

## Možnosti náhrady cukru ako sladidla

T. VACOVÁ — E. ČERVEŇOVÁ

Najvýznamnejšia vlastnosť cukru (sacharózy), pre ktorú sa používa v potravinárskych výrobkoch, je jeho prirodzená sladká chuť, bez zanechávania pachutí. Pre túto vlastnosť i pre najväčší výskyt spomedzi sladkých látok sa zvyčajne sladkosť ostatných látok porovnáva so sladkosťou sacharózy, ktorá sa pokladá za štandardnú.

Stupeň sladkosti sladidla definuje počet gramov sacharózy, ktoré treba rozpustiť v určitom objeme vody, aby roztok mal rovnako sladkú chuť ako roztok jedného gramu sladidla v takom istom objeme vody.

Stupeň sladkosti sacharózy sa teda označuje ako 1. Keďže doteraz neexistuje objektívna metóda na stanovenie intenzity sladkosti, niektoré literárne údaje o sladkostiach určitých látok sa často navzájom odlišujú.

Napriek tomu, že sladkú chuť majú viaceré organické zlúčeniny, dodnes sa nepodarilo uspokojivo systematizovať zložité vzťahy medzi sladkou chuťou a chemickou štruktúrou. (Hroznový cukor a ovocný cukor s podobným chemickým zložením chutia podobne; D-fenylalanín má sladkú chuť, L-fenylalanín horkú chuť, hoci obidve látky sú si chemicky podobné; cukor i sacharín sú sladké, pričom ich štruktúra je rozdielna.)

Podmienkou na rozpoznanie sladkej chuti je ionizovaná forma molekúl látky. Zdá sa, že rozhodujúce pre sladkú chuť je priestorové usporiadanie určitých skupín v molekule. Celkom malé zmeny v molekule značne ovplyvňujú kvalitu chuti. So stúpajúcou koncentráciou intenzita pocitu sladkej chuti obvykle lineárne stúpa. Toto však bezpečne platí iba v určitých koncentračných rozsahoch, pričom lineárna závislosť intenzity sladkosti od koncentrácie nie je pravidlom.

Vzhľadom na to, že celosvetový dopyt po cukre rastie rýchlejšie ako jeho výroba a v súvislosti s tým rastú i ekonomické problémy, pristupuje sa v priemyselne vyvinutých krajinách k obmedzovaniu spotreby cukru formou výskumu, vývoja a výroby náhradných sladidiel, ktoré sa používajú najmä ako suroviny pre potravinársku výrobu (menej ako sladidlá pre priamu spotrebu, niektoré v kombinácii s objemovými plnidlami). Vyvíjajú sa aj intenzifikátory sladkej chuti, ktoré zosilňujú sladiaci účinok cukru a umožňujú tak znižovať jeho spotrebu.

## Sladidlá zo skupiny sacharidov

Sacharóza patrí k veľkej skupine prirodzených látok — sacharidov (označovanéj i ako glycidy, uhľohydráty, uhľovodany, cukry). Patria sem viac alebo menej sladké cukry, ako:

— monosacharidy, napr. glukóza, fruktóza, galaktóza, manóza, sorbóza, xylóza a i.,

— oligosacharidy, napr. sacharóza, maltóza, laktóza, rafinóza a i.,

— „cukru nepodobné“ vysokomolekulárne polysacharidy, napr. škrob, celulóza, glykogén a i.

Najrozšírenejší monosacharid je D-glukóza, ktorý sa vo voľnej forme nachádza najmä v sladkom ovocí a v rastlinách. Vo viazanej forme sa vyskytuje väčšinou spoločne s fruktózou v sacharóze a v iných disacharidoch a oligosacharidoch, ako aj v mnohých glykozidoch. Ako jediná stavebná zložka polysacharidov škrobu, glykogénu a celulózy tvorí glukóza energickú rezervu pre rastliny a zvieratá a zložku bunkových stien.

Najdôležitejšia ketohexóza z prirodzene sa vyskytujúcich cukrov je D-fruktóza. Vo voľnej forme sa nachádza spolu s D-glukózou v sladkom ovocí a mede. Tvorí zložku mnohých disacharidov a oligosacharidov. Viaceré polysacharidy rastlín (polyfruktózany) podobné škrobu, napr. inulín, fleín, triticín, irizín, obsahujú ako stavebnú zložku takmer výlučne D-fruktózu.

Ako sladidlá majú praktický význam i viacšýtne alkoholy (alkoholické cukry), ktoré možno pripraviť z monosacharidov ich redukciou (arabit, xylit, dulcit, sorbit, manit).

Sladkosť niektorých sacharidových sladidiel v porovnaní so štandardnou jednotkovou sladkosťou sacharózy: glukóza — 0,7; fruktóza — 1,2; sorbit — 0,5; dulcit — 0,4; xylit — 1.

## Hydrolyzáty škrobu (škrobové sirupy)

Z hydrolytických postupov seukorňovania vyšších polysacharidov má najväčší význam hydrolyza škrobu. Keďže veľká časť cukru dodávaného v kryštalickej forme sa priemyselne spracúva ako tekutá surovina, pričom sa čiastočne alebo úplne invertuje, nadobudli dnešné výrobky zo škrobu (najmä glukózový a fruktózový sirup) pre potravinársky priemysel vo svete veľký význam. Na ich výrobu sa spočiatku používal zemiakový škrob, v súčasnosti sa používa najmä kukuričný škrob.

Za posledných asi 10 rokov zaznamenali veľký úspech výrobcovia tekutých sirupov s vysokým obsahom fruktózy (USA, Japonsko, západná Európa). Roku 1975 sa napr. v USA vyrobilo viac ako 500 tisíc ton fruktózových sirupov. Roku 1980 sa počíta so zvýšením výroby až na 2,5 mil. ton, čo nahradí až 30 % sacharózy v rozličných odvetviach potravinárskeho priemyslu. Prudký rozvoj tejto výroby motivujú najmä ekonomické výhody, ktoré v USA vyplývajú z vysokej produkcie kukurice a z nízkych nákladov na výrobu kukuričných sirupov. Tento vývoj ovplyvňuje aj relatívne vyššia cena sacharózy, čo spôsobuje v USA okrem iného strata lacného kubánskeho trstinového cukru. Určitý vplyv má i zvyk používať tekuté sirupy u veľkospotrebiteľov i v domácnostiach. Rozhodujúci vplyv na prudký rozvoj výroby

kukuričných sirupov v USA má ich cena, ktorá bola roku 1974 približne o polovicu nižšia ako cena sacharózy. Relatívne nízka cena škrobnatých surovín — najmä kukurice — vedie k rozširovaniu výroby sirupov i do západnej Európy. V Holandsku (Koog aan de Zaan) vybudovala spoločnosť Koninklijke Scholten-Honig závod na výrobu izomerózy (kukuričného sirupu s vysokým obsahom fruktózy) podľa patentovanej technológie americkej firmy Reynolds. Ďalšiu výrobu zaviedli vo Veľkej Británii (Tilbury), v NSR, vo Francúzsku a vo Fínsku. Západoeurópske krajiny musia kukuricu na výrobu sirupov dovážať, preto sa tu v ostatnom čase uvažuje o nerentabilnosti výroby a usiluje sa o vyrovnanie trhových cien kukuričných sirupov a sacharózy. Výrobou „tekutého sirupu“ sa začínajú zaoberať v Maďarsku (z kukuričného škrobu), Juhoslávii a Poľsku (zo zemiakového škrobu). V Maďarsku (Szabadegyháza) sa do roku 1980 vybuduje závod na výrobu kukuričných sirupov s ročnou produkciou 45 000 ton.

