

★★★★ 美国 果葡糖浆工业的发展 ★★★★★

张 力 田

美国用玉米生产的淀粉约70%用于制糖，产品统称为淀粉糖，大致可分成葡萄糖、淀粉糖浆和果葡糖浆三大类，每一类又有若干不同的产品。现在各种淀粉糖的年产量已达约500万吨，1985年将达到约650万吨，远远超过甘蔗糖和甜菜糖。这二种制糖工业的现在年产量各约为250万吨。

葡萄糖产品有结晶含水 α -葡萄糖，无水 α -葡萄糖和 β -葡萄糖，以前者的含量最大，还有液体葡萄糖浆，供应食品和化学工业用。淀粉糖浆系淀粉经控制水解程度而得的产品，糖分组成成为葡萄糖，麦芽糖，低聚糖，糊精等，采用不同的酸法，酶法，酸酶法或不同的酶法工艺，能改变产品的糖分组成和性质，符合不同应用的要求，产品种类多。产量最大为中等转化程度的糖浆。葡萄糖和淀粉糖浆的产量大，用途也广，但因为甜度较低，不是重要的甜味料。

六十年代末期开始生产的果葡糖浆，甜度与蔗糖相等，成为重要的甜味料，产量增加快，现在的年产已达300万吨以上，1985年可达400万吨，其发展速度之快，在制糖工业历史上是从来未有的。这种果葡糖浆全部用玉米为原料，称为High Fructose Corn Syrup，缩写为HFCS。

（一）产品种类

果葡糖浆的生产采用酶法工艺，淀粉经过液化和糖化转变成葡萄糖，再经异构化酶将一部分葡萄糖转变成果糖而得，产品糖分组成成为果糖42%，葡萄糖52%，低聚糖6%，浓度71%，甜度与蔗糖相等。这种新型糖浆的大量投产，被认为是淀粉制糖技术的最重大突破。

异构酶转变葡萄糖成果糖达到平衡状态时，这两种糖量相等，工业上生产是停止在果糖含量为42%的程度。利用这种酶法工艺不能生产果糖含量更高的产品。以后发明分离果糖和葡萄糖的色谱分离技术，采用钙型阳离子交

换树脂或无机分子筛色谱分离柱和模拟流动床工艺，分离果糖含量为42%的果葡糖浆中的果糖和葡萄糖，得果糖溶液，果糖含量达94%以上。用此高纯度果糖液与果糖含量42%的果葡糖浆混合，得果糖含量高的二种产品，一种果糖含量55%，葡萄糖40%，低聚糖5%，浓度77%；另一种果糖90%，葡萄糖7%，低聚糖3%，浓度80%。这二种产品又称为“第二代”果葡糖浆，自从1978年开始生产以来，55%果糖含量的这种产品发展很快，主要应用于汽水工业。果糖含量96%的产品产量少，限于疗效食品中应用。这二种产品的甜度都超过蔗糖，前者为蔗糖的1.1倍，后者为蔗糖的1.4倍。

（二）生产发展

果葡糖浆自从工业上大量生产以来，逐年产量增加很快。表1为1975~1985年各年果葡糖浆，淀粉糖浆，葡萄糖等淀粉糖和蔗糖的食用量变化情况^[1,2]。表中数据是各种糖的用量，不是工厂的生产量，蔗糖量包括美国自产蔗糖和甜菜糖，以及进口蔗糖。其中1975~1979年为统计数据，1980~1985年为估计量。1980~1985年淀粉糖浆和葡萄糖的增长率假设为每年2%。果葡糖浆的增长率，1981年和1982年为20%，1983和1984年为15%，1985年为10%。如表1所示，1975年淀粉糖用量占总糖量24%，1980年增加到33%，1985年将增加到48%。而1960年和1970年，淀粉糖用量只占糖总量的10%和16%。

表2为各种淀粉糖和蔗糖平均每人每年用量变化情况。1975年淀粉糖用量为12.6公斤，其中果葡糖浆2.3公斤，1980年分别增加到18.9和8.6公斤，1985年将分别增加到28.2和17.3公斤。蔗糖用量自1975年的41.0公斤降低到1985年的30.2公斤。到1985年，美国每人平均每年用糖58.4公斤，其中28.2公斤为淀粉糖，占48%。

