

酵素에 의한 天然甘味資源의 開發, 特性 및 利用

韓 文 熙

韓國科學技術研究所 應用生化學研究室

I. 序 論

甘味料은 食品工程의 重要한 添加劑이며, 食生活의 改善과 國民所得의 增加와 더불어 繼續的으로 그 消費量은 增加하고 있다. 이러한 甘味料 中에서 설탕이 그 優位를 차지하고 있고, 이 雪糖의 消費量은 砂糖수수의 主産地인 古巴를 除外하고는 國民所得이 높은 先進國일수록 크다. 우리나라의 설탕 消費水準은 아직 低位에 머물러 있기는 하나 1965年後부터 急增하고있는 雪糖 生産 및 消費 趨勢는 1973年 現在로 300,000%에 達하는 年間 生産高를 내고 있고⁽¹⁾ 一人當 年間 설탕消費量은 8.8 kg에 達하고 있다(그림 1). 앞으로 그 需要는

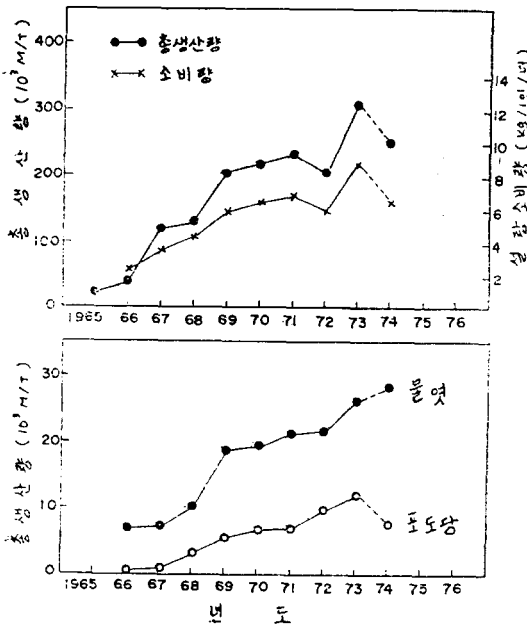


그림 1. 우리나라의 설탕·물엿 및 포도당 생산량의 연도별 추세

더욱 增加되리라 豫想되나 今年에 들어서서 世界的으로 當面하고 있는 原糖價格의 上昇(1974年 11月 現在 原糖 1톤當 1,400弗)에 依한 原糖需給의 難況은 甘味料의 國內需要를 充足치 못하고 있다. 더욱이 우리나라와 같이 原糖生産이 되지않는 나라에서는 앞으로 더 惡化

될 수 있는 原糖需給 事態에 對備하여 새로운 甘味資源의 開發을 서두르지 않으면 아니될 實情이다.

甘味資源은 大體로 두가지로 區分하여 生覺할 수 있다. 하나는 天然甘味資源으로 自然界에 存在하는 有機物로부터 由來된 甘味 物質을 말하며 主로 生合成에 依하여 生成된 것을 抽出精製하여 使用하거나 甘味質의 改良을 爲하여 變形시켜 만든 것을 總稱할 수 있다. 다른 하나는 合成甘味資源으로 人工的 合成으로 만들어진 甘味料를 말하며 이 좋은 例로는 1879년에 合成된 saccharin⁽²⁾을 들 수 있다. 이 외에도 cyclamate가 있었으나 最近에 밝혀진 發癌性 問題때문에 cyclamate는 食品添加物로 使用이 禁止되어 現在로는 saccharin이 唯一한 合成甘味料로 남아있다. 이러한 合成甘味料는 설탕 代置甘味料로 오래동안 쓰여 왔으며, 實際로 經濟的인 眼目에서 뿐 아니라 甘味の 強化, 甘味質의 改良, 着色 및 發酵의 防止 등 天然甘味料에서 볼 수 없는 利點이 認定되어 있으나, 反面에 人體健康에 미치는 影響이나 甘味性質에 對한 嗜好性 때문에 實質的으로 消費者使用에 있어서 制限을 받고 있다. 따라서 現在 여러 가지 다른 代置 甘味資源의 開發이 活潑히 進行되고 있으며 特別히 天然甘味資源의 意義를 높여 주고 있다.

天然甘味資源을 大體的으로 1) 糖類, 2) 아미노酸類 3) 配糖體類等 세가지로 區分할 수 있다. 말할것도 없이 糖類는 食品工程에 널리 쓰여오든 甘味料이며 蔗糖, 麥芽糖, 葡萄糖 및 果糖은 모두 다 實用性이 높은 甘味料라는 것은 周知하는 事實이다. 이 외에도 果實中에 들어 있는 sorbitol 또는 감자나 옥수수에서 抽出되는 maltitol은 各各 葡萄糖과 麥芽糖의 알코홀 誘導體들로써 이들의 機能的 性質(functional property)를 利用하여 食品 添加物로 쓰고 있다⁽³⁾.

둘째로 들 수 있는 天然甘味資源은 아미노酸이며 이 中에서 L-glycine, L-alanine, L-serine 등은 約 10% 濃度에서 甘味를 나타내나, Asp-Phe-O-Me과 같은 dipeptide의 誘導體는 설탕 甘味度의 約 150배나 되며 앞으로 實用的 價値가 높은 甘味料이다^(4,5). 다음으로는 植物體에서 抽出되는 配糖體들이며 이 中에서 甘草(Licorice)에서 生成되는 glycyrrhizin은 그 比甘味도가 100

~500배나 되며⁽⁶⁾, 꺾이나 grape fruit 속에 들어 있는
 苦味物質인 naringin 과 같은 flavanone 配糖體로부터 誘
 導된 dihydrochalcone neoberberidose 類는 그 比甘度
 가 120~6000배나 되며⁽⁷⁾ 앞으로 研究開發의 價値가 높
 은 有望한 甘味資源이라 할 수 있다.

