

새로운 甘味料의 開發動向

調 査 部

있으며 앞으로의 수요도 증가하리라 예상된다.

1. 序 論

설탕을 중심으로한 甘味料 전체의 수요는 침체되고 있는 상태이지만 최근에 새로운 甘味料의 개발이 추진되고 있다.

美國에서는 최근 건강식품 붐으로 다이어트 식품이 급성장하고 있으며, 日本에서는 미국 정도의 붐은 아니지만 食品의 低칼로리指向은 확실히 진전되고 있다. 이와 같은 배경에서 설탕, 異性化糖에는 없는 기능을 갖는 새로운 甘味料가 계속 시장에 나오고 있다.

이와같이 최근에 注目을 모으고 있는 新甘味料인 aspartame, stevia, fructo-oligosaccharide, parathinose, maltose, malto-oligosaccharide에 관해서 그 개발 및 시장동향을 소개한다.

2. 다이어트 甘味料 市場의 動向

설탕의 소비는 세계적으로 '70년대말을 고비로 점차 감소하는 경향을 보이고 있다. 異性化糖은 日本의 경우 매년 소비는 증가하고 있지만 國產糖의 보호를 위하여 증가가 억제되고 있기 때문에 커다란 신장이 기대되지 않는데 비해 <表 1>에서 보는 바와 같이 低칼로리 甘味料는 1980년 이후 신장율이 증가하고

3. Aspartame

아스파탐(aspartame)은 美國 Searle社(Monsanto社가 인수)가 개발한 아미노산이 원료인 合成甘味料이다. 日本의 제조특허는 Ajinomoto社가 갖고 있고 1987년까지 특허권이 확정되어 있다.

특징은 甘味도가 설탕의 200배로 맛은 설탕과 똑같고, 뒷맛은 산뜻하다. 체내에서는 일반 단백질과 마찬가지로 2개의 아미노산으로 분해되어 소화, 흡수된다.

低칼로리로 실제 甘味質도 양호하지만, 熱安定성이 결여되어서 사용 용도가 한정되어 있는 점이 하나의 약점이다. 또한 개발할 때부터 항상 안정성이 문제되어 왔으나, Ajinomoto社에서는 안정성에 관한 데이터가 충분히 있고, 사용자에게 설명하는 가운데 안정성에 대한 이해가 계속되고 있다.

用途로서는 coca-cola lite 등의 청량음료, table sugar, 요쿠르트 등으로 冷菓나 초콜렛을 상대로 판매가 확대될 전망이다.

Aspartame의 수요는 美國에서 4,000톤, 유럽에서 150~200톤, 日本에서는 100톤 정도로 추정된다. 현재 日本의 企業은 Ajinomoto社 1개사로서 생산량은 1,000톤으로 추정되며 대

〈表 1〉 美國, 日本의 甘味料 消費量

(단위 : 100만톤)

	'70	'75	'80	'85	'90 (추정)
미 국					
설 탕	9.6	8.4	8.6	7.7	7.6
異性化糖	0.1	0.5	2.0	3.6	3.7
기타전분감미료	1.7	2.2	2.3	2.5	2.6
저칼로리감미료	0.7	0.8	1.0	1.2	2.4
계	12.2	11.9	13.9	14.9	16.3
일 본					
설 탕	2.7	2.7	2.7	2.5	2.3
異性化糖	—	—	0.4	0.7	0.9
기타전분감미료	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
저칼로리감미료	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
계	3.3	3.3	3.7	3.9	4.0

註 : 저칼로리 감미료는 精糖으로 換算하여 표시 하였음.

資料 : Schnittker Associates

부분은 수출용이다. 東洋曹達도 aspartame 생산을 추진하고 있고, '87년에 日本 國內特許가 끝나는 시점에 본격적으로 판매할 예정인데 또한 가격경쟁은 피할 수 없을 것이다.

Aspartame은 다이어트 감미료로서 중심적인 존재가 되고 있으며, 그밖의 新甘味料 개발기업도 aspartame과 비교하여 자기상품의 평가를 실시하고 있다. 앞으로도 수요는 신장되리라 예상하지만 1990년 경에는 신장율이 줄어들 것이다.

4. Stevia

Stevia 甘味料는 菊花科식물인 Stevia 잎에서 추출한 것으로 stevioside, rebaudiosideA 등을 주로 6종류의 diterpene 配糖體로 되어 있다. 단맛은 설탕의 300배로 맛은 설탕에 가까우나 특이한 苦味가 있다. 특징은 天然甘味料인 점, 熱安定性이 높아서 加工性이 우수하고 다른 감미료와 섞으면 相乘效果가 있다. 단지 맛이 설탕, aspartame에 비하여 떨어지며, 苦味를 제거하는 방법으로 2가지가 개발

되어 각각 제품화되고 있다.