### Získavanie

Hydrolyza škrobu je chemicky relatívne zložitý proces, ktorý sa dá uskutočniť kyselinami, enzýmami alebo kombináciou pôsobenia kyselín a enzýmov. Seukrovanie prebieha cez vysokomolekulárne maltosacharidy, maltooligosacharidy a disacharid maltózu, až na monosacharid D-glukózu (základnú zložku škrobu). Vznikajú tak výrobky, ktoré sa klasifikujú podľa stupňa scukornate-  
nia, resp. hodnoty DE (DE = dextrose equivalent), kde sa vypočíta obsah redukujúcich cukrov ako D-glukóza v sušine. Glukózové sirupy majú hodnoty DE najmenej 25 %, škrobový cukor najmenej 70 % a glukóza najmenej 99 %.

Ďalším štádiom seukrovania škrobu, ktoré nadobudlo za posledných 10 rokov veľký priemyselný význam, je izomerizácia uvedených sirupov (spoločne označovaných ako glukózové sirupy), pričom vznikne tzv. izomerizovaný glukózový sirup (označovaný aj ako fruktózový sirup) s podstatne vyššou sladkosťou. Izomerizáciu možno realizovať chemicky (kyselinami, alkáliami, cyklohexylamínom), pomocou ionexov alebo enzymaticky. Kyslá konverzia, ktorá sa skôr používala, je obmedzená hodnotou DE okolo 50, pri vyšších hodnotách dochádza k vzniku intenzívne sfarbených produktov a nepríjemnej chuti. Moderné postupy spočívajú v kombinácii postupov, napr. kyselina — enzým alebo enzým — enzým. Tieto procesy sa dajú oveľa ľahšie ovládať a ich výsledkom je vyššia kvalita produktu už pred rafináciou, keďže tu vzniká menej farebných a aromatických zložiek.

Najvhodnejší a priemyselne používaný je enzymatický postup. Doteraz je opísaných asi 50 rozličných mikroorganizmov schopných tvoriť enzým, ktorý izomerizuje glukózu. Tieto sa odlišujú nárokmi na kultivačné médium a závislosťou enzymatickej aktivity od iónov kovov, hodnoty pH a reakčnej teploty. Používané enzýmy sú rozpustné prípravky získavané rozrušením buniek mikroorganizmov a následným čistením a koncentráciou, kryštalizáciou alebo vyzrážaním. Osobitným problémom enzymatickej izomerizácie glukózy na fruktózu je to, že glukózoizomeráza je metaloproteid obsahujúci určité množstvo kobaltu a horčíka ako kofaktory. Ďalším pridaním týchto iónov sa môže proces izomerizácie podstatne urýchliť a zvýšiť tepelná stabilita enzýmu. Z výživového hľadiska je však nevyhnutné kobalt po skončení reakcie z vý-

robku dôkladne odstrániť. Podľa pokusov v NSR možno nahradiť kobalt horčíkom bez zníženia reakčnej rýchlosti a kvality výrobkov.

V začiatočných štádiách využitia je v súčasnosti technológia použitia imobilizovaných enzýmov v kontinuálnych reaktoroch, kde sú enzýmy fixované na nosičoch (adsorpciou, kovalentnou väzbou, zapuzdrením, zosietením alebo iónovými vzťahmi). Pri tomto postupe (v protiklade k uvedenému postupu enzymatickej izomerizácie, kde sa enzýmy použijú jednorazovo) sa enzýmy nestrácajú, môžu sa použiť vo veľmi vysokých koncentráciách, čím sa zrýchľuje reakcia a brzdia sa vedľajšie reakcie. Okrem dlhej životnosti enzymatického materiálu využitie imobilizovaných enzýmov umožňuje lepšie riadiť proces a ekonomickejšie usporiadať prevádzkové zariadenie.

### Možnosti použitia

**Glukózový sirup** je viskózna, čistá, bezfarebná, až slabožltá kvapalina. Nemá vedľajšie príchute. Keďže pozostáva z ľahko stráviteľných druhov cukrov, je to cenné potravinárske sladidlo. Má aj niektoré vlastnosti významné pre moderné potravinárske technológie, ktoré priaznivo vynikajú najmä pri kombinácii s inými druhmi cukrov.

Možnosti využitia glukózového sirupu sú všestranné, najmä však v cukrovinkárskom sektore. V karamelkách sa použitím glukózového sirupu zabráni vykryštalizovaniu sacharózy. V mäkkých karamelkách, fondánových, gumových a penivých cukrovinkách a žuvačkách sa okrem toho predĺži doba účhovy čerstvosti.

Žuvacie bonbóny a gummy získajú želatelnú elastickú štruktúru. Pridaním glukózového sirupu k mrazeným jedlám sa zabraňuje vykryštalizovaniu sacharózy a alfalaktózy a súčasne sa zlepšuje priebeh rozmrazovania. Glukózový sirup sa pridáva do likérov, dezertných vín, nealkoholických osviežujúcich nápojov a ovocných konzerv. Okrem zmiernenia sladkej chuti sa zlepši šťavnatosť a pri nealkoholických nápojoch a ovocných konzervách sa zvýrazní ovocná chuť. Glukózový sirup aj v zaváraninách, marmeládach a ovocnom želé zabraňuje vykryštalizovaniu sacharózy a v umelom mede vykryštalizovaniu D-glukózy.

Zistilo sa, že v dôsledku nízkej sladkosti a nízkeho osmotického tlaku môžu sa glukózové sirupy požívať vo veľkom množstve bez vyvolania nevoľnosti. V porovnaní so sacharózou majú glukózové sirupy isté výhody. Stravou s vysokým obsahom sacharózy stúpa hladina sérových lipidov, čo sa nepozorovalo pri požívaní glukózových sirupov. Pokusmi na zvieratách sa zistila menšia tvorba depotného tuku pri požívaní glukózového sirupu ako pri požívaní sacharózy.

**Škrobový cukor** má v dôsledku relatívne vysokého obsahu kuchynskej soli a reverzných produktov znesiteľnú sladkoslanú chuť. Je vhodný ako sladidlo a prostriedok na zhnednutie trvanlivého pečiva (napr. medovníkov). Používa sa aj v pivovarníctve. Farmaceutický priemysel používa škrobový cukor okrem iného ako surovinu na mikrobiologické získanie kyseliny mliečnej a glukónovej a ako výživovú látku pre bakteriálne pôdy pri výrobe antibiotík. Škrobový cukor tvorí bežný základný materiál na technickú prípravu poly-

alkoholov, najmä sorbitu — elektrolytickou redukciou, resp. katalytickou hydrogenáciou. Slúži aj na prípravu cukrových kulérov.

Hlavné využitie **glukózy** je v dietetike. V dôsledku rýchlej resorpcie je vhodná najmä ako kalorický zdroj pre výživu, detskú výživu, výrobu tabletiék, resp. komprimátorov na zvýšenie výkonu pri únave, ako sladidlo pre nealkoholické osviežujúce nápoje, čokoládu a pivo. Pri sladení muštov a vín glukózou sa zlepši buket a vznikne plná, zrelá chuť hotových nápojov. Pri vyfarbovaní mäsa (peklovaní) podporuje malý prídavok glukózy alebo sušeného glukózového sirupu tvorbu nitrózomyoglobínu. V lekárskej oblasti sa glukóza používa na prípravu sterilných apyrogénnych injekčných a infúzných roztokov, hojivých masťí a vaginálnych tabletiék.

