KOREAN J. SOC. FOOD SCI.
Vol. 9, No. 4, November, 1993

대체 감미료와 high methoxyl pectin을 이용한 저열량 pectin gel의 제조

오혜숙 · 이명희* · 문수재**

상지대학교 자연과학대학 식품영양학과, *배재대학교 가정교육과, **연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

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

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

Dept. of Food & Nutr, Sangji University
**Dept. of Home Economics Education Paichai University*
***Dept. of Food & Nutr., Yonsei University*

Abstract

Replacement of sucrose with sugar alcohols in high methoxyl pectin(HMP) jellies were studied. HMP jellies were sweetened with 100% sucrose, 75% sucrose and 25% maltitol, 50% sucrose and 50% maltitol, and 50% sucrose, 25% maltitol, 12.5% sorbitol and 12.5% mannitol. The effect of sugar alcohols in HMP jellies were investigted. There was only slight differences in sweetness intersity in HMP jellies. Color($p<0.05$), texture($p<0.01$) and preference($p<0.01$) of 100% sucrose jelly were significantly higher than other jellies sweetened with sugar and sugar alcohols mixtures. Hunter's L(lightness), a(redness), b(yellowness) values of 100% sucrose jellies and jellies substituted with maltitol up to 25% were not signignificantly different. But as the ratio and the number of sugar alcohols used for substition were increased, L, a and b values had been lowered signigicantly($p<0.01$). Instrumental characteristics of jelly texture were examined. Hardness of 100% sucrose jelly sweetened with sucrose and 3 kind of sugar alcohols were higher than others($p<0.05$). As substitution ratio was higher, springiness and chewiness of HMP jellies were lowered($p<0.01$). Springiness of HMP jellies indicated positive correlation with general acceptance of sensory scores at 5% significant level. Brittleness, gumminess and cohesiveness in all types of jellies were not significantly different.

I. 서 론

대개의 식품에는 단맛을 내는 물질이 다양하게 들어 있다. 이들 중 단당류와 이당류 및 그의 유도체들은 자연계에 널리 분포되어 있을 뿐 아니라 대부분 단맛을 지니고 있기 때문에 오래 전부터 감미료로서 사용되어 왔으며, 최근들어 saccharine과 aspartame 등과 같은 비당질성 화합물들도 개발되어 점차 그 사용량이 증가되고 있는 추세이다[1,2].

식품 공업의 발달과 더불어 계속 늘어나는 경향을 보이던 설탕의 소비량은 이제 한계점에 달하게 되었는데, 이는 당뇨병과 비만증 등의 성인병이 국민건강의 주요 문제점으로 대두되었고[3], 그 결과 설탕의 소비를 줄이려는 의지와 함께 설탕을 대신할 수 있는 감미료가 개발되어 실용되고 있기 때문이다[4].

설탕은 식품의 조리, 가공시 단맛을 주는 기본적인 기능 외에 설탕이 갖는 여러 성질들 즉, 용해성, 흡습성, 점성, 결정형성 능력, 연화효과, 안정성 부여 등에 의해 식품의 질감에 매우 큰 영향을 주고 있다. 감미료는 종류마다 단맛의 세기 뿐 아니라 성질이 다르므로 사용목적에 따라 적절히 선택을 해야 한다. 2 종류 이상의 감미료를 혼합하여 사용하면 단독으로 사용할 때보다 많은 장점을 갖는 것으로 밝혀졌다[5-16]. 이는 혼합 사용에 의해 다른 감미료의 특성을 상승시키거나 개개의 단점 혹은 한계점을 상호 보완함으로써 원가가 절감되고 맛이 향상될 수 있으며 제품의 안정성을 증진시킬 수 있기 때문이다.