이러한 여러가지 天然甘味資源 中에서 가장 普遍的
 으로 使用되는 것이 糖類이며 아직까지 特殊目的으로
 쓰이는 以外에는 그 嗜好性이 設想을 凌駕하는 甘味料
 가 없었다. 그러나 近來에 開發된 異性化糖은 그 甘味
 度나 嗜好性이 設想과 對等하며 澱粉資源으로부터 經
 濟적으로 量產할 수 있는 甘味糖이기 때문에 앞으로 設
 想代置 甘味料로 널리 쓰일 것이 豫想된다. 特히 無甘
 味の 澱粉質이나 纖維素 資源으로부터 酵素를 利用하
 여 糖類中에서 가장 甘度가 높은 果糖(표 1)⁽⁸⁾에 이
 기까지 經濟적으로 開發生産할 수 있다는 것은 興味있

표 1. 감미료로 쓰이는 당류와 감미도(서당 100)

당 류	구 조	당 도
Sucrose (서 당)		100
Maltose (맥 아당)		33
Glucose (포도당)		74
Fructose (과 당)		170

는 事實이다. 澱粉源으로부터 段階的인 酵素處理로 얻
 을 수 있는 中間 및 最終產物은 말토덱스트린(maltod-
 extrin), 葡萄糖, 異性化糖, 그리고 果糖 等이며 이런
 物質들은 그 物理化學의 特性과 甘味度가 달라서 食品
 添加劑로 그 用度가 多樣하다. 이 자리에서는 amylase

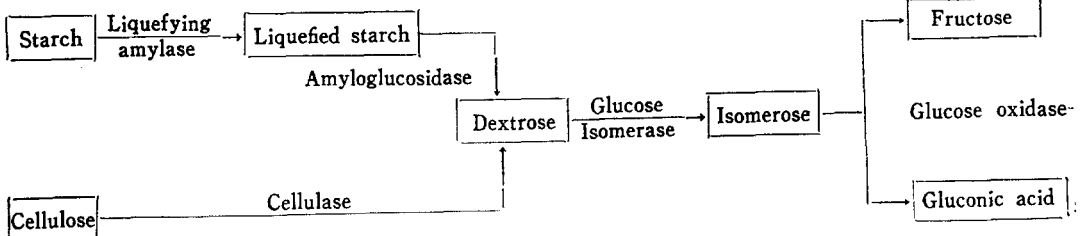


그림 2. 효소에 의한 탄수화물 감미료 생산공정도

에 依한 澱粉의 糖化工程 및 glucose isomerase 에 依한
 葡萄糖의 異性化(isomerization)過程에 對해서 記述하고
 이러한 工程에서 生産되는 maltodextrin, 葡萄糖 및 異
 性化糖의 機能的 特性과 用途에 對하여 重點的으로 詳
 述하고자 한다.

II. 澱粉糖化 및 葡萄糖 異性化 酵素

麥芽를 使用하여 澱粉을 糖化하여 麥芽糖을 製造하
 는 工程은 오래전부터 써오던 技術이며, 이것은 麥芽속
 에 들어있는 α- 및 β-amylase 의 作用에 依한 것입
 은 잘 알려진 事實이다. 이러한 酵素資源은 應用微生物의
 開發研究과 더불어 微生物 酵素의 産業的 利用度가 漸
 増하고 있고, 特히 澱粉의 糖化工程에 奇異한바 크다.
 더욱이 glucose isomerase 의 發見은 低甘味の 葡萄糖으
 로부터 甘味度가 높은 異性化糖을 生産하는데 成功하
 여^(9,10,11) 一連의 酵素作用을 通하여 澱粉으로부터 設
 想代置 甘味料를 生産할 수 있게 되었다는 것은 近代 酵
 素工業의 劃期的인 轉換點이라 아니 할 수 없다.

그림 2에서 보는 바와같이 여러가지 澱粉資源으로부터

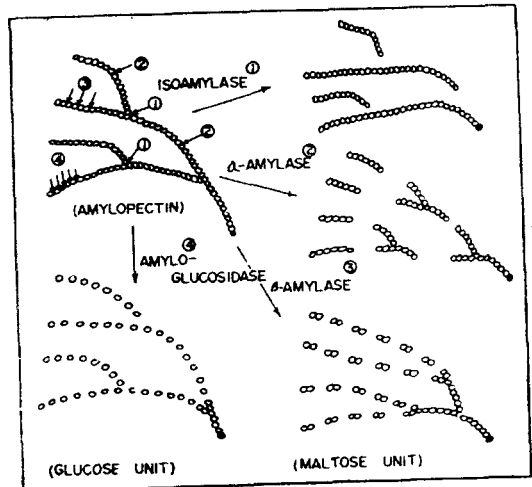


그림 3. 아미라제의 작용기구

더 얻어진 澱粉을 蒸煮하여 糊化시킨 後에 Bacillus
 에서 生成되는 耐熱性 α-amylase 로 加水分解시키면
 液化澱粉을 얻을 수 있고, 이러한 液化澱粉을 다시

Aspergillus 와 같은 곰팡이에서 生成되는 α -amylase 로 分解 시키면 糖도가 낮은 maltodextrin 液을 얻을 수 있다. 한편 液化澱粉을 Rhizopus 나 Aspergillus 에서 生成되는 糖化酵素인 amyloglucosidase 를 作用시키면 95% 以上の 還元糖을 얻을 수 있고 이것을 濃縮精製하여 葡萄糖을 生産하게 된다^(12,13). 이러한 葡萄糖을 原料로 하여 Streptomyces sp. 에서 生成되는 glucose isomerase 를 作用시키면 葡萄糖을 50%까지 果糖으로 異性화시켜서 高濃度 果糖시럽을 얻을 수 있다. 이러한 異性化糖 液糖은 葡萄糖과 果糖이 約半半 섞인 混合液으로 이것을 glucose oxidase 로 酸化시키면 葡萄糖單이 gluconic acid 로 轉還된다. 따라서 이 混合液을 分離精製시키면 gluconic acid 와 果糖을 同時에 얻을 수 있는 工程이 된다.

