

묵의 구조와 텍스쳐

배광순 · 손경희 · 문수재

연세대학교 가정대학 식생활학과

Structure and Textural Property of Mook

Kwang Soon Bae, Kyung Hee Sohn and Soo Jae Moon

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul

Abstract

The structure and textural properties of the traditional starch gel-form food *Mook* were investigated with the use of the Scanning Electron Microscope and Instron universal testing machine. Sensory evaluation was undertaken to evaluate the relationship between structure and textural properties of starch gel. When pure mungbean, potato, and sweet potato starches as well as 30% mungbean starches added to potato and to sweet potato starches were evaluated, it was found that mungbean starch gel had homogeneous and porous structure and showed the highest acceptability.

서 론

결상 식품에서는 텍스쳐가 대단히 중요하여 입안에서 느끼는 감촉이 풍미에 큰 영향을 미친다.⁽¹⁾ 식품의 텍스처는 궁극적으로 그 물체를 구성하는 미세구조에 의하여 결정되는데 1960년대에 이르러 많은 식품과학자들이 텍스처에 의한 제품의 품질 관리 등 식품의 리울로지 측면에 중점을 두기 시작하였다.⁽²⁾ 그러나 미세구조를 정확하게 규명할 수 있는 기술이 아직 개발되지 않았으며, 따라서 이러한 미세구조와 texture profile을 연관시키는 것이 현재로서는 어려운 상태에 있다.⁽³⁾

1970년대에 개발된 Scanning Electron Microscope (SEM)는 검체의 3 차원적 입체구조를 보여줌으로써 구조 및 텍스처연구에 큰 진전을 가져오게 하였다.^(4~9) 식품의 텍스처 측정법으로 오랫동안 사용되어온 관능검사법은 인간의 오편을 사용하여 주관적인 수치를 얻는 법으로 모든 텍스처 측정법의 기준이 되며 직접적인 사용 가치가 있다.^(2~10)

본 연구에서는 이미 선행 연구되었던 우리나라 고유 전통 식품으로 전분의 gelation을 이용한 묵(전분 젤)을 선정하여 시료의 조절 배합에 따른 전분 젤의 구조를 SEM에 의한 검토를 시도하면서, Instron univer-

sal testing machine을 이용하여 젤의 텍스처를 객관적으로 평가하고 이러한 객관적인 평가와 상호 연관시킬 수 있도록 관능검사를 실시하여 전분 gel의 구조 및 텍스처 특성을 종합적으로 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

녹두, 감자, 고구마의 전분을 묵가루 제조방법⁽¹¹⁾에 준하여 만든 다음 실험 재료로 사용하였다.

전분 젤의 조제

예비 실험을 거쳐 표준화시킨 묵 제조 방법에 따라 녹두 8%, 감자 10% 및 고구마 10%로 전분의 농도를 조절하여 전분 젤을 조제하였다.^(11,12)

전분 혼탁액 200ml을 95°C 항온으로 고정시킨 water bath상에서 호화될때까지 계속 저어주면서 15분간 가열하였다. 이것을 실온(18°C)에서 12~24시간 냉각시킨 다음, 전분 젤의 특성을 측정하기 위한 시료로 사용하였다.

전분의 종류에 따른 젤의 특성을 검토하기 위하여 실험 재료로 준비한 시료 중에서 감자 및 고구마 전분에

녹두 전분을 일부 배합하여 전분 젤을 조제하였다. 예비 실험을 통하여 수용력이 향상될 수 있는 적당한 비율을 결정하였다. 그결과 감자, 고구마 전분에 녹두 전분을 30%씩 첨가했을때 그 텍스쳐 및 수용력이 향상되므로 본 실험에서는 전분 배합 비율을 30%로 결정하여 젤 특성 측정을 위한 시료로 사용하였다.

전분 젤의 구조 측정

전분 젤을 $5 \times 5 \times 7\text{mm}$ 의 입방체형으로 자른 다음 3% glutaraldehyde 용액 ($0.1M$ phosphate buffer, pH 7.2 ~ 7.4)에 4°C 에서 24시간동안 pre-fixing시켰다. Pre-fixing 시킨 시료를 $0.1M$ phosphate buffer로 2번 세척해준 다음 1% osmium tetroxide (OsO_4) 용액 ($0.1M$ phosphate buffer)에 4°C 에서 2시간동안 post-fixing시켰다. 고정시킨 후 20분 간격으로 2번씩 탈수시킨 다음 isoamylacetate에 하룻밤 담가두었다. 그 후 Critical Point Dryer (Hitachi 제품 HCP-2)로 건조시킨 다음 Ion Coater (EIKO IB-3 Ion Coater)로 coating시킨 시료를 Scanning Electron Microscope (Hitachi S-450)로 15kV에서 640배 및 3000배로 확대하여 관찰하였다.

