

대체감미료 당유도체의 유변성에 관한 연구

이철호 · 박춘상 · 한복진 · 김봉찬* · 장지향*

고려대학교 식품공학과

*(주)선일포도당 기술연구소

Studies on the Rheological Properties of Sugar Derivative Sweeteners

Cherl-Ho Lee, Choon-Sang Park, Bok-Jin Han, Bong-Chan Kim* and Ji-Hyang Jang*

Korea University, Seoul

*Sunhill Glucose Co. Ltd.

Abstract

The rheological properties and food functionality of the novel sugar derivatives, fructo-oligosaccharide, high maltose syrup(HMS), maltitol and sorbitol were examined and compared to those of sucrose. All samples tested showed Newtonian fluid property at the concentration range of 10% to the original concentrated products containing 69~81%w/w solid. HMS showed the highest viscosity. The viscosity increased($r=0.8038$) as the average molecular weight of sugar derivatives were increased. The viscosity increased exponentially as the concentration increased, and sugar alcohols had lower value of the exponent compared to HMS and fructo-oligosaccharide. The viscosity of sugar derivatives solutions decreased by the increasing temperature following the Arrhenius equation. The flow activation energies of sorbitol and HMS were higher than that of sucrose. Substitution of sucrose with fructo-oligosaccharide in apple jam processing did not change the textural characteristics, but in redbean jelly(yanggaeng) it reduced the hardness, adhesiveness, springiness and cohesiveness. When sucrose was 100% replaced by HMS, the texture of apple jam and redbean jelly was not changed, but by mixing sucrose and HMS 1 : 1 ratio, the hardness decreased substantially. The sugar alcohols reduced the hardness, adhesiveness, springiness of apple jam and redbean jelly significantly. Addition of fructo-oligosaccharide and HMS to sucrose did not influence the solidifying rate of candy, but sorbitol, even at 10% addition, retarded the candy moulding.

Key words : sugar derivative sweeteners, fructo-oligosaccharides, maltitol, sorbitol, maltose syrup, viscosity, texture, jam, jelly, candy

서 론

감미료는 식품공업에 사용되는 중요한 재료이며 국민 소득의 증가와 식생활패턴의 변화에 따라 그 소비량이 최근 크게 증가하고 있다. 감미료로 가장 많이 전통적으로 사용되어온 것이 설탕이지만 최근 설탕의 과잉 섭취에 기인하는 비만증, 당뇨병, 콜레스테롤이나 중성지방 증가 및 충치 등의 피해가 널리 알려지면서 새로운 대체감미료에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 시대적 요구에 맞추어 최근 여러 가지 당유도체들이 공업적으로 생산되고 있다. 설탕 대체용으로 생산되는 주요 당유도체로는 포도당, 맥아당, 유당, fructo-oligosaccharide 등 당질계 감미료와 sorbitol, maltitol 등의 당알콜계 감미

료들이 있다.

Fructo-oligosaccharide는 기장 등의 고등식물에 미량으로 생산되는 천연물질이다⁽¹⁾. 공업적으로는 설탕에 미생물(*Asp. niger*)이 생산하는 과당전이효소(β -fructofranase)를 작용시켜 sucrose의 잔기에 1~3분자의 fructose를 C₂, C₁의 위치에 β -결합시켜 만들어진다⁽²⁾. 제조 방법에 따라 단일 올리고당이 98% 이상 함유된 제품도 만들 수 있으나 현재 국내에서 생산되는 제품은 sucrose 잔기에 fructose가 1분자(GF₂) 혹은 2분자(GF₃) 더 결합한 올리고당들의 혼합물이 50% 정도 함유되어 있고 그 외에 설탕과 당당이 섞여있는 물질이다.