1. Amylase 의 種類와 特性

Amylase 는 澱粉을 加水分解하여 dextrin 을 비롯하여 여러 段階의 寡糖類로부터 單糖類인 葡萄糖까지 生成하는 酵素를 總稱하며, 一般的으로 細胞外 酵素로 알려져 있다. 産業的으로 많이쓰이는 amylase 는 細菌性 및 곰팡이 amylase(澱粉液化酵素), amyloglucosidase (糖化酵素), β -amylase, 및 isoamylase 등이며^(13,14,15) 여러가지 種類의 澱粉糖 生産에 없어서는 아니될 酵素들이다. 이러한 여러가지 種類의 amylase 作用機構에 對해서 그림 3에 圖示하였다.

α -Amylase 는 endoamylase 로 알려져 있고 澱粉의 連鎖結合을 하고 있는 $\alpha(1,4)$ 結合을 加水分解하며, 澱粉의 構成成分의 하나인 amylopectin 의 枝狀構造를 만들어 주는 $\alpha(1,6)$ 結合을 分解하지 않는 것이 特徵이다. 따라서 이 酵素의 特性은 糊化澱粉의 粘性을 빨리 低下시켜 주며, 어느 程度의 還元基를 遊離시켜 줌으로써 分子량이 다른 dextrin 을 生成하는 것이다. 이러한 α -amylase 는 麥芽, Bacillus 와 같은 細菌 및 Aspergillus 와 같은 곰팡이類에서 生成되며, 一般的으로 麥芽 또는 곰팡이 α -amylase 는 耐熱성이 낮아

서 70~80°C 되는 高溫에서는 不活性化된다. 反面에 細菌性 α -amylase 는 耐熱성이 強하여 80~90°C 되는 高溫에서 糊化澱粉을 빨리 液化시키는 工程에 利用되고 있다. 이러한 液化酵素를 耐熱性 amylase 라하며 Bacillus subtilis 나 Bacillus stearothermophilus 등에 依하여 生成된다⁽¹⁶⁾.

Amyloglucosidase 와 β -amylase 는 exoamylase 이며 amylose 나 amylopectin 의 非還元基의 末端部分의 結合을 加水分解한다. 이中에서 amyloglucosidase 는 $\alpha(1,4)$ 結合을 非還元 末端部부터 葡萄糖을 하나 하나 分解生成하며, β -amylase 는 末端部에서 이 結合을 하나 걸러서 分解하여 麥芽糖을 最終產物로 만들어 내는 酵素이다⁽¹⁷⁾. Exoamylase 는 一般的으로 amylopectin 의 $\alpha(1,6)$ 結合을 形成하는 枝狀部에서 그 酵素作用이 靜止되기 때문에 高分子인 " β -limit dextrin"을 生成한다. 따라서 β -amylase 나 amyloglucosidase 는 澱粉의 粘性降下度는 弱하지만 還元糖 生成速度는 빠른것이 特徵이다. 近來에 와서는 Aspergillus 나 Rhizopus 類의 곰팡이에서 生成되는 amyloglucosidase 는 $\alpha(1,4)$ 와 $\alpha(1,6)$ 結合을 다 分解시키는 能力이 있기 때문에 還元糖 生成率이 높은 糖化酵素로 알려져 있고 實際로 葡萄糖 生産工程에 널리 利用되고 있다.

Amylase 中에서 $\alpha(1,6)$ 結合 만을 加水分解하여 直線型 澱粉分子인 amylose 를 生成하는 酵素를 isoamylase 라 하며 Aerobacter aerogenes, E. Coli 또는 酵母 등에서 生成된다⁽¹⁸⁾. 液化澱粉을 isoamylase 로 處理한 後에 β -amylase 를 作用시키면 麥芽糖의 收率을 높일 수 있으며, 따라서 純粹 麥芽糖 生産工程에 利用되고 있는 酵素糖化法이다.

이러한 amylase 類들의 特性을 表 2에 要約하였으며, 그림 4는 여러가지 amylase 를 利用하여 澱粉으로부터 各其 糖도가 다르며 組成成分이 다른 甘味製品의 工程過程을 圖示한 것이다.