Polyhydric alcohol 혹은 polyol로 알려져 있는 당알코올에는 sorbitol, xylitol, mannitol, maltitol 등이 있다. 맛의 순수성에 있어서 sucrose와 유사한 성질을 가지고 있는 당알코올류는 그들이 지니는 질감 때문에 특히 chewing gum류, hard candy류, 여러 종류의 jelly류 및 coating 물질의 대체 감미료로서 사용될 수 있다[1,17]. 당알코올류의 또 다른 유용성 중의 하나는 1 gram당 낼 수 있는 열량은 다른 감미료와 유사하나 장관내에서 흡수되는 정도가 낮고, 대사 과정에서 insulin을 필요로 하지 않으며, 대사 속도가 느리기 때문에 섭취한 후 급격한 혈당의 증가를 초래하지 않는다는 것이다. 그러므로

혈당의 조절이 필요한 당뇨 환자 식이에 저열량 감미료로서 이용 가능성이 여러 측면에서 검토된 바 있다[1,18-20].

본 연구에서는 천연 식이 섬유인 과실 중의 pectin과 여러 종류의 당알코올 즉, maltitol, sorbitol, mannitol을 이용하여 과실 jelly를 제조하고, 이들 제품의 품질 특성을 비교함으로써 설탕의 대체 가능성을 조사하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

과즙 추출 원료인 딸기는 전체적으로 밝은 적색을 띄는 성숙한 것을 선택하였다. 실험에 사용한 감미료는 백설탕(삼양사), sorbitol과 maltitol(林原 주식회사, 일본) 및 mannitol((주) 럭키)이었다. Gelling agent로 사용한 high methoxyl pectin(이하 HMP라 함)은 The Copenhagen Genu Citrus Pectin Type B rapid set 150 USA-SAG 이었고, 기타 시약은 모두 reagent grade였다.

2. 실험방법

(1) 과즙의 제조

딸기는 깨끗이 씻어 꼭지를 딴 후 적당히 으깨였다. 지나친 열처리에 의해 딸기의 색이 퇴색되지 않도록 1회 가열량은 400 g으로 하였다. 400 g씩의 딸기에 같은 중량의 증류수를 가하고 끓기 시작하면 10분간 더 가열한 다음, 4겹 cheese cloth로 걸러내어 pectin jelly용 과즙으로 사용하였다.

(2) High Methoxyl Pectin Jelly의 제조

HMP jelly 제조시 감미료의 사용량은 제조된 jelly 총 무게의 60%가 되도록 가하였다. 이때 사용한 설탕과 당알코올의 종류 및 사용비율은 다음과 같다.

type of jellies		sweetener substitution
100:00	jelly100%	sucrose
75:25	jelly 75%	sucrose and 25% maltitol
50:50	jelly 50%	sucrose and 50% maltitol
50:25:12.5:12.5	jelly 50%	sucrose, 25% maltitol, 12.5% mannitol and 12.5% sorbitol

HMP jelly는 이 등[21]의 방법에 따라 제조하였으며, 그 조성은 Table 1과 같다. 본 실험에서는 0.5%의 pectin을 첨가하였는데 이는 딸기즙 내의 pectin 함량이 충분하지 않았기 때문으로 0.3% 이하의 pectin을 첨가한 경우에는 틀에서 꺼냈을 때 gel의 구조가 쉽게 무너졌다.