Fructo-oligosaccharide는 설탕의 우수한 단맛과 조직감을 그대로 가지고 있으나 생체내 효소에 의해 분해되지 않는 난소화성 당질로서 이것을 섭취하면 그대로 대장에 도달하여 장내 유용균 특히, Bifidobacterium의 증식을 촉진시켜 대장균 등 장내 유해균의 생육이 억제되며

Corresponding author : Cherl-Ho Lee, Department of Food Technology, Korea University, 1, 5-ka, Anam-dong, Sungbuk-ku, Seoul, Korea

Table 1. Sugar compositions and Average Molecular Weight of sugar derivatives

	Fructo-oligo-saccharide		Maltitol		High Maltose Syrup		Sorbitol 70		Sorbitol 1030	
Average molecular weight	410.71		391.10		387.04		231.02		193.54	
Compositions of sugar derivatives	Fructose	4.7	Sorbitol	1.4	Glucose	1.4	Sorbitol	83.56	Sorbitol	94.56
	Glucose	31.4	Maltitol	72.7	Maltose	72.7	Maltitol	6.80	Maltitol	3.53
	Sucrose	13.0	Maltitritol	15.6	Maltotriose	15.6	Maltitritol	5.45	Maltitritol	0.97
	GF ₂ ^{a)}	23.7	Maltitriol	5.6	DP ⁺ 4 ^{c)}	7.0	DP ⁺ 4 ^{c)}	4.20	DP ⁺ 4 ^{c)}	0.55
	GF ₃ ^{b)}	27.3	DP ⁺ 4 ^{c)}	4.7						
Solid content of raw product	77.6%		73.6%		81.23%		71.71%		68.7%	

a) GF₂ : (Glucose-Fructose-Fructose)
 b) GF₃ : (Glucose-Fructose-Fructose-Fructose)
 c) DP⁺ : Degree of Polymerization

장내부패나 변비를 막아주는 효과가 있고 충치를 예방하는 효과도 있다^(3,4).

High maltose syrup(HMS)은 전분을 곰팡이 및 맥아에서 추출한 효소들로 당화시킨 후 이온교환수지를 통하여 탈색, 탈취, 탈염하여 만든 정제 백아몰렛으로 무색무취하여 여러 가지 식품제조에 널리 사용되고 있다. 몰렛의 감미도는 설탕의 50% 이하이나 점도를 높여주는 효과나 식품의 조직 형성, 보습성, 빙점강하 등 여러 가지 식품기능성을 가지고 있다⁽⁵⁾.

Sorbitol은 1892년 Boussingault가 산딸기와 마가목의 열매로부터 결정을 추출한 것이 최초이나 공업적으로는 포도당을 고압접촉환원시켜 얻어지는 6개의 -OH기를 가진 다가 알콜이다⁽⁶⁾. 무색, 무취, 침상결정으로 설탕의 55~65% 단맛을 지니며 화학적으로 안정하여 미생물의 작용을 받기 어려우므로 제품의 착색, 혼탁 또는 산도의 증가를 방지하는 안정제로서의 기능이 크다. 사용기준에 제한이 없는 식품첨가물로 허가되어 있으며 습윤조제, 유연제, 노화방지제 및 윤기를 내는 용도로 사용되고 있다.

Maltitol은 포도당에 sorbitol이 결합되어 있는 이당류 당알콜로 공업적으로는 maltose를 원료로하여 수소에 의한 접촉환원에 의하여 제조된다. 흔히 소량의 sorbitol과 maltotriol 등의 올리고 당알콜을 소량 포함하고 있다. 물에 녹기쉽고 무색투명한 중성의 점조성 액체로서 설탕의 70% 수준의 감미가 있고 난발효성, 비결정성, 보습성, 보향성 등이 뛰어난 식품첨가물이다. 특히, 체내에서 거의 소화흡수되지 않아서 저칼로리이며 혈당치의 상승을 거의 볼 수 없는 감미료이다⁽⁹⁾.

본 연구에서는 이들 네 가지 대체감미료의 유변학적 성질(rheological property)을 설탕과 비교하였으며 잼, 양갱, 캔디에 사용되었을 때 나타나는 제품의 조직감 특성을 평가분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 시험에 사용된 당유도체들은 선일포도당에서 제공 받았다. Table 1은 HPLC분석에 의한 당원액의 성분조성과 이로부터 구한 평균분자량과 제품의 고형분함량을 나타내고 있다.