하나는 日本 山陽國策 펠프가 林原生物化學研究所로부터 라이선스를 획득하여 판매하는 것으로서 주성분인 stevioside에 포도당을 몇 분자 추가하여 苦味를 억제한 제품이다. 또 한가지는 守田化學 등이 개발한 맛이 양호한 rebaudiosideA를 單離한 제품이다.

用途는 김치나 된장 등 鹽基性食品에 광범하게 사용되고 있다. 또 최근에는 청량음료용의 수요도 증가하고 있으며 異性化糖, saccharin의 일부로 대체되고 있다.

현재 관련기업은 12個社이며 各社의 생산량은 〈表 2〉에 나타나 있다. 성장율은 매년 2자리를 기록하고 있으며, stevia 관련기업에서는 앞으로 需要伸張에 자신을 갖고 있다.

또한 가격도 낮아지고 있어 山陽國策 펠프의 제품 1kg당 8,000¥이며 설탕으로 환산하면 133¥인데 이 가격은 설탕과 異性化糖을 밀치고 있는 것이다. 앞으로도 용도의 확대와 더불어 성장이 예상되는데 단지 다른 新甘味料에 비하여 다이어트감미료로서의 浸透度가 낮다. 따라서 상품으로서의 PR이 보다 요구되고 있다.

5. Fructo-Oligosaccharide

Fructo-oligosaccharide (Fructo-oligo糖)은 明治製菓가 개발한 감미료로 설탕을 원료로 果糖을 1~3분자 결합시킨 oligo糖이다.

明治製菓는 설탕기업이지만 肥滿, 糖尿病, 충치 등 설탕의 문제점을 해결할 수 있는 감미료의 개발에 치중해 왔다. 당초의 목표는 消化吸收성과 낮은 蝕性이었으나 현재는 *Bifidobacterium*의 増殖活性을 강조하여 상품의 전개를 도모하고 있다.

용도는 캔디, 카라멜 등의 과자류 등이고, 가축의 사료용으로도 일반식품과 마찬가지로 수요가 있다고 한다.

1984년 9월에 판매를 개시하여 순조롭게 신장하고 있으며, 1985년의 생산량은 천수백톤에 이른다고 한다. 明治製菓에서는 수년내에 연 1만톤의 생산량을 달성한다고 한다.

설탕보다 높게 되나 설탕에 없는 기능을 부여한다면 fructo-oligo糖처럼 충분히 상품화될 수

明治製菓에서는 앞으로 分離單價를 낮춤과 동시에 임상 data를 충실히 하려고 하고 있다. Oligo糖은 여러가지로 이용이 가능하고 甘味料로서 아직도 새로운 상품이 만들어질 가능성을 갖고 있다. 日本 야쿠르트社의 galacto-oligo糖은 아직 기초연구의 단계이지만 언젠가 fructo-oligo糖에 이은 새로운 oligo糖이 개발될 것이다.

6. Parathinose

Parathinose는 포도당과 果糖이 α -1, 6결합돼 있고 日本 三井製糖이 食品新素材로 개발에 힘을 쓰고 있다. 製法은 bioreactor를 사용한 酵素法을 이용한다.

Parathinose의 커다란 특징은 낮은 蝕性으로 그 특징을 축으로 하여 판매를 추진하고 있다. 1985년부터 Lotte社가 parathinose가 들어있는 캔디나 껌을 北海道와 東北지방에서 시험판매하고 있고, 금년 중으로 수도권에도 확대될 예정이다. 三井製糖에서는 연간 600톤 생산을 목표로 하고 있으며, 낮은 蝕性을 나타내는 data도 나왔기 때문에 앞으로는 Lotte 제품을 중심으로 제품의 강화를 도모할 예정이다. 그밖의 감미료회사에서는 낮은 蝕性으로는 설득력이 낮다고 하는 경향도 있지만, Lotte이외에서도 氷菓나 캔디, 젤리 등의 제품화가 예상되고 있다.

7. Maltose 및

Malto-oligosaccharide

1. 概要

Maltose(麥芽糖)는 分子量 342.30의 二糖類로 甘味料나 醫藥品 등의 다용도로 주목되고 있으며, 보통 cornstarch에서 생성된 液化전분에 麥芽酵素를 작용시키므로써 얻어진다.

