

## Glycosylsucrose의 이화학적 특성

설혜미·지옥화·김미리

충남대학교 식품영양학과

### Physical and Chemical Properties of Glycosylsucrose

Hye Mi Seol, Ok Hwa Jhee and Mee Ree Kim

Dept. of Food and Nutrition, Chung Nam National University

#### Abstract

Physical and chemical properties of glycosylsucrose were characterized as follows:

1. The moisture content of glycosylsucrose syrup (35%, w/w) was 63.6% and total sugar in solid was 35.9%.
2. Main sugar compositions of glycosylsucrose syrup were maltotetraose 54.5%, sucrose 18.0%, glycosylsucrose 15.3%, maltosylsucrose 11.3% and the content of glucose, maltose, maltotriose and fructose were very little.
3. Perceived sweetness threshold of glycosylsucrose was 0.71%, relative sweetness was 0.53, and sweetness intensity expressed as power function was  $S=0.78^{\circ}C^{1.5}$ .
4. Viscosity of glycosylsucrose was higher than that of sucrose and Japanese product at 10, 25, 35 and 65°C.
5. The content of water absorption of glycosylsucrose at  $A_w$  0.80 was 0.48 g H<sub>2</sub>O/g dry weight while that of sucrose was 0.17 g H<sub>2</sub>O/g dryweight at  $A_w$  0.86.
6. The stability of glycosylsucrose was decreased by acidic pH, high temperature and long heating time.
7. The glycosylsucrose showed very little browning when heated with pepton, but alkaline pH (pH8), high temperature and long heating time increased browning reaction.

#### 서론

Glycosylsucrose (coupling sugar)는 효소 cyclo-dextrnglycosyltransferase [ $\alpha$ -1,4-glucan 4-glycosyl-

transferase, cyclinization, EC 3.2.1.19. CGTase]가 전분에 작용하여 환형성 반응(cyclinization)에 의해 생성된 cycloamylose가 다시 개환되면서 한개에서 두개의 glucose가, 수용체인 sucrose 분자에 결합되어 생성되는 (coupling 반응), 중합도가 다른 여러가지

maltooligo당이다(Fig. 1)<sup>1)</sup>. 이 당은 설탕과 물엿의 중간 성질을 갖고 있으며, 감미도는 설탕의 약 50~55%이지만, 단맛의 느낌이 좋으며, 구조적 특징으로 말단에 설탕을 함유하므로 환원성을 나타내지 않아 단백질과 가열시켜도 갈변이 적게 일어나는 특징을 지니고 있으며<sup>1,2)</sup>, 설탕과 비교해서 충치의 원인균인 *streptococcus mutans*에 의하여 이용되지 못하므로 충치예방 효과가 있어, 건강식품과 유아용 식품으로 좋은 효과를 기대할 수 있다<sup>3,4)</sup>.

현재, 이 올리고 당은 일본에서 coupling sugar라는 상품명으로 시판되고 있으나 우리나라에서는 생산되고 있지 않다. 본 대학 미생물실에서 충남지역의 토양으로부터 CGTase를 생산하는 호 알칼리성 균주를 분리하여 glycosylsucrose를 생산하였기에, 이 당을 식품가공에 이용하기 위한 여러가지 이화학적 특성-감미도, 점도, 수분활성, 보습성, pH에 따른 열 안정성, Maillard 반응특성-을 설탕이나 일본 제품(상품명 coupling sugar)과 비교, 측정하여 그 결과를 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험 재료

Glycosylsucrose는 충남대학교 식품영양학과 미생물 실험실에서 생산한 시럽(35%, w/w)과 이 시럽을 급속 동결건조(-60°C, 1×10 Torr)시켜 분말화한 것을 사용하였고, coupling sugar는 일본 林原 주식회사에서 제품 받았으며, 관능검사용 설탕은 시판되고 있는 제일 제당 제품을, HPLC용 sucrose는 Janssen 제품을, acetonitrile은 Tedia 제품을 구입하여 사용하였다. 표준당으로 D-(+)-maltose는 Janssen 제품을, D-(-)-fructose는 Hanawa 제품을, glucosylsucrose (G<sub>2</sub>F), maltosylsucrose (G<sub>3</sub>F)는 일본 Osaka Municipal Technical Research Institute에서 기증받아 사용하였다.

Pepton은 일본 極東 제약공업주식회사의 것을, boric acid와 phosphoric acid, citric acid는 GR 제품을 사용하였으며 포화염용액 제조를 위한 potassium carbonate, sodium nitrate, sodium chloride, potassium chloride, barium chloride, potassium sulfate, magnesium chloride, potassium acetate와 기타 시약은 모두 GR 제품을 사용하였다.

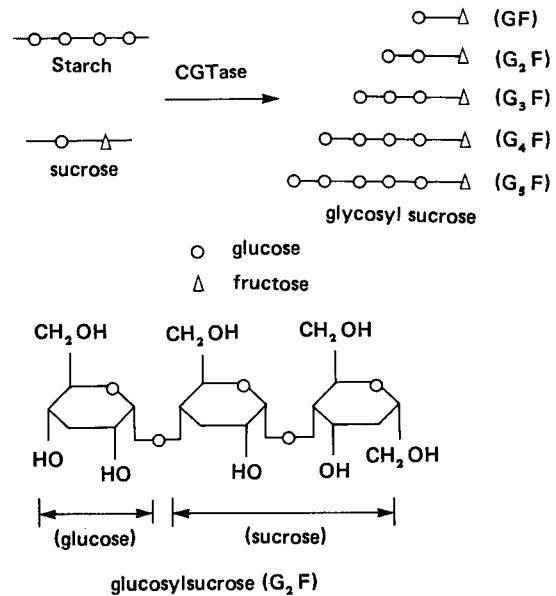


Fig. 1. Production of glycosylsucrose and structure of glycosylsucrose(G<sub>2</sub>F)

### 2. 실험 방법

#### 1) Glycosylsucrose의 일반성분

##### (1) 일반 성분

Glycosylsucrose의 일반성분 중 수분 함량은 감압건조법에 의해, 조단백은 micro Kjeldahl법에 의해, 조지방은 Soxhlet 추출법에 의해 분석하였고, 조회분등 기타 성분은 상법<sup>5)</sup>에 준하였다.