2. Glucose isomerase

표 2. 아미라제 효소의 특성

	α -amylase	β -amylase	Amyloglucosidase
(1) Hydrolyse α -1,4 glucosidic bonds	Yes	Yes	Yes
(2) Hydrolyse α -1,6 glucosidic bonds	No	No	Yes
(3) Ability to by-pass α -1,6 branch points	Yes	No	Bonds Cleaved
(4) Configuration of C ₁ of product	α	β	β
(5) Mechanism of substrate attack	endo	exo	exo
(6) Viscosity reduction	Fast	Slow	Slow
(7) Production of reducing sugars	Slow	Fast	Fast
(8) Disappearance of iodine staining power	Fast	Slow	Slow

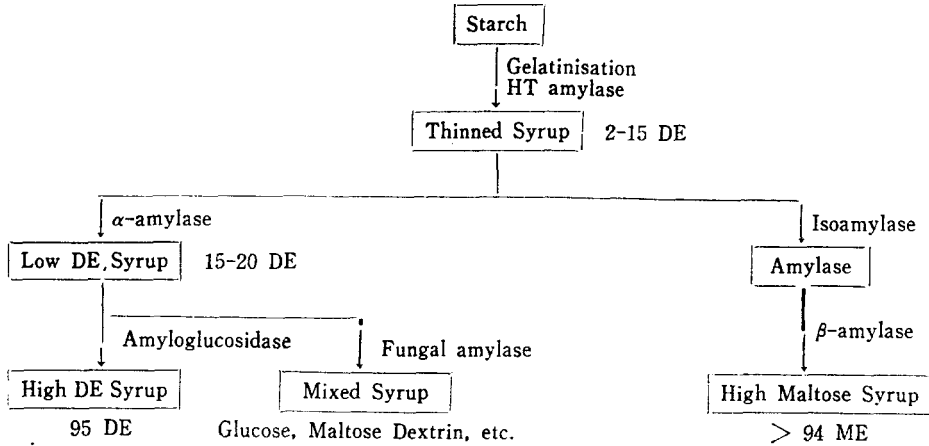


그림 4. 전분의 아미라제 효소에 의한 감미제품의 공정과정

Glucose isomerase의 原名은 xylose isomerase로 1957년에 Marshall⁽¹⁰⁾에 의하여 처음으로 葡萄糖을 異性化시킬수 있다는 事實을 알게된 以來 그 産業的 價値가 認定되고 많은 研究가 繼續되었다. 이러한 glucose isomerase는 D-xylose, D-glucose, 및 D-ribose와 같은 aldose를 各其의 異性體인 D-xylulose, D-fructose 및 D-ribulose와 같은 ketose로 轉遷시킨다. 이 中에서 産業的 價値가 있는 反應은 甘味度가 낮은 葡萄糖을 甘味度가 높은 果糖으로 異性化시키는 過程이며 오늘날 설탕 代置 甘味料인 異性化糖의 産業化에 이르는 것이다^(9,10,11).

Glucose isomerase는 여러가지 微生物, 말하자면 *Aerobacter cloacae*⁽²⁰⁾, *Escherichia intermedia*⁽²¹⁾, *Aerobacter aerogenes*⁽²²⁾, *Pseudomonas hydrophilia*⁽¹⁹⁾, *Lactobacillus frevis*⁽²³⁾, *Lactobacillus fermenti*⁽²⁴⁾, *Bacillus megatherium*⁽²⁵⁾과 같은 細菌과 *Streptomyces phaeochromogenes*⁽²⁶⁾, *Streptomyces sp.*⁽²⁷⁾, *Streptomyces bobiliaci*⁽²⁸⁾, *Streptomyces olivochromogenes*⁽¹⁰⁾ 등과 같은 放線菌 類에서 生成되며, 이들의 大部分이 xylose나 xylose 含有物質을 炭水化物源으로 使用하는 微生物들이다. 이 中에서 實際로 異性化糖 生産에 實用化되고 있는 菌株은 *Streptomyces*에 屬하는 것들이다.

Glucose isomerase는 細胞內 酵素이기 때문에 菌體 全體를 酵素源으로 볼 수 있으며, 葡萄糖의 濃度가 높은 50%溶液에도 作用할 수 있다. 高濃度 葡萄糖 溶液에서는 滲透壓에 依하여 細胞內 酵素가 溶出되어 糖液을 混濁시키는 것이 問題가되나 이런 點은 앞으로 不溶性 酵素의 利用으로 解決될 수 있는 問題이다. Glucose isomerase의 異性化率은 45~50%이며 完全히 異性化된 葡萄糖 液糖은 그 組成成分이 설탕을 還元시켜서 얻는 還元糖과 같다⁽¹⁰⁾(그림 5). 따라서 異性化糖의 甘味

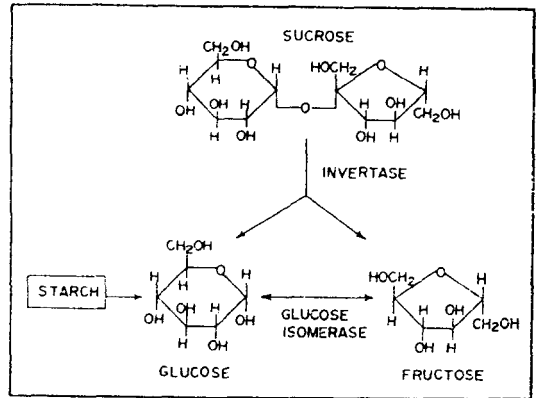


그림 5. 이성화당 및 전화당의 생성과정

度 및 特性은 還元糖과 對等하기 때문에 설탕 代置 甘味料로 그 重要性을 認定받고 있으며, 特別 異性化糖은 澱粉으로부터 生産할 수 있기때문에 설탕資源이 不足한 現時에 있어서 그 經濟性을 높이 評價하고 있다.

*Streptomyces sp.*에서 生成되는 glucose isomerase는 一般的으로 反應液에 Mg^{++} 과 Co^{++} 가 要求되며 그 最適濃度는 $10^{-2}M$ Mg^{++} 와 $10^{-3}M$ Co^{++} 이다. 最適 pH는 7.5~8.5사이에 있으며 最適溫度는 $60^{\circ}C$ 程度이다.

