

## 전분당의 현황과 전망 —이성화당을 중심으로—

임 번 삼 · 황 두 연

(釜山味元工業株式會社)

### Present State and Prospect of Starch Sugar —Especially on High Fructose Corn Syrup—

LIM, Bun Sam and HWANG, Doo Yon

(Miwon Company, Ltd.)

#### 緒 論

감미료의 종류에는 dulcin, saccharine 등 과 같은 비열량 무영양성의 인공감미료, sucrose, starch sugar, 그리고 최근 새로 개발되어 공업화 단계에까지 이른 Aspartame 등과 같은 아미노산계 감미료에 이르기까지 매우 다양하다. 이 중에서 널리 이용되고 있는 것은 Sucrose, maltose 등을 disaccharide 류와 포도당, 과당과 같은 monosaccharide 류이다. maltose는 우리나라에서 조청의 형태로 오래전부터 애용되어 왔으나 감미도가 높은 Sucrose의 등장과 더불어 그 사용량은 상대적으로 현저히 줄어들고 있다.

국민소득의 증대에 따른 식생활의 다양화에 비례하여 설탕의 소비량도 급증하여 1974년엔 약 30여만톤으로 전량을 수입에만 의존하고 있는 원당수입에 지출된 외화는 1억 3천여만달러에 달했다. 이에 자극되어 정부에서는 75년 자원절약방안의 일환으로서 설탕 수요의 10%를 대체감미료로 충당한다는 정책을 시달하게 되었다. 이러한 정부의 방침으로 sorbitol, xylitol, mannitol 등과 같은 알콜배당체가 일부 실용화단계에 있으나 수량면에서 아직도 무시할 정도이며 대체감미자원으로서 각광받기 시작한 것이 전분당류이다.

전분당이 대체감미자원으로서 국내외적으

로 각광을 받게된 데에는 다음과 같은 이유를 들 수 있다.

첫째, 원료작물의 경작의 경제성문제를 손꼽을 수 있다. 양자의 대표적인 원료작물인 사탕수수와 옥수수의 1에이커(4,047m<sup>2</sup>)당 수확량을 보면, 전자가 5,580kg으로 재배기간이 18개월이나 소요되는데 반해, 후자는 5,448kg(포도당으로 약 4톤에 상당)으로 재배기간은 12개월이면 충분하다. 더구나 사탕공업은 사탕수수 수확기를 중심으로 약 5개월간의 작업울임에 반해, 옥수수 가공업은 원료의 영구저장성의 이점이 있기 때문에 년중 무휴로 작업이 가능한 것이다. 따라서 단위면적당의 당생산량은 옥수수쪽이 유리하다.

둘째, 전분 및 전분당류에 대한 효소 이용기술의 발달이다 glucoamylase,  $\alpha$ -및  $\beta$ -amylase등에 의한 포도당 생산, isoamylase에 의한 맥아당 생산, glucose isomerase에 의한 과당 및 이성화당이 효소법에 의해 생산 공급되고 있는 것이다. 특히 1970년을 전후하여 공업화단계에까지 이른 immobilized glucose invertase에 의한 이성화당의 생산은 미국과 일본을 필두로 하여 매년 급증추세에 있다.

셋째, 건강식품 개념의 대두이다. 설탕은 isomerase에 의해 일단 포도당과 과당으로 분해된 후 체내에 흡수되지만 포도당과 과



의 제조에 한해 사용될 뿐이며 최근에 점차 활용되지 않고 있다.

나. 효소당화법

전분의 glucoside 결합을 효소의 작용에 의해 선택적으로 분해시키는 방법으로 이에 관여하는 효소의 작용기작을 도시하면 (Fig. 2)와 같다. 효소당화법은 높은 순도의 당을 얻을 수 있고 고미(苦味) 물질이 생기지 않는 전당방식으로 수율이 높고 고농도 사입이 가능한 장점이 있으나 당화시간이 긴 것이 단점이다. 현재 전분당의 제조는 효소당화법에 의하고 있으나 액화방식에 대해서는 아직도 많은 문제점이 남아있다.

전분당의 성상

가. 감미도

각 전분당의 감미도를 비교하면 (Table 1) 과 같다. 포도당의 감미는 설탕에 비하여 상쾌하고 부드러운 맛을 지니고 있다. 포도당에 설탕을 혼합하면 상승작용에 의하여 감미도는 증진된다. 즉 포도당 10~30% 설탕

90~70%의 감미도와 동등하거나 높아진다.

Table 1. Sweetness of sugars

Sugars	Sweetness (15°C, 15% soln.)
Fructose	165
Converted sugar	123
Sucrose	100
Glucose	75
Isomerized sugar	100
Corn syrup (DE47)	45
Maltose	35
Lactose	15

나. 용해성

(Table 2)는 제과 제빵에 사용되는 대표적인 당류의 물에 대한 용해도이다. 포도당은 설탕에 비하여 55°C이하에서는 적게 용해하지만 55°C이상에서는 설탕보다 잘 용해된다 특히 과당은 가장 높은 용해성을 나타내고 있다.

Table 2. Solubility of sugars

T°C (°C)	Sucrose		Glucose		Maltose		Lactose		Fructose	
	A(%)	B(g)	A(%)	B(g)	A(%)	B(g)	A(%)	B(g)	A(%)	B(g)
0	64	179	35	54	36	57	10	11	74	234
10	66	190	39	64	39	64	13	15	76	321
20	67	204	47	89	43	75	17	21	79	376
30	69	220	55	122	48	93	20	25	82	405
40	70	238	62	163	52	110	24	32	84	525
50	72	260	71	245	58	138	30	43	87	663
55	73	270	73	270	—	—	—	—	—	—
60	74	287	75	300	64	178	36	56	90	900
70	76	320	78	355	71	240	43	75	—	—
80	78	362	82	456	77	334	51	104	—	—
90	81	426	85	567	82	455	59	144	—	—
100	83	487	88	733	83	488	68	212	—	—

A : Concentration

B : Soluble saccharide contents in water (100gr)

다. 결정성

당류는 식품중에 원하는 정도로 결정을

촉진 또는 억제하기 위하여 다른 전분당류를 혼합 사용한다. 설탕이나 전화당중의 과

당분은 포도당의 결정성출을 억제시키며 들엿은 설탕 포도당의 결정성출을 억제할 목적으로 사용된다.