점도측정

당원액을 희석하여 일정농도(10~50% w/w)로 조정된 것과 당원액 자체를 각각 시료로 사용하였다. Brookfield synchroelectric viscometer Model LVT (Brookfield Engineering Lab. Inc., Soughton, Mass.)를 사용하였으며 낮은 농도에서는 UL-adaptor를 사용하였다. 당원액의 경우 진공펌프를 이용하여 실온에서 탈기 한 후 측정하였으며 모든 시료는 측정온도에서 30분 이상 열적평형을 이룬 후 측정하였다. 점도계의 회전속도를 0.3 rpm에서 60 rpm으로 증가시키면서 층밀림속도 의존성을 조사하였고 측정온도를 20℃에서부터 60℃로 변화시키면서 온도의존성을 조사하였다⁽⁹⁾.

잼 및 양갱의 제조 및 조직감 측정

당유도체를 설탕의 50%(w/w) 혹은 100%(w/w) 대 치한 사과잼과 팔양갱을 제조하였다⁽⁹⁾. 제조된 시료의 고형분함량이 동일하도록 조제하여 사과잼의 경우 제품의 당도가 63.0~65.5°Brix이었으며 팔양갱은 61.5~64.5°Brix 범위에 들었다.

사과잼의 조직감은 Rheometer (RUDJ-DM, Japan)의 구형탐침(직경 1.5 cm)을 이용하여 김⁽¹⁰⁾의 방법과 유사한 침투복귀시험으로 측정하였다. 팔양갱은 2×2×1 cm 크기로 절단하여 Rheometer를 이용한 2회반복 압착시험을 실시하였다⁽⁸⁾. 이 때 변형률은 50%이었으며

Table 2. Viscosity of sugar derivatives at different concentrations in water(30°C)

	Viscosity(cP)						Raw ^{a)}
	10%	20%	30%	40%	50%	65%	
H.M.S ^{b)}	1.14	1.64	2.69	5.38	12.50	106.07	>20000
Fructo- ^{c)}	1.07	1.60	2.57	4.73	11.41	72.18	3700
Maltitol	1.10	1.58	2.57	4.82	10.93	61.93	926
Sor 70 ^{d)}	1.02	1.51	2.31	4.14	9.17	60.53	130.1
Sor 1030 ^{e)}	1.04	1.49	2.22	4.2	9.27	62.71	84
Sucrose	1.06	1.48	2.34	4.35	10.43		
Glucose	1.07	1.5	2.18	3.76	7.98		

- a) Commercial product
- b) High maltose syrup
- c) Fructo-oligosaccharide
- d) Sorbitol 70
- e) Sorbitol 1030

평면 probe의 직경은 2.6 cm이었다.

캔디 성형능력시험

당류의 종류에 따른 캔디의 성형능력을 보기 위하여 설탕에 각 당유도체를 10~17%까지 대체하면서 가열 후 성형되는 정도를 관찰하였다. 설탕 350g과 물 150g을 냄비에 함께 담아서 열원(800 W의 전기코로)에 올려서 끓여 110°C가 되면 각 시료에 따라 정해진 액상의 당류를 가하고 다시 가열하여 145°C가 되면 열원에서 내려서 바로 depositing법으로 테프론코팅된 캔디몰드에 4.5g씩 부어 실온에서 냉각 성형하였다⁹⁾.

결 과

당유도체 용액의 유변성

유동특성

당유도체 용액의 농도 10~50% 범위에서 층밀림속도(r)에 대한 층밀림변형력(τ)의 변화는 직선적인 관계를 나타내어 시험된 모든 당유도체들은 뉴우톤 점성모델로 나타낼 수 있었다

$$\tau = \eta r \quad \eta : \text{점도(viscosity)}$$

Table 2는 당유도체들의 농도별 점도를 계산한 것이다. HMS의 점도가 가장 높았으며 원액(81.23% 고형분, w/w)의 점도는 Brookfield 점도계 LVT Model의 측정 한계를 벗어나는 높은 점도를 보였다. Fructo-oligosaccharide와 maltitol도 설탕보다는 높은 점도를 보였으며 sorbitol과 포도당의 점도는 설탕보다 낮았다. 일반적으로 평균분자량이 클 수록 점도는 높았으며 Fig. 1과 같이 50% 용액의 점도와 평균분자량은 대략 직선적 상관관계($r=0.8368$)를 나타내었으나 HMS가 비교적 크게 벗어

