

## 결정형 솔비톨의 형태 및 입자 크기가 무설탕 츄잉껌의 텍스처에 미치는 영향

김상용 · 오덕근\*

동양제과(주) 기술개발연구소, \*우석대학교 식품공학과

### Effect of Morphology and Granule Size of Crystalline D-Sorbitol on Texture of Sugar-Free Chewing Gum

Sang-Yong Kim and Deok-Kun Oh\*

R&D Center, Tong Yang Confectionery Co.

\*Department of Food Science and Technology, Woosuk University

#### Abstract

Effect of morphology and granule size of crystalline D-sorbitol on texture of sugar-free chewing gum was investigated with different morphology of sorbitol such as a compact shaped P-type and a loose shaped S-type, and with different granule size such as 50 mesh, 80 mesh, and 100 mesh. The chewing gum including S-type sorbitol exhibited an increased flexibility and a decreased hardness as compared with that including P-type sorbitol. S-type sorbitol was chosen as a solid phase of sugar-free chewing gum because the consumer preferred a chewing gum with high flexibility and low hardness. The flexibility and hardness of chewing gum including S-type sorbitol were determined to be optimum at 80 mesh of the sorbitol size. The flexibility of the chewing gum including 80 mesh S-type sorbitol increased but the hardness decreased with increasing temperature.

Key words: sorbitol, sugar-free chewing gum, morphology, granule size, hardness, flexibility

#### 서 론

솔비톨(D-Sorbitol)은 천연적으로 마가목(rowan), 배, 자두 등의 다양한 식물체에 다량 포함되어 있는 6탄당 당알코올로서<sup>(1)</sup>, 공업적으로는 라네(Raney) 니켈 촉매 하에서 100~150°C의 온도 및 30~100 bar의 압력조건에서 포도당을 화학적으로 환원시켜 얻어진다<sup>(2)</sup>. 솔비톨은 매우 안정하여 180°C에서도 갈변반응을 일으키지 않고 산이나 알칼리 존재 하에서도 파괴되지 않는다. 또한, 솔비톨은 대부분의 미생물 등에 의하여 이용되지 않는 비발효성 당이며, 생체 내에서 대사과정중 혈당을 상승시키지 않고 인슐린에 의존되지도 않는다<sup>(3)</sup>. 솔비톨의 감미도는 설탕의 60% 수준에 불과하나, 결정형의 경우 용해열이 -26.5 kcal/g로 낮아 입안에서 시원한 청량감을 부여하며, 구강세균 등에 의하여 이용되지 않아 산 생성에 의한 충치를 유발하지 않는 등

의 좋은 특성을 지녔다. 이러한 특성으로 인하여 제과 제품, 어육, 맥주, 아이스크림 등의 식품뿐만 아니라 치약, 의약품 등에서 보습제, 안정제 및 감미료 등으로서 사용되고 있다<sup>(4)</sup>.

무설탕 츄잉껌은 좋은 조직감, 깨끗한 맛과 치아보호개념 등으로 인하여 많은 소비자에게 호응을 얻고 있고 이것은 크게 껌베이스, 조직 및 식감 개선을 위하여 사용되는 고행상, 가소제 역할을 하는 액체상 등 3가지로 구분된다. 무설탕 츄잉껌의 고행상으로 사용되는 것은 감미료로서 설탕대신 솔비톨을 비롯한 말티톨, 만니톨, 자일리톨이고 액체상으로 사용되는 것은 솔비톨과 말티톨 시럽이다. 무설탕 츄잉껌 껌에 사용되는 감미료로 사용되는 솔비톨은 특히, 시원한 감미와 비충치성과 다른 당알코올에 비해 저렴한 가격 때문에 많이 사용되고 있다<sup>(5)</sup>.

