍ PŘÍDATNÝCH LÁTEK A EXTRAČNÍCH
ROZPOUŠTĚDEL PŘI VÝROBĚ POTRAVIN - SEZNAM SLADIDEL
POVOLENÝCH PŘI VÝROBĚ POTRAVIN A SKUPIN POTRAVIN A
PODMÍNKY JEJICH POUŽITÍ*

Příloha č. 5 k vyhlášce č. 4/2008 Sb. kterou se stanoví druhy a podmínky použití přidatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin - Seznam sladidel povolených při výrobě potravin a skupin potravin a podmínky jejich použití

Číslo E	Sladidlo	Potravina nebo skupina potravin	NPM mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹
E 420	Sorbitol (i) sorbitol	deserty* na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
E 421 E 953 4965	(ii) sorbitol sirup Man- nitol Isomalt Maltitol (i) maltitol	deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
E 966	(ii) maltitol sirup	deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
E 967	Laktitol	deserty na bázi vajec se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
E 968	Xylitol	deserty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
	Erytritol	deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
		obilné snídaně a podobné výrobky na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
		mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
		džemy, rosoly, marmelády se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a kandované ovoce	NM
		ovocné přípravky se sníženým obsahem cukru kromě těch, které jsou určeny pro výrobu nealkoholických nápojů na bázi ovocné šťávy	NM
		cukrovinky bez přidaného cukru	NM
		cukrovinky na bázi sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
		cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
		cukrovinky na bázi kakaa se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
		pomazánky na bázi kakaa, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	NM
		žvýkačka bez přidaného cukru	NM
		studené omáčky	NM
		hořčice	NM
		jemné a trvanlivé pečivo, cukrářské výrobky se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného	NM

		ho cukru	
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	NM
		stolní sladidla	NM
E 950	Acesulfam K	ochucené nealko nápoje se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	350
		nápoje na bázi mléka a mléčných přípravků a nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	350
		nealkoholické pivo	350
		deserty na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350
		deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350
		deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350
		deserty na bázi vajec se sníženým obsahem energetické hodnoty nebo bez přidaného cukru	350
		deserty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350
		deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350
		ochucené snacky** na bázi škrobu a ořechů	350
		mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	800
		kompoty se sníženou energetickou hodnotou, kompoty bez přidaného cukru	350
		ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou	350
		džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	1000
		ovoce a zelenina v sladkokyselém nálevu	200
		cukrovinky bez přidaného cukru	500
		cukrovinky na bázi kaka, nebo sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	500
		cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		pomazánky na bázi kaka, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou	1000
		žvýkačka bez přidaného cukru	2000

		cider a perry	350
		tmavé pivo typu „oud bruin“, pivo s obsahem alkoholu do 1,2 % (V/V), pivo s titrační kyselostí vyšší než 30 mekv. NaOH.l ₁	350
		pivo s koncentrací původní mladiny nižší než 6 % (m/m), pivo „Biere de table/Tafelbier /Table beer“ kromě piva „Obergäriges Einfachbier“	
		studené omáčky	350
		hořčice	350
		sladkokyselé konzervy a polokonzervy a marinády z ryb, koryšů a měkkýšů	200
		obilné snídaně s obsahem vlákniny vyšším než 15 % a obsahující nejméně 20 % otrub, se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1200
		polévky se sníženou energetickou hodnotou	110
		cukrovinky pro osvěžení dechu bez přidaného cukru	2500
		pivo se sníženou energetickou hodnotou	25
		nápoje sestávající ze směsi nealkoholického nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny nebo vína	350
		alkoholické nápoje obsahující méně než 15 % (V/V) alkoholu	350
		kornouty a oplatky k mraženým krémům bez přidaného cukru	2000
		cukrovinky ve formě tablet a dražé se sníženým obsahem energetické hodnoty	500
		jemné a trvanlivé pečivo, cukrářské výrobky pro speciální výživové účely	1000
		dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	450
		potraviny pro nízkoenergetickou výživu určené ke snižování tělesné hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	450
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	350
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	500
		doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou Č. 225/2008 Sb. ve formě sirupů nebo žvýkacích tablet	2000
		stolní sladidla	NM
		Feinkostsalat	350
		Essoblaten	2000
E 951	Aspartam	ochucené nealko nápoje se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové	600

		koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	
		nápoje na bázi mléka a mléčných přípravků a nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	600
		nealkoholické pivo	600
		deserty na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		deserty na bázi vajec se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		deserty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		ochucené snacky na bázi škrobu a ořechů	500
		mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	800
		kompoty se sníženou energetickou hodnotou, kompoty bez přidaného cukru	1000
		džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	1000
		ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou	1000
		ovoce a zelenina v sladkokyselém nálevu	300
		cukrovinky bez přidaného cukru	1000
		cukrovinky na bázi kaka, nebo sušeného ovoce, ořechů se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	2000
		cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	2000
		pomazánky na bázi kaka, mléka, sušeného ovoce, nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou	1000
		žvýkačka bez přidaného cukru	5500
		cider a perry	600
		tmavé pivo typu „oud bruin“ pivo s obsahem alkoholu do 1,2 % (V/V), pivo s titrační kyselostí vyšší než 30 mekv. NaOH.l ₁ , pivo s koncentrací původní mladiny nižší než 6 %	600

		(m/m), pivo „Biere de table/Tafelbier/Table beer“ kromě „Oberjähriges Einfachbier“	
		studené omáčky	350
		hořčice	350
		sladkokyselé konzervy a polokonzervy a marinády z ryb, korýšů a měkkýšů	300
		obilné snídaně s obsahem vlákniny vyšším než 15 % a obsahující nejméně 20 % otrub se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		polévky se sníženou energetickou hodnotou	110
		cukrovinky pro osvěžení dechu bez přidaného cukru	6000
		pastilky pro osvěžení dechu s výraznou příchutí, bez přidaného cukru	2000
		pivo se sníženou energetickou hodnotou	25
		nápoje sestávající ze směsi nealkoholického nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny nebo vína	600
		alkoholické nápoje obsahující méně než 15 % (V/V) alkoholu	600
		jemné a trvanlivé pečivo, cukrářské výrobky pro speciální výživové účely	1700
		dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stano- vené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	1000
		potraviny pro nízkoenergetickou výživu určené ke snižování tělesné hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	800
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	600
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	2000
		doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. ve formě sirupů nebo žvýkacích tablet	5500
		stolní sladidla	NM
		Feinkostsalat	350
		Essoblaten	1000
E 952	Kyselina cyklamová a její sodná a vápenatá sůl, počítáno jako volná kyselina	ochucené nealko nápoje se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	250
		nápoje na bázi mléka a mléčných přípravků nebo nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetic- kou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	250
		deserty na bázi vody se sníženou energetickou hod-	250

		notou nebo bez přidaného cukru	
		deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	250
		deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	250
		deserty na bázi vajec se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	250
		deserty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	250
		deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	250
		pomazánky na bázi kaka, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	500
		ovocné kompoty se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
		džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	1000
		ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou	250
		nápoje sestávající ze směsi nealkoholického nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny	250
		jemné a trvanlivé pečivo a cukrářské výrobky určené pro speciální výživové účely	1600
		dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	400
		potraviny pro nízkoenergetickou výživu určené ke snižování tělesné hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	400
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	400
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	500
		doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. ve formě sirupů nebo žvýkacích tablet	1250
		stolní sladidla	NM
E 954	Sacharin a jeho sodná, draselná a vápenatá sůl, počítáno jako volný imid	ochucené nealko nápoje se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	80
		nápoje na bázi mléka a mléčných přípravků a nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	80

	nealkoholické pivo	80
	deserty na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	deserty na bázi vajec se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	deserty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	ochucené snacky na bázi škrobů a ořechů	100
	mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	kompoty se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	200
	džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	200
	ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	200
	ovoce a zelenina v sladkokyselém nálevu	160
	cukrovinky bez přidaného cukru	500
	cukrovinky na bázi kaka, nebo sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	500
	cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	300
	cukrovinky pro osvěžení dechu bez přidaného cukru	3000
	oplatky	800
	pomazánky na bázi kaka, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	200
	žvýkačka bez přidaného cukru	1200
	cider a perry	80
	tmavé pivo typu „oud bruin“ pivo s obsahem alkoholu do 1,2 % (V/V), pivo s titrační kyselostí vyšší než 30 mekv. NaOH.l ₁ , pivo s koncentrací původní mladiny nižší než 6 % (m/m), pivo „Biere de table/Tafelbier /Table beer“, kromě piva „Oberjähriges Einfachbier“	80
	studené omáčky	160