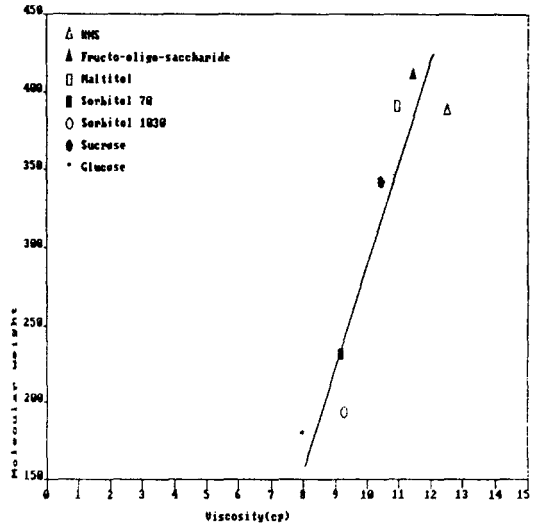


Fig. 1. Plots of viscosity vs. average molecular weight of sugar derivatives at the concentration of 50% in water

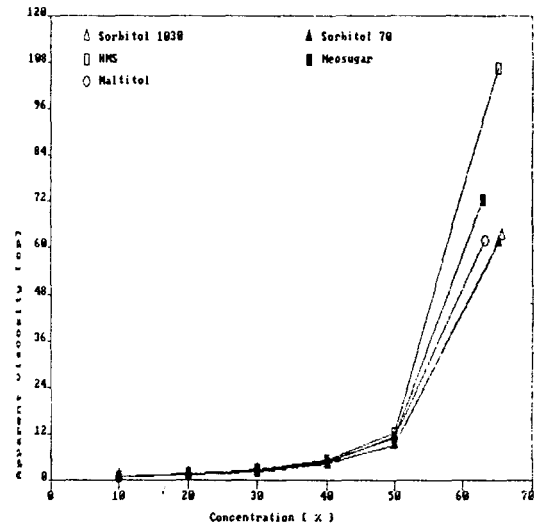


Fig. 2. Changes in the viscosity of sugar derivatives at different concentrations

나고 있다. 이것은 HMS에 포함되어 있는 DP_n 이상의 dextrin분자에 주로 기인하는 것으로 판단된다.

농도의존성

당유도체들의 농도증가에 따라 점도는 지수적 증가추세를 나타내었는데 Fig. 2에서 보는 바와 같이 고형분농도 50% 수준에서 급격한 증가현상을 나타내었다.

이러한 농도에 따른 점도의 지수적 증가 현상은 아래와 같은 지수 함수로 나타낼 수 있었다.

$$\eta = A \text{ Exp}(K \cdot C)$$

Table 3. Equations expressing the change in viscosity of sugar derivatives by concentration in water(30°C)

Sugar derivatives	Viscosity model ^{a)} constants		Correlation coefficient
	A ^{a)}	K ^{a)}	
High maltose syrup	0.3065	0.0812	0.9387
Fructo-oligosaccharide	0.3506	0.0745	0.9447
Maltitol	0.3734	0.0721	0.9536
Sorbitol 70	0.3403	0.0720	0.9369
Sorbitol 1030	0.3364	0.0724	0.9343
Sucrose	0.5106	0.0565	0.9660
Glucose	0.5767	0.0493	0.9703

a) $\eta = A \times \text{Exp}(K \times C)$
 η : Viscosity(cp)
 A, K : Constant
 C : Concentration(% , w/w)

η : 점도(cP)
 C : 농도(% , w/w)
 A.K. : 상수값들

각 당유도체용액의 점도에 대한 농도의존성을 계산한 결과는 Table 3과 같다. 모든 당이 지수함수식에 잘 적용되어 높은 상관계수(>0.93)를 나타내었으며 농도의 존성지수(K)는 평균분자량과 무관하였으며 당알콜류가 HMS나 fructo-oligosaccharide보다 낮은 값을 보였다. 이것은 50% 이상의 농도에서는 평균분자량의 크기보다는 분자간 결합력의 크기가 더 중요하게 작용함을 시사하고 있다.