#### 라. 착색성

전당을 제과제빵에 사용시 적당한 maillard 반응과 caramelization을 시키면 식욕을 돋구는 빵의 crust color와 caramel flavor를 부여하는 효과가 있다. 또한 연제품에 전분당을 사용하면 소색(燒色)을 부여하고 어취를 제거하는 효과를 얻을 수 있다.

#### 마. 삼투압과 빙점강하

포도당과 과당을 주성분으로 한 액당과 포도당은 분자량이 약 2배인 설탕보다도 삼투압이 높기 때문에 방부효과가 크지만 아이스크림등의 제조에는 동결온도를 보다 저하시킬 필요가 있다. 그러나 가루엿을 혼용하면 동결온도가 상승하여 작업능률을 올릴 수 있다.

#### 이성화당

포도당에 glucose isomerase를 작용시키면 포도당의 약 절반이 과당으로 이성화되면서 포도당 45~50%, 과당 40~50%의 조성을 가진 포도당과당액당이 된다. 이같은 제품은 미국에서 최초로 개발되어 isomerized sugar로 불리워져 오던 것을 우리나라에서는 이를 그대로 직역하여 이성화당(異性化糖)이라 부르고 있다.

미국에서는 그 원료가 주로 옥수수이며 과당을 다량 함유하고 있다고 하여 HFCS (high fructose corn syrup) 또는 HLCS (high levulose corn syrup)이라 부르며 76년 6월 농림고시 609호로 발표된 일본 농림규격에서 "포도당 과당 액당"이라 표현하고 있으나 필자는 편의상 이성화당으로 부르코자 한다.

#### 가. 이성화당의 생산능력

1) 세계현황: 이성화당의 공업적 생산이 가능케 된 것은 포도당을 과당으로 이성화

시키는 glucose isomerase를 공업적 규모로 생산할 수 있는 공정을 개발한 이후부터이다. 이 효소는 64년 일본 통산성(通産省)의 고崎등이 Streptomyces속의 효소균체를 공업적으로 생산하는 방법을 개발한 것이 실용화의 첫 계기가 되어 參松工業의 협력으로 67년 3월에 효소균체에 의한 이성화당의 생산이 개시되었고 바로 뒤를 이어 농림성 식량연구소의 佐藤등의 특허(일본특허 제489867호) 실시권을 취득한 長瀬産業과 合同酒精이 공동으로 glucose isomerase 생산균을 생산공급하기 시작하였다.

그러나 일본에서 본격적으로 이성화당이 대규모의 생산체제로 돌입된 것은 73년부터 소개되기 시작한 덴마아크의 Novo 사에서 개발한 immobilized glucose isomerase의 공급과 더불어 급속한 성장을 이루게 되었으며 현재는 參松이외에도 昭和産業, 日本食品化, 東海糖業, 加藤化學, 日本澱粉등을 포함하여 총 15~16개사가 시판 경쟁중에 있다. 이들의 생산 추정량은 76년에 년산 약 15만톤으로 전년보다 2배 가까운 증가를 나타내고 있다고 하며 다른 보고에 의하면 75년도에 20만톤 가까이 된다고도 하며 수년내로 30만톤에 달할 것으로 전망하고 있다.

미국에서는 Standard Brand Inc.의 자회사인 Cliton Corn Processing Co.가 66년 10월 전술한 일본 微工研의 특허실시권을 취득하여 70년부터 "Isomerose 100"이라는 상품명으로 본격적인 공업생산을 개시하였으며 75년도의 생산능력이 50만톤이던 것을 76년엔 60만톤으로, 다시 금년 뉴우오오크에 46만톤규모의 공장을 증설할 계획인 것으로 알려지고 있다. 들엿의 최대메이커인 A.E. Staley manufacturing Co.에서는 Clinton사에 뒤이어 "Isosweet 100"이라는 상품명으로 생산을 시작하였으며 75년도 생산능력은 32만톤, 76년에 48만톤, 금년에는 45만톤의 신공장을 증설할 예정으로 보도되고 있다. 또한 최대의 옥수수 가공회사인 CPC, 최대의 설탕메이커인 Amstar Corpora-

Table 3. Amount of sweetener produced in America (unit:  $\times 100t$ )

	Glucose	Corn syrup <sup>a</sup>	Isomerized sugar	Sum except sucrose	Sucrose <sup>b</sup>	Sum
1964	458	1,044	0	1,502	8,335	9,837
65	467	1,080	0	1,547	8,526	10,073
66	485	1,117	0	1,602	8,757	10,359
67	449	1,030	0	1,479	8,734	10,213
68	458	1,117	0	1,575	8,984	10,559
69	454	1,148	0	1,602	9,307	10,909
70	504	1,212	0	1,716	9,502	11,218
71	531	1,289	0	1,820	9,620	11,440
72	494	1,453	0	1,947	9,647	11,594
73	545	1,543	136	2,224	9,856	12,080
74	567	1,634	363	2,564	9,166	11,730
75	522	1,566	658	2,746	8,825	11,571
76	454	1,589	908	2,951	9,170	72,121
77	454	1,589	1,135	3,178	9,123	12,301
78	454	1,589	1,589	3,639	8,848	12,480
79	454	1,589	1,816	3,859	8,807	12,666
80	454	1,589	1,816	3,859	8,998	12,857

tion도 년 14만톤의 생산능력을 갖추고 있다.