		hořčice	320
		sladkokyselé konzervy a polokonzervy a marinády z ryb, koryšů a měkkýšů	160
		obilné snídaně s obsahem vlákniny vyšším než 15 % a obsahující nejméně 20 % otrub, se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
		polévky se sníženou energetickou hodnotou	110
		nápoje sestávající ze směsi nealkoholického nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny nebo vína	80
		alkoholické nápoje obsahující méně než 15 % obj. alkoholu	80
		kornouty a oplatky k mraženým krémům bez přidaného cukru	800
		jemné a trvanlivé pečivo a cukrářské výrobky pro speciální výživové účely	170
		dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	200
		potraviny pro nízkoenergetickou výživu určené ke snižování tělesné hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	240
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	80
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	500
		doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. ve formě sirupů nebo žvýkacích tablet	1200
		stolní sladidla	NM
		„Gaseosa“, nealkoholický nápoj na bázi vody s přidaným oxidem uhličitým, náhradními sladidly a látkami určenými k aromatizaci	100
		Essoblaten	800
		Feinkostsalat	160
E 955	Sukralosa	ochucené nealko nápoje na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	300
		nápoje na bázi mléka a mléčných přípravků a nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	300
		deserty na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru, ochucené	400
		deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	400
		deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	400
		deserty na bázi vajec se sníženou energetickou hod-	400

	notou nebo bez přidaného cukru	
	dezerty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	400
	deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	400
	Snacky: hotové výrobky s různou příchutí, ochucené, balené, suché výrobky na bázi škrobu a ořechy s polevou	200
	cukrovinky bez přidaného cukru	1000
	cukrovinky na bázi kakaa nebo sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	800
	cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000
	kornouty a oplatky k mraženým krémům bez přidaného cukru	800
	pomazánky na bázi kakaa, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	400
	obilné snídaně s obsahem vlákniny vyšším než 15% a obsahující nejméně 20% otrub se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	400
	cukrovinky pro osvěžení dechu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	2400
	pastilky pro osvěžení dechu s výraznou příchutí bez přidaného cukru	1000
	žvýkačka bez přidaného cukru	3000
	cukrovinky ve formě tablet a dražé se sníženým obsahem energetické hodnoty	200
	cider a perry	50
	nápoje obsahující směs nealko nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny nebo vína	250
	alkoholické nápoje obsahující méně než 15 % obj. alkoholu	250
	tmavé pivo typu „oud bruin“, nealkoholické pivo nebo s obsahem alkoholu do 1,2 % obj. pivo s titrační kyselostí vyšší než 30 mekv. NaOH, pivo s obsahem původní mladiny do 6 %, pivo „Biere de table/Tafelbier/Table beer“ kromě piva „Oberjähriges Einfachbier“	250
	pivo se sníženou energetickou hodnotou	10
	mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	320
	kompoty v plechových nebo skleněných obalech se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	400

		džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	400
		ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou	400
		ovoce a zelenina v sladkokyselém nálevu	180
		sladkokyselé konzervy a polokonzervy a marinády z ryb, korýšů a měkkýšů	120
		polévky se sníženou energetickou hodnotou	45
		studené omáčky	450
		hořčice	140
		jemné pečivo se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	700
		dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	400
		potraviny pro nízkoenergetickou výživu určené ke snižování tělesné hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	320
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	240
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	800
		doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou Č. 225/2008 Sb. ve formě sirupu nebo žvýkacích tablet	2400
		stolní sladidla	NM
		Feinkostsalat	140
		Essoblaten	800
E 957	Thaumatococcus	cukrovinky bez přidaného cukru	50
		cukrovinky na bázi kakaového prášku nebo sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
		žvýkačka bez přidaného cukru	50
		mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
		doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. ve formě sirupů nebo žvýkacích tablet	400
E 959	Neohesperidin DC	ochucené nealkoholické nápoje se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	30
		nápoje na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	50
		nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetickou hodnotou	30