### Fruktózové sirupy (sirupy s vysokým obsahom fruktózy)

Fruktózové sirupy sa pokladajú za vysokostabilné v potravinách a nápojoch v porovnaní so sacharózou. Keďže sa skladajú najmä z monosacharidov, neinvertujú sa počas životnosti kyslých potravinových a nápojových systémov. Použitie vysokofruktózových sirupov umožňuje náhradu 100 % sacharózy vo viacerých druhoch požívatín. Uvádza sa, že výrobky sú mimoriadne „čisté“ a vyhovujú nezávadnosti z mikrobiologického hľadiska. Pri vysokom obsahu monosacharidov majú výrobky vysoký osmotický tlak, čo prispieva k stabilite a zabraňuje rastu kontaminantov. Výrobky majú zvýšenú hygroskopickosť, čo je rozhodujúca prednosť pri výrobkoch, kde sa žiada zadržanie vlhkosti. Relatívne vysoký obsah fruktózy je významný pri tých výrobkoch, pri ktorých sa používajú ovocné príchuť. Keďže fruktóza je hlavnou zložkou cukrov v mnohých druhoch ovocia, fruktózové sladidlá poskytujú ovocným požívatinám želanú prirodzenú ovocnú príchuť. V diétnych výrobkoch sa použitím fruktózových sirupov môže znížiť používané množstvo sacharínu, čím sa zlepši chuť a vôňa výrobkov. Použitie fruktózy ako synergického sladidla maskuje prítomnosť sacharínu, zníži sa dojem pachuti. Sirupy s veľmi vysokým obsahom fruktózy sa nesmú používať tam, kde dochádza k nežiadúcemu hneďnutiu výrobku. V nealkoholických nápojoch možno cukor úplne nahradiť fruktózovým sirupom. Pri všetkých typoch nealkoholických nápojov sa použitím fruktózového sirupu zvýrazní ovocná chuť a vôňa, ktoré sa skladovaním nestrácajú.

Fruktózové sirupy sa dobre dajú použiť pri výrobe ovocných konzerv s hustým sirupom (napr. broskyne) a pri výrobe jablkového kompótu. Keďže netreba cukor rozpúšťať pri vysokej teplote, výrobok si zachová prirodzenejšiu farbu. Použitie sirupov s vysokým obsahom fruktózy pre výrobu ovocných pomazánok má okrem zvýraznenia ovocnej chuti i technologickú výhodu vytvorenia vysokého osmotického tlaku, čo zaručuje bakteriologickú stabilitu výrobkov.

Pri výrobe cukrovín sa použitím týchto sirupov zabráni vykryštalizovaniu sacharózy a možno regulovať ich vlhkosť a zlepšiť údržnosť. Zásluhou nízkej viskozity sirupov sa ich použitím zlepšuje konzistencia cukrovín a dochádza i k značnému zlepšeniu chuti. Niektoré cukrovinky možno použitím fruktózových sirupov rýchlejšie našľahať a dosiahnuť tak ľahšiu konzistenciu konečného výrobku.

V pekárskom priemysle sa využívajú priaznivé vlastnosti fruktózových

sirupov: skvasiteľnosť, zmäččujúce vplyvy, zabránenie kôrnateniu, úprava vlhkosti, úprava chuti.

V mliečnych dezertoch a zmrzlínach fruktózové sirupy podporujú hladkosť výrobkov, pretože urýchlujú rozptýlenie a stabilizáciu nepatrných vzduchových bubliniek, čím sa zvyšuje počet ladových kryštálikov a znižuje sa aj veľkosť pri tuhnutí. Umožňuje sa tým aj pridávanie ďalších pevných zložiek k výrobkom. Schopnosť zadržiavať vodu výrobky stabilizuje a dodáva im jemnú konzistenciu. Významný je vplyv fruktózových sirupov na tuhnutie zmrzlinových zmesí. (Platí: čím je nižšia molekulová hmotnosť rozpustenej látky, tým je väčší jej vplyv na zníženie bodu tuhnutia.) Použitím fruktózových sirupov v čokoládovom a ochutenom mlieku sa zlepší aróma, konzistencia a chuť výrobkov.

Pri výrobe nakladanej zeleniny, nálevov na šaláty, omáčok a pod. sa využívajú špecifické vlastnosti fruktózových sirupov — zvýšenie osmotického tlaku, zvýšený lesk, lepšia konzistencia a lepšie rozvinutie chutnosti výrobkov. Okrem uvedených existujú aj ďalšie technológie, kde sa uvažuje s využitím fruktózových sirupov, napr. pri výrobe alkoholických nápojov (využitie fruktózy ako substrátu pre liehové kvasenie, sladenie likérov) a inde. Zahraničné firmy uvádzajú aj niektoré nepotravinárske aplikácie fruktózových sirupov, napr. na výrobu sirupov proti kašľu alebo liečiv.

### Sladový extrakt a sladový sirup

Sladový extrakt je vodný výťažok z jačmenného sladú v zahusnenej alebo vysušenej forme, obsahujúci vo vode rozpustné látky, ktoré vznikajú pri pôsobení sladových enzýmov. Sladový sirup je tekutý sladový extrakt s nízkou viskozitou, ktorý sa kvôli lepšej úchove pasterizuje alebo tyndalizuje.

Sladový extrakt je komplexná zmes pozostávajúca z rozličných sacharidov, bielkovín, minerálnych látok a enzýmov. Pomery týchto zložiek varirujú podľa podmienky výroby. Obsah sacharózy je zvyčajne 4—5 % (v sušine), z cukrov obsahuje ešte fruktózu, glukózu, maltózu a i.

Použitie. Diastatické sladové extrakty sa používajú na prípravu sladkostí, ako výživa pre kvasinkové kultúry pri výrobe pečiva a pri výrobe dojčenskej a detskej výživy, aby sa získali rýchlo resorbovateľné sacharidy, ktoré spôsobujú odbúravanie škrobu.

**Maltózový sirup** sa získava zo sladú a škrobovitých produktov diastaticky. Od sladových extraktov a sirupov sa odlišuje tým, že sa nevyrába výlučne z jačmenného sladú a v protiklade ku glukózovým sirupom sa nevyrába z čistého škrobu, ale zo škrobnatých produktov. Múka alebo celé zrná sa nechajú napučať vo vode alebo pare za pridania kyseliny. Potom sa pridáva slad alebo sladové výťažky. Neexistujú všeobecne platné údaje o chemickom zložení maltózového sirupu, keďže druh a množstvo nesacharidových zložiek — proteín a minerálne látky — závisí od druhu použitej suroviny a od postupu prípravy. Maltózový sirup oproti spomenutým sirupom je relatívne menej hodnotný. Je to hnedý produkt, ktorý má často okrem sladkej chuti i nepríjemnú horkastú príchuť.

## Glukózovo-galaktózové sirupy

Priame použitie laktózy (mliečného cukru) získanej zo srvátky je problematické kvôli:

- nízkej sladkosti,
- kryštalizácii v sirupoch a sirupovitých výrobkoch,
- skvasiteľnosti iba určitými špecifickými mikroorganizmami, čo znemožňuje použitie mliečného cukru v kvasnom priemysle.

Pri súčasnom nedostatku cukru sa však stáva svetová produkcia laktózy zaujímavou (asi 3,7 mil. ton ročne) a pokusne sa overujú enzymatické metódy premeny laktózy na oveľa sladšiu glukózu a galaktózu. Nevýhodou glukózovo-galaktózových sirupov vyrobených zo srvátky je ich zreteľná slaná chuť, ktorá sa po zahutení ďalej zvýrazní vzrastom koncentrácie solí prítomných v srvátke. Overujú sa metódy demineralizácie glukózovo-galaktózových sirupov a ich možnosti využitia pri výrobe kvasených nápojov, umelého medu, vína a piva.

Javorový sirup a javorový cukor sú výrobky zo šťavy cukrového javora (*Acer saccharum*). USA, Kanada a Japonsko majú hospodársky významnú výrobu javorového sirupu a cukru. Cukrový javor je vhodný na pestovanie i pre vnútrozemské podnebie. Javorový sirup obsahuje asi 98 % sacharidov (v sušine), z čoho 88—99 % tvorí sacharóza, ostatné sú hexózy.