미국의 감미료 총수요는 설탕의 연간 소비가 약 1,000만톤, 옥수수 원료의 전분당이 약 200만톤이며, 이성화당은 75년도에 약 45만톤, 80년엔 230여만톤에 달할 전망이다(Table 3). 그러나 80년도의 이성화당 생산량을 450만톤으로 추정하는 견해도 있다. 이처럼 미국에서 이성화당의 생산이 비약적으로 상승케 된 주요 원인은 74년의 세계적인 원당과동과 종래 FDA에 의해 금지되어 왔던 Corn Syrup에 대한 사용제한령이 해제됨에 따라 옥수수 가공협회의 12개사중 11개사가 일제히 생산을 개시했거나 계획에 들어간데 있으며 그 상세한 내용은 (Table 4)와 같다.

미국과는 달리 beet당이 수요를 상회할 만큼 생산되는 유럽에서는 아직 활발한 움직임은 적은 편이나 화란의 De Bijenkorg社(Koninklijke-Scholten-Honig N.V.의 자회사)는 75년 10월부터 년산 1만톤을 생산하여 전량 영국에 수출하였으며 영국의 경우

역시 KSH사의 자회사인 Albion Sugar Co.와 Starch Products Co.가 공동으로 이성화당의 생산시설을 확대하여 76년에 생산능력 16만톤중 6만톤을 생산할 계획인 것으로 알려지고 있다. 서독에서는 74년부터 향후 5년간에 걸쳐서 3~5만톤에 이를 때까지 계속 생산이 증가할 것으로 보이며 이탈리아와 프랑스는 이보다 더 높은 성장율을 나타낼 전망이다. 기타 유럽의 몇몇 나라에서도 실험을 계속하여 여건만 맞으면 바로 생산에 들어갈 수 있는 단계에 도달한 것으로 전해지고 있다.

2) 국내현황: 우리나라에서의 이성화당 생산은 그 역사가 짧지만 최근 활발한 움직임을 보이고 있다.

1974년 12월 미원에서 50여톤의 벤퀴스케일의 신제품이 시판되기 시작한 것이 국내 최초이며, 동사의 생산능력은 75년 6,000톤(실생산 3,300여톤), 76년의 2만톤(실생산 6,000여톤)을 거쳐 금년엔 4만톤으로 확장, 75년에는 풍진화학이, 76년에 접어들면서는

Table 4, Information of HFCS makers in America and Europe.

Company	Information
Clinton Corn Processing Co. (Clinton, Iowa) (Standard Brands Co. 의 자회사)	1970년 "Isomerose-100" 생산개시, 생산능력 72년 23만톤, 75년 50만톤, 76년 60만톤, 77년 New York 46만톤 증설계획.
A.E. Staley Manufacturing Co. (Decatur, Illinois)	1972년 "Isosweet-100" 생산개시 미국 최대의 물엿회사, 75년 32만톤, 76년 48만톤, 77년 45만톤 증설예정.
Corn Sweetner Inc. (Cedder Rapids, Iowa)	76년 21만톤 능력으로 조업개시, 76년말 42만톤, 77년 81만톤으로 배증 계획.
American Maize Products Co. (Hammond, Indiana)	77년 16만톤 시설 완공 예정.
Anheuser-Bush Inc. (St. Louis, Missouri)	독자적 기술 보유(U.S. Pat. 3834988), Lafayette 공장을 이성화당공장으로 전환계획.
The Hubinger Company (Keokuk, Iowa)	25만톤으로 능력을 배증, 이성화당 사용자인 Heinz Co. 를 매수하여 자가소비와 시판을 동시계획.
Grain Processing Corporation (Muscatine, Iowa)	Corn 가공 시설을 이성화당 제조 시설로 전환 전망.
Cargill, Incorporated (Minneapolis, Minnesota)	대곡물회사로 유명하며, 효소 메이케인 Miles Lab. 의 협력으로 이성화당 제조계획.
Penick & Ford Limited. (Cedder Rapids, Iowa)	시설확장중, Univer Corporation 의 자회사.
C.P.C. International Inc. (Englewood Cliffs, New Jersey)	미국 최대옥수수 가공회사, 76년 11만톤 Argo 공장에서 생산 개시할듯.
Amstar Corporation (New York)	미국 최대의 설탕메이커 Dimitt(Texas) 공장을 6배확충 하여 년산 14만톤 능력계획, "Am-erose."
Bijenkorg Co. (KSH 자회사) (Holland)	75년 10월부터 1만톤 생산, 전망을 영국에 수출.
Albion Sugar Co. (KSH 자회사) (England)	Starch Products Co. 와 공동으로 시설확장 하고, 76년 16만톤 생산능력중 6만톤 생산계획.

력카, 선일포도당, 천일 곡산등이 제품을 생산하거나 생산계획에 들어갔으며 이들의 추정능력은 풍진화학 6,000톤, 렉키 1 만 5 천톤, 선일포도당 1 만톤, 천일곡산 6 천~

1 만톤인 것으로 알려지고 있어 미원을 포함한 우리나라의 총생산능력은 약 7 만 내지 8 만톤에 달할 것으로 보인다. 옥수수가공 협회의 비공식집계에 의하면 우리나라의 작

Table 5. Composition of products by the HFCS.

