

## 대체 감미료와 low methoxyl pectin을 이용한 저열량 pectin 겔의 제조

오혜숙 · 이명희\* · 문수재\*\*

상지대학교 자연과학대학 식품영양학과, \*배재대학교 가정교육학과, \*\*연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

### Replacement of sucrose with other sweeteners and low methoxyl pectin in low caloric pectin gels

Hae-Sook Oh, Myung-Hee Lee\* and Soo-Jae Moon\*\*

*Dept. of Food & Nutr., Sangi Univ*

*\*Dept. of Home Economics Education, Paichai Univ*

*\*\*Dept. of Food & Nutr., Yonsei Univ*

#### Abstract

The effect of sugar alcohols in the preparation of acceptable low methoxyl pectin(LMP) jellies were studied. Sensory scores analysis, Hunter's color parameters and texture profile analysis using universal testing machine were performed. The composition of sweeteners used in this study were 100% sucrose, 75% sucrose and 25% maltitol, 50% sucrose and 50% maltitol, and 50% sucrose, 25% maltitol, 12.5% sorbitol and 12.5% mannitol. LMP jellies with 100% sucrose showed the strongest sweetness among them. Other sensory characteristics of LMP jellies were regarded as same. Hunter's value of lightness, redness and yellowness of 100% sucrose jellies and jellies substituted with maltitol up to 25% were not significantly different, but those of LMP jellies substituted with 50% sugar alcohols were higher( $p < 0.01$ ) than other 3 types of jellies. As substitution ratio was increased, springiness and chewiness were lower( $p < 0.01$ ). Fracturability( $p < 0.01$ ) and hardness( $p < 0.05$ ) of jellies made of 100% sucrose and 75% sucrose and 25% maltitol showed higher value than the other jellies. Springiness of jelles sweetened with sucrose and 3 sugar alcohols was the highest( $p < 0.05$ ). Replacement of sucrose by sugar alcohol did not influenced on gumminess and cohesiveness of LMP jellies.

## 1. 서 론

현재 전세계적으로 사용하고 있는 감미료는 대략 30여 가지이며, 이들 중 많이 쓰이는 것으로는 설탕, 포도당, 과당, 이성화당, 꿀, corn syrup 및 sorbitol 등의 천연 감미료와 saccharine, aspartame과 같은 합성 감미료가 있다<sup>1)</sup>. 설탕은 가장 보편적으로 사용되어 온 감미료로서 식품공업에서 차지하는 비율이 매우 크다. 이는 설탕이 갖는 기본적인 맛 외에 점도, 색깔, 저장성, 조직감과 질감 등 여러 기능성을 부여함으로써 식품의 품질에 지대한 영향을 주는데 기인하는 것이다.

경제 수준의 향상과 더불어 생활방식이 크게 변화됨에 따라 가공 혹은 정제 식품 및 편이 식품의 섭취가 급증하였고, 그 결과 당뇨병이나 비만증의 병발 현상이 주요한 건강문제로 대두되고 있다. 당뇨병의 발생 경향을 살펴보면, 1960년대의 당뇨병 유병율은 전국민의 1% 정도에 불과하던 것이 매년 빠른 속도로 증가되어 1984년에는 대략 120만 명의 환자가 있는 것으로 집계되고 있다. 뿐만 아니라 이들의 사망율은 매우 높은 편으로 당뇨병은 이미 한국인의 사망 원인 중 10위 이내의 위치를 차지하고 있는 실정이다<sup>2,3)</sup>. 당뇨병을 비롯한 성인

병에 대한 관심이 증대됨에 따라 자연적으로 탄수화물성 감미료의 섭취를 제한하려는 경향을 나타냈고, 이와 동시에 저열량 혹은 무열량 감미료에 대한 욕구도 생겨나게 되었다.

1980년대에는 우리나라에서도 무가당 juice를 시작으로 icecream, gum 종류, 혼합 음료 등에서 무가당 제품이 개발되어 시판되고 있다<sup>4)</sup>. 이들 제품에는 체내에 흡수되어 열량을 내는 탄수화물성 천연 감미료 대신 인체에 흡수되지 않거나 이용되지 않으나 단맛은 거의 그대로 유지할 수 있는 합성감미료가 이용되고 있다<sup>5)</sup>.