## Alkoholické cukry

**Získavanie.** Sorbit sa vyrába priemyselne, jeho prirodzený výskyt nepostačuje. Teoreticky sa dá získať z troch prirodzene sa vyskytujúcich hexóz: D-glukózy, D-fruktózy a L-sorbózy, pričom okrem sorbitu vznikajú aj D-manit a L-idit. Praktický význam pre veľkovýrobu má glukóza.

**Manit** sa predtým získaval alkoholovou extrakciou z manny. Ako suroviny pre priemernú výrobu majú dnes význam iba invertný cukor, melasa a glukóza.

**Xylit** je rozšírený v rastlinnej ríši. Je aj bežným metabolitom, ktorý sa v organizme tvorí rýchlosťou 5—15 g za deň. Získava sa katalytickou hydrogenáciou D-xylózy, ktorá je základnou zložkou vysokomolekulárnych xylánov dreva. Xylány sa nachádzajú aj v slame, ovsených plevách, kukuričnom šúpoli a i.

**Možnosti použitia.** Alkoholické cukry sa používajú ako náhrady sacharózy pre diabetikov. Poskytujú približne rovnaké množstvo energie ako sacharóza. Nepodliehajú alkoholickému kvaseniu, sú rezistentné proti mikrobiálnemu rozkladu. K potravinám sladeným alkoholickými cukrami netreba pridávať konzervačné prostriedky.

Sorbit je pri varení a pečení stály. Prídavok sorbitu k potravinárskym výrobkom v množstve 5—15 % zvyšuje ich trvanlivosť.

Za ideálny cukor pre diabetikov sa v ostatnom čase označuje xylit. Nemá vedľajšie chute. Po rozpustení spôsobuje pocit chladu, čo poskytuje výrobkom obcerstvujúcu chuť. Je stály pri vyšších teplotách a pri vare.

Najrozšírenejšia výroba xylitu je vo Fínsku, z hemicelulózy brezového dreva (Finiš Sugar Co). Nevýhodou xylitu je jeho cena, ktorá je asi štyrikrát vyššia



ako cena sorbitu. Vo Fínsku sa vyrábajú z xylitu najmä tvrdé cukrovinky, žuvačky, plnená čokoláda, oblatky, sladké „snacky“, tabletky, pastilky a sirupy proti kašlu. Tieto výrobky sa propagujú v súvislosti s výsledkami pokusov na univerzite v Turku (Fínsko), ktoré dokázali antikariogénne vlastnosti xylitu.

Technológiu výroby potravinárskeho xylitu vypracovali aj v ZSSR. Xylit sa tu používa najmä pri výrobe čokolády, krémových, fondánových a penových cukrovínok, dražé a trvanlivého pečiva pre diabetikov.

Vo Švajčiarsku sa používa xylit na výrobu bonbónov a čokolády ako čiastočná, prípadne úplná náhrada cukru.

Kombinácia xylitu so sorbitom sa používa v ZSSR na výrobu ovocných nápojov pre diabetikov. Tak napr. pomarančová šťava obsahuje 67 % prírodnej šťavy a 33 % roztoku týchto sladidiel.

Na Ukrajinskom výskumnom ústave konzervárenského priemyslu vyvinuli diétne džemy so sorbitom a xylitom. Vzhľadom na organoleptické vlastnosti džemu sa osvedčila zmes sorbitu a xylitu v pomeroch 1:1 a 1:2 pridaním jablčného pektínu. Zistilo sa, že po ročnom skladovaní sa zloženie džemov podstatne nezmenilo, až na zníženie obsahu pektínu.

Sorbit sa využíva ako náhrada časti cukru pri výrobe diabetických kompótov v Bulharsku. Obsah cukru vo výrobkoch sa znižuje o 9—14 %.

V USA sa vyrábajú mrazené mliečne krémy pre diabetikov obsahujúce sorbit, prípadne zmes sorbitu a manitu. Na obaloch výrobkoch sa uvádza ich zloženie. Ďalej sa tu vyrábajú cukrovinky zo sorbitu (bez cukru). Kryštalizácii sorbitu sa zabráňuje prísadami pred ukončením varenia (napr. kyseliny citrónovej).

## Melasa

Ako prírodné sladidlo sa využíva i trstinová melasa (v zahustenej kvapalnej alebo sušenej forme) pri výrobe cukrovínok, pečiva, omáčok, tortových zmesí a i. Melasa dodáva potravinám prírodné hnedé farbivo, charakteristickú chuť a sladkosť.

## Ďalšie prírodné sladidlá

Glykozid sa nachádza v listoch paraguajského divoko rastúceho kríka *Stevia rebaudiana*. Je tristokrát sladší ako sacharóza. Aglykónová časť molekuly steviozidu — steviol má štruktúru podobnú steroidným hormónom, čo je príčinou antiandrogénnej aktivity steviozidu — preto je nevhodný na praktické použitie.

Glykozid **glycyrrhizín** sa nachádza v koreňoch sladkého dreva (*Glycyrrhiza glabra*), je päťdesiatkrát sladší ako sacharóza. Firma Mac Andrews and Forbes (Cadmen, N. Y., USA) vyrába šesť typov glycyrrhizínových sladidiel. Zdrojom na ich výrobu je vodný extrakt sladkého dreva. Okrem sladkosti zvyrazňuje glycyrrhizín chuť kakaa a čokolády v rôznych polotovarochoch a nápojoch a je aj peniacim prostriedkom.

Rastlina mierneho pásma *Polypodium vulgare*, ktorá rastie vo Veľkej Britá-



nii, obsahuje intenzívne sladký saponín, o ktorom sa pôvodne myslelo, že je totožný s glycyrrhizínom. Nedávno sa zistilo, že ide o steroidný glykozid, asi 3000-krát sladší ako sacharóza. Je prítomný v hľuznatých koreňoch, ale vo veľmi nízkych koncentráciách, takže jeho extrakcia by bola neekonomická. Táto látka je známa pod názvom **Osladin**.

Ovocie Lo Han rastúce v južnej Číne sa používa už po stáročia ako sladidlo, najmä v ľudovej medicíne. Sladká látka sa zo sušeného ovocia dá ľahko extrahovať. Je to triterpénový glykozid so 150-násobnou sladkosťou. Rastlina sa experimentálne začala pestovať v USA, zatiaľ sa však prakticky nevyužíva.

Niektoré deriváty flavónových glykozidov nachádzajúcich sa v citrusových plodoch, najmä v šupách, sú veľmi sladké. Ide o dihydrochalkóny neohesperidínu a naringínu — **naringidihydrochalkón**, **neohesperididihydrochalkón** a **hesperididihydrochalkón**. Tieto deriváty sú 100—1500-krát sladšie ako sacharóza. Sú málo rozpustné vo vode (0,8—3,6 g/l pri 25 °C). Doteraz robené testy poukazujú na ich zdravotnú nezávadnosť. Majú charakteristickú pretrvávajúcu sladkú chuť. Najslubnejšia aplikácia sa javí v ich použití pri výrobe žuvačiek, liekov, zubných pást a ústnych vôd. V USA už bola zahájená poloprevádzková výroba  $\beta$ -neohesperididihydrochalkónu z citrusových plodov. V Japonsku sa začína vyrábať sladidlo zo šúp mandaríniek, ktoré sa tu vo veľkom pestujú. Sladidlo sa má používať pri výrobe cukrovínok a osviežujúcich nápojov.