Table 1. Preparation of 100 g of HMP jelly

Pectin(HMP)	0.5 g
Sweeteners	65 g
Strawberry juice	40 ml
50% tartaric acid	1 ml

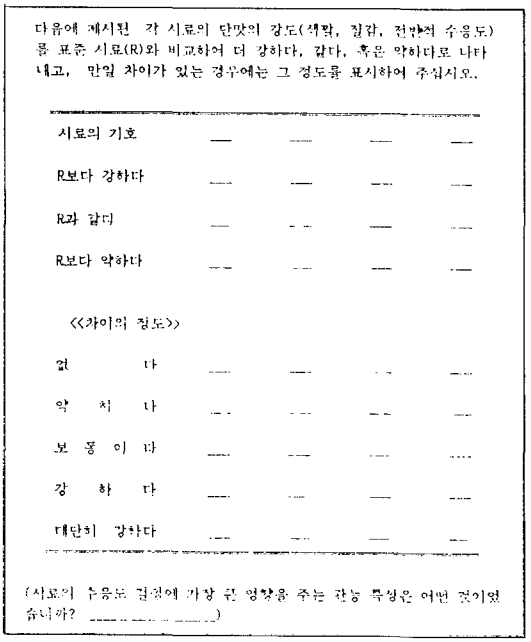
(3) 관능검사의 실시

설탕과 당알코올의 첨가 비율을 달리하여 제조된 HMP jelly의 관능적 품질은 단맛의 강도, 색깔, 조직감 및 전반적인 기호도에 대해 평가하였다. 시료와 함께 입을 가실 수 있는 물과 뱉을 수 있는 종이컵을 제공하였고, 다음 시료를 평가하기 전에 식빵으로 입안의 단맛을 제거시키도록 하였다. 관능 검사원에게 우선 실험의 목적을 설명하고, 각 관능 특성과 평가시 사용하는 관능검사 방법에 익숙해지도록 주 1회씩 10주간 훈련시켰다. 이들 중 4회에 걸친 동일한 내용의 검사에서 비교적 일관된 결과를 보인 11명을 대상으로 하여 다시료 비교법으로 그 차이를 평가하도록 하였으며, 평가용 설문지는 Fig. 1과 같다.

(4) Universal Testing Machine(UTM)에 의한 jelly의 질감 측정

감미료의 종류를 달리하여 만든 HMP jelly의 기계적 질감 특성은 UTM(Model 2000, Tinius Olsen Co., USA)으로 다음과 같은 조건에서 측정하였다.

test type	two bite test
fixture	compression anvil
crosshead speed	400 mm/min
chart speed	200 mm/min
force range	5 Kgf(force red. range: 20%)
clearance	5 mm
sample size	4×4×2.5 cm


다음에 제시된 각 시료의 단맛의 강도(색깔, 질감, 전반적 수용도)를 표준 시료(R)와 비교하여 더 강하다, 같다, 혹은 약하다로 나타내고, 만일 차이가 있는 경우에는 그 정도를 표시하여 주십시오.

시료의 기호				
R보다 강하다				
R과 같다				
R보다 약하다				
<<차이의 정도>>				
없 다				
약 치 다				
보 통 이 다				
강 하 다				
대단히 강하다				

(시료의 농응도 결정에 가장 큰 영향을 주는 관능 특성은 어떤 것이었습니까? _____)

Fig. 1. The multiful comparision test sheet for sweetness intensity (color, texture and overall acceptance) of pectin jellies.

Table 2. Sensory characterices of HMP jellies with various sweeteners

sweetener substitution	sweetenerss intensity	color	texture	overall acceptance
100:0[1]	5.91± 1.81	3.55[a]± 0.92	3.18[a] ± 0.99	3.55[a]± 0.66
75:25[2]	6.64± 1.90	2.73[b]± 1.00	1.82[b] ± 0.60	1.55[b]± 0.63
50:50[3]	7.18± 2.19	2.73[b]± 0.63	1.73[bc]± 0.46	2.00[b]± 0.45
50:25:12.5:12.5[4]	6.55± 2.15	2.55[b]± 0.80	1.09[d] ± 0.31	1.55[b]± 0.68
F value	0.99	3.06*	37.04**	39.96**

[1] 100% sucrose, [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 $p<0.05$(*) or $p<0.01$ (**) by Duncan's multiple range test

(5) Hunter 색차계를 이용한 색도의 측정

딸기즙을 이용하여 제조한 HMP jelly의 색깔은 색차계 (Color & color "Color Ace" Model TC-8600, Tokyo, Denshoku Co.,)를 이용하여 측정하였으며, Hunter 색차계인 L, a 및 b 값을 구하였다. 이때 표준 배색판의 L, a b 값은 각각 88.36, 0.25, 7.23이었다.

(6) 통계분석

실험결과들은 분산분석과 Duncan의 다중범위 검정, Pearson의 상관분석으로 유의성 검정을 실시하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 관능검사 결과

다시료 비교법으로 평가한 HMP jelly의 관능검사 결과는 Table 2에 나타난 바와 같이 단맛의 강도는 60%의 높은 당도때문 인지 당알코올의 대체 비율이나 종류에 무관하게 유의적인 차이를 보이지 않았다. Jelly의 색깔과 전반적 기호도는 당알코올을 사용한 모든 경우에 있어 설탕만으로 제조한 것보다 나쁘게 평가되었으며 특히 수응도의 차이는 매우 현저한 것이었다($P<0.01$). 질감에 대한 평가 결과는 100% 설탕 jelly가 가장 좋다고 하였고, 당알코올의 대체 비율이 높아질수록 낮게 평가되었으며, 3 종류의 당알코올을 혼용하여 만든 gel이 가장 낮은 점수를 받았다($p<0.01$).