##### (2) 당조성

Glycosylsucrose의 당조성은 Okada등<sup>6)</sup>의 방법에 따라 35% glycosylsucrose 2ml를 취해 증류수 8ml와 CH<sub>3</sub>CN 4ml를 넣어 희석시킨 후, 여과하여 10μl를 취해 HPLC로 분석하였다. 기기조건은 Table 1과 같다.

Table 1. HPLC condition for sugar composition analysis of glycosylsucrose

Instrument	: Waters Assoc.
Column	: μBondapak/carbohydrate (4×300mm)
Injector	: U6K
Mobile phase	: acetonitrile : water (80 : 20)
Flow rate	: 2.5 ml / min.
Detector	: R1 (M401)

**2) Glycosylsucrose의 관능적 특성**

관능 검사에 사용된 glycosylsucrose는 35% 시료를 -60°C, 1×10 Torr.에서 급속 동결 건조시켜 분말화한 것을 사용하였다. 충남대학교 식품영양학과 대학원생 10명을 선정하여 실험의 목적을 설명하고 본 실험 중 실시하는 관능검사 방법에 익숙해 지도록 주 2회씩 오전 11시에 2개월간 훈련시켰다. 칸막이와 싱트대가 설치된 관능검사실에서 실시하였고, 검사용 용기는 50 ml 비이커를 사용하였으며, 각 용기에는 난수표를 이용한 세자리 숫자의 번호를 붙이고, 시료를 10~15 ml씩 제공하였다. 평가할 때마다 평가원 각자에게 증류수로 입감을 하도록 하였으며 시료군이 바뀔때에는 평가원들의 미각이 회복될 수 있도록 5분 간격을 두었다<sup>7,8)</sup>.

**(1) Glycosylsucrose의 단맛 역치(sweetness threshold)결정**

순수한 증류수와 함께 glycosylsucrose를 농도의 증가순으로 제시하는 다시료비교 시험법(multiple comparison test)<sup>7)</sup>에 의한 방법인 제한 증가순법(ascending method of limit)을 행하였다. glycosylsucrose의 농도는 예비실험을 통해 0.58, 0.70, 0.84, 1.01, 1.21%(w/w)로 정하였다. ASTM (American Society for Testing and Materials)<sup>9)</sup> 방법을 이용하여 개인 역치와 그룹 역치를 구하였다. 즉 평가원이 감지한 가장 낮은 농도와 그의 바로 이전 농도의 기하평균(Maximum Likelihood Threshold: MLT)을 내어 각 개인의 인식 역치(recognition threshold)를 구하였고, 각 개인의 값을 로그(log)값으로 바꿔 로그값을 구한 뒤 다시 역환산하여 그룹인식 역치를 구하였다.

**(2) Glycosylsucrose의 상대 감미도**

10%의 설탕과 동일한 단맛을 내는 glycosylsucrose의 농도를 여러 번의 예비 실험을 통하여 선택한 후 17%(상대 감미도, 0.57), 18(0.56), 19%(0.53), 20%(0.5), 21.2%(0.47)인 5등급으로 나누어, 10% 설탕과 이점식별 시험법<sup>7)</sup>을 이용하여 단맛이 더 강한 시료를 선택하도록 하였다. 평가결과 10% 설탕과, 단맛에 있어 유의적인 차이를 나타내지 않는 농도를 glycosylsucrose의 상대 감미도로 결정하였다. 2번 반복한 결과를 Two-sample test statistical chart<sup>9)</sup>를 이용하여 분석하였다.

**(3) Glycosylsucrose의 단맛 강도**

Glycosylsucrose의 단맛 강도는 비율 척도법(Magni-

이름: \_\_\_\_\_ 날짜: \_\_\_\_\_

왼쪽부터 시료와 표준 시료를 비교하면서 맛을 보아 표준 시료를 10으로 보았을때 각 시료에 해당하는 값을 기록하여 주십시오.

(예:시료의 단맛이 표준시료보다 2배 강하면 20, 1/10배 강하면 1로 표시하여 주십시오.)

시료와 시료사이에는 반드시 물로 입을 행구고 뒷 맛이 가졌을때 다음으로 넘어 가십시오.

시료번호:	강도:
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

**Fig. 2.** Questionnaire for measurement of taste intensity using magnitude estimation

tude Estimation)<sup>10,11)</sup>을 사용하여 결정하였다. 10% 설탕의 단맛과 비슷한 단맛을 나타내는 glycosylsucrose의 농도를 이점식별법을 통해 19%로 정한 후 이를 기준으로 1.2배씩 증가시켜 19%, 22.8%, 27.3%, 32.7%의 4단계로 나누어 비율척도법<sup>11)</sup>에 의하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 질문지는 Fig. 2와 같다. 평가원들은 10% 설탕 용액을 10으로 보았을때 각 시료에 해당하는 단맛을 비율로 결정하였다.

**3) Glycoisylsucrose의 물리적 특성**

**(1) 굴절율과 비중**

Glycosylsucrose와 일본 제품(상품명 coupling sugar)을 35~70%(w/w)로 제조하여 굴절율은 20°C에서 굴절계로, 비중은 25°C에서 비중계로 측정하였다.

**(2) 점도**

점도는 상기의 시료를 단원통 회전 점도계(Brook-filed Viscosity Meter, LVT, RVF type)를 사용하여, 5°C~65°C 범위에서 5°C간격으로 측정하였다.

**(3) 보습성**

PEC (Proximity Equilibration Cell)원리<sup>12,13)</sup>를 이용하여 500 ml 용기에 수분 활성(Aw)이 알려져 있는 8가지의 포화 염용액을 넣은 후, 30°C에서 4일간 방치하여, Aw 0.22에서 0.96까지 수분 활성 측정기(Novasina MIK 3000)를 사용하여 8단계로 조절하였다<sup>13,14)</sup>. 분말 glycosylsucrose 1g을 정확히 칭량하여, 칭량병(20 ml)에 넣어, 감압 건조법에 의하여 60°C, 29.8 Hg에서 36시간 동안 예비 건조 시킨 후, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 들어 있는 데시케이터에 일주일간 방치한 후, 초기 수분함량을 측정하였다<sup>16,17)</sup>.