Table 1. The condition of Instron universal testing machine used in the determination of gel texture

Weight of load cell	5 Kg
Cross head speed	100 mm/min
Chart speed	200 mm/min
Clearance	10 mm
Sample height	30 mm
Sample diameter	50 mm

전분 젤의 텍스처 측정

전분 젤의 텍스처를 Instron universal testing machine (Instron Model 1132)을 이용하여 측정하였다. 사용한 조건은 Table 1과 같다.

전분 젤을 2회 반복으로 압착하였을 때 얻어지는 force-distance curve로부터 시료의 텍스처 특성을 계산하였다.^(13~16) 즉, 견고성 (hardness)은 first bite의 높이, 응집성 (cohesiveness)은 A_1 의 면적/ A_0 의 면적, 탄성 (springiness)은 second bite의 peak가 나타날 때 까지의 거리, 접착성 (gumminess)은 견고성 × 응집성 × 100으로 표시하였다.

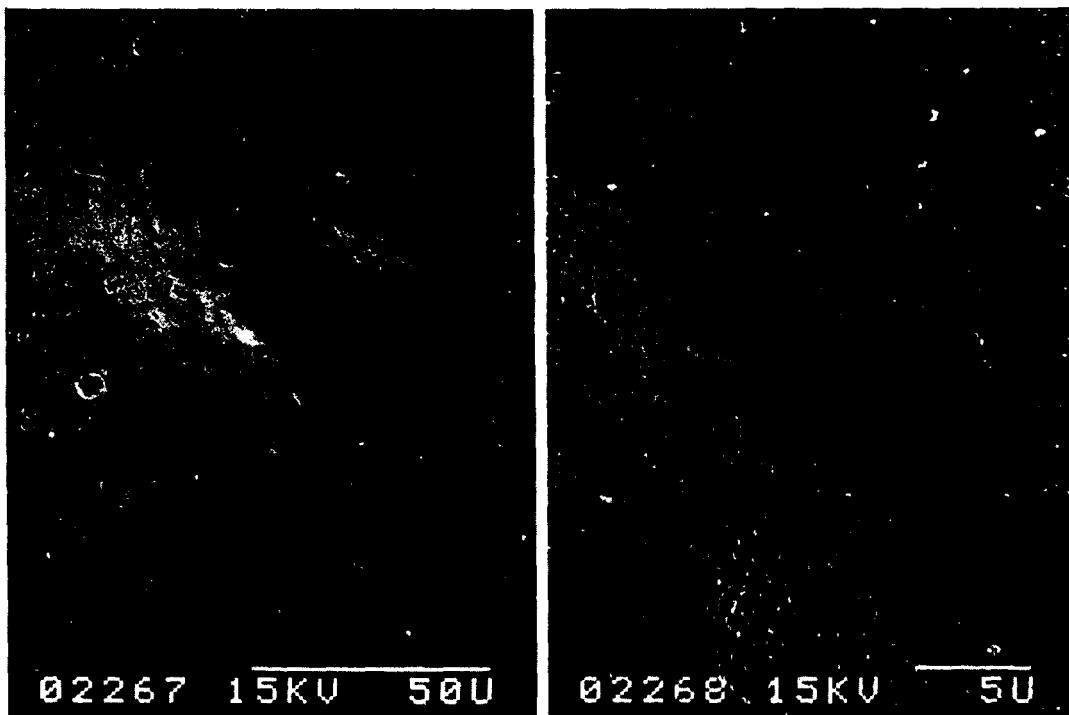


Fig. 2. Scanning electron micrograph of 100% mungbean starch gel

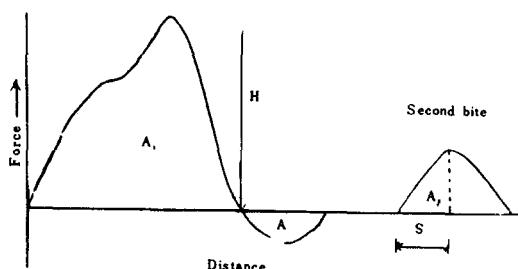


Fig. 1. A typical texture profile curve

3회 반복 실시하여 얻은 측정치는 평균치로 표시하였으며, 결과의 유의성을 분산 분석과 Duncan's multiple range test로 검정하였다.⁽¹⁷⁾

관능검사법에 의한 평가

녹두, 감자, 고구마 전분으로 만든 전분 젤의 수용력 및 감자, 고구마 전분에 녹두 전분을 각기 30%씩 배합하여 만든 전분 젤의 수용력에 대하여 관능검사를 실시하였다.