**Mirakulín** (mirlin) zo „zahraničného ovocia“ (*Synsepalum dulcificum* DANIELL) rastúceho v Afrike má schopnosť meniť nakyslú alebo kyslú chuť na príjemne sladkú. Jeho účinok trvá niekoľko hodín po požití, takže za ten čas chutia všetky kyslé potraviny sladko. Mirakulín je glykoproteín s molekulovou hmotnosťou 44 000. Ako čistá látka je bez chuti. Je nestabilný proti teplu a rýchle sa inaktivuje pri hodnotách pH nižších ako 2. Je zdravotne nezávadný. V USA mirakulín vyrába firma Mirlin Incorp., Hudson. Semená tohto ovocia sa preniesli z Afriky na Jamaiku, kde sa pestujú na veľkých plantážach (komerčný pokus). V súčasnosti sa obchodne dodáva extrakt, ktorý sa odporúča ako modifikátor chuti na sladenie kyslého ovocia, zeleniny, jogurtu a pod. Zatiaľ nie je schválené používanie tohto extraktu pre potravinárske účely.

Plody afrického hrozna *Dioscoreophyllum cumminsii* DIELS obsahujúce bielkovinu **monelín** s molekulovou hmotnosťou 10 700, ktorá je zložená z dvoch neidentických polypeptidických reťazcov tvorených 50 a 43 zvyškami aminokyselín. Ani jeden z obidvoch polypeptidov nie je sám osebe sladký. Monelín je asi 1500-krát sladší ako sacharóza. Je vo vodných roztokoch stály, ale jeho sladkosť sa ireverzibilne stráca pri teplotách nad 60 °C a pri extrémnych hodnotách pH — nad pH 10 a pod pH 2. Látka nie je toxická, ale vzhľadom na tepelnú nestálosť a obťažnosť pestovania nie je pravdepodobné jej komerčné využitie.

V západnej Afrike sa pestuje rastlina *Thaumatococcus daniellii* BENTH., ktorej plody sa používajú na sladenie vína, kukuričného chleba a kyslého ovocia. Sladká zložka obsahuje dve bielkovinové frakcie — **taumatín I** a **taumatín II**, ktoré sú vlastne čisté bielkoviny s molekulovými hmotnosťami 21 000 a 20 400. Ich aminokyselinové zloženie je veľmi podobné. Obidve bielkoviny sú zložené z dvoch neidentických polypeptidických reťazcov spojených siedmimi disulfidickými mostíkmi. Sladká chuť závisí od terciárnej štruktúry a pri jej porušení sa ireverzibilne stráca, napr. zahrievaním pri

neutrálnom pH na teplotu 75 °C alebo za normálnej teploty pri pH nižšom ako 2,5. Čistý taumatín je pri prahových koncentráciách asi 3000—5000-krát sladší ako sacharóza v 5 % koncentracii, nie je toxický ani v dávkach 6,4 g/kg telesnej hmotnosti, má dlhotrvajúcu sladkú chuť bez príchuti. Ako sladidlo sa zatiaľ nevyrába.

**Fýlodulcín** pochádzajúci z japonskej rastliny patrí do skupiny 3,4-dihydro-izokumarínov. Je asi 200—300-krát sladší ako sacharóza.

### Syntetické sladidlá

Sacharín (cukerín; sodné soli: kryštalóza, natrium benzsulfimidicum). Je to imid kyseliny 2-sulfobenzoovej. Jeho prípravu patentovali roku 1884 a dodnes patrí k najpoužívanejším umelým sladidlám. Je 550-krát sladší ako sacharóza. Používa sa ako sladidlo, najmä pre obézných, diabetikov a pri niektorých črevných ochoreniach. Pomerne dobrú znášanlivosť podmieňuje jeho rýchle vylučovanie z organizmu v nezmenenej forme. Jeho nevýhodou je nie celkom prirodzená chuť a nahorkastá príchuť.

Hlavnými spotrebiteľmi sacharínu boli donedávna výrobcovia nealkoholických nápojov v USA (dovoz sacharínu z Japonska a Kórey). Guardial Chemical Corp. (Hauppauge, N. J., USA) vyrába nekalorické sladidlo Polysweet, ktoré obsahuje okrem iných zložiek 3,5 % sacharínu. Je to jemný prášok, ktorý sa používa na prípravu nápojov a iných požívatín. Zvýrazňuje chuť a možno ho použiť aj na prípravu pečených výrobkov.

V NSR vyrába firma Drugofa of Cologne nízkokalorický prípravok, ktorý je zmesou sorbitu a sodnej soli sacharínu. Holandská spoločnosť Frisidanken Industrie, Dongen, vyrába sedem druhov nealkoholických nápojov bez cukru, sladených zmesou sorbitu a sacharínu.

Firma Assis (Izrael) vyrába ovocné šťavy s náhradou polovice obsahu cukru sacharínom.

Keďže sa v ostatnom čase zistilo, že sacharín môže byť potenciálnou príčinou vzniku rakoviny, začína sa jeho používanie obmedzovať. (Podľa FDA je povolená dávka pre dospelého človeka maximálne 1 g sacharínu denne.)

**Dulcín** (4-etoxyfenylmočovina) má sladkú chuť, príjemnejšiu ako sacharín (150—200-krát sladší), ale je oveľa toxiknejší. Po zahrevení v kyslom prostredí sa rozkladá na látky, ktoré nie sú sladké.

### Aromatické nitrolátky

Osobitne intenzívnou sladkou chuťou sa vyznačuje *m*-nitroanilín a sladkú chuť má i väčšina jeho derivátov, z ktorých praktický význam majú: Propoxo-2-nitro-5-anilín (**Ultrasüss; P 4000**) je 4000-krát sladší ako sacharóza. Spôsobuje vyrážky a žalúdočné ťažkosti. Etoxy-*m*-anilín (**Duoxan**) a kyselina *p*-nitrofenylkarbomidopropiónová (**Suosan**) zapríčiňujú podobné ťažkosti. Suosan je asi 300-krát sladší ako sacharóza. Pri zahrevení je pomerne stály. Pri predávkovaní má horkú príchuť.

**S 23/46; Süsshilfe** (sodná soľ kyseliny 4-metoxy-2-benzyl-benzoovej). Je 150-krát sladší ako sacharóza. Pri väčšom množstve (0,02 %) sa mení jeho

chuť na horkú. Záhrevom sa nerozkladá. Považuje sa za zdravotne neškodné sladidlo.

**Cyklohexylsulfamáty** (Cyclamat, Sucaryl, Nectaryl, Sweeta, Assugrin, Süsin). Sú to soli kyseliny *N*-cyklohexylsulfámovej. Sodné a vápenaté soli sa používajú ako korigens chuti; pri technologickom spracovaní potravín sa rozkladajú. Cyklamáty sú asi 30-krát sladšie ako sacharóza. S priemyselnou výrobou cyklamátov sa začalo roku 1950. V súčasnosti je ich používanie vo väčšine krajín zakázané, pretože vysoké dávky vyvolali u pokusných zvierat malígne nádory močového mechúra. U nás sa začala roku 1966 vyrábať sodná soľ pod názvom **Spolarin**. V zmesi so sacharínom sa vyrába pod názvom **Dukaryl**.

**Cyklopentylsulfamáty** (CPMS) sú v štádiu výskumu. Majú sladiacu schopnosť, ktorá sa silne mení s koncentráciou, napr. sodná soľ je pri koncentrácii 0.06 g/l 60-krát sladšia ako sacharóza, pri 4 g/l je iba 10-krát sladšia a v koncentrácii nad 4 g/l je bez chuti. Zatiaľ sa predpokladá, že nie sú karcinogénne, lebo nemôžu metabolicky uvoľňovať cyklické amíny.

**Oxatiazínónderiváty**. Z tejto skupiny syntetických sladidiel je najvýznamnejší acetosulfám (draselná soľ 3,4-dihydro-6-metyl-1, 2, 3-oxatiazín -4-ón-2,2-dioxidu). Je 130-krát sladší ako sacharóza. Acetosulfám je stálejší v kyslých i alkalických roztokoch ako sacharín, najmä pri tepelných procesoch spracovania. Pri jednoodhodinovom zehrevo vo vodnom roztoku pri pH 4 a pri 120 °C je stály bez dokázateľného úbytku. Skladovanie sterilizovaných roztokov nevedie k úbytku acetosulfámu ani k úbytku sladkosti. Akútna toxicita acetosulfámu stanovená na krysách je asi 7.4 g/kg telesnej hmotnosti.