Maltose의 甘味度는 설탕의 30~40%에 지

나지 않지만 설탕이나 그밖의 糖과는 달리 은근한 맛이 있기 때문에 옛부터 물엿으로 널리 이용되어져 왔다. 이 물엿은 maltose 含量이 20% 정도로 glucose를 많이 함유하기 때문에 그후 glucose함량을 적게(수%이하)하여 maltose 함량을 50~60%로 높인 high maltose syrup을 제조하게 되었다. high maltose syrup은 麥芽 또는 大豆의 β -amylase 혹은 糸狀菌의 α -amylase를 이용하여 전분을 糖化하므로써 제조하게 되었다.

한편, 高純度の maltose는 α -amylase에 의하여 전분을 液化하고 iso-amylase에 의하여 amylopectin을 절단하며, β -amylase에 의하여 당화하므로써 즉, 3종류의 효소에 의하여 3단계로 만들어진다.

고순도의 maltose 중에서도 특히 高品位の 것은 點滴 등의 의약품용으로, 低品位の 것은 chocolate나 고급과자 등으로 이용된다.

한편, malto-oligosaccharide(malto-oligo糖)는 maltose, maltotriose, maltotetraose, maltopentaose, maltohexaose, maltoheptaose 등을 말하며, 고순도의 malto-oligo糖은 血清中の amylase 活性측정을 위한 진단용 基質로서 주로 이용되고 있다.

본래 고순도의 malto-oligo糖을 공업적인 규모로 효율적으로 제조하는 것은 maltose를 제외하곤 힘들었으나, 최근에는 malto-oligo糖을 특이적으로 生成하는 효소가 점차 발견되므로써 malto-oligo糖의 함유량이 높은 전분분해물의 제조가 가능하게 되어 高純度の malto-oligo糖이 주목받게 되었다.

2. 技術

(1) Maltose

① 고순도 Maltose의 제법

麥芽물엿이나 high maltose syrup의 제법은 maltose의 含量이 전체 糖의 60%이상으로 하는 것은 불가능하지만 최근에 α -amylase, iso-amylase, β -amylase를 이용하여 고순도의 maltose가 量産되게 되었다.

a. 전분의 液化

〈表 2〉

Malto-oligo糖을 생성하는 酵素

Malto-oligo糖	酵素의 種類	特 徵
Maltotriose(G ₃)	<i>St. griseus</i> amylase	전분에서 50% 이상의 G ₃ 를 생성하며, pullulanase와 공존시키면 90%이상의 G ₃ 를 생성.
Maltotetraose(G ₄)	<i>Ps. stutzeri</i> amylase	전분에서 40~50%의 G ₄ 를 생성하며, pullulanase와 공존시키면 약 70%의 G ₃ 를 생성.
Maltoheptaose(G ₅)	<i>B.licheniformis</i> amylase	전분에서 약 30%의 G ₅ 를 생성한다. 그 효소는 내연성이 높다.
Maltohexaose(G ₆)	<i>A. aerogenes</i> amylase <i>B. circulans</i> amylase	전분 및 short chain amylose에서 각각 30% 및 40%의 G ₆ 를 생성한다. 전분에서 약 30%의 G ₆ 를 생성한다.

*Bacillus licheniformis*나 耐熱性 *Bacillus subtilis* 등의 細菌에서 유래한 α-amylase를 이용하여 전분을 液化한다. 이때, 다음 공정에서 maltotriose의 생성을 억제하기 위하여 DE值를 극히 낮추는 것이 필요하다. 예를 들어 90% 이상의 maltose를 生成하기 위해서는 DE值를 그 이하로 하지 않으면 안된다. 이 DE值는 Dextrose Equivalent의 약자로서 加水分解의 정도를 指標로 나타낸 것으로 아래와 같다.

$$DE = \frac{\text{直接還元糖(Glucose로 표시)} \times 100}{\text{전체 固形分}}$$

전분농도로서는 보통 10~20% 정도의 것이 이용된다.

b. 結晶과 당화

상기 공정에서 얻어진 液化液을 가열하여 α-amylase를 失活시킨 후, isoamylase와 β-amylase를 첨가하여 isoamylase에 의하여 amylopectin을 자르고 β-amylase에 의하여 糖化한다.

Isoamylase으로는 *Aerobacter aerogenes*의 Pullulanase 또는 이것과 *Pseudomonas*의 isoamylase를 섞어서 사용하는 것이 통상적이다. 한편 β-amylase로서는 大豆, 小麥麩 또는 大麥 등의 것이 이용된다.

c. Maltose의 제품화

90% 이상의 maltose를 함유한 糖化液에서 結晶을 추출시켜, 98% 이상의 高純度maltose

를 얻는다. 結晶, 分離한 殘液은 低品位의 maltose粉末로 만들기 위하여 그대로 건조시킨다.