	kou hodnotou nebo bez přidaného cukru a nápojové koncentráty pro přípravu těchto nápojů (po naředění podle návodu výrobce)	
	nealkoholické pivo	10
	deserty na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	deserty na bázi vajec se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	deserty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	kompoty se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	50
	ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou	50
	cukrovinky bez přidaného cukru	100
	cukrovinky na bázi kaka, nebo sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	100
	cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	150
	cukrovinky pro osvěžení dechu bez přidaného cukru	400
	pomazánky na bázi kaka, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
	žvýkačka bez přidaného cukru	400
	cider a perry	20
	tmavé pivo typu „oud bruin“ pivo s obsahem alkoholu do 1,2 % obj., pivo s titrační kyselostí vyšší než 30 mekv. NaOH.l ⁻¹ , pivo s koncentrací původní mladiny nižší než 6 % (m/m), pivo „Biere de table/Tafelbier/Table beer“, kromě piva „Oberjähriges Einfachbier“	10
	sladkokyselé konzervy a polokonzervy a marinády z ryb, korýšů a měkkýšů	30

		studené omáčky	50
		hořčice	50
		ovoce a zelenina ve sladkokyselém nálevu	100
		obilné snídaně s obsahem vlákniny vyšším než 15 % a obsahující nejméně 20 % otrub, se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	50
		polévky se sníženou energetickou hodnotou	50
		nápoje sestávající ze směsi nealkoholického nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny nebo vína	30
		alkoholické nápoje obsahující méně než 15 % obj. alkoholu	30
		kornouty a oplatky k mraženým krémům bez přidaného cukru	50
		pivo se sníženou energetickou hodnotou	10
		snacky ochucené balené suché výrobky na bázi škrobu a ořechů s polevou	50
		jemné a trvanlivé pečivo a cukrářské výrobky pro zvláštní výživové účely	150
		dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	100
		potraviny pro nízkoenergetickou výživu určené ke snižování tělesné hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	100
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	50
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	100
		doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou Č. 225/2008 Sb. ve formě sirupů nebo žvýkacích tablet	400
		stolní sladidla	NM
		Feinkostsalat	50
E 961	Neotam	ochucené nápoje na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	20
		nápoje na bázi mléka a mléčných výrobků nebo nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	20
		ochucené dezerty na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32
		přípravky na bázi mléka a mléčných výrobků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32
		dezerty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32
		dezerty na bázi vajec se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32

	dezerty na bázi obilovin se níženým obsahem energie nebo bez přidaného cukru	32
	dezerty ba bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32
	snacky ochucené balené suché výrobky na bázi škrobu a ořechů s polevou	18
	cukrovinky bez přidaného cukru	32
	cukrovinky na bázi kakaá nebo sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	65
	cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	65
	kornouty a oplatky ke zmrzlině, bez přidaného cukru	60
	Essoblaten	60
	pomazánky na bázi kakaá, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32
	obilné snídaně s obsahem vlákniny vyšším než 15% a s obsahem otrub nejméně 20% se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32
	cukrovinky pro osvěžení dechu, bez přidaného cukru	200
	pastilky pro osvěžení dechu s výraznou příchutí, bez přidaného cukru	65
	žvýkačka bez přidaného cukru	250
	cukrovinky ve formě tablet se sníženou energetickou hodnotou	15
	cider a perry	20
	nápoje sestávající ze směsi nealkoholického nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny nebo vína	20
	alkoholické nápoje obsahující méně než 15% obj. alkoholu	20
	nealkoholické pivo nebo pivo s obsahem alkoholu do 1,2% obj.	20
	tmavé pivo typu „oud bruin“ pivo s obsahem alkoholu do 1,2 % obj., pivo s titrační kyselostí vyšší než 30 mekv. NaOH.l ₁ pivo s koncentrací původní mladiny nižší než 6 % (m/m), pivo „Biere de table/Tafelbier/Table beer“, kromě piva „Obergäriges Einfachbier“	20
	pivo se sníženou energetickou hodnotou	1
	zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	26