전분 젤의 외관(appearance, color, smoothness), 텍스처, 수용력(acceptability) 등에 대하여 여러번의 예비 관능검사를 거친 본교 식생활과 대학원생으로 구성된 12명의 관능 검사원이 3회 반복 검사하였다. 전분

젤의 외관의 smoothness는 눈으로 볼 때의 매끈한 정도를 평가하도록 했으며, 텍스처는 입안에서 느끼는 전분 젤의 탄력성 및 푸석푸석한 정도와 매끄러운 정도를, 수용력은 전분 젤의 외관과 텍스처 특성을 종합적으로 평가하도록 하였다. Scoring test 중 5점법을 택하여 평가하였으며 그 결과의 유의성을 분산 분석과 Duncan's multiple range test로 검정하였다.⁽¹⁷⁾

결과 및 고찰

전분 젤의 구조

녹두, 감자, 고구마 전분으로 제조한 전분 젤의 구조 및 감자, 고구마에 녹두 전분을 혼합하여 제조한 전분 젤의 구조는 Fig. 2~6과 같다.

그림에서 보는 바와 같이 형성된 전분 젤의 구조는 전분원료에 따라 각기 다른 양상을 나타내었다. 녹두 젤의 경우 비교적 매끈하고 미세하여 균일한 porous한 구조를 나타냈으며, 녹두 젤 network 사이의 미세한 구들은 물분자가 network 사이에 끌고루 들어가서 이론적으로 생각된다(Fig. 2). 감자 젤은 녹두 젤에 비하여 상당히 fibrous한 구조를 지니며 network이 서로 엉킨 듯하다(Fig. 3). 고구마 젤은 물이 과진듯한 구조를 갖고 있어서 녹두나 감자 젤과는 상당히 다른 것으로 나타