1975~1980年美国各种糖用量变化
(单位千吨·干基)

表 1

年份	蔗糖	淀粉糖				糖总量	淀粉糖占总糖百分率 (%)
		淀粉糖浆	果葡糖浆	葡萄糖	总量		
1975	8734	1714	482	494	2690	11424	24
1976	9235	1728	715	499	2942	12117	24
1977	9410	1759	942	413	3114	12524	25
1978	9232	1796	1221	385	3402	12634	27
1979	9119	1819	1543	390	3752	12871	29
1980	8545	1882	1905	398	4185	12730	33
1981	8203	1920	2286	406	4612	12815	36
1982	7875	1958	2743	414	5115	12990	39
1983	7560	1997	3154	422	5573	13133	42
1984	7258	2037	3628	431	6096	13354	46
1985	6968	2078	3990	439	6507	13475	48

1975~1985年美国各种糖平均用量变化
(公斤/人/年·干基)

表 2

年 份	蔗糖	淀粉糖浆	果葡糖浆	葡萄糖	淀粉糖总量	糖总量	淀粉糖占总糖百分率 (%)
1975	41.0	8.0	2.3	2.3	12.6	53.6	24
1976	43.0	8.0	3.3	2.3	13.6	56.6	24
1977	43.5	8.1	4.3	1.9	14.3	57.8	25
1978	42.3	8.2	5.6	1.8	15.6	57.9	27
1979	41.4	8.3	7.0	1.8	17.1	58.5	29
1980	38.5	8.5	8.6	1.8	18.9	57.4	33
1981	36.7	8.6	10.2	1.8	20.6	57.3	36
1982	34.9	8.7	12.2	1.8	22.7	57.6	39
1983	33.3	8.8	13.9	1.8	24.5	57.8	42
1984	31.7	8.9	15.8	1.9	26.6	58.3	46
1985	30.2	9.0	17.3	1.9	28.2	58.4	48

表 3 为1978、1980和1985年第一和第二代果葡糖浆用量变化情况,如表所示,1985年果葡糖浆用量将达到399万吨。55%果糖的产品用量增加快,1978年为11%,1980和1985年分别增加到32和59%。

第一和第二代果葡糖浆用量变化(千吨·干基)

表 3

产 品	1978		1980		1985	
	用量	%	用量	%	用量	%
果糖42%	1085	89	1293	68	1636	41
果糖55%	136	11	612	32	2354	59
总 计	1221	100	1905	100	3990	100

美国的果葡糖浆工厂分属于11家公司多是近年来新建厂,规模大,设备新,自动化程度高。例如,A.E.Staley公司于1977年在依利诺州Decatur地方新建的工厂,每日加工玉米1750吨,日产果葡糖浆1000吨,各生产工序都用电子计算机自动控制,全厂职工150人,其中100人操纵电子计算机。这种高度自动化的生产不仅在淀粉糖工厂中属于先进,与其它食品工厂对比也是先进的。生产经验表明,这种自动化生产的优点是生产稳定,少出事故,产品质量高,人工少。这个厂于1979年又进行扩建。

由于第二代产品需要量大增,约有8家淀粉公司在扩建和增建新厂,或改变工艺,增产55%果糖产品。1981~1983年间,果葡糖浆产量增加量的约90%为第二代的55%果糖产品,这种产品的产量在1983年将超过42%果糖产品。

(三) 应用

果葡糖浆在饮料,烘烤(面包、糕点等)等食品工业中的1981年用量列于表4,并列有蔗糖用量进行比较^[1,2]。如表中数据所表示,饮料工业的用量最高,其次是烘烤工业,罐头工业等。

1981年食品工业的果葡糖浆和蔗糖用量(单位:千吨·干基)

表 4

食品工业	蔗 糖	果葡糖浆	果葡糖浆/总糖量 (%)
饮 料	1960	1300	40
烘 烤	1135	391	25
罐 头	405	305	43
乳 制 品	434	176	29
果酱蜜饯等	396	101	20
糖 果	816	11	1
总 计	5144	2286	31