Low methoxyl pectin(이하 LMP라 함) gel은 gel구조를 형성하는데 있어 설탕이 절대적인 역할을 하는 것이 아니기 때문에 흔히 성인병 식이의 개발에 그 유용성이 제시된 바 있다<sup>6)</sup>. 저지방 및 저열량 식품에 대한 최근의 선호추세를 감안할 때 여러 식품의 제조에 있어서 설탕의 사용량을 감소시킬 수 있는 방법들의 모색이 필요하다고 사료되며, 대체 감미료의 이용에 관한 검토는 매우 효과적인 대책이 될 수 있을 것으로 기대된다. 당알코올류는 gel상 식품의 구조를 이루는데 설탕이 줄 수 있는 제 기능성을 갖기 때문에 이러한 목적에 부합되는 감미료이다<sup>1)</sup>.

Hyvönen과 Törmä<sup>7,8)</sup>는 딸기잼 제조시 설탕 대신 fructose, high fructose corn syrup, lactose 등의 당류와 xylitol, sorbitol과 같은 당알코올 및 합성 감미료인 saccharine, aspartame을 사용하여 그들의 기호도를 조사하였다. 그 결과 jam 제조시 설탕의 대체 가능성을 확인할 수 있었으나, 당알코올을 사용한 경우에는 질감이 불량한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 딸기 과즙으로 설탕과 당알코올의 첨가 비율을 달리하여 LMP jelly를 제조하였으며, 당알코올이 LMP jelly의 단맛의 정도, 색깔 및 질감에 미치는 영향을 조사하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

LMP jelly의 제조에 사용한 감미료의 종류는 전보<sup>9)</sup>와 동일하였고, LMP는 The Copenhagen Genu Citrus Pectin Type 101 AS였다.

### 2. 실험방법

#### (1) 과즙의 제조

전보<sup>9)</sup>와 동일하게 처리하였다.

#### (2) LMP jelly의 제조

LMP jelly는 Table 1에 제시한 바와 같이 LMP jelly 100 g속에 0.75% LMP, 30% 감미료, 40 mg Ca<sup>++</sup>을 함유하도록 오<sup>9)</sup>의 방법을 약간 변형하여 사용하였다. 이때 사용한 설탕 및 당알코올의 종류와 사용비율은 전보<sup>9)</sup>와 같다.

#### (3) 관능검사의 실시

LMP jelly의 관능특성은 전보<sup>9)</sup>의 HMP jelly와 같이 10주간 훈련시킨 관능검사원들을 통해 단맛의 강도, 색깔, 조적감 그리고 전반적인 기호도에 대해 평가하도록 하였다.

#### (4) 색도의 측정

LMP jelly의 색깔은 색차계(Color & color difference meter, "Color Ace" Model TC-8600, Tokyo, Denshoku Co.,)를 이용하여 전보<sup>9)</sup>와 같은 조건으로 측정하였다.

(5) Universal testing machine(UTM)에 의한 jelly의 질감 측정

설탕의 일부를 비율을 달리하여 당알코올로 대체한 LMP jelly의 기계적 질감 특성은 UTM(Model 2000, Ti-

Table 1. Preparation of 100 g of LMP jelly

pectin(LMP)	0.75 g
sweeteners	30 g
strawberry juice	65 g
6% Na-citrate	1.6 ml
60% citric acid	0.8 ml
3.67% CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O(10 mg Ca <sup>++</sup> /ml)	4 ml

nius Olsen Co., USA)으로 측정하였으며, 측정 조건은 다음과 같았다.

test type	two bite test
fixture	compression anvil
crosshead speed	200 mm/min
chart speed	200 mm/min
force range	5 Kg(force red. range: 20%)
clearance	5 mm
sample size	4×4×2.5 cm

### (6) 통계분석

실험결과 들의 유의성 검정은 분산분석과 Duncan의 다중범위 검정을 사용하였다.

## III. 실험결과 및 고찰

### 1. 관능검사 결과

30%의 감미료를 함유하는 4종류의 LMP jelly의 감미도는 11명의 관능검사원들에 의해 차이가 식별되었다(p<0.01). 설탕의 25%를 maltitol로 대체한 경우에는 설탕만을 사용한 것과 차이가 없었으나, 대체 비율이 50%로 높아지면 단맛의 강도는 현저하게 감소하였다. 또한 Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이 50%의 설탕을 3종류의 당알코올로 대체한 경우 즉 4종류의 감미료를 혼합 사용했을 때 단맛을 가장 강하게 인식하였으며, 이는 50%의 설탕을 maltitol 1 종류로 대체한 경우 감미가 가장 낮다고 한 결과와 대조적이다. 이로써 설탕의 대체 비율을 높이는 경우 여러 종류의 당알코올을 혼합 사용함으로써 단맛의 세기를 증가시킬 수 있으리라고 여겨진다.