온도의존성

온도변화에 따른 당유도체용액의 점도변화는 온도 20°C에서 60°C까지의 범위에서 다음과 같은 Arrhenius식으로 나타낼 수 있었다.

$$\eta = A \text{Exp}(E_a/RT)$$

A : 상수
 R : 기체상수
 T : 절대온도
 E_a : 활성화에너지(kcal/g mole)

50% 용액과 당원액들의 점도변화를 온도변화(1/T)에 따라 반대수 좌표에 표시한 결과 모두 직선적인 관계를 나타내었으며 이로부터 구한 각 당유도체의 Arrhenius 식은 Table 4와 같다. 50% 당용액의 경우를 비교하여 보면 sorbitol과 HMS의 유동활성화에너지는 6.70 kcal/g·mole 및 6.66 kcal/g·mole로 설탕의 6.40 kcal/g·mole보다 크게 나타난 반면 fructo-oligosaccharide와 maltitol의 활성화에너지는 6.07 및 6.14 kcal/g·mole로 낮게 나타났다.

Table 4. Arrhenius equation expressing the effect of temperature on the viscosity of sugar derivatives

Sample	Concentration (w/w, %)	Viscosity model ^{a)}	
		A ^{a)} ($\times 10^{-3}$)	E _a ^{a)}
High maltose syrup	50	0.1920	6.6610
	70	0.8873	10.7865
Fructo-oligo-saccharide	50	0.4750	6.0680
	77	0.8225	16.6249
Maltitol	50	0.4100	6.1368
	75	0.8392	14.7350
Sorbitol 70	50	0.1310	6.7028
	69	0.8824	10.4347
Sorbitol 1030	50	0.1770	6.5474
	63	0.8916	9.5763
Sucrose	50	0.2460	6.4033
Glucose	50	0.2290	6.3039

a) $\eta = A \times \text{Exp}(E_a/RT)$
 η : Viscosity
 A : Constant
 R : Gas constant
 T : Absolute temperature
 E_a : Activation energy(kcal/g mole)

Table 5. Texture parameters of the apple jams made from different sugar derivatives

Texture parameters			
		Adhesiveness (erg/cm ²)	Hardness (g force)
Sucrose	100%	65.86 ± 2.45	59.53 ± 3.60
Fructo.o.	a) 50%	56.59 ± 9.13	59.76 ± 2.89
Fructo.o.	a) 100%	62.14 ± 6.09	59.05 ± 5.95
Sorbitol	50%	58.99 ± 4.53	60.00 ± 5.95
Sorbitol	100%	51.84 ± 4.71	46.57 ± 3.09
Maltitol	50%	48.91 ± 3.87	50.36 ± 3.25
Maltitol	100%	39.68 ± 2.88	35.14 ± 3.25
H.M.S.	b) 50%	39.27 ± 5.55	36.67 ± 0.83
H.M.S.	b) 100%	61.92 ± 8.50	58.57 ± 3.78

a) Fructo-oligosaccharide
 b) High maltose syrup

조직감 변화

Table 5는 사과잼의 침투복귀시험에서 얻은 힘-거리곡선으로부터 계산한 잼의 조직감 파라미터이다. Fructo-oligosaccharide는 설탕과 50% 혹은 전량 대체하여도 잼의 견고성과 부착성에 크게 영향을 미치지 않았다. HMS는 100% 대체하였을 때에는 대조구와 비슷하였으나 설탕과 50%씩 혼합할 경우 견고성이나 부착성이 크게 감소하였다. Sorbitol과 maltitol은 전량 대체했을 경우