III. Maltodextrin의 特性과 用途

Maltodextrin은 鹽酸 또는 蔞酸에 依한 酸加水分解法이나 amylase에 依한 酵素加水分解法으로 製造된다. 過去에 많이 쓰여오던 酸加水分解法은 糖組成이 單調하며 精製工程이 번잡하여 近來에 와서는 α-amylase를 쓰는 酵素法이 널리 使用되고 있다. 이 酵素加水分解法은 酵素의 處理方法이나 條件을 調節하여 寡糖類의 組成이 多樣한 maltodextrin의 生産이 可能하게 되어 實

際로 製菓, 製빵, 캔디製造 等に 많이 使用되고 있다. 特히 maltodextrin 은 從來의 澱粉末이나 葡萄糖에 比해서 吸濕性이 낮으며 粘着性이 높고, 無色, 無甘味하여 美國, 日本 等地에서 食品工程에 널리 使用되고 있는 澱粉糖源의 하나이다.⁽²⁰⁾ 우리나라에서도 “물엿”으로 年間 約 3萬屯가량 生産되고 그 大部分이 製菓용으로 利用되고 있다⁽¹⁾.

α -Amylase 作用에 依하여 生成된 低糖化 液糖 또는 maltodextrin(DE 10~20)은 그 組成成分의 70~80%가 六糖類 以上の dextrin 이며 葡萄糖 含量은 겨우 1% 未滿이 된다⁽²⁰⁾. 이러한 maltodextrin 은 糖化程度에 따라 그

표 3. Maltodextrin 의 당화 정도에 따른 물리학적 성질

	DE 10	DE 15	DE 20
Bodying Effect	←-----		
Browning Reaction		-----→	
Adhesion	←-----		
Foam Stability	←-----		
Osmotic Pressure		-----→	
Hygroscopicity		-----→	
Viscosity	←-----		
Solubility		-----→	
Sweetness		-----→	
Prevention of Crystallization	←-----		

物理化學的 性質의 變化를 볼 수 있으며(표 3) 이러한 機能的 特性이 다른 maltodextrin 製品은 添加食品의 特殊性에 맞추어 選擇 使用할 수 있는 長點이 있다. Maltodextrin 의 一般의인 性質을 利用한 食料製品의 用途는 다음과 같다.

1) 甘味 및 嗅臭: Maltodextrin 은 無色, 無臭, 無甘味한 液糖이며 澱粉냄새가 없고, 다른 甘味料과 섞이 볼때에 다른 性質의 變化가 없이 甘味만을 내리주고, 더욱이 다른 香料의 맛이나 냄새를 低下시키지 않는 特性을 가지고 있다. 이러한 機能的 特性은 cake mix, icing mix 에 넣었을 때에 食品組織의 變化없이 甘味만을 調節할 수 있다.

2) 固結性: Maltodextrin 은 쉽게 굳어지지 않는 長點이 있어 여러가지 食品의 shelf-life 를 길게 해주며, 特히 cake mix, soup mix, sauce mix 또는 香料의 carrier 로 널리 쓰인다.

3) 溶解性: Maltodextrin 은 水溶性이 높고 透明한 溶液을 만들기 때문에 instant drink mix 에 添加物로 使用된다. 이때에 maltodextrin 은 粘度를 높여줌이 없이 固型物 含有量을 높여주는 長點이 있다.

4) 容積量: Maltodextrin 은 固型 含有量이 높고 容積量이 커서 溶液狀態에서 觸感을 좋게 해주는 特性이 있어서 soup, 飲料, sauce mix 에 使用할 때에 觸感, 組織性을 調節해주고 固型物의 含量을 높여준다.

5) 其他: 以外에도 maltodextrin 은 褐變反應을 低下시키며, whip cream 에 添加했을 때에 거품의 安定度를 높여주는 等の 役割을 한다.

IV. 葡萄糖 液糖의 用途

Maltodextrin 溶液에 糖化酵素인 amyloglucosidase 를 作用시키면 甘度가 增加된 葡萄糖 液糖을 얻을 수 있다. 이러한 液糖속에는 麥芽糖이나 dextrin 이 含有되어 있으나, DE 95 以上으로 糖화된 葡萄糖溶液은 거의 純粹하며 精製 結晶하면 粉末精製, 含水結晶, 그리고 無水結晶 葡萄糖 等 여러가지 狀態의 葡萄糖 製品을 얻을 수 있다⁽¹²⁾. 이러한 여러가지 葡萄糖 製品은 目的에 따라 쓰이는 方途가 다르겠지만 食品工程에 쓰이는 葡萄糖 液糖의 用途는 그 機能的 性質에 따라 多樣하다^(12,30).

葡萄糖 液糖은 maltodextrin 에 比해 甘味度가 높고, 無色, 無臭, 透明한 물엿의 一種이다. 말할것도 없이 還元糖 生成率을 높일수록 甘味度 및 吸濕性은 增加하나 粘度는 低下된다. 還元糖 生成率이 100%인 境遇에 比甘味는 75%에 達하나(그림 6) 高濃度 葡萄糖 溶液은 結晶化가 잘 되기때문에 貯藏이나 取扱上 困難한 點이 많다. 그러나 酵素作用 條件을 適當히 調節하여 葡萄糖 麥과 芽糖의 比率를 맞추어 주면 吸濕性이 높고 結晶化