(unit : %)

Country	Company	Item	수분	포도당	과당	oligo당	실당	회분	pH
Korea	Miwon Co., Ltd.	과당-S	25	53	42	5	—	0.02	4-6
"	보사부 규격								
USA	Clinton Corn processing Co.	Isomerose-100	29	50	42	8	—	0.05	4.3
"	Staley Ind. products.	Isosweet-100	29	50	42	8	—	0.02	4.3
Japan	參松工業(株)	san Fruct 0	25	47	40	13	—	0.01	4-4.5
		" F	25	52	44	4	—	0.01	4-4.5
"	東海糖業(株)	DiaFruct p-0	25	50	44	6	0	0.01	4-5.5
		" p-20	25	40	35	5	20	"	4-6
		" p-F	30	43	37	20	0	"	4-5.5
"	昭和産業(株)	New Fruct-R	25	45	42	6	—	0.03	4.5±0.5
		" -F	25	45	35	15	—	0.03	"
"	群榮化學工業(株)	Trisugar-808	30	31	25		14		
		"	25	30	25		20		
"	日本食品化工(株)	Fuji Fruct F-100	30	34.9	30.9	4.2	0	0.05	4-5.5
		"	25	37.4	33.1	4.5	0	"	"
		Fuji Fruct F-80	30	27.9	24.7	3.4	14	"	"
		"	25	30	26.5	3.5	15	"	"
"	三和澱粉工業(株)	Corn Sugar-A.o	25	39.5	31	6	0	0.01	4-5
"	加藤化學(株)	Fruct-Ka 75s-0	25	50	44	6	0	0.01	4-5.5
		" 75s-10	25	45	40	5	10	0.01	"
"	三重化糧(株)	Hi-Fruct-F	30	52	42	6	—	0.01	4-5
		" -s	30	46.8	37.8	5.4	10	"	"
"	日本澱粉工業(株)	TakarabosiSyrup	25	37.5	32.5	5	—	0.01	4±0.5
		"	25	27.5	23.5	4	20	"	"
"	東洋化學(株)	Toyo Fruct	25	37	30.5	7.5			5-6
"	日本農林省	JAS 規格特級	<30	>45	>42	<8	<0.1		4-5.5
Denmark	NOVO		25	53	42	5		0.01	

년 10개월간(1~10월) 실생산총량은 약 6,500여톤으로 동기간의 전분당 전체생산량의 15%선에도 못 미치고 있는 실정이지만 국내외적 제반여건을 고려해 보면 수년내 7~

10만톤에 달할 것으로 전망해도 큰 무리는 없을 것이다.

국내외에서 생산, 시판되고 있는 대표적인 이성화당의 제품성분을 비교해 보면

(Table 5)와 같다.

나. 이성화당의 제조법

포도당을 과당으로 이성화시키는 방법에는 alkali 처리법과 효소법의 두가지가 있으나 alkali 처리법을 실용화되지 않고 있으며 효소법에는 Batch식방법과 연속식 방법이 있다.

1) [Batch식 방법 : Glucose Isomerase 함유 생균체를 포도당 그람당 약 4~8GIU (高崎法)가 되도록 50% 포도당액에 첨가, 이성화조중에서 60~70°C로 62~72시간 이성화시킨 후 여별하여 균체를 회수하고 탈색과 정제를 행한다. 방식은 반응시간이 극히 길기 때문에 당의 분해에 의한 착색도가 높으며, 따라서 탈색비용이 많이 소요되는 것이 결점이다.

2). 연속식방법 : 다량의 효소를 사용하여 단시간에 반응을 완결하여 착색을 방지하고 과당의 파괴를 피하며, 높은 F.E. (Fructose Equivalent)를 일정하게 보지할 수 있는 것이 연속식방법이다. Batch식방법은 효소의 첨가량에 한계가 있으나, 연속식방법은 효소층에 포도당액을 첨가하면 기질에 대한 효소량에 최대가 되므로 단시간에 반응이 완결된다. 이를 위하여 효소는 고정화되어 적당한 강도와 형상을 갖도록 정형하여야 하며 통액성(通液性)이 좋은 column으로 해야 한다. 이 방법의 반응시간은 30분내지

Table 6. Quality Comparison of two systems.

Item	Batch Sys.	Continuous Sys.
Brix	50	50
F. E.	42.5	44.2
Color	5.16	0.41
Reaction time	70HR	1-2HR

두시간으로 반응시간의 단축은 물론 공정의 단축에 의한 성력화, 탈색비의 감소 및 고순도의 제품관리등 여러가지면에서 Batch식보다 월등히 유리하므로, 현재는 거의 모든 회사가 이 방법을 채택하고 있다. Batch식과 연속식에 의한 반응액의 품질을 비교하면 Table 6과 같다.

다. 이성화당의 특성

1) 감미도 : 자연계에 존재하는 당류중 감미가 가장 강한 것이 과당이다. 이성화당은 과당을 주요구성당으로 하고 있어서 25%의 함유액당이면서도 설탕과 대등한 감미를 가지며 천연과 일중에 풍부히 함유된 포도당및 과당을 주체로 하고 있기 때문에 과일의 풍미와 천연꿀의 청량한 감미를 지니며 당액의 정제 순도가 높고 회분 기타 불순물의 함유량이 거의 없어서 어떤 식품에도 조화될 수 있는 고급의 감미특성을 지니고 있다.

Table 7. Sweetness of HFCS and sucrose.

Solvent	Sucrose(%)	IR(%)*	Result
H <sub>2</sub> O	10.0	11.0	5% 유의차로 설탕이 더달다.
H <sub>2</sub> O	10.0	11.4	유의차 없음.
Cola	10.0	11.0	''
Lemon Soda	9.0	10.5	5% 유의차로 설탕이 더달다.
Orange Soda	11.2	12.4	유의차 없음.

IR\* : Isomerization ratio

과당은 온도가 낮아지면 감미도가 증가하고 온도가 높아지면 저하한다.

설탕과 42% 이성화율의 이성화당의 감미를 비교하면 (Table 7)과 같다.

2). 발효성 : 설탕, 맥아당, 유당등 그당류는 각각 invertase, maltase, lactase라는 효소에 의하여 분해된 후 발효되지만 이성화당중의 포도당과 과당은 직접 발효된다.