Table 6. Texture parameters of Yangang (Redbean jelly) made from different sugar derivatives

		Texture parameters			
		Hardness(g force/cm ²)	Adhesiveness(erg/cm ²)	Springiness(%)	Cohesiveness(%)
Sucrose	100%	361± 38.1	6.2± 2.1	92.3	26.6
Fructo.o. a)	50%	230± 10.8	3.2± 0.8	88.1	19.8
Fructo.o.	100%	273± 36.3	3.0± 0.9	86.8	13.5
Sorbitol	50%	265± 31.0	2.6± 0.9	72.3	25.0
Sorbitol	100%	275± 18.5	2.9± 0.9	75.8	20.1
H.M.S. b)	50%	273± 18.5	6.9± 1.1	98.6	17.6
H.M.S.	100%	330± 8.4	6.0± 0.7	99.3	18.6

a) Fructo.o. : fructo-oligosaccharide
 b) H.M.S. : High Maltose Syrup

Table 7. Time for the solidification of candy added with difference sugar derivatives

	Solidification time(min)						
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
High maltose syrup	5	5	5	5	5	5	5
Fructo-oligosaccharide	5	5	5	5	5	5	5
Sorbitol	7	25	50	bad	<·Not molded>		

고 찰

본 실험의 목적은 당유도체들의 종류에 따라 용액의 유변성이 어떻게 달라지며 이것이 식품의 조직감 특성에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보려는데 있었다. 시험에 사용된 대체감미료는 모두 70~80% 농도에서 상온에서 액상을 유지하는 물질이었으나, 설탕은 20°C에서 66.32% 농도 이상에서는 결정화되는 특징을 가지고 있다. 이러한 성질의 차이로 인하여 분자량의 크기와 50% 용액의 점도가 낮음에도 불구하고 설탕으로 만든 잼이나 양갱의 경도가 HMS나 Fructo-oligo 당으로 만든 제품보다 높게 나타나는 것이라고 판단된다.

Maltitol은 평균분자량은 크나 용액의 점도와 농도의 존성지수가 낮으며 이러한 성질은 잼에서의 견고성이 다른 당에 비하여 크게 떨어지는 현상으로 나타나고 있다. 팥양갱과 캔디 성형시험에서 maltitol이 제외되긴 하였으나 sorbitol과 큰 차이를 나타내지 않을 것으로 판단된다. 따라서 당알콜류는 설탕, 맥아당, fructo-oligosaccharide 등의 당류보다는 분자간 결합력이 약하며 이것은 같은 농도에서 비교적 낮은 점도, 낮은 농도의 존성 지수, 잼이나 양갱의 견고성, 부착성, 탄력성 등의 저하, 캔디의 고화속도 저하 등의 현상으로 나타난다고 보여진다.

본 실험에서 측정한 50% 당용액의 유동활성화에너지의 크기는 당의 종류에 따라 다소 차이를 보였으나 이 값은 잼이나 양갱의 물성 혹은 캔디의 성형능력과는 무관한 것으로 판단된다.

요 약

대체감미료로 사용되고 있는 당유도체들 fructo-oligo 당, HMS, sorbitol 및 maltitol의 유동특성과 식품기능성을 설탕과 비교하였다. 시험된 모든 당유도체 용액은 농도범위 10%에서 원액에 이르기까지 뉴우턴성 유체특

잼의 견고성과 부착성을 크게 감소시켰으나 설탕과 50%씩 혼합하면 다소 회복되었다.

반면 팥양갱에서는 Table 6에서 보는 바와 같이 fructo-oligosaccharide의 사용으로 견고성, 부착성, 탄력성, 응집성이 모두 크게 저하하였으며, sorbitol 사용시와 거의 같은 수준을 보였다. HMS를 사용할 경우에는 견고성과 응집성은 다소 떨어지나 부착성과 탄력성은 설탕을 사용한 시료와 비교하여 큰 차이를 나타내지 않았다. 이 경우에는 설탕과 HMS를 50%씩 혼용할 경우 견고성이 크게 감소하였다. Fructo-oligosaccharide도 설탕과 50%씩 혼용할 경우 팥양갱의 견고성을 저하시켰다.