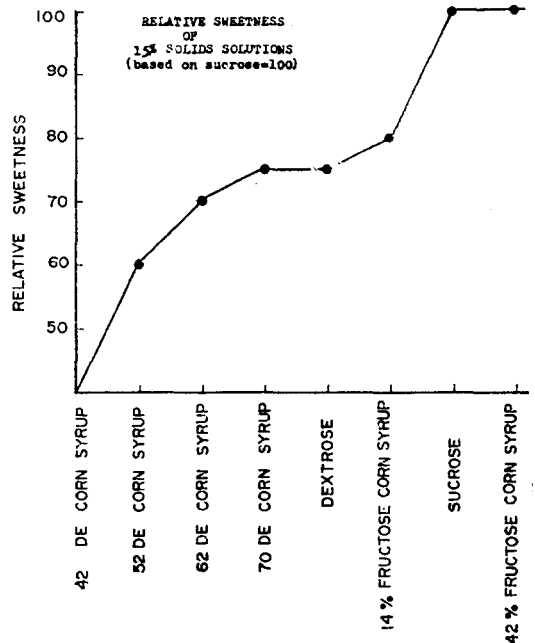


그림 6. 各種엿당의 比甘미도

되지않는 甘味液糖을 만들 수 있다. 近來에 와서는 酵素 工程 技術의 發達과 더불어 高濃度 麥芽糖과 葡萄糖을 別 途로 生産할 수 있게 되었으며(그림 4參照), 이 두 糖 源을 써서 混合比를 任意로 調節하여 여러가지 液糖製 品을 製造할 수 있으며 實際로 製菓, 製飴, 凍조림, 캔 디 및 젼 製造工程에 使用하고 있다. 아래에 葡萄糖 液 糖의 機能的 性質을 利用한 用途를 記述하였다.

1) 製菓 및 製飴 : 63 DE 液糖을 使用하여 設糖을 代 置시킬때 飴 및 菓子製品에 줄수 있는 影響은 i) 液糖 에 依한 吸濕性으로 製品이 굳거나 乾燥하는 것을 防止 해 주며, ii) 液糖에 含有된 葡萄糖 및 麥芽糖은 醱酵性 이 높은 基質이기 때문에 短時間內에 醱酵을 시키거나 低溫醱酵에 効能이 있으며, iii) 이러한 液糖은 쉽게 caramel 化하기 때문에 빵을 구울때 빵겉질 色을 좋게 해 준다.

2) Candy 製菓 : Candy 製造에서 가장 問題視되는 것 이 設糖의 結晶化이며, 이것은 葡萄糖 液糖을 設糖과 섞어 쓰으므로 簡單히 解決할 수 있다. 設糖을 끓여서 녹힌 後에 식히면 굳어지는데 이때에 水分含量은 2% 未滿이며 設糖은 유리같은 超冷却狀態의 溶液이 된다. 이러한 固型設糖은 차차 表面에 濕氣를 吸收하여 녹으 면서 結晶體를 形成한다. 한편 設糖溶液을 끓일때에 設 糖이 分解하여 還元糖을 生成한다. 이 還元糖의 生成 率은 溫度와 時間에 比例해서 增加하며, 이러한 還元糖 은 設糖이 結晶되는 것을 防止해 준다. 그러나 이 還元 糖 生成量이 너무 많으면 도리어 吸濕性이 높아져서 液 化狀態가 되기 쉽다.

이러한 設糖 溶液을 끓일 때에 葡萄糖 液糖(DE 42) 를 適當히 섞으면 反應液 속에 葡萄糖 含量이 높아 還 元糖 生成反應速度가 遲延되어 還元糖 含有量을 調節할 수 있다. 葡萄糖 液糖은 設糖의 結晶防止 目的만 아 니라 固體含量을 增加시켜 주고 입속의 觸感을 좋게해 주기 때문에 實際로 taffee 製造에 많이 쓰인다. Fudge 나 fondant 와 같은데에 섞어보면 粒子狀態의 거치는 觸 感을 없애주며 澱粉젤리나 검-도로프스(gum-drops)와 같은 캔디에는 澱粉을 함께 섞어서 適當한 固體含量, 彈力性 및 觸感을 調節해 준다.

3) 젼 및 젼리 : 젼과 젼리 製造工程에서 葡萄糖 液 糖을 添加使用하는 理由는 다음과 같은 여러가지 機能 的 特性을 利用한 것이다. i) 粘度調節, ii) 滲透壓 增加, iii) 設糖의 結晶化 防止, iv) 맛의 調節, v) 固體 含量 調節, vi) 겉모양을 良好하게 해주는 것 等이다.

이 中에서 葡萄糖의 重要한 役割은 設糖을 代置해서 甘味를 調節해 주고 同時에 滲透壓의 增加效果를 얻어 微生物 生長을 防止시켜 주는 것이기 때문에 保存劑로

쓰이고 있다. 63 DE 葡萄糖液糖은 貯藏時에 생기는 設糖의 結晶化를 防止시키는 役割을 하며, 葡萄糖은 甘 味가 設糖보다 낮기때문에 젼이나 젼리에 添加했을 때 에 다른 맛이나 香氣를 變化시키지 않는 特徵이 있다.

4) 凍조림 : 凍조림 製造工程에 있어서 留意해야 할 點은 原來의 新鮮한 맛을 維持하는 것이다. 葡萄糖 液 糖의 使用은 i) 固形物 含量을 調節해 주고, ii) 甘味度 의 均衡을 잡아주며, iii) 滲透壓을 높혀주어 保存劑役 割을 해준다. 34 DE 液糖은 甘味도가 낮아 野菜凍조림 에 많이 쓰이며 63 DE 液糖은 果實凍조림 製造에 쓰으 로써 糖分이 빨리 잘 透過하는 役割을 해 준다.