(2) Malto-oligo糖

① Malto-oligo糖의 生成酵素

Malto-oligo糖을 생성하는 효소는 〈表 2〉에서 보는 바와 같다.

a. Maltotriose를 生成하는 amylase

이 효소는 *St. griseus*에서 얻어지는 것으로 非還元末端의 세번째 glucose 결합을 분해하는 exo-형 amylase로 전분에서 50% 이상의 G₃를 생성하며, pullulanase와 共右시키면 90% 이상의 G₃를 생성한다.

b. Maltotetraose를 生成하는 amylase

이 효소는 *Ps. stutzeri*의 배양액에서 발견된 exo-형의 amylase이고, 전분에서 40~50%의 G₄를 생성하며, pullulanase를 공존시키면 G₄의 생성을 약 70%까지 높일 수 있다.

c. Maltopentaose를 生成하는 amylase

이 효소는 *B. licheniformis*에서 발견된 endo-형의 amylase이고, 전분에 작용시키면 약 30%의 G₅를 생성한다.

d. Maltohexaose를 生成하는 amylase

이 효소는 *A. aerogenes*에서 細胞壁 結合型의 효소로서 발견되어, 그후 菌체 외에 本酵素를 생산하는 변이주가 발견되어 있다. 본효소는 exo-형의 amylase이며, 전분 및 short chain amylose에 작용시키면 각각 약 30% 및

〈表 3〉

Glucose 및 Malto-oligo糖을 생성하는 Amylase의 기원과 성질

生成糖	酵素의 起源	최적 pH	최적온도(°C)	생성당의 anomah형	生成量(%)
Glucose	<i>Asp. niger</i> <i>Rhizopus</i>	4.5	55~60	β	92~94
					92~94
Maltose	식물 <i>Bacillus</i>	5~6	50~60	β	50~60
		6~7	50~60	β	50~60
Maltotriose	<i>Stre. griseus</i> <i>Bacillus</i>	5.6~6.0	45		56
		6.0~6.5	50	α	55~60
Maltotetraose	<i>P. stuzeri</i>	8.0	47	α	55
Maltopentaose	<i>B. licheniformis</i>	5~8	76		33.3*
Maltotetraose & Maltopentaose	<i>B. circulans</i>	6.7~7.5	50	α	30~40(G ₄)
					20~30(G ₅)
Maltohexaose	<i>Aer. aerogenes</i> (<i>Kle. pneumoniae</i>) <i>Bac. circulans</i> G-6	6.8	50	α	30
		8.0	60	α	30~35

* amylose에 의한 것.

40%의 G₆를 생성한다. 또 *B. circulans*가 생산하는 효소도 발견되어 있으며, 이 효소는 전분을 exowise로 분해하여 약 30%의 G₆를 생성한다.

〈表 3〉에 glucose 및 malto-oligo糖을 생성하는 amylase의 기원과 성질을 나타냈다.

② Malto-oligo糖 分離 및 精製

Maltotriose 이상의 malto-oligo糖은 結晶性이 아니기 때문에 maltose처럼 분리가 용이하지 않다. 生産效率이 낮은 chromatography에 의한 분리생성이 필요하기 때문에 공업적으로는 효율적인 제도가 곤란하다.

이 chromatography로서는 carbonelite chromatography, gel여과 chromatography, 大量高速分取 chromatography 등이 시도되고 있다.

이와 같은 chromatography를 실제로 사용할 때에는 목적하는 malto-oligo糖의 함량이 많고, 그 밖의 당과의 重合差가 많은 만큼 효율적으로 실시할 수 있다. 따라서 이미 기술한 oligo糖의 생성효소를 사용하며, 목적하는 oligo糖의 함량을 높일 필요가 있고 특히, pullulanase, iso-amylase 등의 절단효소의 併用이 바람직하다.

3. 企業動向

(1) Novo Industri

덴마크의 Novo Industri社는 최근 遺傳工學으로 개조한 미생물을 사용하여 새로운 maltose 생성효소를 만드는 것에 성공하여, 가까운 시일 내에 이 효소의 공업생산을 실시할 예정이다.

Novo社는 어떤 種의 好熱細菌에서 60°C로 안정화시킨 새로운 타입의 耐熱性 maltose 생성효소의 분리에 성공했다. 그러나, 이 세균은 배양하기가 어렵고 효소의 生産효율이 나쁘다. 따라서 이 세균에서 maltose 생성효소를 생산하는 遺傳子의 부분만을 잘라 배양하기 쉬운 미생물에 끼워 넣으므로써 즉 개조미생물을 사용하여 高收率로 maltose 생성효소를 만드는데 성공하였다.