위의 방법으로 전처리된 시료를 각종 포화염 용액으로 수분활성을 조절한 용기에 넣은 후, 30°C에서 더 이상 흡습하지 않는 상태까지 방치하면서 하루 간격으로 무게를 측정하여 최초의 수분함량을 기준으로 무게의 증감량에서 평형 수분함량을 구하였다<sup>18)</sup>. 각 염용액의 Aw는 Table 2와 같다.

**(4) 수분 활성**

당 농도에 따른 수분 활성을 측정하기 위해 35%에서

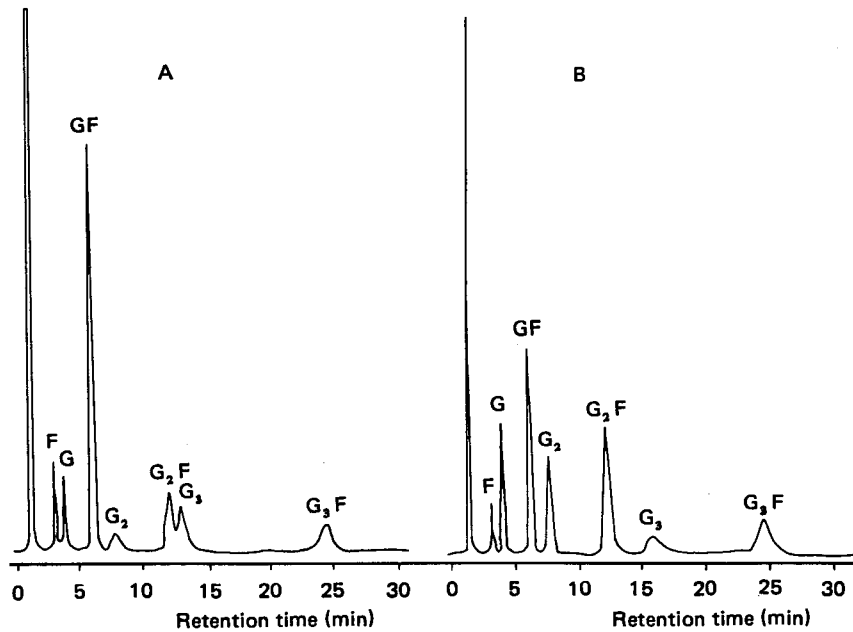
70%까지 7가지 농도의 당용액을 제조하여 사용하였다. 이 시료를 수분활성 측정용 용기에 50 ml를 넣은 후, 20°C로 조절된 항온실에서 7일간 방치하여 포화가 되도록 한 후, 수분활성을 측정하였다<sup>12)</sup>.

**Table 2. Equilibrium water activity at 30°C of saturated salt solution used for sample equilibration**

Salts	Water activity (Aw)	
K (CH <sub>3</sub> COO)	0.222 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.22 <sup>b</sup>
MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.341 ± 0.005	0.33
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.440 ± 0.003	0.43
NaNO <sub>2</sub>	0.663 ± 0.011	0.66
NaCl	0.763 ± 0.002	0.75
KCl	0.861 ± 0.002	0.85
BaCl <sub>2</sub>	0.899 ± 0.002	0.90
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.963 ± 0.006	0.96

a : equilibrium water activity at 30°C (Novasina MIK 3000)

b : Rockland, L.B. (1960)



**Fig. 3. HPLC chromatogram of glycosylsucrose**

A: Sample B: Japanese product

●—● : Sample

○—○ : sucrose

4) Glycosylsucrose의 화학적 특성

(1) Glycosylsucrose의 pH 및 열 안정성

Glycosylsucrose(35%) 용액 2ml를 취해, 0.5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 NaOH로 각각 pH 3, 4, 6으로 조정한다. 다음, 60°C, 100°C에서 30분, 60분, 90분간 열처리하여 흐르는 수돗물로 급냉시키면 후, pH 6으로 조절하였다. 이 시료 2ml를 다시 10ml로 희석, 여과한 후 HPLC에 10μl를 주입하여 상기와 동일한 조건하에서 분석하였다.

(2) Glycosylsucrose의 Maillard 반응 특성

Glycosylsucrose의 Maillard반응 특성을 알아보기 위해 pepton과 분말 glycosylsucrose를 일정량(1 : 1,

w/w) 취한 후 0.05M citrate-phosphate 완충용액(pH 5, 6, 8) 3ml를 넣고 100°C, 120°C의 온도에서 30분, 60분, 90분간 열처리한 다음, 즉각 흐르는 수돗물로 냉각시킨 후 반응을 정지시켰다. 이 시료를 spectrophotometer (Beckmann DU-65)를 사용하여 480 nm에서 흡광도를 측정<sup>2)</sup>하였다.

II. 결과 및 고찰

1. Glycosylsucrose의 일반성분

Glycosylsucrose시럽(35%)의 일반성분은 수분이

Table 3. Sugar composition of glycosylsucrose (%)

	F*	G	GF	G <sub>2</sub>	G <sub>2</sub> F	G <sub>3</sub>	G <sub>3</sub> F	G <sub>4</sub>
Sample	0	0.5	18.0	0.2	15.3	0.2	11.3	54.5
Japanese product	1.8	7.2	13.6	12.2	14.1	5.5	10.1	35.5

F : fructose, G : glucose, GF : sucrose, G<sub>2</sub>F : glycosylsucrose, G<sub>2</sub> : maltose, G<sub>3</sub> : maltotriose, G<sub>3</sub>F : maltosylsucrose, G<sub>4</sub> : maltotetraose