무설탕 츄잉껌의 특성은 강도와 유연성 및 온도에 대한 안정성 등으로 나타낼 수 있으며<sup>(6)</sup>, 이때 무설탕 츄잉껌의 주원료인 결정형 솔비톨은 그 입자 형태와 입자 크기가 무설탕 츄잉껌의 특성에 커다란 영향을

Corresponding author: Sang-Yong Kim, R&D Center, Tong Yang Confectionery Co., 30-10 Munbai-dong, Yongsan-gu, Seoul 140-715, Korea

주게 되지만, 아직까지 이에 대한 체계적인 연구보고가 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 설탕대체의 원료로서 제과업체에서 가장 많이 사용되는 원료중 하나인 결정형 솔비톨의 입자형태와 입자크기가 무설탕탕 츄잉검의 특성에 미치는 영향에 대하여 살펴보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 솔비톨

본 연구에서는 솔비톨의 형태와 입자크기가 무설탕탕 츄잉검의 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 50~100 mesh 범위의 고품상 결정형 P-type과 S-type 솔비톨(Cerestar, Belgium)을 사용하였고, 가소제로 솔비톨이 51% 포함된 액체상 솔비톨 시럽(Cerestar, Belgium)을 사용하였다.

### 무설탕 츄잉검의 제조

츄잉검은 껌베이스(주)보락) 20%, 액상 솔비톨 시럽 33%, 결정형 솔비톨 45%, 글리세린(Sigma) 0.5%, gum arabic 용액(50%함량) 1.5%로 구성되었으며 총 중량은 5 kg이었다. 츄잉검 제조는 껌베이스를 70°C 향온조(Jeo Tech)에서 2시간 동안 가온한 후 결정형 솔비톨과 글리세린을 함께 소형 껌배합기(Z-blade mixer, 동양과학)에 넣고, 20분간 교반 혼합하였다. 여기에 액상 솔비톨 시럽을 투입하고 10분간 혼합한 후, 마지막으로 gum arabic 용액을 투입하고 10분간 배합하여 균일한 배합물이 되게 하여 제조하였다.

### 솔비톨의 물성 측정

P-type과 S-type의 솔비톨의 표면적(specific surface)은 솔비톨 공급회사인 Celestar로부터 얻은 결과이고 용융점은 differential scanning calorimetry (DSC -200, Netzsch, Germany)를 이용하여 측정하였고 밀도는 솔비톨 100 mL가 차지하는 무게를 측정하여 구하였다.

### 무설탕 츄잉검의 물성 측정

유연성(flexibility) 측정을 위하여 츄잉검 배합물을 사출 성형기(동양과학)에서 균일하게 편 후 직사각형 가로×세로×두께가 15 cm×5 cm×4 mm인 성형틀에서 성형하여 얻은 츄잉검을 20°C 향온조에서 24시간 숙성시킨 후 유연성 측정용 시료로 사용하였다. 유연성 측정은 texture analyser (TA-X2, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 온도를 10~40°C 범위로 조절하여 측정하였고, probe는 시료의 상하를 잡는

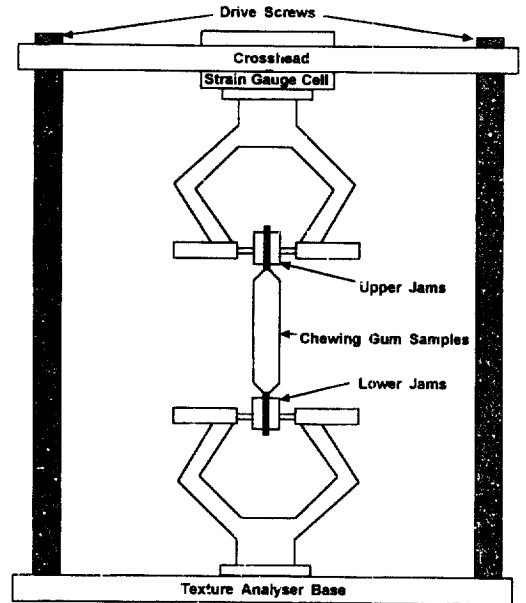


Fig. 1. Schematic diagram of texture analyser.

grip probe(SMS, England)를 사용하였고, adaptor가 상하 15 cm 간격에서 8 cm 간격까지 상하 왕복 운동하여 시료가 끊어질 때까지의 왕복운동 횟수를 유연성의 지표로 사용하였다(Fig. 1)<sup>(8,9)</sup>.

강도(hardness) 측정을 위하여 츄잉검 배합물을 지름 50 cm, 높이 10 cm인 원통 모양의 껌 강도 측정용 용기(SMS, England)에 넣고, 20°C 향온조에서 24시간 숙성시킨 후 강도 측정용 시료로 사용하였다. 강도 측정은 온도조절이 가능한 향온기내의 texture analyser를 이용하여 0~60°C 범위로 조절하여 측정하였다<sup>(7)</sup>. Probe는 침투 시험용 probe (SMS, England)를 사용하였고 측정용기 내의 배합물을 3 cm 깊이까지 침투할 때까지의 길리는 힘으로 무설탕 츄잉검의 강도를 표시하였다<sup>(10,11)</sup>.