		ovocné kompoty se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	32
		džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	32
		ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou	32
		ovoce a zeleniny ve sladkokyselém nálevu	10
		Feinkostsalat	12
		sladkokyselé konzervy nebo polokonzervy z ryb a marinády z ryb, koryšů nebo měkkýšů	10
		polévky se sníženou energetickou hodnotou	5
		omáčky	12
		hořčice	12
		jemné pečivo určené ke zvláštní výživě	55
		potraviny určené pro nízkoenergetickou výživu ke snižování hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	26
		dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	32
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	20
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	60
		doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. na bázi vitaminů anebo minerálních látek a dodávané ve formě sirupu nebo žvýkacích tablet	185
		stolní sladidla	Podle pravidel správné výrobní praxe
E 962	Sůl aspartamu - ace-sulfamu	ochucené nealko nápoje na bázi vody, se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)
		nápoje na bázi mléka a mléčných přípravků a nápoje na bázi ovocné šťávy se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)
		deserty na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru, ochucené	350 a)
		deserty na bázi mléka a mléčných přípravků se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)
		deserty na bázi ovoce a zeleniny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)
		deserty na bázi vajec se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)
		dezerty na bázi obilovin se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)

	deserty na bázi tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)
	snacky: hotové výrobky s různou příchutí, ochucené, balené, suché výrobky na bázi škrobu a ořechy s polevou	500 b)
	cukrovinky bez přidaného cukru	500 a)
	cukrovinky na bázi kakaá nebo sušeného ovoce se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	500 a)
	cukrovinky na bázi škrobu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000 a)
	pomazánky na bázi kakaá, mléka, sušeného ovoce nebo tuku se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000 b)
	obilné snídaně s obsahem vlákniny vyšším než 15% a obsahující nejméně 20 % otrub se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000 b)
	cukrovinky pro osvěžení dechu se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	2500 a)
	žvýkačka bez přidaného cukru	2000 a)
	cider a perry	350 a)
	nápoje obsahující směs nealko nápoje a piva, cidru, perry, lihoviny nebo vína	350 a)
	alkoholické nápoje obsahující méně než 15 % (V/V) alkoholu	350 a)
	tmavé pivo typu „oud bruin“ nealkoholické pivo nebo s obsahem alkoholu do 1,2% (V/V), pivo s titrační kyselostí vyšší než 30 mekv. NaOH, pivo s obsahem původní mladiny do 6 %, pivo „Biere de table/Tafelbier/Table beer“ kromě piva „Oberjähriges Einfachbier“	350 a)
	pivo se sníženým obsahem energie	25 b)
	mražené krémy a zmrzliny se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	800 b)
	kompoty v plechových nebo skleněných obalech se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	350 a)
	džemy, rosoly a marmelády se sníženou energetickou hodnotou	1000 b)
	ovocné a zeleninové přípravky se sníženou energetickou hodnotou	350 a)
	ovoce a zelenina v sladkokyselém nálevu	200 a)
	sladkokyselé konzervy a polokonzervy a marinády z ryb, korýšů a měkkýšů	200 a)
	polévky se sníženou energetickou hodnotou	110 b)

	studené omáčky	350 b)
	hořčice	350 b)
	jemné pečivo se sníženou energetickou hodnotou nebo bez přidaného cukru	1000 a)
	dietní potraviny pro zvláštní lékařské účely stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	450 a)
	potraviny pro nízkoenergetickou výživu určené ke snižování tělesné hmotnosti stanovené vyhláškou č. 54/2004 Sb.	450 a)
	doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v tekuté formě	350 a)
	doplňky stravy stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. v pevné formě	500 a)
	doplňky stravy na bázi vitaminů nebo minerálních látek stanovené vyhláškou č. 225/2008 Sb. ve formě sirupu nebo žvýkacích tablet	2000 a)
	Feinkostsalat	350 b)
	Essoblaten	1000 b)