고농도의 설탕을 함유하는 HMP jelly에서 설탕의 효과는 필수적이다. 당알코올 중에서 maltitol은 기능성 측면에서 설탕과 거의 유사하다고 알려져 있으나 본 실험 결과에 의하면 대체 비율이 증가할수록 질감 등의 관능특성이 나빠졌고 특히 mannitol과 sorbitol을 사용한 jelly는 그 차이가 현저했다. 따라서 다른 bulking agent를 사용함으로써 품질 개선 노력이 필요하다고 여겨진다.

대체 감미료의 유용성은 설탕을 기본 재료로 하는 많은 제품 즉, table sweetener류, soft drink 종류, 분말 음료 제품 등에서 주로 단맛의 강도와 성상에 대하여 검토되었는데, 여러 종류의 감미료를 혼용함으로써 안정성

Table 3. Color parameters of HMP jellies with various sweeteners

Sweetener	Hunter's values		
Substitution	L	a	b
100:0[1]	8.66[a] ± 0.01	9.29[ab]± 0.39	5.33[a] ± 0.23
75:25[2]	8.63[ab]± 0.20	9.49[a] ± 0.71	5.08[ab]± 0.20
50:50[3]	7.29[c] ± 0.30	4.72[c] ± 0.25	3.83[c] ± 0.17
50:25:12.5:12.5[4]	6.57[d] ± 0.11	3.59[d] ± 0.42	2.42[d] ± 0.09
F value*	197.40	222.98	396.44

L: lightness, a: redness, b: yellowness
[1] 100% sucrose, [2] 75% sucrose+25% maltitol, [3] 50% sucrose+50% maltitiol [4] 50% sucrose+25% maltitol+12.5% mannitol+12.5% sorbitol
[a),b),c)&d)]: Values with different superscript within the same column were signifacantly different at $p<0.01$(*) by Duncan's multiple range test

있는 제품을 개발할 수 있었을 뿐 아니라 맛도 더 개선되었다고 한다[5-10].

Lim 등[12]은 shortbread cookie류의 감미료로서 aspartame, cyclamate, saccharine, acesulfame K를 혼용하고 time-intensity property를 설탕을 사용한 경우와 비교하였다. 그 결과 단맛은 설탕의 경우와 유사한 curve를 보였으나, 쓴맛은 설탕을 사용하였을 때보다 더 높은 TI profile을 나타내었다. 또한 polydextrose는 단맛은 없으나 carrier ingredient나 bulking agent의 기능을 나타내어 빵류의 품질을 향상시킬 수 있었다고 한다.

저열량의 frozen dessert제조시에도 대체 감미료 사용으로 인해 손상된 질감을 polydextrose를 사용함으로써 개선할 수 있었다고 한다[14].

2. 색도

색깔에 대한 관능검사(Table 3)에서 당알코올로 일부 대체한 jelly류는 설탕만으로 제조한 것보다 유의적으로 낮은 평가를 받았으나, 대체 감미료를 사용한 jelly군들 사이에서는 차이를 식별하지 못하였다. Hunter 색차계를 이용하여 나타낸 HMP jelly의 색도는 당알코올의 혼합비율이 증가할수록 또한 사용한 종류가 많아질수록 명도가 낮아졌고, 빨간색 및 노란색도 역시 명도와 같은 양상을 보였다($p<0.01$). 그러나 L, a, b 모든 값에서 maltitol로 25% 대체한 것은 100% 설탕을 사용한 경우와 유의적 차이를 보이지 않았다.