Table 4. Recognition threshold of glycosylsucrose

panel	wt, %	0.58	0.7	0.84	1.01	1.21	Over wt, %	Log10
01	0	0	+	+	+	0.77	-0.11	
02	0	+	0	+	+	0.85	-0.07	
03	0	+	0	+	+	0.85	-0.07	
04	0	0	0	+	+	0.85	-0.07	
05	+	+	+	+	+	0.52	-0.28	
06	0	0	+	+	+	0.77	-0.11	
07	+	+	+	+	+	0.52	-0.28	
08	+	+	+	+	+	0.52	-0.28	
09	0	0	+	+	+	0.77	-0.11	
10	+	0	+	+	+	0.77	-0.11	
11	0	0	0	+	+	0.85	-0.07	
12	0	0	+	+	+	0.77	-0.11	
13	0	0	0	+	+	0.85	-0.07	
14	0	+	+	+	+	0.52	-0.28	
15	0	0	+	0	0	1.11	-0.05	
16	+	0	+	+	+	0.77	-0.11	
17	+	+	+	+	+	0.52	-0.28	
18	0	0	+	+	+	0.77	-0.11	
19	+	+	+	+	+	0.52	-0.28	
20	+	+	+	+	+	0.52	-0.28	

Group BET\*, geometric mean (G.M.)

0.71%, -3.03

63.6%, 건조물은 36.4%로 건조물중 총 당량은 35.9%, 조단백은 0.34%, 조지방은 0.03%, 조회분은 0.04%이었다.

## 2. Glycosylsucrose의 당조성

Glycosylsucrose 시럽의 당조성을 분석한 HPLC chromatogram을 Fig. 3에 나타내었으며, 고품분종의 당조성 비율은 Table 3과 같다. Table 3에서와 같이 본 시럽의 주성분은 sucrose 18.0%, glucosylsucrose( $G_2F$ ) 15.3%, maltosylsucrose ( $G_3F$ )가 11.3%이었고, glucose(G), maltose( $G_2$ ), maltotriose( $G_3$ )의 양은 매우 작았다. 일본 제품(35%)인 coupling sugar는 glycosylsucrose( $G_2F$ ) 14.1%, sucrose(GF) 13.6%, maltose( $G_2$ ) 12.2%, maltosylsucrose( $G_3F$ ) 10.1%로 문헌의 값과 유사하였으나 본 시럽에 비해 glucose, maltose, maltotriose의 양이 더 많았다. 또, glycosylsucrose의 주용성분인 GnF( $n \geq 2$ )의 함량은 본 제품이 81.3%, 일본 제품은 63.2%로서 본 제품이 일본제품보다 높았다.

## 3. Glycosylsucrose의 관능적 특성

### 1) 단맛 인식 역치

평가원이 단맛을 인식한 가장 낮은 농도와 인식하지 못한 높은 농도의 기하 평균을 낸 glycosylsucrose의 그룹 인식 역치가 0.71%로 설탕의 역치값 0.28%<sup>10)</sup>와 비교해 볼때 glycosylsucrose가 설탕에 비해 2.54배 높은 역치값을 나타내었다.

### 2) 상대 감미도

Table 5에서 보는 바와 같이 이점 식별 시험법을 이용한 상대 감미도 분석은 Table 5에서와 같다. 10% 설탕의 단맛과 유의적인 차이를 나타내지 않는 농도는 19% 이었고 이때의 상대감미도는 0.53이었다. 일본제품 glycosylsucrose의 상대감미도는 0.50~0.55로 본 제품과 유사하였다. Glycosylsucrose의 상대감미도는 maltose(0.5), sorbitol(0.5)<sup>19)</sup>과 유사한 당도를 지닌 감미료임을 알 수 있었다.

### 3) 단맛 강도

설탕 및 glycosylsucrose의 농도와 인지감미도(perceived sugar sweetness)의 관계를 psychophysical power function인  $S=KC^n$ 의 식으로 표현하여 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서와 같이 sucrose의 경우 K값은

Table 5. Relative sweetness of glycosylsucrose

Wt, % (relative sweetness)	Number of answers
17% (0.57)	3**
18% (0.56)	5*
19% (0.53)	9
20% (0.50)	16*
21% (0.47)	17**

Out of 20 answers :

\* significant at  $p \leq 0.05$

\*\* significant at  $p \leq 0.01$

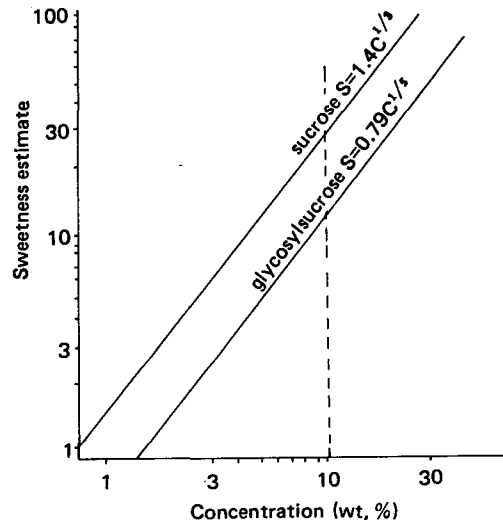


Fig. 4. Relationship between sugar concentration and perceived sweetness rated by magnitude estimation

S: Perceived sweetness n: exponent of the function

I: sugar concentration K: intercept value

1.4, n값은 1.3으로 문헌값<sup>20)</sup>과 일치하였으며 glycosylsucrose는 K값이 0.78, n값이 1.5이었다. n값이 1.0보다 크게 나타났으므로 sensory intensity는 physical intensity보다 빠르게 증가한다고 볼 수 있다. 또한 10% 농도에서 설탕이 30 ME(Magnitude Estimation), glycosylsucrose는 15 ME를 나타내어 설탕의 단맛이 glycosylsucrose보다 2배정도 강하였다.

4. Glycosylsucrose의 물리적 특성

1) Glycosylsucrose의 농도(wt, %)와 당도(Brix)와의 관계

Glycosylsucrose의 농도(wt, %)와 당도(Brix)와의 관계는 Fig. 5와 같다. Fig. 5와 같이 설탕의 당도(Brix)는 농도와 일치하였으며, glycosylsucrose의 경우 본 제품의 당도는 농도에 비해 전체적으로 약 1%씩, 일본제품의 당도는 약 2%씩 높게 나타났다.