1980~1985年果葡糖浆在几种食品工业中用量的变化情况列于表5。

1974~1975年蔗糖价格一度暴涨,促进了第一代果葡糖浆生产的大发展。1980年美国汽水工业开始用55%果葡糖浆代替蔗糖,促进了第二代果葡糖浆生产的大发展^[3]。美国最大的可口可乐公司每年用蔗糖达100万吨,1981年1月25日宣布用55%果葡糖浆代替汽水中蔗

1980~1985年食品工业的果葡糖浆估计用量

(单位: 千吨·干基)

表 5

食品工业	1980	1981	1982	1983	1984	1985
饮 料	967	1300	1676	2000	2354	2669
烘 烤	385	391	423	440	497	502
罐 头	238	305	328	366	413	432
乳 制 品	118	176	137	198	204	211
果酱、蜜饯等	88	101	116	130	138	147
糖 果	9	11	13	20	22	29
总 计	1905	2286	2773	3154	3625	3990

糖的一半。同年3月份, 另一家百事口乐(Pepsi-Cola)公司也宣布用55%果葡糖浆代替一半蔗糖。同年9月份Sereu-up和10月份DV.Pepper二家汽水公司宣布用55%果葡糖浆代替全部蔗糖。汽水工业是美国用糖最多的食品工业, 这一转变是果葡糖浆应用的大突破, 大大刺激了第二代果葡糖浆的发展, 为此若干淀粉公司进行扩建工厂或筹建工厂。1979年美国汽水工业用蔗糖量达约250万吨, 这一年汽水工业用55%果葡糖浆量约80万吨, 占总用糖量的约24%。汽水工业用第二代果葡糖浆量将逐年增加, 估计到1985年可占总用糖量的65~70%。55%果葡糖浆的甜味超过42%果葡糖浆约10%, 葡萄糖含量较低, 低聚糖含量适当, 特别适用于汽水中代替该工业使用已久的“中转化”(Medium Invert)蔗糖。这种中转化蔗糖是将蔗糖的一半转化成葡萄糖和果糖而得的液体糖, 在美国曾大量生产供应汽水工业用。除汽水以外, 啤酒、果汁等其它饮料也在用果葡糖浆。

烘烤食品是果葡糖浆用量大的第二食品工业。果葡糖浆的焦化性和吸潮性, 保潮性都有利于松软的面包, 糕点类食品, 但对于脆、酥的食品都是不利的。果糖受热易于焦化, 易于吸潮的性质, 不利于硬糖果中应用, 在这方面的应用量很少, 还是用普通淀粉糖浆与蔗糖。果葡糖浆是液体糖不易制成结晶或脱水产品, 对有些应用也受一定的限制。

关于果葡糖浆的运输, 储存, 分配和使用, 美国生产工厂, 运输部门和食品工厂已形

成一种很好的制度, 有专用设备。运输用罐火车, 还有大型罐卡车, 将产品直接运入食品工厂内, 输入密闭的储存桶中, 用泵打入车间, 既卫生又方便。

(四) 生产成本

用玉米生产果葡糖浆, 付产品有玉米油, 蛋白粉和麸质饲料等, 价格高, 一般能收回原料玉米购价的50~70%, 净淀粉的价格低, 所以果葡糖浆的成本低。玉米油是高级食用油, 蛋白粉的蛋白质含量约达60%, 麸质饲料的蛋白质含量约21%, 都是牲畜和家禽的好饲料, 价格都高过玉米很多。1980年玉米价格每吨140美元, 每日加工玉米1,700吨的工厂, 生产果葡糖浆1,000吨, 每年开工330天, 付产品收入占玉米购价50%计, 每吨42%果葡糖浆(干基)的成本在180~260美元之间, 每公斤9~13美分。55%果葡糖浆的成本约高15~25%。