**Aminokyseliny a ich deriváty**. Niektoré aminokyseliny, najmä D-radu, vykazujú sladkú chuť, napr. D-tryptofán, D-histidín, D-fenylalanín, D-tyrozín, D-leucín, L-alanín, glycín. D-tryptofán je 35-krát sladší ako sacharóza. Jeho niektoré deriváty majú tiež vysokú sladkosť, z nich D-6-chlórtryptofán sa pokladá za vhodné sladidlo (100-krát sladší). Nezanecháva nijaké príchute. Doterajšie skúšky na jeho toxicitu boli negatívne.

Spoločnosť Guardial Chemical Corp. (USA) vyvinula sladidlo Fruitulose obsahujúce ako sladkú zložku aminokyseliny. Môže sa používať pri výrobe osviežujúcich nápojov. Znáša i vyššie teploty, pričom nevznikajú vedľajšie príchute. Spoločnosť Procter and Gamble Co. (USA) vyrába zubné pasty a ústne vody, kde sa ako sladidlo používa D-tryptofán.

**Estery dipeptidov**. Veľmi perspektívnymi sa zdajú sladidlá vyrobené na báze aminokyselín. Sladkosť niektorých esterov dipeptidov, ktoré sú štruktúrne podobné metylesteru L-aspartyl-L-fenylalanínu (Aspartám; MEFA; USA) závisí najmä od veľkosti ich molekúl. Existuje metóda na predpovedanie ich sladkosti spočívajúca v určení veľkosti, dĺžky a formy bočného reťazca esteru aminokyseliny naviazaného na kyselinu asparágovú.

Z tejto skupiny látok je najviac preskúmaný aspartám, ktorý je esterom dipeptidu dvoch prirodzené sa vyskytujúcich aminokyselín. Jeho sladkosť klesá od 180-násobku sacharózy v 2 % roztoku k 43-násobku sacharózy v 30 % roztoku. Nevýhodou je jeho nedostatočná stabilita vo vodnom prostredí. Pri pH nižšom ako 3 dochádza k postupnej hydrolýze peptidickej a esterovej väzby. So vzrastajúcou teplotou a vzrastajúcim pH dochádza k cyklizácii na 3-karboxymetyl-6-benzyl diketopiperazín. 20 % rozklad aspartámu pri teplote 10 °C nastane za 387 dní, kým pri teplote 80 °C pri pH 4.0 v priebehu

jedného dňa. V tuhom a suchom stave je aspartám stabilný (preto sa vyrába vo forme tabliet a práškov) a možno ho použiť ako sladidlo do kávy, čaju, cereálnych zmesí, žuvačiek a rozličných nápojov v prášku. Aspartám sa zatiaľ pokladá za zdravotne nezávadný, nie sú však vyhodnotené toxikologické vlastnosti diketopiperazínu a súvislosti príjmu aspartámu u osôb s genetickou metabolickou fenylketonúriou. Robia sa štúdie, ktorých cieľom je vyriešiť otázku neurotoxicity, o ktorej sa predpokladá, že súvisí s vysokým príjmom kyseliny asparágovej.

Ďalšie organické látky, ktoré sa v literatúre uvažujú ako možné sladidlá, ale nie sú preskúmané ich toxické účinky:

diacetón-glukóza

1', 4, 6, 6'-tetrachlór-1', 4, 6, 6'-tetradeoxygalaktózosacharóza

N-substituované amidy kyseliny 3-amínogantárovej

kyselina 34-dehydro-2-(3-indol-metyl)-1-metyl-piperidín-4-karbónová

alfa tetrazolyl-6-substituovaný tryptamín

alfa-tetrazolyl-5,6-substituovaný tryptamín

5-(3-hydroxyfenoxi)-1-H-tetrazol

5-karbocykloamínotetrazoly

5-imino-4,4-dimetyl-2-imidazolidín

8,9-epoxyperillartín

oxímy perillartínu

deriváty hydrofluorénu

N'-formylkynurenín

N'-acetylkynurenín

1-cyklopentén-1-karboxyaldehyd-syn-oxím

1-cyklohexén-1-karboxyaldehyd-syn-oxím

oxatiazinóndi oxidy, a i.

### Zmesné sladidlá

Nahradiť sacharózu je veľmi obťažné, lebo jej chuť sa pokladá za prirodzenú sladkú a všetky ostatné sladidlá za neprirodzené — umelé. Aby sa upravila chuť sladidiel, používajú sa zmesi, pri ktorých sa uplatňuje:

- a) synergický účinok dvoch alebo viacerých sladidiel použitých súčasne,
- b) ovplyvňovanie látkami, ktoré sú v ústnej dutine tiež chuťovo účinné (organické a anorganické soli a kyseliny),

- c) ovplyvňovanie látkami, ktoré chuť zosilňujú alebo modifikujú.

Najviac zmesných sladidiel sa vyrába zo sacharínu, pričom sa jeho horká príchuť pokrýva, príp. i sladkosť zosilňuje kombináciami s inými látkami. V rozličných prípravkoch zahraničnej výroby sa na kombináciu so sacharínom používajú: manitol, xylit, fruktóza, hydrolyzáty škrobu, laktóza, D-galaktóza, glycin, kyselina glutámová, D-tryptofán, sladké dipeptidy, glukonodelta-laktón ("Enzo-Sweet"), glukonát sodný, glukonát vápenatý, soli kyseliny citrónovej, adipovej a fumárovej, kyslý víňan draselný, chlorid sodný, chlorid vápenatý, síran horečnatý, síran chinínu, horečnatá soľ kyseliny glycerol-fosforečnej, kyselina guanylová, netoxické soli kyseliny guanylovej, kyselina inozínová, deriváty kyseliny inozínovej, ribonukleozid, ribonukleotid, piperazín, cyklamáty a i.

## Prehľad najznámejších sladidiel

### I Sladidlá prírodného pôvodu

Názov	Zloženie	Sladkosť	Poznámka
sacharóza (repný; trstinový cukor)	disacharid	1	
glukóza (hroznový cukor)	monosacharid	0,7	Použitie: cukrovinky, pečivo, nealkoholické nápoje, konzervované ovocie, víno, pivo, iné fermentačné technológie, mrazené jedlá a i. Vlastnosti: zabraňuje vykryštalizovaniu sacharózy a $\alpha$ -laktózy, zlepšuje šťavnatosť výrobkov, predlžuje čerstvosť, zlepšuje pribeh rozmrazovania.
glukózový sirup	hydrolyzát škrobu (zmes produktov, DE > 25 %)	0,3—0,6	Použitie: cukrovinky, pečivo, nealkoholické nápoje, konzervované ovocie, víno, pivo, iné fermentačné technológie, mrazené jedlá a i. Vlastnosti: zabraňuje vykryštalizovaniu sacharózy a $\alpha$ -laktózy, zlepšuje šťavnatosť výrobkov, predlžuje čerstvosť, zlepšuje pribeh rozmrazovania.
škrobový cukor	hydrolyzát škrobu (zmes produktov, DE > 70 %)		Použitie: trvanlivé pečivo, cukrové kuléry, fermentačné technológie.
fruktóza (ovocný cukor)	monosacharid	1,2	Použitie: cukrovinky, pečivo, nealkoholické nápoje, konzervované ovocie a zelenina, mliečne dezerty a zmrzliny, víno, pivo, iné fermentačné technológie a i. Vlastnosti: zabraňuje vykryštalizovaniu sacharózy, zlepšuje šťavnatosť, zlepšuje konzistenciu, predlžuje čerstvosť, zvyrazňuje chuť a vôňu ovocia.
fruktózový sirup (Isomeroze, Iso-syrup, HFCS, High fructose corn syrup, Amerose, Puritose)	izomerizovaný hydrolyzát škrobu (zmes produktov)	0,9—1,2	Použitie: cukrovinky, pečivo, nealkoholické nápoje, konzervované ovocie a zelenina, mliečne dezerty a zmrzliny, víno, pivo, iné fermentačné technológie a i. Vlastnosti: zabraňuje vykryštalizovaniu sacharózy, zlepšuje šťavnatosť, zlepšuje konzistenciu, predlžuje čerstvosť, zvyrazňuje chuť a vôňu ovocia.