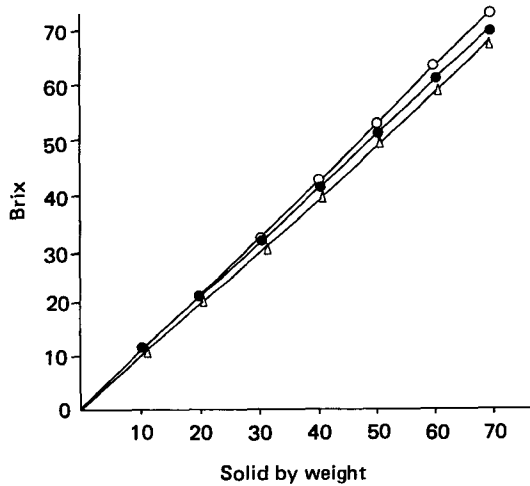


Fig. 5. Relationship between Brix and sugar solid by weight(%).  
 ●:sample  
 ○:Japanese product  
 △:sucrose

2) 비중과 굴절율

Glycosylsucrose의 비중과 굴절율은 Fig. 6에 나타내었다. 당 농도가 증가함에 따라 비중과 굴절율도 각각 비례적으로 증가하였으며, 일본제품은 본 제품보다 비중과 굴절율이 각각 약간씩 높게 나타났다. 70% glycosylsucrose의 비중은 본 제품이 1.355, 일본제품이 1.360 이었으며 acid-converted corn syrup의 비중 1.34~1.35<sup>21)</sup>와 유사하였다.

3) 점도

Glycosylsucrose의 농도에 따른 점도를 Fig. 7에서와 같이 온도가 증가함에 따라 점도가 상당히 감소하였으며, 농도가 증가함에 따라 점도도 증가하여, 농도의 증

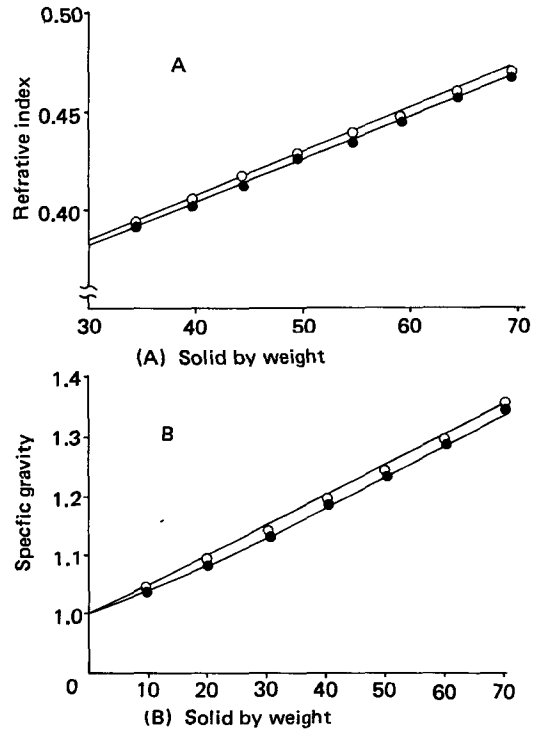


Fig. 6. (A) Refractive index of glycosylsucrose at 20°C  
 (B) Specific gravity of glycosylsucrose at 25°C  
 ●:Sample  
 ○:Japanese product

가는 점도가 증가하는 요인으로 작용하였다. 본 제품의 점도는 설탕이나 일본제품의 점도보다 높게 나타나, 25°C에서 65%인 경우 본 제품은 252 cp, 일본제품은 240 cp, 설탕은 120 cp이었다. 이는 본 제품의 당조성이 일본제품에 비해 GnF(n≥2)의 폴리사카라이드 양이 많이 존재하기 때문으로 사료된다(Table 3 참조) 따라서 glycosylsucrose는 60~70% 농도에서 잼과 같이 직접 제품을 이용할 수 있다고 생각된다.

4) 보습성

분말 glycosylsucrose의 초기 수분 함량을 감압 건조법에 의해 측정하였을때 3.5% 이었다. 이 시료를 포화 염용액으로 상대습도가 조절된 밀폐된 용기(PEC)에 넣었을때 Fig. 8과 같이 4~5일이 경과하면 평형 수분 함량에 도달되는 것을 알 수 있었다. 평형에 도달되는 시간은 PEC 원리를 이용한 McCune<sup>13)</sup>의 실험과도 일치하였으며, 7일이 경과한 후의 수분 흡수량을 등은 흡수 곡선으로 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9에서 glycosylsu-