온도 영향 실험은 texture analyser의 온도를 적절히 조절하여 일정한 온도로 도달하게 한 후 1시간이 경과된 후 실험을 수행하였다.

## 결과 및 고찰

무설탕 츄잉검의 유연성 및 강도에 따른 솔비톨 형태의 선택

솔비톨의 형태와 입자크기에 따른 무설탕 츄잉검의 유연성과 강도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 두 가지 형태인 P-type의 솔비톨과 S-type의 솔비톨을 사

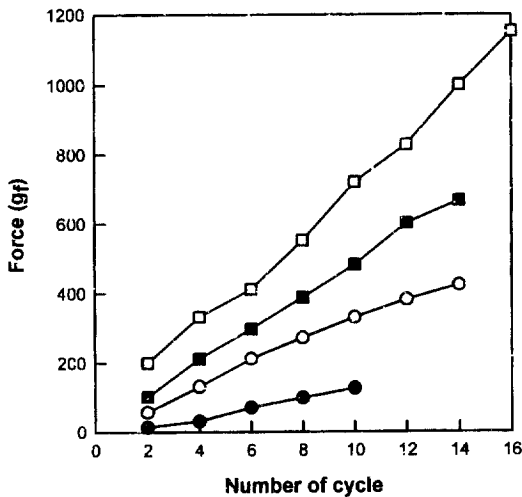
**Table 1. Properties of P-type and S-type crystalline sorbitol**

	P-type	S-type
Specific surface (m <sup>2</sup> /g) <sup>1)</sup>	0.78	0.40
Melting point (°C)	97.1	95.2
Bulk density (g/mL)	0.69	0.68

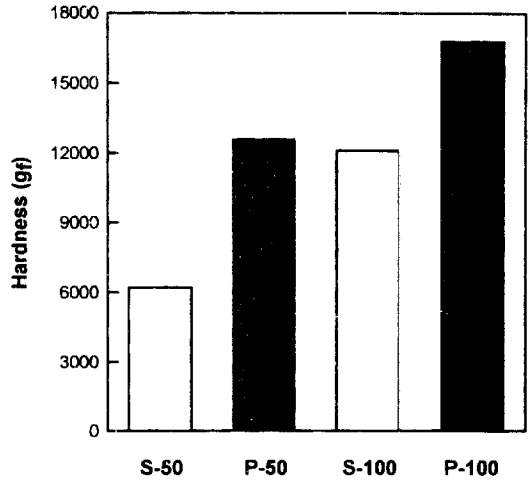
<sup>1)</sup>data obtained from Cerestar, Belgium.

용하였다. P-type과 S-type 솔비톨을 현미경 관찰한 결과, P-type은 치밀한 구조를 가지고 있는데 비하여 S-type은 느슨한 구조를 가지고 있었다. 이러한 구조 차이는 두 종류의 솔비톨의 물리적 성질을 조사하여 설명할 수 있었다(Table. 1). 솔비톨의 밀도는 S-type과 P-type이 유사하나 녹는점과 표면적은 상대적으로 S-type보다 P-type이 높게 나타났는데 이것은 P-type이 더 치밀한 구조임을 의미하는 것이다.

휴잉검을 씹을 때의 입안의 온도 근처인 30°C에서 50 mesh와 100 mesh의 S-type과 P-type의 솔비톨을 사용하여 무설탕 휴잉검의 유연성을 측정하였다(Fig. 2). 각각의 mesh는 해당되는 mesh의 입자의 분포가 95% 이상 존재할 경우에만 사용하였다. 무설탕 휴잉검의 유연성을 나타내는 껌이 끊어지지 않고 반복할 수 있는 왕복운동의 횟수는 50 mesh의 경우에 P-type이 10회, S-type이 14회이었고 100 mesh의 경우에 P-type이 14회로 S-type의 16회로 나타났고 힘도 S-type이 P-type보다 더 크게 나타났다. 이 결과로부터 S-type이 P-



**Fig. 2. Effect of sorbitol type on the flexibility of sugar-free chewing gum at 30°C.** ●—●: P-type 50 mesh, ○—○: S-type 50 mesh, ■—■: P-type 100 mesh, □—□: S-type 100 mesh.