설탕은 빵효모종의 invertase에 의한 전화작용이 발효속도보다 빠르기 때문에 설탕의 발효는 전화당이나 이성화당의 발효와 별차이가 없다.

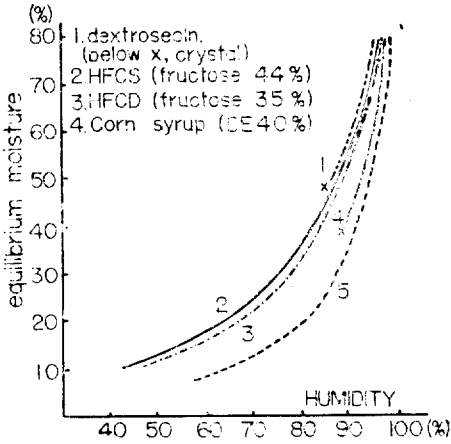


Fig. 3. Relation of equilibrium moisture and temperature.

3) 습윤성 : 이성화당은 상대습도에 대한 평형수분이 크므로 보습성이 우수하여 (Fig. 3) (그림참조), 고급제품에 특유한 습윤성의 보지효과가 있고 흡습성이 설탕보다 높아 케이크, 카스테라등에 사용하면 제품의 건조도 조절이 가능하다.

4) 용해도와 결정성 : 이성화당의 구성당 중 과당의 용해도는 당류중 가장 높지만 포도당의 용해도는 매우 낮기 때문에 저온에서 포화용해도 이상이 되어 포도당의 결정 석출의 우려가 있다. 이성화당의 용해도는 25°C정도에서 설탕과 같고 25°C이상에서 설탕보다 높다. (Fig. 4) 이성화당은 외관상 불균일한 결정의 형성을 억제하는 작용이 있으나 겨울철에 우려되는 포도당의 결정석

출은 보온을 하거나 설탕, 맥아당 또는 oligo당을 혼합함으로써 역제가 가능하다.

5) 삼투압과 분자량 : 일반적으로 당류의 분자량이 낮으면 용액의 빙결온도가 저하하고 삼투압이 증대하는 것으로 알려져 있다. (Fig. 5)

설탕의 분자량은 342이며 이성화당의 분자량은 약 190정도이므로 설탕대신에 이성

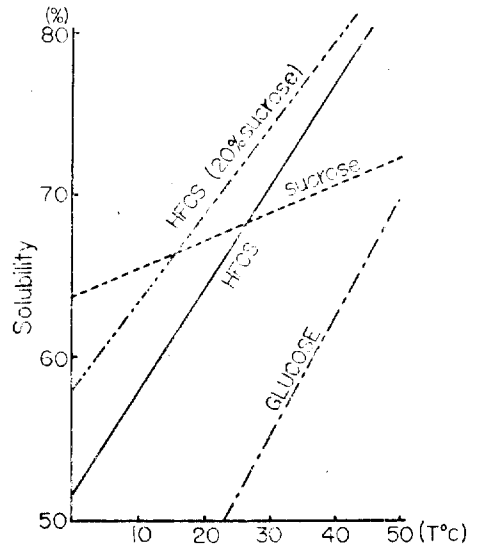


Fig 4. Solubility of sugars

화당을 사용한 아이스크림의 빙점은 내려가지만 50%의 대체는 그 차이가 1°F정도여서 freezer나 경화실에 영향을 주지 않는 것으로 인정되고 있다. 또 이성화당을 과일통조림에 사용하면 이성화당의 평균분자량은 설탕의 55%정도이므로 약 2배의 삼투압을 갖고 있어 설탕만 사용한 경우보다 과일중의 과즙 과당이 보다 빨리 침전되어 선택과

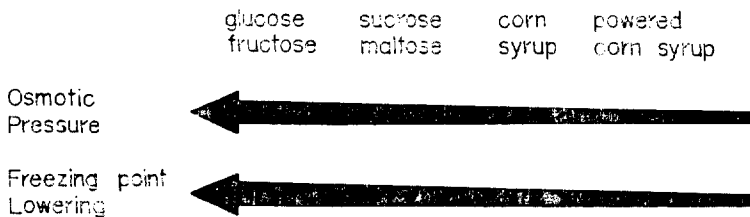


Fig 5. Osmotic pressure and freezing point dropping.

Table 8. Effect of inhibition to microbe's growth by sugars.

Strain	Minimal conc. of growth inhibition W/W(%)							
	Sucr.	Malt.	lact.	Gluc.	Fruct.	Sorbitol.	Mannitol.	Xylitol.
<i>Staphylococcus aureus</i> FDA 209P	60	40-50	>30	30	20	40-50	>30	40
<i>Eschericia coli</i> O-1	40	40	>30	30	20	40	30	30
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> II-D P2	40	40	30	20	20	30-40	30	20-30
<i>Aspergillus oryzae</i> 557	70	70(±)	>30	60	60	60	>30	60
<i>A. niger</i> IAM 2020	70	>70	>30	60	60	60	>30	60
<i>Penicillium citrinum</i> QM-1220	70	70	>30	60	50	60	>30	60
<i>P. notatum</i> IAM 7163	60-70	>70	>30	60	40-50	50-60	>30	60-70
<i>P. sp.</i>	60	70	>30	50-60	40-50	50-60	>30	60
<i>Rhizopus nigricans</i> NHL 1003	60	70	>30	60	50	60	>30	50-60
<i>Cladosporium</i> sp.	60-70	60-70	>30	60	30	50	>30	50-60
<i>Candida japonica</i> IAM 4225	60-70	70(±)	>30	50	50	50	>30	50-60
<i>Pichia farinosa</i> NL 7330	70	70	>30	50-60	50	60	>30	60

풍미가 우수한 제품이 된다. 미국에서는 이성화당의 부족으로 통조림업자들은 할당량만 사용하고 있으며 가장 경제적이며 공급이 용이한 방법으로 DE40이 붙였, 이성화당 설탕을 각각  $\frac{1}{3}$ 씩 혼합 사용하고 있다.