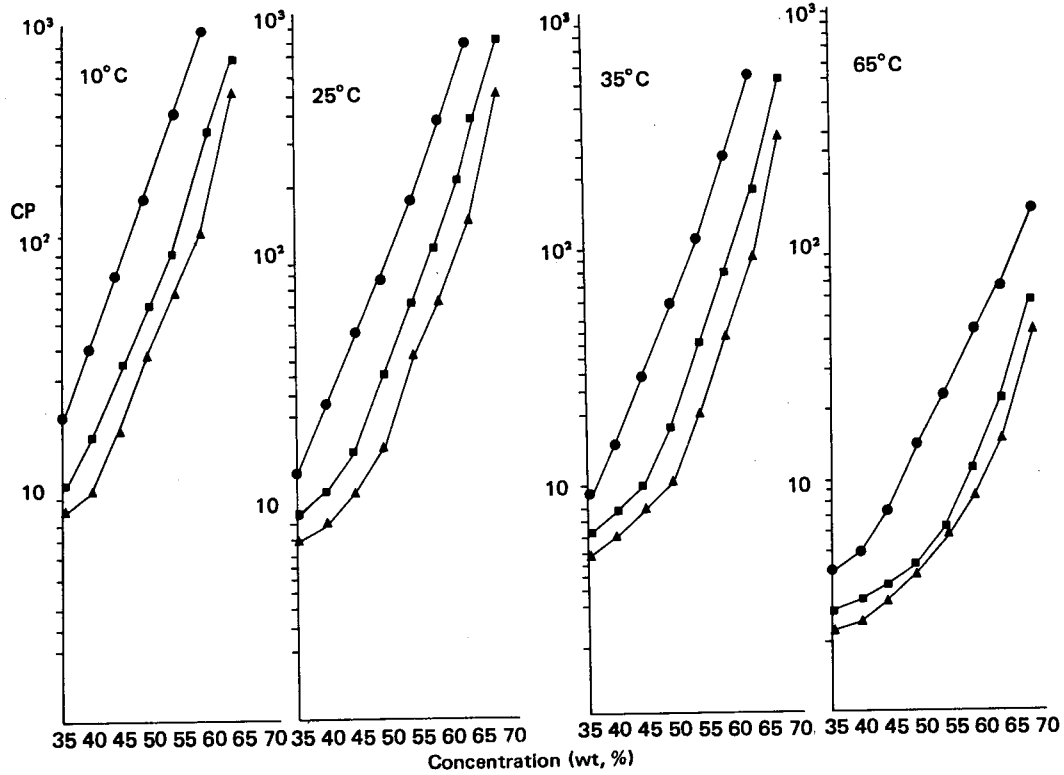


Fig. 7. Viscosity of glycosylsucrose at 10°C, 25°C, 35°C and 65°C

● : Sample  
 ■ : Japanese product  
 ▲ : Sucrose

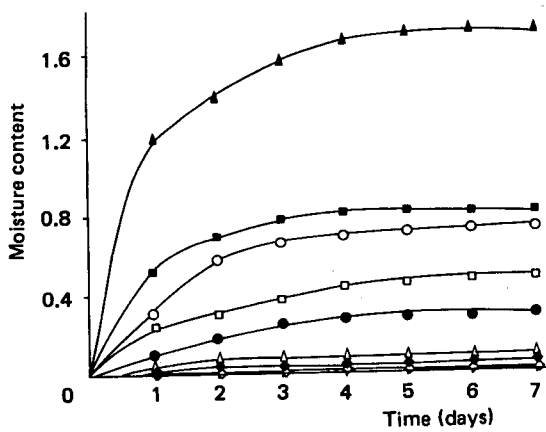


Fig. 8. Water absorption of glycosylsucrose stored in various Aw at 30°C for 7 days.

Aw : ◇—◇ : 0.22, ◆—◆ : 0.34, △—△ : 0.44  
 ●—● : 0.66, □—□ : 0.76, ○—○ : 0.86  
 ■—■ : 0.89, ▲—▲ : 0.96.

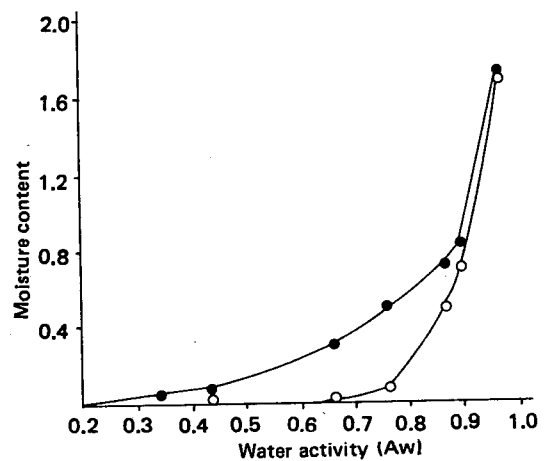


Fig. 9. Moisture content of glycosylsucrose at 30°C

●—● : Sample,  
 ○—○ : sucrose.



crose는 Aw 0.44 이상에서부터 수분흡수가 일어난 반면, 설탕은 Aw 0.76 이상에서 수분 흡수가 일어났다. Aw 0.8에서 glycosylsucrose의 수분 흡수량은 0.48 g H<sub>2</sub>O/g dry weight 이었고 설탕은 0.17 g H<sub>2</sub>O/g dry weight로 glycosylsucrose가 설탕보다 수분 흡습량이 더 컸다. 이러한 물리적 특성은 제빵시 설탕을 glycosylsucrose로 대체하였을때 보습성이 커서 촉촉한 상태를 오래 유지할 수 있을 것으로 기대된다.

5) 수분 활성

Glycosylsucrose의 수분활성을 Fig. 10에 나타내었다. Fig. 10에서와 같이 본 제품의 당농도가 65%일때의 수분활성은 0.905, 70%일때는 0.895 이었으며 일본제품은 본 제품보다 수분활성이 약간 높아 65%일때 0.917, 70%일때 0.897이었다. 수분활성은 식품의 저장성에 크게 영향을 미치는 요인<sup>22)</sup>으로 미생물의 생육 가능한 수분 활성은 박테리아의 경우 0.87이상, 효모는 0.80이상, 곰팡이는 0.70 이상이므로 glycosylsucrose는 70% 이상의 농도로 저장해야 미생물의 번식으로 인한 부패로부터 방지될 수 있다고 생각된다.

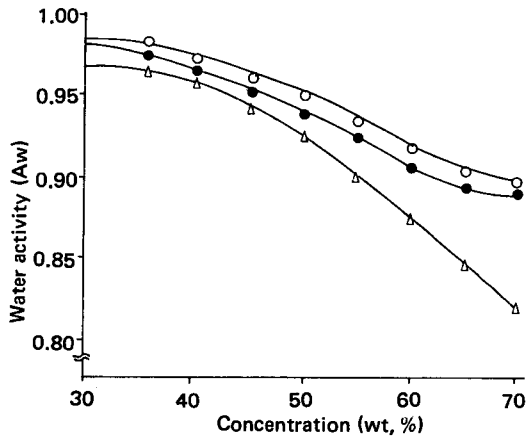


Fig. 10. Water activity of glycosylsucrose and sucrose at 20°C  
 ●—● : Sample  
 ○—○ : Japanese product  
 △—△ : Sucrose