3. UTM을 이용한 HMP jelly의 기계적 질감 특성

HMP jelly의 기계적 특성 중 파쇄성은 설탕 첨가군이 가장 컸으나 다른 것들과 유의적인 차이는 아니었다. 설탕 첨가 jelly와 여러 종류의 당알코올을 혼합사용한 jelly의 경도는 설탕의 일부를 maltitol만으로 대치시킨 경우들보다 컸고, 50% 설탕과 50% maltitol을 사용한 것이 가장 낮았다($p<0.05$). 씹힘성 역시 설탕 사용량이

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

100:0[1]	75:25[2]	50:50[3]	50:25:12.5:12.5[4]	F value
fracturability(Kgf)				
0.903 ± 0.037	0.668 ± 0.121	0.770 ± 0.082	0.724 ± 0.088	3.53
hardness(Kgf)				
0.843^{a} ± 0.130	0.689^{ab} ± 0.128	0.599^{c} ± 0.028	0.800^{ab} ± 0.077	5.65*
cohesiveness				
0.112 ± 0.026	0.133 ± 0.022	0.082 ± 0.020	0.079 ± 0.012	4.44
springiness				
11.73^{a} ± 0.83	8.27^{b} ± 0.78	5.87^{bd} ± 0.34	7.43^{bc} ± 1.01	36.20**
gumminess(Kgf)				
0.096 ± 0.026	0.090 ± 0.019	0.049 ± 0.020	0.064 ± 0.009	4.33
chewiness(Kgf)				
1.137^{a} ± 0.386	0.743^{ab} ± 0.063	0.286^{c} ± 0.017	0.471^{c} ± 0.085	11.08**

[1]100% sucrose, [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 $p<0.05^{(*)}$ or $p<0.01^{(**)}$ by Duncan's multiple range test

클수록 높았고, 25% 대체시에는 유의적인 차이는 아니나 이보다 낮았다. 그러나 50%까지 대체한 경우에는 현저하게 낮은 결과를 보였다($p<0.01$). 응집성과 뭉치는 성질은 4종류의 jelly에서 유의적인 차이를 보이지 않아 이들 특성은 감미료의 종류에 따른 영향을 크게 받지 않는 것으로 여겨진다. 탄력성은 설탕의 대체 비율이 증가할수록 낮아지므로($p<0.01$) HMP jelly의 질감 특성 중 설탕에 의해 영향받는 정도가 가장 큰 것이라고 볼 수 있다. 대체 비율이 같은 경우에는 여러 종류의 당알코올을 혼합 사용한 것이 높았다. 관능검사 결과에서도 각 jelly의 질감의 차이는 현저한 것으로 나타났는데($p<0.01$), 파쇄성, 단단한 정도, 응집성, 씹힘성, 뭉치는 성질, 탄력성 등의 기계적 특성치들과의 상관관계를 Pearson의 상관계수로 산출한 결과 각각 r=0.40, 0.30, 0.33, 0.47, 0.49, 0.65이었다. 이들중 탄력성은 유의수준 5%에서 관능검사의 질감 특성과 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났으며, 특히 탄력성은 11명 중에서 8명의 관능 검사원들이 수응도에 가장 영향주는 질감 특성으로 지적한 바 있다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 설탕의 제기능을 대신할 수 있는 대체 감미료로서 당알코올의 이용 가능성을 검토하기 위한 목적으로, 구조 형성시 천연 식이 섬유인 pectin과 설탕이 필수적으로 요구되는 과실 jelly를 제조하여, 관능검사를 통한 단맛의 세기와 색깔, 질감, 전반적인 기호도와 Hunter 색차계를 이용한 색도 및 UTM에 의한 기계적 질감 특성 등을 측정한 결과는 다음과 같다.

1. HMP jelly의 경우 60%의 높은 당도 때문인지 유의적 차이를 보이지 않았으며, 색깔($p<0.05$)과 전반적인 기호도($p<0.01$)는 당알코올을 사용한 모든 경우에 있어 100% 설탕 jelly보다 낮게 평가되었다. 특히 질감은 설탕의 대체 비율이 높아질수록 나쁜 것으로 나타났다($p<0.01$).