또한 설탕액은 Sucrose형 당액 Bx67의 원액에서도 효모균의 번식이 일어날 수 있지만 이성화당은 삼투압이 높아서 균의 번식이 억제된다. 각종 당류 및 당 알코올이 여러 미생물에 대한 발육억제 작용을 보면 (Table 8)과 같다. 또한 각종의 당류를 고형분함량 3%)로 희석하여 1ml당 10<sup>4</sup> 개의 균을 접종하여 30°C에서 미생물의 변화를 조사하면 50% 전화당이 가장 많이 증식하며 다음이 설탕액이고 이성화당액이 최저이다.

6) 착색성 : 이성화당을 가열하면 시간의 경과에 따라 착색이 진행된다.

이성화당은 산성측보다도 알카리측에서 착색이 현저히 일어나며 이 특성은 cookie 등의 제조에 이용되기도 한다.

7) 이성화당의 취급 : 이성화당은 상온에서 액상이어서 설탕과 같은 결정당을 사용하는 경우에 비하여 용해작업이 필요치 않은 이점이 있다. 또한 고농도에서 점도가 낮으며 유통성이 높아서 취급과 수송이 용

이하나 고온에서 착색되어 색조를 저하시킬 수 있고 저온에서는 포도당의 결정석출로 인한 백탄의 우려가 있으므로 흔히 겨울철에는 26~32°C로 보온하거나 가온할 필요가 있다. 이성화당을 5°C 냉장고에 보관시 약 5일후 결정액이 생기며 25일후 백탄이 발생한다. 따라서 겨울에는 출하후 1개월 이내에 사용해야 하고 보온보관이 요구된다 이와 같은 결점을 보완하기 위하여 설탕과 혼합당을 만들어 두거나, 농도를 낮추거나, 맥아당 물엿등을 혼합하면 결정을 방지할 수 있다.

라. 이성화당의 용도

전술한 여러 특성의 이점을 충분히 활용한다면 가공이나 조리중에 이미(異味), 이취(異臭)가 없으므로 새로운 감미자원으로 공업용 가정용에 광범위하게 이용할 수 있어 설탕의 일부 또는 완전대체까지도 가능할 것으로 보고있다.

1) 청량음료 : 이성화당이 가장 많이 사용되고 있는 분야로서 일반적으로 설탕, 전화당, 포도당등과 병용되며 당류의 50%를 대체하는 것이 표준이다. 탁산음료, 과즙음료 초코렛우유등에 별 문제없이 사용할 수 있다.

2) 냉과 : 아이스크림, 사베트, water ice 등 냉과류에 사용되는 이성화당은 설탕에 비하여 빙점강하가 크고 감미도가 낮아지는 경향이 있으므로 그 대체율은 50%에 달한다. 그러나 이성화당은 냉과류에 부드러운 texture와 flavor를 보강하는 효과가 있기 때문에 사용법의 연구에 의하여 고급의 제품을 얻을 수 있다.

3) 발효성 식품 : 이성화당은 발효가 행해진 제품 식빵, 롤빵등에도 우수한 감미료이다. 즉 효모생육에 양호한 영양원이며 발효를 촉진하고 풍미를 개량하며 균일한 소색(燒色), 보존성 개선에 효과를 발휘한다. 또한 cookie나 스낵류에는 수분을 장시간 보지하여 보존기간이 길어진다. 빵에는 100%, soft cookie 70%이상, hot cookie에 20%이상, 색이 진한 케이크에 20~50%이상으로 설탕을 대체할 수 있다.

4) 과자류 : 제과업계에서는 전화당과 동일한 목적으로 이성화당을 사용하고 있다. 습윤성을 보지하여 결정의 크기를 제어하기 때문이다. soft candy, fondant gum, mash-mallow, jam, pie의 통조림에 사용하면 설탕의 결정석출을 방지하고 수분의 증발을 막고 풍미와 조직을 개량하는 효과가 있다. 그러나 고온처리하는 캔디류에는 착색문제가 있으며 hard candy에는 흡습성이 강해지므로 설탕을 대체사용하는 것은 좋지 않다. pie 통조림에는 100%, mashmallow에는 25~75%, jelly에는 100%로 설탕 대체사용이 가능하다.

5) 기타 : 절임류, 사라다드레싱류, 불고기 양념이나 가정용 부식물에 조미료나 보존제로 첨가사용도 가능하다.

#### 마. 이성화효소

1957년 미국의 Marshall과 Kooi가 *Pseudomonas hydrophilia*에서 얻은 효소가 포도당을 과당으로 이성화시킴을 발견한 것이 이성화효소(Glucose Isomerase)의 최초이다. 그후 이 효소에 관한 연구가 활발하여 특히 일본에서 그 연구가 성행하였다. 즉 1960년에는 일본 농림성 식량연구소의 佐藤, 律村

등이 *Aerobacter cloacae*에서, 다음에는 일본 통산성 미생물 공업연구소의 田邊, 高崎 등이 *Bacillus megaterium*에서 glucose isomerase가 생산되는 것을 발견하였으나 배지 중에 비소가 필요하였기 때문에 실용화되지 못했으며, 또한 吉村, 名武 등은 *Aerobacter aerogenes*, *Escherichia intermedia*, *Bacillus coagulans*에서, 山中은 *Lactobacillus brevis*에서 glucose isomerase가 생산되는 것을 발견하였으나 실용화되지 못하였다. 1964년 마침내 일본 농림성의 佐藤 등은 Streptomyces속을 Xylose를 사용한 배지에서 glucose isomerase를 다량으로 생산하는 것을 발견하였고 동시기에 田邊高崎 등도 Streptomyces에서 본효소를 다량으로 생산하는 것을 발견하였다. 이 양방법은 반응계에 비소가 필요없기 때문에 이것이 현재 이성화당 생산의 단서가 되었다. 이것은 곧 미국과 일본에서 실용화되어 현재에 이르고 있으며 參松工業, 長瀾産業, 合同酒精 등에서 본격적인 효소 생산에 들어갔다.