**Fig. 3. Effect of sorbitol type on the hardness of sugar-free chewing gum at 30°C.** □: S-type, ■: P-type, S-50: S-type 50 mesh, P-50: P-type 50 mesh, S-100: S-type 100 mesh, P-100: P-type 100 mesh.

type보다 더 유연함을 알 수 있었다. 또한, 입자의 크기가 50 mesh에서 100 mesh로 감소함에 따라서 껌이 끊어지지 않고 반복할 수 있는 왕복운동의 횟수와 휴잉검에 가해진 힘이 P-type과 S-type 모두 증가하였다. 이것은 덜 치밀한 구조를 지닌 솔비톨이 사용된 무설탕 휴잉검과 작은 입자 크기의 솔비톨이 사용된 무설탕 휴잉검이 높은 유연성을 보여 줌을 의미한다.

솔비톨의 형태와 입자크기에 따른 무설탕 휴잉검의 강도에 미치는 영향을 살펴본 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 솔비톨의 강도는 S-type보다 P-type에서 컸으며 50 mesh보다 100 mesh에서 크게 나타났다. 이 결과는 덜 치밀한 구조를 지닌 솔비톨이 사용된 무설탕 휴잉검과 입자의 크기가 작을수록 무설탕 휴잉검의 강도가 증가됨을 의미한다.

일반적으로 한국 소비자의 경우 강도가 낮고 유연성이 좋은 휴잉검을 선호하므로 본 실험에서는 P-type보다 유연성이 높고 강도가 상대적으로 낮은 S-type의 솔비톨을 무설탕 휴잉검의 원료로 선택하였다.

무설탕 휴잉검의 유연성 및 강도에 따른 솔비톨 입자 크기의 선택

S-type의 결정형 솔비톨을 선택하여 솔비톨의 입자 크기가 무설탕 휴잉검의 유연성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 입자크기가 각각 50 mesh, 80 mesh, 100 mesh인 솔비톨을 사용하여 실험을 수행하였다(Fig. 4). 입자크기가 감소함에 따라 휴잉검의 유연성은 증가하여 껌이 끊어지지 않고 반복할 수 있는 왕복

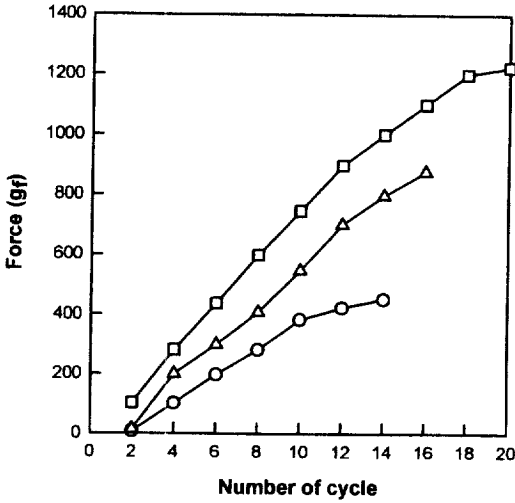


Fig. 4. Effect of particle size of S-type sorbitol on the flexibility of sugar-free chewing gum at 30°C. ○—○: 50 mesh, △—△: 80 mesh, □—□: 100 mesh.

운동의 횟수는 50 mesh, 80 mesh, 100 mesh일 때 14, 16, 20회로 증가하였고 씹임검에 가해진 힘도 입자의 크기가 작을수록 크게 나타났다.

솔비톨의 입자크기가 무설탕 씹임검의 강도에 미치는 영향을 살펴본 결과 Fig. 5와 같았다. 무설탕 씹임검의 강도는 입자크기가 50 mesh에서 100 mesh로 감소함에 따라 증가하여 100 mesh에서는 사출 성형 전 15900 gf와 사출 성형 후 12000 gf를 보여주었다. 모든 입자의 크기에서 사출 성형 후의 강도는 사출 성형 전

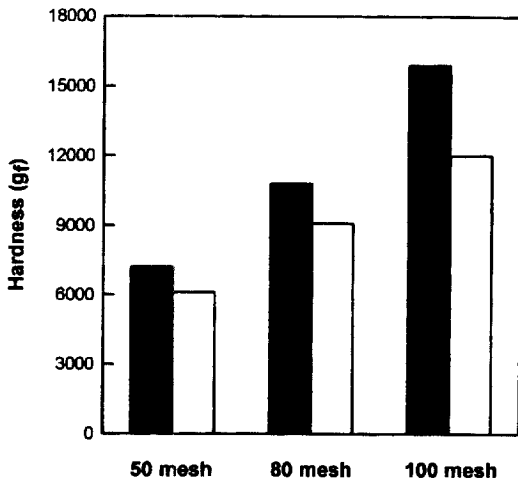


Fig. 5. Effect of particle size of S-type sorbitol on the hardness of sugar-free chewing gum at 30°C. ■: before extrusion, □: after extrusion.