5. Glycosylsucrose의 화학적 특성

1) Glycosylsucrose의 pH 및 열 안정성

Glycosylsucrose를 pH 3, 4, 6으로 조절한 후 60°C,

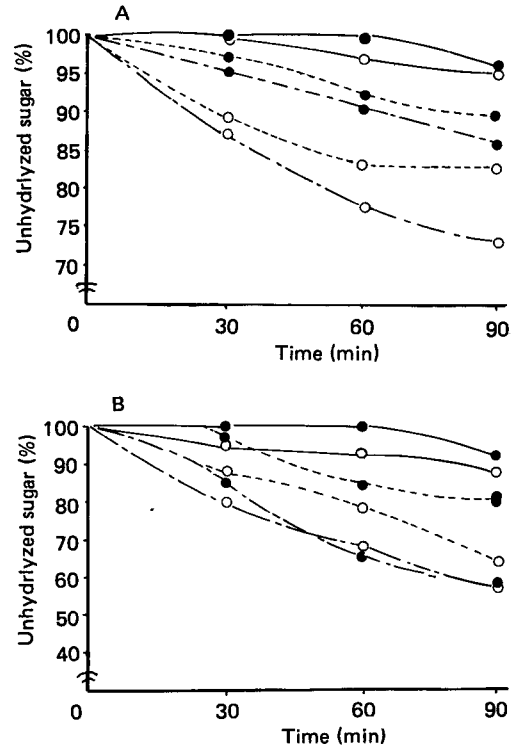


Fig. 11. Effect of pH and heating time on the stability of glycosylsucrose at 60°C (A), 100°C (B).

● : Sample  
 ○ : Japanese product  
 - - - : pH 3  
 ..... : pH 4  
 ——— : pH 6

100°C에서 30, 60, 90분간 열처리 하였을때 GnF(n≥2)의 잔존율은 Fig. 11에 나타내었다. Fig. 11에서와 같이 본 제품과 일본제품 모두 pH 6에서는 가열온도와 가열시간이 GnF(n≥2)의 파괴에 크게 영향을 주지 않았으나, pH가 낮고, 가열온도가 높고, 가열시간이 길수록 많이 파괴되었다. 즉 60°C에서 90분간 가열하였을때의 잔존율이 pH 4에서는 90%, pH 3에서는 58%로 동일한 온도에서 동시간 가열하였을때 pH가 낮을수록 많이 파괴되었다. 또 pH3의 경우 100°C에서 30분간 가열시 잔존율은 86%, 60분간 가열시는 65%, 90분 가열시는 57%로 가열시간이 증가함에 따라 많이 파괴되었다. 또, 본 제품은 일본 제품보다 대체적으로 파괴율이 적었다.

2) Glycosylsucrose의 Maillard 반응 특성

당용액과 pepton의 혼합용액을 가열하였을때 갈변정

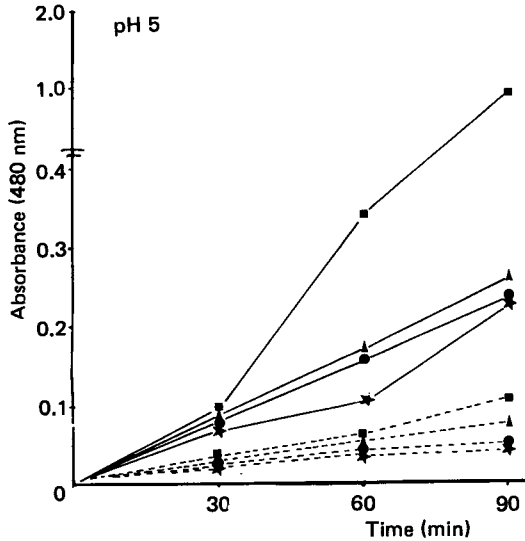


Fig. 12. Effect of heating temperature and time on the Maillard reaction of glycosylsucrose with pepton at pH5.  
 100°C : ..... Japanese product : ▲  
 120°C : ——— sucrose : ★  
 maltose : ■ sample : ●

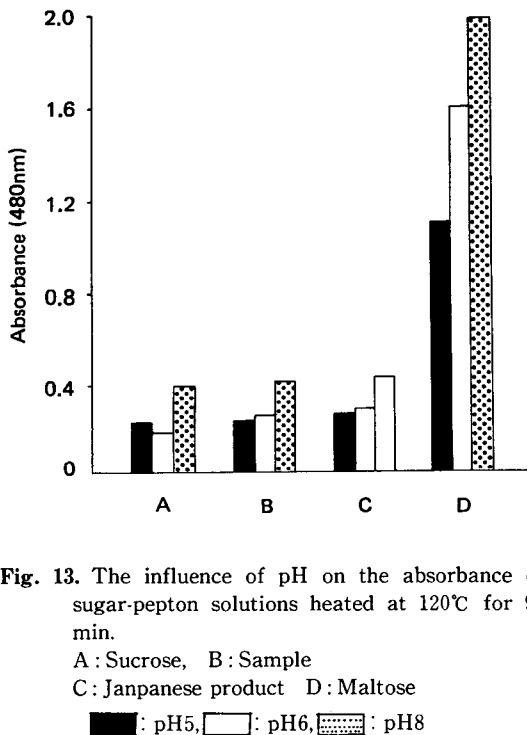


Fig. 13. The influence of pH on the absorbance of sugar-pepton solutions heated at 120°C for 90 min.  
 A : Sucrose, B : Sample  
 C : Japanese product D : Maltose  
 ■: pH5, □: pH6, ▨: pH8

도는 Fig. 12에서와 같이 환원당인 maltose가 가장 컸고, glycosylsucrose syrup은 비환원당인 설탕과 비슷하게 갈변이 매우 적게 일어나 보고된 결과<sup>2)</sup>와 일치하였으나, 본 제품이 일본제품보다 갈변이 더 적게 일어났다. 가열온도와 가열시간이 길때 갈변현상은 더욱 심하게 나타났다. 한편, pH를 완충액으로 조절하여 달리 만든 당-pepton 혼합액의 갈변정도는 Fig. 13과 같다. pH 5와 pH 6으로 조절한 혼합액의 갈변정도는 유사하였으나, pH 8일 경우에는 갈변이 크게 나타나 알칼리용액 중에서 갈변반응이 촉진된다는 보고<sup>23)</sup>와 일치하였다.