果葡糖浆生产成本组成列于表6^[1]。成本的主要项目为原料玉米, 占总成本的一半。由于能源成本不断上升, 已达总成本的20%, 近年来改进设备, 采用节能措施, 特别是新建厂, 热能利用率较10年前提高约三分之一。化学药品包括树脂、酸、碱和脱色炭等。酶制剂的成本逐年来不断下降, 现在只占总成本的5%, 1972年为16%。这是由于酶制剂的不断改进和工厂使用技术的不断提高的结果。例如, 从前1公斤固定化异构酶能生产果葡糖浆约2,000公斤(干基), 现在提高到3,500~4,000公斤。酶制剂的活力和性质不断改进, 但价格稳定, 例如, 异构酶制剂的价格近4年

果葡糖浆生产成本

表 6

项 目	占总成本(%)
玉 米	50
能 源	20
人 工	10
化学药品	10
酶 制 剂	5
其 它	5
总 计	100

近 代 国 外 饮 料 的 包 装

郭 成 勋

一、玻璃与金属罐

在1976年以前从统计资料上来看,欧洲、美国和日本等发达的资本主义国家,瓶装饮料的数量还是占据领先的地位,比罐装饮料数量为多,这可能有下列两个原因,第一是主要在旅馆、饭店、食堂、酒吧、以及宴会和家庭饭桌上,瓶装饮料比较美观大方,消费者对内容物的色泽一目了然具有直观的美感,第二是集中使用瓶子容易回收,这样一来瓶装饮料在价格上要比罐装者更为便宜。

但是从1976年以后这五年间从瓶装及罐装饮料的生产和消费数量上看,罐装饮料又超过了瓶装。分析起来认为是近年来各国的无人售货的设置逐渐增多,无论是城市、农村、公路旁、马路边、公共场所的各明显角落处,可以说凡是人们看到之处都设有多种牌子的无人售货的装置,投入硬币就滚出饮料罐头,易开罐、饭后顺手将空罐一丢就走,用不着再去排队等着退瓶,另一方面由于生产技术的提高、铁皮不断的减薄,空罐生产规模的扩大,现在一般说三片罐的一条生产线,每分钟可制罐达400个,而三片罐的搭接焊封为650罐、二片冲压罐则为850罐,因之薄罐的价格也比过去有所降低,同时现在国外又开始了在罐外一次套

来约为每公斤28美元。工艺的改进也有助于成本降低。例如,生产第二代产品的色谱分离技术,最初是用间歇操作,以后采用连续工艺,回收率提高10~15%,用水量降低约一倍。

果葡糖浆在美国市场的售价低于蔗糖,约为蔗糖价格之半。如表7数据所表示。

美国糖产品价格比较 表 7

年 份	蔗 糖			淀 粉 干 浆 (干)		果 葡 糖 浆 (干)	
	美分/ 磅	美分/ 磅	为蔗糖 (%)	美分/ 磅	为蔗糖 (%)	美分/ 磅	为蔗糖 (%)
1974~1978 平均	24.62	14.79	76	11.52	57	15.01	68
1978年平均	20.87	14.99	79	10.86	52	11.79	57
1978年9月 到1979年 8月平均	22.53	17.09	76	11.89	53	11.46	51

(五)展望

美国玉米淀粉工业生产果葡糖浆,成为重要甜味料,技术水平高,产量增加快,仍在发展中。正在进行中的基础理论和应用技术研究很多,这些工作的成就将会进一步促进发展。

例如,加利福尼亚州的Cetus公司发现一种新酶能将葡萄糖全部转化成果糖,正在进行中试,预计需要2~3年时间,若能研究成功适于工业应用的工艺,将是又一项重大技术突破,又会推进果糖甜味料工业向前发展^[1]。

自从石油危机以来,汽油价格飞涨,美国玉米淀粉工厂开始生产酒精,作为汽车燃料。这种发展可能对果葡糖浆的发展产生影响^[2,3]。

参 考 文 献

- [1] Stephen Vuilleumer, "World corn Sweetener Outlook", «World Sugar Research Organization, Annual Meeting, Buenos Aires», Argentina, March 24 (1981)
- [2] Stephen Vuilleumer, "Corn Sweetener Outlook" «Sugar Journal», Jan., 13 (1981)
- [3] D. E. Nordland, "High Fructose Syrups, The Competition to sugar", «Sugar Journal», Sept., 13 (1981)
- [4] Anon., "Turning Corn Into Sugar Crystals", «Business Week» May 28, 144 E-1 (1980)