의 강도보다 감소하였다. 이것은 무설탕 씹임검을 사출 성형할 경우 고체상의 솔비톨이 보다 균일하게 분포되어 강도가 감소하기 때문이다.

국산 무설탕 씹임검들의 강도를 조사한 결과 약 10000 gf 이하이고 유연성을 꺾이 끊어지지 않고 반복할 수 있는 왕복운동의 횟수로 나타낼 때 약 15회 이상으로 나타났다. 그러므로, 솔비톨의 입자 크기가 50 mesh일 경우 씹임검의 강도는 6000 gf로 낮았지만 유연성이 떨어져 무설탕 씹임검의 원료로 적합하지 않았고 반대로 솔비톨의 입자 크기가 100 mesh일 경우 씹임검의 유연성은 높았지만 강도는 12000 gf로 너무 높아 무설탕 씹임검의 원료로 적합하지 않았다. 솔비톨의 입자 크기가 80 mesh일 경우 씹임검의 강도도 9000 gf로 적당하였고 유연성을 나타내는 꺾이 끊어지지 않고 반복할 수 있는 왕복운동의 횟수도 16~18회로 좋아 무설탕 씹임검의 원료로 적합하여 80 mesh S-type 솔비톨을 선택하였다.

온도가 무설탕 씹임검의 유연성 및 강도에 미치는 영향

온도변화에 따른 무설탕 씹임검의 유연성과 강도를 아는 것은 씹임검의 저장과정 중 특성을 파악하는데 중요하다<sup>(6)</sup>. 온도가 무설탕 씹임검의 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 선택된 80 mesh의 결정형 S-type 솔비톨이 함유된 무설탕 씹임검을 각각 10°C, 20°C, 30°C, 40°C에서의 온도변화에 따른 유연성을 측정하였다(Fig. 6). 꺾이 끊어지지 않고 반복할 수 있는

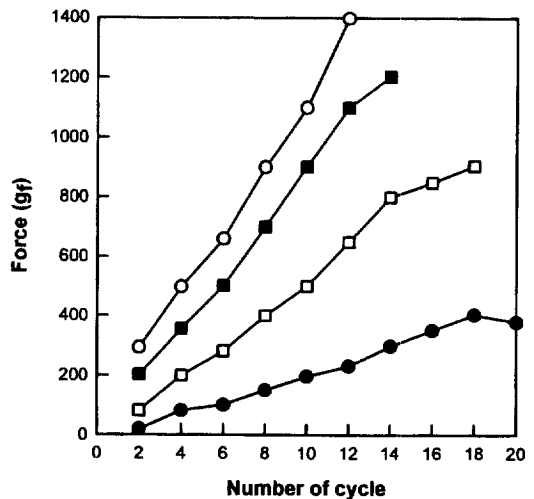


Fig. 6. Effect of temperature on the flexibility of sugar-free chewing gum with 80 mesh S-type sorbitol. ○—○: 10°C, ■—■: 20°C, □—□: 30°C, ●—●: 40°C.

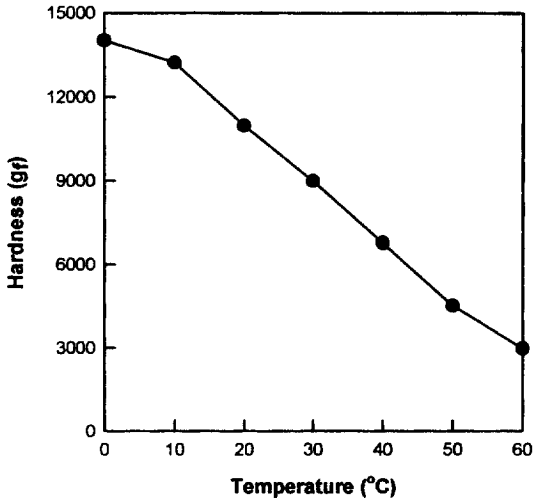


Fig. 7. Effect of temperature on the hardness of sugar-free chewing gum with 80 mesh S-type sorbitol.