2. Hunter 색차계로 나타낸 HMP jelly의 색도는 당알코올의 혼합 비율과 사용종류가 많아질수록 L, a, b 값이 모두 유의적으로 낮아졌다($p<0.01$).

3. HMP jelly의 기계적 질감 특성 중 경도는 100% 설탕 jelly와 3 종류의 당알코올을 혼용한 jelly가 가장 컸고($p<0.05$), 탄력성과 씹힘성은 설탕의 대체 비율이 증가할수록 낮아졌다($p<0.01$). 파쇄성과 응집성, 뭉치는 성질은 4종류의 HMP jelly에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이들 특성 중 특히 탄력성은 관능적 질감 특성과 유의 수준 5%에서 양의 상관관계를 나타냈다.

4. 설탕의 대체비율이 증가할수록 그리고 mannitol과 sorbitol을 사용한 jelly의 경우에는 bulking agent를 사용하는 등 품질을 향상시킬 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

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

참고문헌

1. Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists Expert Panel of Food & Nutrition, Sweeteners: nutritive and nonnutritive, *Food Technol.*, 40(8): 195(1986).
2. 황수진, 자연이 만든 천연 감미료; 설탕, 식품과 위생, 10월호: 20(1988).
3. 주진순, 식생활과 질병, 식량영양경제학술논집, 제1집,

p.157(1988).
4. 김석장, 인공 감미제의 개발 현황과 문제점, 해외 기술정보, 6: 270(1974).
5. Anon, Dietary revolution to continue in 1985, Calorie control council, Atlanta, GA(1985).
6. Bakal, A.I., "Mixed sweetener functionality", In Alternative sweeteners, p.325, *Marcel Dekker, Inc.*, New York(1986)
7. Gelardi, R.C., The multiple sweetener approach and new sweeteners on the horizon, *Food Technol.*, 41(1): 123(1987).
8. Vetsch, W., Aspartame: Technical considerations and predicted use, *Food Chem.*, 16: 245(1985).
9. Von Rymon Lipinski, G-W., The new intense sweetener-acesulfame K, Food Chem., 16: 259(1985).
10. Yamaguchi, S., Yoshigawa, T., Ikeda, S. and Nenomiya, T., Studies on the taste of some sweet substances. Part 2. Interrelationships among them, *Agric. Biol. Chem.*, 34: 187(1970).
11. Redlinger, P.A. and Setser, C.S., Sensory quality of selected sweeteners: baked and unbaked flour doughs, *J. Food Sci.*, 52: 1391(1987).
12. Lim, H, Setser, C.S. and Kim. S.S., Sensory studies of high potency multiple sweetener systems for shortened bread cookies with and without polydextrose, *J. Food Sci.*, 54: 625(1989).
13. 최영진, 김광옥, 대체 감미료를 사용한 sponge cake의 특성, 한국조리과학회지, 6: 59(1990).
14. Goff, D.H. and Jordan, W.K., Aspartame and polydextrose in a calorie-reduced frozen dessert, *J. Food Sci.*, 49: 36(1984).
15. Hynônen, L. and Tôrmä, R., Examination of sugars, sugar alcohols, and artificial sweeteners as substitutes for sucrose in strawberry jam; Product development, *J. Food Sci.*, 48: 183(1983).
16. Hynônen, L. and Tôrmä, 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).
17. Nabors, L. O'B and Gelardi, R.C., Alternative sweeteners, P.5, *Marcel Dekker, Inc.*, New York(1986).
18. Vaaler, S., Hanssen, K.F. and Aagenaes, O., Sucrose and sorbitol as sweeteners in the diet of insulin-dependent diabetics. *Acta Med. Scand.*, 207: 371(1980).
19. Vaaler, S., Bjorneklett, A., Jelling, I., Skrede, G., Hanssen, K. F., Fausa, O. and Aagenaes, O., Sorbitol as a sweetener in the diet of insulin-dependent diabetes, *Acta Med. Scand.*, 221: 165(1987).
20. Felber, J.P., Tappy, L., Vouillamoz, D., Randin, J.P. and Jequier, E., Comparative study of maltitol and sucrose by means of continuous indirect calorimetry, *J. Parenteral and Enteral Nutr.*, 11: 250(1987).
21. 이명희, 과일 내의 pectin함량 및 성숙도에 따른 pectin 특성 변화에 관한 연구, 연세대학교 석사학위논문(1981).