캔디의 성형능력

Fructo-oligosaccharide, HMS, sorbitol를 각각 sucrose의 10%에서부터 70%까지 대체하여 캔디를 만들었을 때의 성형능력은 Table 7과 같다.

Fructo-oligosaccharide와 HMS는 설탕의 70%까지 대체하여도 실온에서 5분 이내에 완전히 굳은 캔디를 형성하였다. 그러나 sorbitol은 10% 첨가로 이미 고화의 지연현상을 나타내었으며 30% 대체할 경우 50분 후에도 완전히 굳지않아 몰드에서 빼낼 때 20개 중 45%가 파손되었다. Sorbitol을 50% 이상 대체할 경우에는 전혀 성형이 되지않았다.

성을 나타내었으며 HMS의 점도가 가장 높고 fructo-oligo 당, maltitol, 설탕, sorbitol, 포도당 순으로 점도가 낮아졌다. 용액의 점도가 평균분자량과 직선적 상관관계($r=0.8038$)를 보였다. 농도증가에 따라 점도는 지수적 증가추세를 나타내었으며 농도의존성지수는 당알콜류가 HMS나 fructo-oligo 당 보다 낮았다. 온도증가에 따라 당용액의 점도는 지수적 감소경향을 보여 Arrhenius 식을 따랐으며 유동활성화에너지는 sorbitol과 HMS가 설탕보다 큰 반면 fructo-oligo 당과 maltitol은 설탕보다 작았다. Fructo-oligo 당을 사과잼에 설탕 대용으로 사용하였을 경우에는 조직감에 영향을 미치지 않았으나 팔양갱에서는 견고성, 부착성, 탄력성, 응집성을 모두 크게 저하시켰다. HMS는 사과잼과 팔양갱에 설탕 대용으로 전량 대체할 경우 큰 조직감 변화를 가져오지 않으나 설탕과 50%씩 혼용할 경우 견고성이 크게 저하되었다. 반면 당알콜류를 설탕대용으로 잼이나 양갱에 사용할 경우 견고성, 부착성, 탄력성을 저하시켰다. Fructo-oligo 당과 HMS를 설탕에 첨가할 경우 캔디의 고화속도에 큰 변화가 없으나 sorbitol은 고화속도를 크게 저하시켰다.

감사의 말

이 연구는 (주) 선일포도당의 연구비 지원으로 수행된 것으로 감사를 드리는 바이다.

문 헌

1. 과자종합기술센터 : 과자용 신소재 이용 기술시리즈 No. 11 'Fructo-oligo 당', p.12(일본) (1985)
2. Jung, K.H., Yun, J.W., Kang, K.R., Lim, J.Y. and Lee, J.H. : Mathematical model for enzymic production of fructo-oligosaccharide from sucrose. *Enzyme Microb. Technol.*, 11(8), 491(1989)
3. 松田和雄 : 오리고당 및 다당의 생화학적 연구. 일본농예화학회지. 25(10), 549(1984)
4. Oku, T., Tokunaga, T. and Hosoya, N. : Non-digestibility of a new sweetener, 'Neo-sugar', in the rat. *J. Nutr.*, 114, 1574(1984)
5. 김동훈 : 식품화학. 탐구방, p.120 (1988)
6. 솔비톨의 특성과 용도. 선일포도당(주) (1987)
7. Property of crystalline maltitol. Technical Information 870609, Towa Chemical Industry Co., Ltd.(1987)
8. 이철호, 이진근, 채수규, 박봉상 : 식품공업품질관리론. 유림문화사, p.80(1990)
9. 한복진 : 당유도체들의 식품기능성에 관한 연구. 고려대학교 식량개발대학원 석사학위 논문(1990)
10. 김영성 : 원료의 압출조리 전처리가 고추장의 품질에 미치는 영향. 고려대학교 대학원 석사학위논문(1989)

(1990년 9월 10일 접수)