색깔에 대한 결과를 살펴보면 설탕의 사용 비율이 적어질수록 낮은 점수를 받았으나 유의적인 차이는 없었다. 질감 및 전반적 수용도는 당의 사용조건에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았으나 50%의 maltitol 사용시 가장 좋은 반응을 보였고, 50%의 설탕 대신 3종류의 당알코올을 혼합하였을 때 가장 낮은 평가를 얻었다.

Table 2. Sensory characteristics of LMP jellies with various sweeteners

sweetener substitution	sweetness intensity	color	texture	overall acceptance
100:0 <sup>1)</sup>	5.55 <sup>b</sup> ±1.74	3.27±1.11	2.91±1.13	3.00±1.18
75:25 <sup>2)</sup>	5.55 <sup>b</sup> ±1.85	3.18±0.88	2.82±1.32	3.18±1.33
50:50 <sup>3)</sup>	3.91 <sup>c</sup> ±1.13	2.64±0.91	3.45±1.14	3.27±1.02
50:25:12.5:12.5 <sup>4)</sup>	6.64 <sup>a</sup> ±2.28	2.91±0.94	2.55±1.12	2.73±1.27
F value	7.21*	0.88	1.13	0.45

1) 100% scurose, 2) 75% sucrose + 25% maltitol, 3) 50% sucrose + 50% maltitol, 4) 50% sucrose + 25% maltitol + 12.5% mannitol + 12.5% sorbitol

a), b), c) & d); Values with different superscript within the same column were significantly different at p<0.01(\*) by Duncan's multiple range test

따라서 비교적 당도가 높은 LMP jelly의 수응도에는 단맛의 세기 보다는 오히려 질감이 더 큰 요인으로 작용하는 것으로 사료된다.

Gel 구조 형성에 있어서 고농도의 설탕 첨가가 필수적인 HMP jelly의 경우에는 본 실험과 동일한 종류 및 비율의 당알코올로 대체하였을 때 모든 관능특성이 100% 첨가 jelly보다 현저하게 나빠졌다고 한다<sup>9)</sup>.

Shortened bread type cookies를 실험 재료로 하여 설탕과 다른 5종류의 대체 감미료의 단맛에 대해 관능검사를 실시하였는데, 이 결과에 의하면 감미료의 종류에 따라 단맛의 강도와 sweetness profile이 각기 달랐고, 같은 감미료라도 굽기 전후에 다른 양상을 보였는데 특히 aspartame을 사용한 경우에 심했다고 하였다<sup>10)</sup>.

최 등<sup>11)</sup>은 설탕 대신 fructose, sorbitol, saccharine, stevioside를 사용하여 제조한 sponge cake중 sorbitol과

fructose로 대체한 cake이 비교적 바람직하고 보고하였다. Sorbitol과 stevioside를 혼합(30% : 70%)사용한 경우에는 비록 설탕을 첨가한 대조군에 미치지지는 못하였으나 각각을 단독 사용한 경우보다 외관과 여러 관능특성이 향상되었다고 하였다.

본 실험에서 제조된 4종류의 LMP jelly들 중 설탕만으로 된 것을 제외한 모든 당알코올 첨가군에서 이상현상을 보였는데 이는 저장중 미생물의 번식을 유발할 수 있는 요인이 될 수도 있다고 생각된다.

2. 색도

색깔에 대한 관능적 평가에서는 대체 비율이 높아질수록 낮은 점수를 받았으나 유의적 차이는 아니었다. Hunter색차계를 이용하여 나타낸 LMP jelly의 색도는 당알코올의 대체 비율 및 사용 종류가 많아질수록 모든 값들이 높게 측정되었다(p<0.01, Table 3). 따라서 당알코올이 색깔에 미치는 효과는 설탕의 경우와 다르다고 볼 수 있다. 또한 이러한 양상은 전보<sup>9)</sup>의 HMP jelly와는 상반된 결과였다. 100% 설탕첨가 jelly와 25% maltitol 대체 jelly의 적색도와 황색도가 유사하였으나, 50% 대체시에는 이들 값이 높아졌다. 이는 HMP jelly의 경우 50% 대체시에는 100% 설탕 첨가군과 25% maltitol 대체 jelly보다 적색도와 황색도가 낮게 나타난 결과와는 다른 양상이다.