Názov	Zloženie	Sladkosť	Poznámka
sladový extrakt a sirup	enzymaticky spracovaný extrakt z jačmenného sladu		Použitie: cukrovinky, pečivo, detská a dojčenská výživa.
maltózový sirup	enzymaticky spraco- vané škrobnaté produkty		Menej hodnotný ako uvedené sirupy. Horkastá príchuť.
sorbit	alkoholický cukor	0,5	Použitie: nápoje, cukrovinky, čokoláda, mliečne nápoje, pečivo, konzervované ovocie. Vlastnosti: vhodný pre diabe- tikov, neskvasiteľný, rezistent- ný proti mikrobiálnemu rozkla- du, mierne antikariogénne účin- ky. Zvyšuje trvanlivosť výrob- kov.
xylit	alkoholický cukor	1,0	Použitie: nápoje, cukrovinky, čokoláda, mliečne nápoje, peči- vo, konzervované ovocie Vlastnosti: vhodný pre diabeti- kov, neskvasiteľný, rezistentný proti mikrobiálnemu rozkladu, mierne antikariogénne účinky. Zvyšuje trvanlivosť výrobkov.
steviozid	glykozid	300	Nevhodný na praktické použitie
glycyrrhizín	glykozid	50	Zvýrazňuje chuť kakaa a čoko- lády, je penivý.
osladín	steroidný glykozid	3000	
naringíni- hydrochalkón; neohesperidín- dihydrochalkon; hesperidíndihydro- chalkón	deriváty flavónových glykozidov	100— 1500	Vyrábajú sa z citrusových plo- dov. Majú pretrvávajúcu sladkú chuť. Zdravotne nezávadné. Použitie: žuvačky, zubné pasty, lieky a i.
mirakulín	glykoproteín		Mení kyslú chuť na sladkú Má pretrvávajúci účinok. Zdra- votne nezávadný.
monelín	bielkovina	1500	Ireverzibilná strata sladkej chuti pri teplote $> 60^{\circ}\text{C}$ a pri $\text{pH} >$ $> 10$ a $\text{pH} < 2$ .
taumatín	bielkovina	3000— 5000	Ireverzibilná strata sladkej chuti pri teplote $> 75^{\circ}\text{C}$ a pri $\text{pH} <$ $< 2,5$ .
fyloduleín	3,4-dihydro- izokumarín	200— 300	

## II Syntetické sladidlá

Názov	Zloženie	Sladkosť	Poznámka
Sacharín a jeho sodné soli	imid kyseliny 2-sulfobenzoovej	550	Vhodný pri cukrovke, obezite a niektorých črevných ochoreniach. Nahorkastá pachúť.
Dulcín	4-etoxyfenyl- močovina	150—200	Nestály pri zmene teploty a prostredia. Zdravotne závadný.
Ultrasüss; P 4000	propoxy-2-nitro- -5-anilín	4000	Zdravotne závadný.
Duoxan	etoxy- <i>m</i> -nitro- anilín	1400	Zdravotne závadný
Suosan	kyselina <i>p</i> -nitro- -fenyl-karbamido- propiónová	300	Zdravotne závadný
Süsshilfe; S 23/46	sodná soľ kyseliny 4-metoxy-2-benzylbenzoovej	150	V množstve nad 0,02 % mení chuť na horkú. Zdravotne nezávadný.
Cyklamát; Sucaryl; Nectaryl; Sweeta; Assugrin; Süssin; Spolarin	soli kyseliny <i>N</i> -cyklohexyl- sulfámovej	3	Zdravotne závadné.
Dukaryl	Zmes sacharínu a spolarínu		
	cyklopentyl- sulfamáty		V štádiu výskumu.
Acetosulfám	draselná soľ 3,4- -dihydro-6-metyl- -1, 2, 3-oxatiazín- -4-ón-2,2-dioxidu	130	Stály pri zmene prostredia a teploty.
Aspartám; MEFA; USAL	metylester <i>L</i> -aspartyl- - <i>L</i> -fenylalanínu	43—180	Nestály vo vodnom prostredí, pri zmene pH a teploty. Stabilný v suchom tuhom stave. Zdravotne nezávadný.

Vo viacerých zahraničných patentoch na výrobu zmesných sladidiel sa ako objemové plnidlá používajú soli organických kyselín, alebo hydrolyzáty škrobu. Vznikajú tak sladidlá vzhľadovo podobné sacharóze. Ako objemová látka sa často používa aj sacharóza, ktorej sladkosť sa zvyšuje povrchovým naviazaním umelých sladidiel.

Na zintenzívnenie sladkosti potravinárskych výrobkov sa v USA pokusne začal používať prípravok Thalose (Foss Corp.), ktorý umožní znížiť spotrebu cukru vo výrobkoch zintenzívnením ich sladkosti o štvrtinu, bez toho, že by sa



cukor chemicky zmenil. Výrobok sa môže kombinovať aj s inými sacharidovými sladidlami. Výrobca nie je ochotný prezradiť princíp zintenzívnenia sladkosti.

Všetky uvedené látky prichádzajú do úvahy v súvislosti s možnou náhradou sladiacej funkcie cukru. Záverom treba však zdôrazniť, že náhrada cukru v potravinárskych výrobkoch je problém, ktorý treba riešiť komplexne, v súvislosti so zachovaním všetkých ostatných vlastností výrobkov. Ide najmä o:

- zdravotnú nezávadnosť výrobkov,
- zachovanie mikrobiologických a organoleptických vlastností výrobkov,
- dostatočne dlhý čas skladovateľnosti sladidla a hotových výrobkov,
- zachovanie požadovaného objemu výrobkov, čo prichádza do úvahy najmä pri používaní náhrad cukru s vysokou sladkosťou. Okrem toho treba brať do úvahy aj výrobné aspekty. Ide o stabilitu sladidiel v určitých prostrediach a pri určitých technologických zásahoch (vodné prostredie, prítomnosť niektorých ďalších látok, hodnota pH, potrebná koncentrácia sladidla) a o možnosť reakcií náhradných sladidiel so zložkami výrobkov (Maillardove reakcie a i.). Pri používaní náhrad cukru treba rátať aj s niektorými ďalšími problémami, napr. s vyšším sklonom technologických zariadení ku korózii, s koróziou niektorých obalových materiálov, so zmenou fyzikálnych vlastností výrobkov ovplyvňujúcich podmienky ich skladovania atď.

## Súhrn

Článok opisuje látky, ktoré môžu prísť do úvahy pri výbere náhrad cukru ako sladidla. Látky sa rozdelia do štyroch základných skupín: sladidlá zo skupiny sacharidov, ďalšie prirodzené sladidlá, syntetické sladidlá a zmesné sladidlá. Záverom sa zdôrazňuje potreba zachovať pri náhrade cukru aj všetky ostatné vlastnosti výrobkov.