최근 1973년 덴마크의 Novo Industry A/S는 방선균과는 별도로 *Bacillus coagulans*로부터 본효소 생산에 성공, 1974~5년에 본효소의 고정화로 "Sweetzyme"이라는 상품명으로 전세계적인 판매망을 유지하고 있다.

우리나라의 경우 1975년부터 미원(주)에서 벤츠키스케일 규모로 생산하여 일부 자가 사용하고 있으며 1976년부터 KIST에서도 실험용으로 파일롯트 생산을 하고 있는 것으로 알려져 있다.

세계 주요기업의 glucose Isomerase의 공급에 관한 정보를 종합하면 (Table 9)에서 보는바와 같다.

#### 結 論

앞으로 이성화당의 수요 증가는 자연적 추세이기도 한다. 생활수준의 향상, GNP 증대에 의한 레저 지출증가, diet 분야의 진출기회 숙성, 설탕과 가격차이에서 오는 대체수요의 발생 및 세계적 원료 등귀와 설

**Table 9.** Information on glucose isomerase makers,

country	maker	information
USA	R.J. Raynolds Tobacco Co.	Penick & Ford Ltd.에 IGI기술 제공한듯.
"	Corning Glass Works	CPC International Inc. 에서 Alumi 흡착법 사용 기술을 독점계약. 日本食品 Co. 에도 기술 제공한듯.
Holland	KSH.(Koninklijke-Scholten-Honig)	Raynolds Tobacco Co. 의 기술을 취득하여 영국에 sub-licence.
Denmark	NOVO Industry	"Sweetzyme" A형을 1973년부터 시판, 현재는 내압손(耐壓損) 특성의 S형개발 Staley Manufacturing Co. (USA), 한국, 일본등 세계 최대 판매망 보유.
Japan	전기화학 Co.	長瀬 Co. 의 효소를 이용하여 개발한 "Sweetase"를 東海糖業 Co. 에 제공.
"	協和發酵 Co.	合同酒精 Co. 의 효소를 polyphenol 계수지에 흡착시켜 개발한 IGI. 를 日本澱粉工業에 제공.
"	三菱化成 Co.	參松工業 Co. 의 효소를 polystyrene 계수지에 흡착시켜 개발한 IGI 를 參松工業 Co.에 제공 生化學工業 Co. 공동연구.
"	昭和産業 Co.	시판효소를 천연담체에 고정화.
Korea	Miwon Co., Ltd.	자가개발의 방선균효소를 자가사용 (1975).

당의 결점에 대한 반성론등 제요인이 이성화당의 수요를 증가시키게 될 것이다. 또한 과당은 미각경험으로부터 빠른 연상(連想)을 환기시키며 감미도가 높아 양에 비해 칼로리 충애를 받게 될 것이다.

그러나, 아직 이성화당을 완전한 감미료라고 하기에는 해결하지 않으면 안 될 몇 가지 난제들이 있다. 내열성 내지 온도에 의한 착색성과 저장중의 결정 석출등이 대표적인 예이다.

또한 이성화당이 설탕가격의 75~80% 선으로 싸게 공급될 수 있도록 꾸준한 원가절감대책을 추구해 나가야 한다. 원가절감을 위해서 가장 중요한 인자중의 하나가 효소제의 개발이다. 보다 간편한 공정으로 적은 노력을 들여 활성이 높은 효소를 생산공급해야 될 것이다. 이러한 효소의 개발은 이미 미원(주)과 KIST에서 이루어져 그 일부

를 자가소비하고 있는 실정이다.

1976년도 이성화당의 국내생산량은 약 1만 5천톤으로 추산되며, 이는 설탕소비 추정량의 4%미만으로 보잘 것 없는 양이지만

**Table 10.** Starch amount produced in Korea (unit : M/T)

	S.potato	Potato	Corn	Wheat	Total
1965	15,552				15,552
1970	26,168	200	23,219		49,587
1971	25,292	505	24,594	9,999	60,390
1972	20,714	127	37,202	7,628	65,671
1973	23,289	839	44,471	11,472	80,071
1974	19,510	796	54,000	10,000*	84,306
1975	32,576	785	49,000	10,000*	92,595
1976**	21,000	595	60,000	7,000*	88,595

\* 정부 생산금지로 인한 비공식 추정량  
 \*\* 1-10월까지의 추정량

선진국들의 활발한 움직임을 주시하지 않으면 안 될 것이다. 미국의 경우 이성화당의 설탕대체율은 불원 40%까지 이를 것으로 예측되며, 이에 따라 옥수수가공회사들이 앞을 다투어 시설의 확장과 신설에 박차를 가하고 있는 실정이다.

우리나라의 전분생산량은 (Table 10)에서 보듯이 총 9만여톤에 불과하지만 물품세 면제등에 의한 정부의 정책적인 지원과 업

계의 소비자에 대한 제봉에 의해 대체감미 자원의 수요의 폭을 확대시켜 나가야 한다. 그렇게 함으로써 건량을 해외에 의존하고 있는 원당의 수입량을 줄이고 사탕의 세계 시장시세에 민감하게 좌우됨없이 능동적으로 대처할 수 있는 길을 다각도로 모색해야 한다.

KIST 경제분석실에서 예측한 우리나라의 금년도의 설탕생산추정량은 약 43만여톤으

Table 11. Production amount of sucrose and molasses used and saving dollars there-from.