왕복운동은 10°C일 때 12회, 20°C에서 14회, 30°C에서 18회, 40°C에서 20회를 나타내어 온도가 증가함에 따라서 유연성이 증가하였다. 그러나, 츄잉검에 가해진 힘은 온도가 낮을수록 크게 나타나 10°C일 최고 1400 g를 보여주었다.

온도를 변화시켜 80 mesh S-type의 솔비톨을 사용한 무설탕 츄잉검의 강도를 측정된 결과 온도가 0°C에서 약 14000 g로부터 60°C에서 3000 g까지 감소하는 경향이 나타났다(Fig. 7). 이러한 실험의 결과로부터 온도가 증가할수록 츄잉검의 유연성은 증가하였으나 강도는 감소함을 알 수 있었다.

요 약

솔비톨의 형태와 입자크기가 무설탕 츄잉검의 텍스처에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 두 가지 형태인 치밀한 구조를 지닌 P-type과 덜성한 구조를 지닌 S-type의 솔비톨과 50 mesh와 100 mesh의 솔비톨을 사용하였다. 츄잉검에 사용한 솔비톨 형태는 S-type이 P-type보다 더 유연하였고 50 mesh의 솔비톨 보다 100 mesh가 더 유연하였다. 솔비톨의 강도는 S-type보다 P-type에서 컸으며 50 mesh보다 100 mesh에서 크게 나타났다. 이것은 덜 치밀한 구조를 지닌 솔비톨이

사용된 무설탕 츄잉검이 높은 유연성과 낮은 강도를 보여 줌을 의미하고 입자의 크기가 작은 솔비톨을 사용할수록 무설탕 츄잉검의 유연성과 강도가 증가됨을 의미한다. 그러므로 본 실험에서는 유연성이 높고 강도가 상대적으로 낮은 S-type의 솔비톨을 무설탕 츄잉검의 원료로 선택하였다. 선택한 S-type 솔비톨이 함유된 무설탕 츄잉검의 솔비톨의 입자크기에 따른 유연성과 강도를 측정된 결과 80 mesh 입자가 츄잉검의 고체상 원료로 적합하였다. 80 mesh의 S-type 솔비톨이 함유된 무설탕 츄잉검의 온도변화에 따른 유연성과 강도를 측정하였다. 실험 결과 온도가 증가할수록 무설탕 츄잉검의 유연성은 증가하였으나 강도는 감소하였다.

문 헌

1. Heaton, K., Robinson, F. and Lewin M.: Sorbitol. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **13**, 157 (1980)
2. Macrae, R.: Sugar alcohol. In *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Academic Press, New York, p 4460 (1993)
3. du Ross, J.: Modified crystalline sorbitol. *The Manufacturing Confectionery*, **62**, 35 (1982)
4. du Ross, J.: Sorbitol, it's anticariogenicity. *J. Dent. Res.*, **65**, 162 (1986)
5. 김상용, 오덕근, 김석신, 김철재 : 무설탕 과자제조에 사용되는 감미료의 종류와 특징. *식품과학과 공업*, **29**(3), 53 (1996)
6. Smith, R.: *Handbook of Chewing Gum*, Academic Press, New York, p. 131 (1991)
7. Brandt, M.A., Skinner, E.Z. and Coleman, J.A.: Texture profile method. *J. Food Sci.* **28**, 404 (1963)
8. Friedman, H.H., Whitney, J.E. and Szczesniak, A.S.: The texturometer-a new instrument for objective texture measurement. *J. Food Sci.*, **28**, 390 (1963)
9. Brennan, J.G., Jowitt, R. and Williams, A.: An analysis of the general foods texturometer. *J. Tex. Stud.*, **6**, 83 (1975)
10. Szczesniak, A.S., Brandt, M.A. and Friedman, H.H.: Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *J. Food Sci.* **28**, 397 (1963)
11. Szczesniak, A.S. and Hall, B.J.: Application of the general foods texturometer to specific food products. *J. Tex. Stud.*, **6**, 117 (1975)

(1997년 7월 15일 접수)