3. UTM을 이용한 기계적 질감 특성

LMP jelly의 기계적 질감 특성은 Table 4에 나타난 바와 같이 100% 설탕을 사용한 jelly가 모든 특성치들이 가장 높은 것을 알 수 있다.

100% 설탕 첨가 jelly의 깨지는 성질은 50%를 대체시킨 jelly들 보다는 유의적으로 높았으나(p<0.01), 25%를 maltitol로 대체한 것과는 유의적으로 다르지 않았다.

Table 3. Color parameters of LMP jellies with various sweeteners

sweetener substitution	Hunter's values		
	L	a	b
100:0 <sup>1)</sup>	12.05 <sup>a</sup> ± 0.24	9.23 <sup>c</sup> ± 0.45	5.07 <sup>e</sup> ± 0.13
75:25 <sup>2)</sup>	13.48 <sup>b</sup> ± 0.26	9.84 <sup>c</sup> ± 0.52	5.21 <sup>c</sup> ± 0.34
50:50 <sup>3)</sup>	14.71 <sup>ab</sup> ± 0.37	12.84 <sup>a</sup> ± 0.45	6.93 <sup>b</sup> ± 0.03
50:25:12.5:12.5 <sup>4)</sup>	14.88 <sup>a</sup> ± 0.05	12.48 <sup>ab</sup> ± 0.24	7.27 <sup>a</sup> ± 1.03
F value*	215.25	119.00	250.80

L: lightness, a: redness, b: yellowness

<sup>1)</sup> 100% sucrose, <sup>2)</sup> 75% sucrose + 25% maltitol, <sup>3)</sup> 50% sucrose + 50% maltitol, <sup>4)</sup> 50% sucrose + 25% maltitol + 12.5% mannitol + 12.5% sorbitol

a), b), c) & d): Values with different superscript within the same column were significantly different at p<0.01(\*) by Duncan's multiple range test

Table 4. Texture profile analysis of LMP jellies with various sweeteners using UTM

	100:0 <sup>1)</sup>	75:25 <sup>2)</sup>	50:50 <sup>3)</sup>	50:25:12.5:12.5 <sup>4)</sup>	F value
Fracturability(Kgf)	0.529 <sup>a</sup> ± 0.059	0.576 <sup>a</sup> ± 0.046	0.353 <sup>b</sup> ± 0.016	0.347 <sup>b</sup> ± 0.024	42.15**
hardness(Kgf)	0.365 <sup>a</sup> ± 0.073	0.327 <sup>ab</sup> ± 0.024	0.275 <sup>b</sup> ± 0.038	0.282 <sup>b</sup> ± 0.068	4.08*
cohesiveness	0.120 ± 0.010	0.116 ± 0.038	0.130 ± 0.024	0.102 ± 0.020	1.17
springiness	5.33 <sup>a</sup> ± 0.81	4.03 <sup>b</sup> ± 0.29	3.97 <sup>b</sup> ± 0.91	5.07 <sup>a</sup> ± 1.23	4.93*
gumminess(KGf)	0.044 ± 0.007	0.038 ± 0.013	0.035 ± 0.006	0.028 ± 0.006	1.93
chewiness(Kgf)	0.231 <sup>a</sup> ± 0.007	0.154 <sup>b</sup> ± 0.047	0.141 <sup>b</sup> ± 0.037	0.137 <sup>b</sup> ± 0.025	8.56**

<sup>1)</sup> 100% sucrose, <sup>2)</sup> 75% sucrose + 25% maltitol, <sup>3)</sup> 50% sucrose + 50% maltitol <sup>4)</sup> 50% sucrose + 25% maltitol + 12.5% mannitol + 12.5% sorbitol

a), b), c) & d): Values with different superscript within the same column were significantly different at p<0.05(\*) or p<0.01(\*\*) by Duncan's multiple range test

가장 강하게 인식되었다( $p < 0.01$ ). 색도, 질감, 전반적인 기호도는 감미료의 사용조건에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다.