5) 幼兒食品 : 葡萄糖은 直接 吸收되어 에너지源으로 쓰일 수 있기때문에 肝臟炎 患者를 爲한 特殊食品이나 幼兒食品에 添加 使用한다. 葡萄糖 液糖은 炭水化合物에 서 얻을 수 있는 高價의 營養劑로서 簡易食品의 添加 物로서도 훌륭하다.

6) 아이스 크림 : 葡萄糖 液糖은 아이스크림 製造에 있어서 設糖代置 甘味料로만 쓰여오던 것이 近來에 와 서는 그 機能的 性質을 利用하여 아이스크림 製造에 添 加한다. i) 葡萄糖 液糖의 添加는 아이스크림의 溶解性 을 良好하게 해주며, ii) 低溫에서 잘 생기는 設糖의 結 晶化를 防止해 주고, iii) 氷點降下度를 調節해 주며 iv) 口腔內 觸感을 좋게 해 주고, v) 均衡된 甘味도를 調節해 주는 役割을 한다.

이 外에도 葡萄糖 粉末은 齋士粉末 等에 使用하고 또 간장이나 釀造工程에 醱酵補助物로 使用되는 等 食品 工程에 널리 利用된다. 葡萄糖 液糖은 그 機能的 特性이 多様하여 食品工程에 各其 特殊 目的으로 쓸 수 있기 때문에 그 用途도 多様하다. 다만 問題가 되는것은 甘 味도가 낮다는 것이나 이 問題는 異性化糖의 生産으로 解決을 보게 되었다.

V. 異性化糖의 特性 및 用途

異性化糖은 設糖을 還元시켜 만든 還元糖과 同一한 成分을 갖고 있어(그림 5) 그 甘味도가 높을뿐 아니라 그 맛은 果糖이 많이 들어있는 關係로 꿀맛과 비슷하며 葡萄糖의 未備한 點을 補強할 수 있는 性質을 가지고 있다. 그 特性으로 보면, 吸濕性, 結晶防止度 및 溶解 度가 높으며 粘度가 낮아 運搬 等 取及하기가 便利한 經濟性이 높은 液糖의 甘味料이다. 표 4에서 現在 美 國, 日木 等地에서 生産되고 있는 異性化糖의 性質에 對하여 比較해 보았다^{6,10,31}.

1) 甘味度 및 甘味の 性質 : 異性化糖의 甘味도는 15 %溶液에서 設糖과 對等하며 그 濃도가 높으면 도리어 그 甘도가 設糖보다도 높은 것이 特徵이다. 이러한 異

표 4. 이성화 액당의 분석치 비교

회사명 제품명	일본參松공업		Clinton Corn Pro- cessing Co.	CPC Intern- ational
	San Fruct-O	San Fruct-F	Isomer- ose100	
성분				
Solids	75%	75%	71%	71%
Moisture	25	25	29	29
Ash	0.01	0.01	0.05	0.05
pH	4.0-4.5	4.0-4.5	4.3	4.3
Monosaccharides	87	96	92	98
Dextrose	47	52	50	53
Fructose	40	44	42	45
Oligosaccharides	13	4	8	2
감미도 (15%설탕과비교)	거의동등	동 등	동 등	동 등

性化糖의 甘度は 異性化率을 調節하여 葡萄糖과 果糖의 倍合率을 달리할 수 있고 이에따라 甘度も 人爲的으로 調節하여 製品을 만들 수 있다.

異性化糖 甘味の 性質도 果糖과 葡萄糖의 中間이 되는 깨끗한 맛을 준다. 異性化糖의 꿀맛과 비슷한 清凉한 甘味는 앞으로 清凉飲料水에 많이 쓰이게 될 것이다. 異性化糖의 甘味는 설탕보다도 더 감칠 맛이 있고 뒷맛이 깨끗하여 消費者의 嗜好性을 높일 수 있는 좋은 甘味料이다.

3) 吸濕性: 果糖은 吸濕性이 높아서 空氣中에서 乾燥되는 것을 防止해 준다. 따라서 結晶體를 만들기 困難하나, 異性化糖을 製菓 및 製빵工程에 使用하면 製品의 乾燥를 防止해 주고 新鮮度를 오래 保存해 준다.

3) 結晶化 抑制作用: 異性化糖도 역시 설탕의 結晶化를 防止해준다. 結晶體가 생기더라도 아주 微細한 것이 되며, 粘度가 올라가도 굳어지지 않기때문에 아이스크림, 크림, fudge, fondant, marshmallow 등에 많이 쓰일 수 있는 좋은 特性을 가지고 있다.

4) 溶解度 및 滲透性: 異性化糖은 常溫에서 설탕이나 葡萄糖보다도 溶解度가 높으며 滲透性이 높아서 高濃度 液糖(71%<)에서는 微生物이 자라지 못하여 腐敗할 念慮가 없이 安定하게 오래동안 保存할 수 있다. 異性化糖의 이러한 性質은 쥬이나 통조림의 保存劑로 쓰일 수 있고, 다른 여러가지 長期間 貯藏을 要하는 食品製造에 쓰인다.

5) 其他: 異性化糖은 結晶體를 形成하기 어렵기 때문에 高濃度에서도 比較的 粘度가 낮은 溶液狀態로 存在한다. 特히 40°C 以上에서는 流動性이 높아서 펌프로 輸送하기가 쉽고 取扱하기가 便利하다. 다만 問題點은 高溫에서는 果糖이 分解되어 褐變하기 쉽기때문에 液糖의 色調를 低下시킬 수 있다. 따라서 異性化糖의 取扱

時에는 溫度調節에 各별한 注意를 要하고 있다.