#### IV. 결 론

Glycosylsucrose의 이화학적 특성을 알아본 결과는 다음과 같다.

1. Glycosylsucrose의 일반 성분은 수분 63.6%, 건조물 36.4%이며, 건조물 중 총당량은 35.9%, 조단백은 0.34%, 조지방은 0.03%, 조회분은 0.04%이었다.

2. Glycosylsucrose의 주요 당조성은 maltotetraose 54.5%, sucrose 18.0%, glycosylsucrose 15.3%, maltosylsucrose 11.3% 이었으며 glucose, maltose, fructose, maltotriose의 양은 매우 적었다.

3. Glycosylsucrose의 관능적 특징으로 그룹 인식 역치값은 0.71%이며, 상대 감미도는 0.53 이었고, 단맛 강도는 power function( $S=KC^n$ )으로 나타내었을때  $n=1.5$ ,  $K=0.78$ 이었다.

4. Glycosylsucrose의 물리적 특성으로, 본 제품의 점도는 설탕이나 일본제품보다 약간 높게 나타났으며, 수분 흡습량은  $A_w$  0.8에서 0.48 g H<sub>2</sub>O/g dry weight으로 설탕(0.17 g H<sub>2</sub>O/g dry weight)보다 보습성이 컸다. 수분 활성은 당 농도 65~70%에서  $A_w$  0.9 근처를 나타냈다.

5. Glycosylsucrose의 pH 및 열 안정성은 pH가 낮고, 가열온도가 높고 가열시간이 길수록 많이 파괴되었으나 대체적으로 본 제품이 일본제품보다 안정성이 크게 나타났다. Maillard 반응 특성으로 glycosylsucrose를 pepton과 함께 가열하였을때 갈변정도는 설탕과 유사하게 적게 나타났으며, 알칼리 pH(pH8), 높은 가열온도, 오랜가열 조건하에서는 갈변이 촉진되었다.

### 감사의 글

본 논문은 88년도 교육부 학술연구 조성비에 의해 수행된 연구의 일부로 교육부측에 깊은 사의를 표합니다.

### REFERENCES

- 1) 内藤二佐男 : カツプリソグシュガー, 食品産業事典, 日本食糧新聞社, 東京, p. 177
- 2) 岡田茂孝, 北畑壽美雄 : 蔗糖を結合しに水飴の製造とその性質, 日本食品工業會誌, 22:p. 420.
- 3) Yamada, T., Kimura, S. and Igarashi, K., Metabolism of glycosylsucrose and maltosylsucrose by streptococcus mutans, *Caries Res.* 14:239, 1980.
- 4) Yamada, T., Igarashi, K. and Mitsutomi, M., Evaluation of cariogenicity of glycosylsucrose by a new method to measure pH under human dental plaque in situ, *J. Dental Res.*, 59:2152, 1980.
- 5) Junk, W.R. and Panrosast, H.M., Handbook of Sugars, The AVI publishing company, INC. 1973.
- 6) Okada, S., Kitahata, S., Yoshikawa, S. and Yoshida, M., Determination of maltooligosylsucrose by high performance liquid chromatography, *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, 25:229, 1978.
- 7) Meilgaard, M.D., Civill, G.V. and Carr, B.T., Sensory evaluation techniques, CRC press, INC. Boca Raton, Florida, 1987.
- 8) Swartz, M.L. and Furia, T.E., Special sensory panels for screening new synthetic sweeteners, *J. Food Technol.*, Nov:51, 1977.
- 9) ASTM, standard practice E679, Determination of odor and taste thresholds by a forced-choice ascending concentration serise methods of limits, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1979.
- 10) Cardello, A.V., Hunt, D. and Mann, B., Relative sweetness of fructose and sucrose in model solution, Lemon beverages and white cake, *J. Food Sci.*, 44: 748, 1979.
- 11) Howard R.M., Sensory evaluation by magnitude estimation, *J. Food Technol.*, Nov:16, 1974.
- 12) Lang, K.W., McCune, T.D. and Steinberg, M.P., A proximity equilibration cell for rapid determination of sorption isotherms, *J. Food Sci.*, 46:936, 1981.
- 13) McCune, T.D., Land, K.W. and Steinberg, M.P., Water activity determination with the proximity equilibration cell, *J. Food Sci.*, 46:724, 1981.
- 14) Rockland, L.B., Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5°C and 40°C, *Analytical Chemistry*, 32:1375, 1960.
- 15) Greenspan L., Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions, *J. Res. NBS. A. Physics & Chem.*, A81A:89, 1977.
- 16) Chinachoti, P. and Steinberg, M.P., Interaction of sucrose with starch during dehydration as shown by water sorption. *J. Food Sci.*, 49:1604, 1984.
- 17) Troller, J.A. and Christian, J.H.B., Water activity and Food, Academic Press. p. 36, 1978.
- 18) 김현구, 조길석, 강통삼, 신호선, 상대습도와 저장온도에 따른 건조마늘 플레이크의 갈변 및 흡습특성, 한국식품과학회지 19:176, 1987.
- 19) Fennema, O., Food Chemistry, second edition, Marcel Dekker, Inc., New York and Baset, 1985.
- 20) Pangborn, R.M., Relative taste intensities of selected sugars and organic acid, *J. Food Sci.*, 28: 726, 1963.
- 21) Corn Refiners Assoc., Critical data tables, 2nd edition, compiled by Corson, G.E., Corn. Refiners Assoc., Washington D.C., 1957.
- 22) Simatos, D. and Muton, J.L., Properties of water in foods, Martinus Nijhoff publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, p. 229, 1985.
- 23) Ashoor, S.H. and Zent, J.B., Maillard browning of common amino acid and sugars, *J. Food Sci.*, 49: 1206, 1984.