2. Hunter 색차계로 나타낸 jelly의 색도는 당알코올의 대체 종류 및 비율이 많아질수록 L, a, b 값 모두 높았다( $p < 0.01$ ). 100% 설탕 jelly와 25% maltitol 대체 jelly의 적색도와 황색도가 유사하였으나, 50% 대체시에는 이들 값이 높아졌다.

3. 기계적 질감 특성 중 25%의 설탕을 maltitol로 대용하여도 깨지는 성질과 단단한 정도에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 탄력성은 설탕 jelly와 4종류의 감미료를 혼합 사용한 jelly가 유의적으로 컸고( $p < 0.05$ ), 씹히는 성질 역시 설탕을 100% 사용한 것이 가장 높았다( $p < 0.01$ ). 응집성과 뭉침성은 모든 군에서 유의적인 차이가 없었다.

4. 여러 조성을 갖는 당알코올 첨가 jelly들은 관능 특성과 탄력성 등의 몇몇 기계적 특성에서 100% 설탕 첨가군과 유의적인 차이를 보이지 않음으로써 LMP jelly 견고성 역시 깨어지는 성질과 같은 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 탄력성의 경우 100% 설탕을 첨가한 jelly와 설탕과 3종류의 당알코올을 같이 사용한 jelly가 가장 컸고, maltitol만으로 25% 혹은 50% 대체시킨 jelly는 이들에 비해 낮았다( $p < 0.05$ ). 씹히는 성질 역시 설탕 첨가군이 당알코올로 일부 대체시킨 군들보다 유의적으로 높았다( $p < 0.01$ ). 응집성과 뭉침성은 감미료의 사용 비율이나 종류에 상관없이 모든 군에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 기계적 질감 특성중에서 탄력성과 씹힘성, 응집성, 뭉침성은 전보의 HMP jelly와 같은 양상이었다.

#### IV. 요약 및 결론

당알코올의 대체 감미료로서의 유용성을 검토하기 위한 목적으로 LMP jelly들을 제조하여 품질 특성을 비교하였다.

1. 관능검사 결과 LMP jelly의 감미도는 설탕의 50%를 maltitol로 대체하였을 때 현저하게 감소하였고, 반면 같은 50%를 3종류의 당알코올로 혼합 사용한 경우에는

제조시 당알코올의 대체 가능성 높음을 시사하였다.

#### 감사의 글

이 논문은 1991년도 교육부 지원 학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비로 수행한 연구결과와 일부로서 연구비를 지원해준 학술진흥재단에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists Expert Panel on Food & Nutrition, Sweeteners: nutritive and non-nutritive, *Food Technol.*, 40(8): 195(1986).
2. 김철호, 당뇨병은 '과식, 스트레스, 운동 부족'이 주범, 세계일보, 1988년 10월 4일.
3. 주진순, 식생활과 질병, 식량영양경제학술논집, 제1집, p.157(1988).
4. 김석장, 인공감미제의 개발 현황과 문제점, 해외기술정보, 6: 270(1974).
5. Staff report, Future ingredients-Focus of OVIFT Meeting, *Food Technol.*, 42: 60(1988).
6. 오혜숙, Pectinesterase isoenzymes의 분리 및 그의 특성에 관한 연구, 연세대학교 박사학위 논문(1988).
7. Hynönen, L. and Tõrmä, R., Examination of sugars, sugar alcohols, and artificial sweeteners as substitutes for sucrose in strawberry jam; Product development, *J. Food Sci.*, 48: 183(1983).
8. Hynönen, L. and Tõrmä, R., Examination of sugars, sugar alcohols, and artificial sweeteners as substitutes for sucrose in strawberry jam; Keeping quality tests, *J. Food Sci.*, 48: 186(1983).
9. 오혜숙, 이명희, 문수재, 대체 감미료와 high methoxyl pectin을 이용한 저열량 pectin gel의 제조, 한국조리과학회지, 9:4 (1993).
10. Redlinger, P.A. and Setser, C.S., Sensory quality of selected sweeteners: baked and unbaked flour doughs, *J. Food Sci.*, 52: 1391(1987).
11. 최영진, 김광옥, 대체 감미료를 사용한 sponge cake의 특성, 한국조리과학회지, 6: 59(1990).