VI. 結 言

Amylase를 使用하여 澱粉資源으로부터 maltodextrin 및 葡萄糖 液糖에 이르기까지 段階的으로 甘味도와 機能의 特性이 다른 甘味料를 生産할 수 있으며, 多方面으로 食品工程에 添加劑로 利用되고 있다. 近來에 와서 開發된 glucose isomerase의 産業的 利用은 甘味도가 설탕에 비해 떨어지는 葡萄糖을 異性化시켜 果糖을 生成함으로써 甘味도를 설탕과 對等하게 높일 수 있게 되어 앞으로 설탕 代置甘味料로 쓰일 수 있는 經濟的인 甘味資源임을 強調하고자 한다. 따라서 澱粉資源으로부터 얻을 수 있는 炭水化合物 甘味料는 비단 機能의 特性뿐만 아니라 甘味도도 各層인 甘味製品이며, 이러한 甘味料는 甘味源으로만 볼 것이 아니라 適切한 機能의 特性을 찾아서 食品工程에 利用하는 것이 重要하다. 甘味料 利用의 科學化는 食料製品의 經濟的 收益을 얻을 뿐 아니라 製品의 品質向上에도 寄與하는바 크리라 生覺한다.

우리나라에 있어서의 澱粉糖 産業은 아직 그 規模가 작으며, 물엿 및 葡萄糖 生産量은 各各 年間 約 30,000 吨과 15,000 吨未滿이며¹⁾ 그 生産工程도 改良해 나갈 바 적지 않다. 原糖 需給의 難況과 더부러 廉價의 澱粉糖 및 異性化糖의 開發生産이 時急하며 이런 甘味源 生産工場의 大規模化로 經濟的 量産을 서둘러야 될 生覺한다. 優先的으로 所要의 酵素生産에 對한 開發研究가 앞서야 하며, 이어서 澱粉으로부터 異性化糖에 이르기까지 段階的 酵素處理工程의 確立과 새로운 工程의 開發研究가 이루어져야 하겠다. 나아가서 보다 더 經濟的 甘味料의 生産과 生産工程의 能率化를 爲하여 澱粉糖化 및 異性化 工程의 連續化가 必然的이며, 이에 所要되는 不溶性 酵素의 生産工程도 研究되어야 한다.

參 考 文 獻

- 1) 韓國의 産業, 韓國銀行 (1971), p. 59.
- 2) C. Fahlberg and I. Remsen, *Ber.* 12, 469 (1879).
- 3) 小田恒郎·田中潔·阿部公昭, *食品工業* 6, 47 (1974).
- 4) 福江紀彦, *食品工業* 3, 12 (1971).
- 5) R.H. Mazur, J.M. Schlatter, and A.H. Goldkamp, *J. Am. Chem. Soc.* 91, 2684 (1969).
- 6) 橋 朗, *食品工業* 3下, 53 (1971).
- 7) 岡田茂孝, *化學と生物* 11, 712 (1973).
- 8) L.F. Green, In "Sweetness and Sweeteners" ed. by G.G. Brich, L.F. Green, and C.B. Coulson, *Appl. Sci. Pub., LTD, London*, 1971, p. 7.

- 9) E.K. Wardip, *Food Tech* 25, 47 (1971).
- 10) E.R. Kooi and R.J. Smith, *Food Tech.* 26, 57 (1972).
- 11) Y. Takasaki, Y. Kosugi, and A. Kanbayashi, "Ferment. Adv.," Acad. Press, New York, 1969, p. 561.
- 12) S. Suzuki, *J. Japan Soc. Starch Sci.* 17, 155 (1969).
- 13) 福本壽一郎, 化學と生物 10, 149 (1972).
- 14) W.W. Windish and N.S. Mhatre, *Adv. Appl. Microbiol.* 7, 273 (1967).
- 15) 一島英治, 日本醸酵協會誌 29, 107 (1971).
- 16) W.M. Fogarty, P.J. Griffin, and A.M. Joyce, *Proc. Biochem.* 9 (8), 11 (1974).
- 17) 新家龍, 化學と生物 10, 426 (1972).
- 17) 小林恒夫, 日本醸酵協會誌 29, 466 (1971).
- 19) R.O. Marshall and E.R. Kooi, *Science* 125, 648 (1957).
- 20) N. Tsumura and T. Sato, *Agr. Biol. Chem.* 25, 616 (1961).
- 21) M. Natake and S. Yoshimura, *Agr. Biol. Chem.* 28, 505 (1964).
- 22) M. Natake and S. Yoshimura, *Agr. Biol. Chem.* 27, 342 (1963).
- 23) K. Yamanaka, *Agr. Biol. Chem.* 27, 265 (1963).
- 24) K. Yamanaka, *Kagawa Daigaku Nogakubu Gakuyutsu Hokoku* 13, 185 (1962).
- 25) Y. Takasaki, *J. Agr. Chem. Soc. (Japan)* 36, 12 (1962).
- 26) N. Tsumura and T. Sato, *Agr. Biol. Chem.* 29, 1129 (1965).
- 27) Y. Takasaki, *Agr. Biol. Chem.* 30, 1247 (1966).
- 28) 高崎義幸, 日本工業技術院 醸酵研究所 發表會, 1965.
- 29) 貝沼圭二, 食品工業, 6, 41 (1974).
- 30) T.J. Palmer, *Proc. Biochem.* 5 (5), 23 (1970).
- 31) 頼富憲三郎, 食品工業, 3下, 24 (1971).