(2) 日本食品化工

日本食品化工에서는 현재 malto-oligo糖의 pilot plant 규모로 생산시험과 용도개발을 실시하고 있으며, 生産의 效率化 및 各種純度の 것을 싼가격에 생산하게 된다면 精製化學적인 용도로만 보지 않고 食品工業이나 化學工業 등의 용도로도 기대하고 있다. 또한 同

社는 현재 點滴用 maltose를 월간 약 15톤씩 생산하고 있다.

(3) 三和澱粉

同社는 고순도 maltose의 신제조법을 개발하여 월간 2,000톤을 생산하는 공장을 '84년 가을에 완성하였다. 同社의 방법은 Corn Starch에서 생성한 液化전분에 麥芽酵素를 처리하는 일반적인 방법으로 약 60%의 maltose를 함유하는 糖을 만들어 특수한 분리법으로 結晶을 정제하는 방법으로 結晶化에 spray dryer를 사용하여 건조한다.

(4) 林原生物化學研究所

林原生物化學研究所는 효소를 이용하여 전분을 분해, 정제하여 99.3%의 高純度 maltopentaose를 量産하고 結晶化 기술을 개발하였으며, 생산은 三和澱粉工業에 완전히 위탁하고 있다.

이 maltopentaose는 脛장이나 타액선 질환의 검사용으로서 실용화가 기대된다.

종래 脛장이나 타액선 등의 임상검사에는 지표가 되는 효소의 α -amylase의 활성을 조사하는 검사약으로 전분이 이용되었다. 그러나 이 전분은 물에 잘 녹지 않고 분자량이 일정하지 않아서 임상검사용 자동측정장치에 이용하기가 힘든 등의 결점이 있다. 이에 비하여 maltopentaose는 이러한 결점이 없기 때문에 脛장이나 타액선 질환용 임상검사약으로 유망시되고 있다.

(5) Sapporo麥酒

同社에서는 전분을 원료로 미생물분해에 의하여 maltopentaose를 高收率로 생산하고 있다. 즉 maltopentaose에 發色基를 붙인 유도체 2-chloro-4-nitrophenyl maltopentaoside를 합성하여 '85년 8월부터 東洋紡에 공급하고 있다. 東洋紡에서는 脛장질환용 임상검사약으로 상품화하고 있다.

8. 展 望

甘味料의 맛으로는 설탕이 가장 우수하며,

설탕과의 대체가 전적으로 이루어진다는 것은 생각할 수 없다. 단지 건강식품을 중심으로한 새로운 시장을 개척한다는 방향으로 추구되고 있다. 또 각각의 감미료를 組合하여 사용함으로써 새로운 기능을 추가할 가능성도 있다.

또한, 高純度의 maltose는 吸濕性이 적고 또 물을 사용하지 않고 계란이나 우유만으로 용해되기 때문에 chocolate 등의 흡습성을 싫어하는 제품이나 고급과자 등으로 수요가 신장되고 있다. 또한 결정이기 때문에 운반등에 편리하여 포도당 대신 點滴 등의 의약용으로도 수요가 급증하고 있다.

今後 Novo社가 개발한 새로운 耐熱性의 maltose 생성효소의 상품화가 기대된다.

高純度의 malto-oligo糖은 血清中の amylase 活性측정을 위한 진단용 약의 기질로서 이용되고 있다. 혈청중의 amylase 활성측정은 급성脛장염과 그밖의 질병진단에 이용되고 있으며, 그 기질로서 가용성 전분이나 blue starch 등의 색소전분이 현재 많이 사용되고 있다. 그러나 可溶性 전분은 lot 간의 품질 차이가 크거나 血清中の 단백질에 의한 영향을 받는 등의 결점이 있다. 또한 색소전분은 기질이 불용성이기 때문에 自動分析用으로서는 적당치 못한 결점이 있다. 이 때문에 糖이나 그 유도체를 기질로 하는 共役酵素法이 개발되어 실용화되고 있다. 이 共役酵素法은 자동분석에 적절한 방법이기 때문에 급후 개량되어 보급될 것으로 생각되며, 이에 따라 malto-oligo糖 및 그 유도체의 수요도 증대될 것으로 사료된다.

malto-oligo糖은 단백질 및 그밖의 생리활성물질과의 결합에 의하여 새로운 진단약이나 의약품으로서의 응용도 기대된다.

건강산업 붐을 배경으로 앞으로도 신규상품으로서 새로운 감미료의 개발은 추진되어 나갈 것이다.

〈「遠傳工學」'86년 여름號에서 轉載〉