## Literatúra

1. ABDEL—AKHER, M. — GHALI, I. a spol.: *Stärke*, 27, 1975, s. 128.
2. ARNOLD, M. H. M.: *Fd Ind. I. Afr.*, 24, 1971, s. 17.
3. BALKE, W.: *Candy Snack Ind.*, 139, 1974, s. 40a.
4. BARKER, S. A.: *Process Biochem.*, 11, 1976, s. 20.
5. BELITZ, H. D. — WIESER, H.: *Z. Lebensm.-Unters. -Forsch.*, 160, 1976, s. 251.
6. BIRCH, G. G. — LINDLEY, M. G.: *J. Fd Sci.*, 38, 1973, s. 1179.
7. BISHOP, G.: *Sucr. franc.*, 116, 1975, s. 243.
8. BLAKE, R. W.: *Sugar Y Azúcar*, 71, 1976, s. 30.
9. BRUSSEL, L. B. P. — PEER, H. G. — HEIJDEN van der, A.: *Z. Lebensm.-Unters. -Forsch.*, 159, 1975, s. 337.
10. CASEY, J. P.: *Cereal Fds Wld*, 22, 1977, s. 48.
11. CLAUS, K. — LÜCK, E. a spol.: *Z. Lebensm.-Unters. -Forsch.*, 162, 1976, s. 37.
12. CLAUS, K. — JENSEN, H.: *Angew. Chem.*, 85, 1973, s. 965.
13. CLENINGER, M. R. — BALDWIN, R. E.: *J. Fd Sci.*, 39, 1974, s. 347.
14. COOK, M. K.: *Fd Engng*, 45, 1973, s. 145.
15. COUNSELL, J. N. — ROBERTSON, J. D.: *Fd Process. Ind.*, 45, 1976, s. 24.
16. CROCCO, S.: *Fd Engng Int.*, 1, 1976, s. 30.

17. DANIELS, R.: Sugar Substitutes and Enhancers. Park Ridge, New Jersey — London, Noyes Data Corp., 1973.
18. Dietní požívatiny (především nízkokalorické potraviny a nápoje). Sborník referátů ze semináře konaného 5.—6. 6. 1974 v ÚKDŽ Praha. Praha 1974.
19. DINGWALL, A. L. — CAMPBRILL, H.: Fd Process. Ind., 44, 1975, s. 23.
20. EHRENHAFT, B. — GONO, M.: Výživa a Zdravie, 22, 1977, s. 105.
21. FINBERG, A. J.: Fd Technol., 26, 1972, s. 28.
22. FIŠMAN, G. M. — NIŽARADZE, M. J.: Konserv. i ovošesuš. Prom., 1, 1976, s. 12.
23. FOESTER, H.: Ernährungs-Umschau, 21, 1974, s. 306.
24. FRANCK, R.: Stärke, 27, 1975, s. 241.
25. FRUIN, J. C. — SCALETT, B. L.: Sugar Y Azúcar, 71, 1976, s. 37.
26. GANS, T. G.: Stärke, 28, 1976, s. 344.
27. GINTEROVÁ, A.: Bull. VÚP, 14, 1975, s. 160.
28. GLOBUS, A. R.: Off. Gaz., 910, 1973, s. 258.
29. GRÜTTE, F. K. — RÖDEL, H.: Ernährungsforschung, 20, 1975, s. 74.
30. Handbuch der Lebensmittelchemie. V/1. Berlin-Heidelberg-New York, Springer Verlag 1967.
31. HIGGINBOTHAM, J. D.: Chem. Ind., 6, 1976, s. 262.
32. HRDLÍČKA, J.: Výživa Lidu, 28, 1973, s. 9.
33. HRUBÝ, J.: Čs. Hyg., 15, 1970, s. 321.
34. HUPKES, J. V. — TILBURG, van R.: Stärke, 28, 1976, s. 356.
35. JOHNSON, J. C.: Specialized Sugars for the Food Industry. Park Ridge, New Jersey, Noyes Data Corp., 1976.
36. KAJABA, J.: Výživa a zdravie, 22, 1977, s. 158.
37. KAČŠÁK, J.: Potravn. Roč., 1977, s. 174.
38. KAVARANA, H. H.: Chem. Age India, 27, 1976, s. 675.
39. KRACHER, F.: Kakao u. Zucker, 25, 1975, s. 110.
40. KÜPERS—SONNENBERG, G. A.: Zucker, 29, 1974, s. 121.
41. LANGHURST, A. K. — LONG, J. E. — HLAVACEK, R. G.: Fd Process., 37, 1976, s. 164.
42. LINDLEY, M. G. — BIRCH, G. G. — KHAN, R.: J. Sci. Fd Agric., 27, 1976, s. 140.
43. LUTHRA-PARVEEN, K.: Sci. Rep., 13, 1976, s. 427.
44. MATEJOVÁ, J. — ZAJAC, P.: Výživa a Zdravie, 22, 1977, s. 58.
45. MELICHAR, B. — ČELADNÍK, M. a spol.: C emická léčiva. Praha, Avicenum 1972.
46. NAGYPATAKI, J.: Szesipár, 24, 1976, s. 44.
47. NOFRE, C. — PAUTET, F.: Naturwissenschaften, 62, 1975, s. 2.
48. OESTERGAARD, J. — KUNDSSEN, S. L.: Stärke, 28, 1976, s. 350.
49. PALMAR, T. J.: Fd Process. Ind., 45, 1976, s. 23.
50. PAULUS, K.: Ernährungswirtsch. Lebensmitteltech., 10, 1976, s. 558.
51. POHLOVÁ, M.: Použití fruktózového kukuřičného sirupu značky Isomeroze v potravinářství (Studie IZ 15). VÚPP, STI, Praha 1977.
52. ROBINSON, J. W.: Fd Engng, 47, 1975, s. 57.
53. RUSSO, J. R.: Fd Engng Int., 1, 1976, s. 77.
54. RYMAREVIČ—ALTMANSKIJ, V.: Výživa a Zdravie, 22, 1977, s. 190.
55. SAINT RAT de, L.: Ernährungsforschung, 16, 1972, s. 481.
56. SALKOVÁ, Z.: Bull. VÚP, 14, 1975, s. 165.
57. SCHANEFELT, R. V.: Cereal Fd Wld, 22, 1977, s. 44.
58. SUCHÁNEK, A.: Prům. Potravn., 28, 1977, s. 185.
59. SZOKOLAY, A.: Výživa a Zdravie, 20, 1975, s. 54.
60. ŠTEPÁNEK, P.: Výž. Lidu, 30, 1975, s. 155.
61. ŠVORCOVÁ, L.: Lebensmittel-Ind., 24, 1977, s. 149.
62. UNTERHALT, B. — BÖSCHERMEYER, L.: Z. Lebensm.-Unters. -Forsch., 161, 1974, s. 275.
63. WEETALL, H. H.: Cereal Fd Wld, 21, 1976, s. 581.
64. YUEN, S.: Process Biochem., 9, 1974, s. 7.
65. ZAJAC, P.: Výživa a Zdravie, 21, 1976a, s. 153.
66. ZAJAC, P.: Výživa a Zdravie, 21, 1976b, s. 158.
67. ZAJAC, P. — BURIÁNEK, J.: Výživa a Zdravie, 19, 1974, s. 114.

## Возможности суррогата сахара как сладкого вещества

### Выводы

В статье приводятся вещества, которые можно будет принять во внимание при выборе суррогата сахара как сладкого вещества. Вещества развиты на четыре основные группы: сладкие вещества из группы сахаридов, следующие естественные слакие вещества, синтетические и смешанные сладкие вещества. В заключении подчеркнута необходимость сохранить при суррогате сахара все остальные свойства продуктов.

## The facilities of sugar substitution as sweetener

### Summary

In the paper the substances are described, which at selection of sugar substitutions as sweetener come into consideration. The substances are divided into four basic groups: sweeteners from saccharides group; another nature sweeteners, synthetic sweeteners and mixture sweeteners. In conclusion the requirements is emphasized in sugar substitution also the all others qualities of products to retain.