Year	Production of sucrose		Consumed molasses**		Economy in expenditure as substituting 10% of molasses with saccharifying sugar(1000円)
	Estimated amount* (M/T)	Net production (M/T)	Imports (M/T)	Amounts (1000円)	
1973	—	303,520	271,540	52,593	—
1974	331,856	283,400	299,231	131,482	—
1975	364,478	—	383,660	191,830	—
1976	397,100	—	418,000	209,000	20,900
1977	429,722	—	452,339	226,170	22,617
1978	462,314	—	486,678	243,340	24,334
1979	494,966	—	521,017	260,510	26,051
1980	527,588	—	555,356	333,210	33,321
1981	560,210	—	539,635	353,820	35,332
1982	592,832	—	624,034	374,420	37,442
1983	625,455	—	658,374	335,020	39,502
1984	658,076	—	692,712	415,930	41,562

\* KIST 經濟分析室 推定値, 豫測方程式  $Y=3262.9t+103503(t=年度, 1968=1)$ 에 의하여 計算함.

\*\* 原糖價格當 500円(70年代)과 600円(80年代)로 推算하고 精糖收率을 95%로 推定함.

로 이에 소요되는 원당 45만톤을 수입하는 데 소요되는 외화는 약 2억 3천만달러에 달한다고 한다. 75년의 경제장관회의에서 시달된대로 설탕의 10%정도만 대체한다 해도 2천 3백여만달러의 외화를 절약하는 셈이 된다(Table 11).

85년도의 세계 감미료 소비량은 설탕분 환산으로 1억 5천만톤으로 1974년도의 30% 증가량으로 전망되며, 증가분 2400여만톤이 설탕과 전분당에 어떤 비율로 배분될 것인가 하는 점은 비상한 흥미거리가 아닐 수 없다.

또한 세계 최대의 이성화당 생산국인 미국에 있어서 최근동향이 과당의 농도를 42%선(high fructose syrup)에서 55-60%선(higer fructose syrup), 및 90%선(higest fructose syrup)으로 점차 높아져가고 있는 경향이다. Clinton Corn Processing Co.는 작년 6월에 이미 90%, 과당제품의 생산을 발표한 바 있으며, 현재에는 과당 60%, dextrose 30%, 기타당 4% 조성의 제품을 생산하고 있으며, 그 공정은 (Fig. 6.)과 같다.

이같은 움직임은 A.E. Staley Mfg. Co.

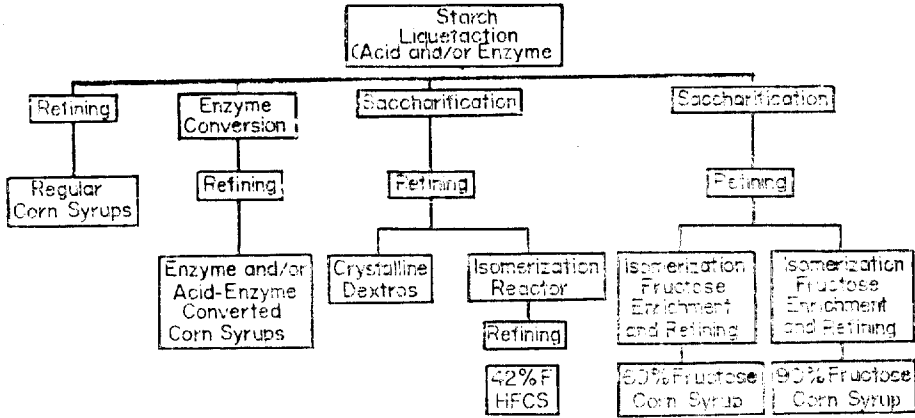


Fig. 6. Clinton's process

(fru. 55%, dext. 42%, oligo. 3%) 및 Corn Sweeteners(fru, 55%)에서도 마찬가지로 결국은 sucrose보다 저렴한 crystalline fructose의 개발에 이룰 때 까지 계속 될 전망인 바, 이에 대한 제반 영향을 한국적인 여건에서 여하히 검토해야 될는지 숙고해야 될 줄 안다.

引用文獻

1. 한문희, 1976. 감미자원의 수급전망 및 대책. *해외技術情報* 8(1) 3-10.
2. Stephanie Crocco, 1976. Highest Fructose Syrups. *Food Engin. Int'l*, Dec. 2~3.
3. E.K. Wardrip, 1972. HFCS in carbonated beverages. *Am. Soft Drink J.* Apr. 21-23.
4. N.H. Mermelstein, 1975. *Food Tech.* 29(20)
5. B.J. Schnyder, 1974. Continuous Isomerization of Glucose to Fructose on a Commercial Basis. *Stärke Tagung.* Apr.
6. 小巻利章, 1976, 異性化糖製造技術における固定化酵素の應用 12下, 47-52.
7. 小巻利章, 1976, 内外における異性化糖の動向. *Japan Food Sci.* Jul. 53-58.
8. 大島綾子 1976, 異性化糖の JAS 規格. *ibid.* 65-69.
9. 管野智榮, 1976, 異性化糖の特質とその製造技術の歩み. *ibid.* 59-64.
10. 異性化糖の現状と將來. 1977, *食品と科學.* Jan. 94-100.
11. 管野智榮 1976, 澱粉糖の種類と性状. *食品と科學.* Jun. 30, 57-87.
12. 渡邊長男 1976, 砂糖と澱粉糖の成分と利用. *ibid.* 72-78.
13. 果糖市場動向の豫測. 1974. *海外砂糖情報,* Nov. 271-277.
14. 川村信一郎, 1976. Americaの甘味料に関する技術再評價のSymposium Kについて澱粉科學 23(3) 156-157.
15. 歐美の本胎ぶどう糖の利用状況 1975. *海外砂糖情報.* MAR. 63-75.
16. G.E. Schaffer and S.M. Cantor, 1974. A three commodity Sweetener System, *Cereal Sci. Today* 19(7) 267-261.