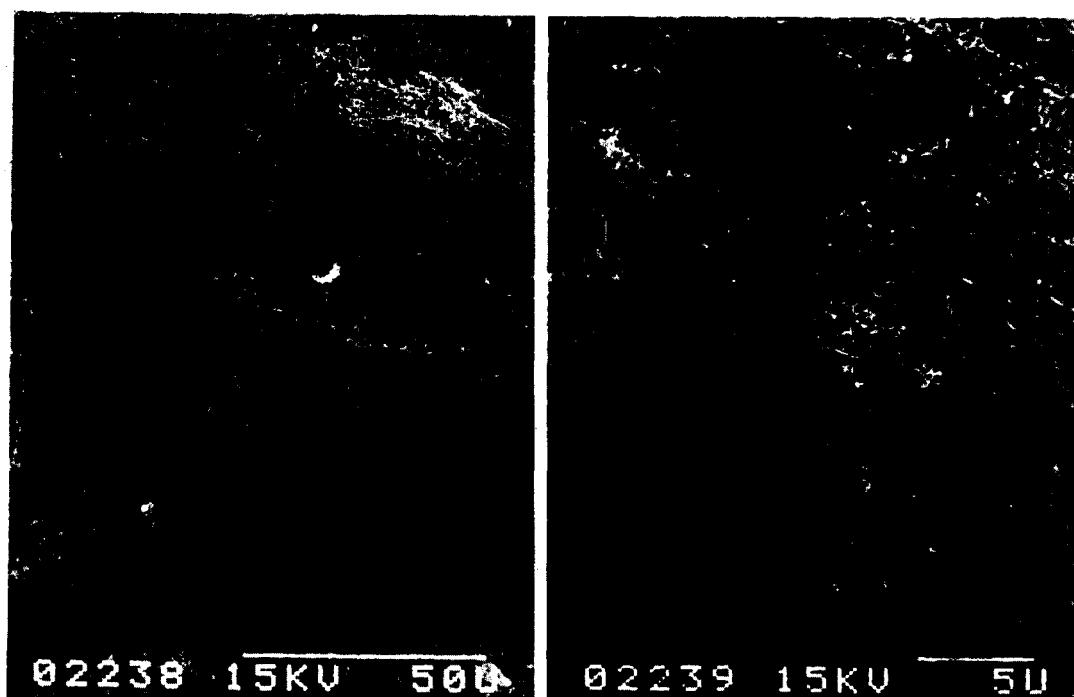


Fig. 3. Scanning electron micrograph of 100% potato starch gel

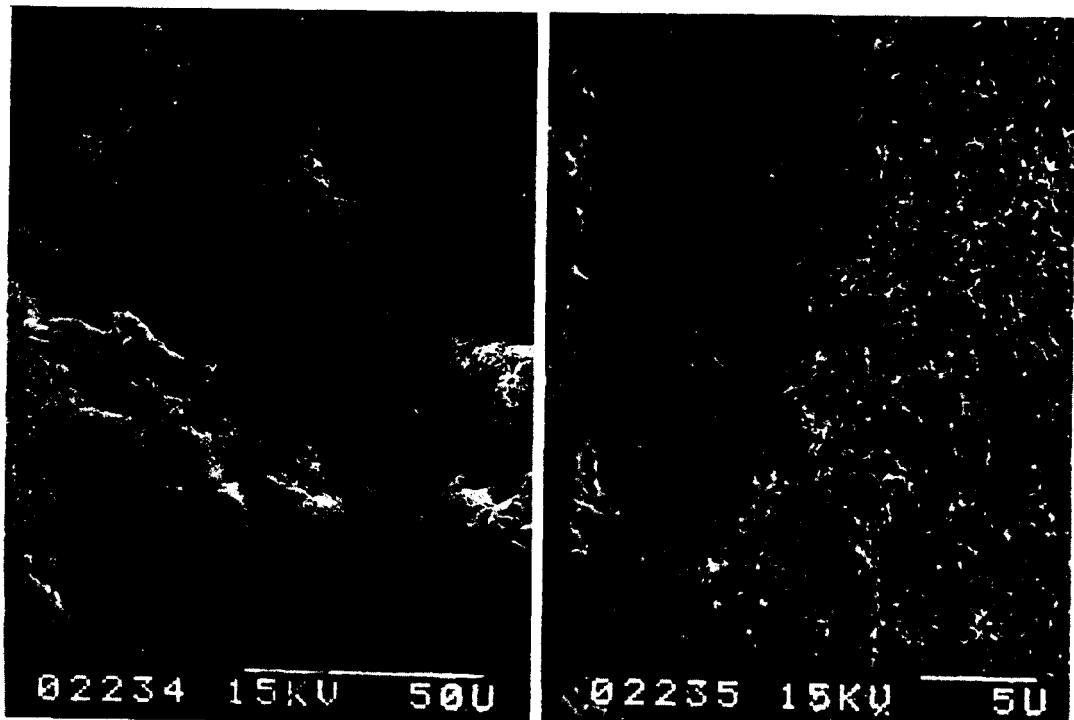


Fig. 4. Scanning electron micrograph of 70% potato + 30% mungbean starch gel

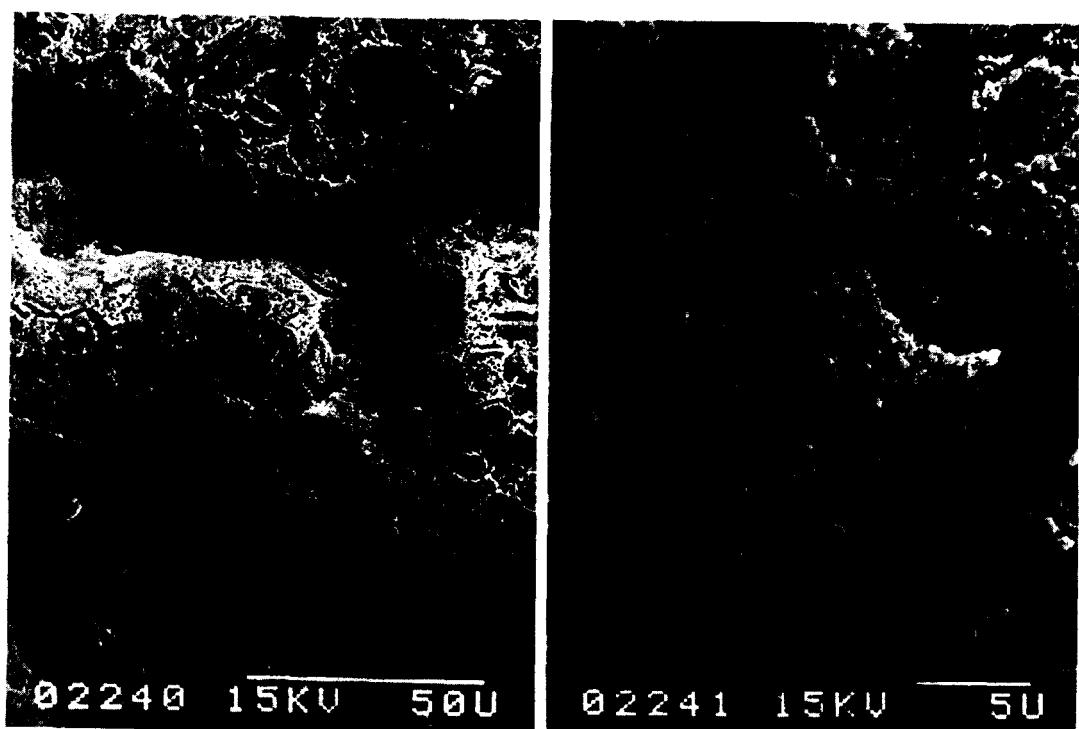


Fig. 5. Scanning electron micrograph of 100% sweet potato starch gel

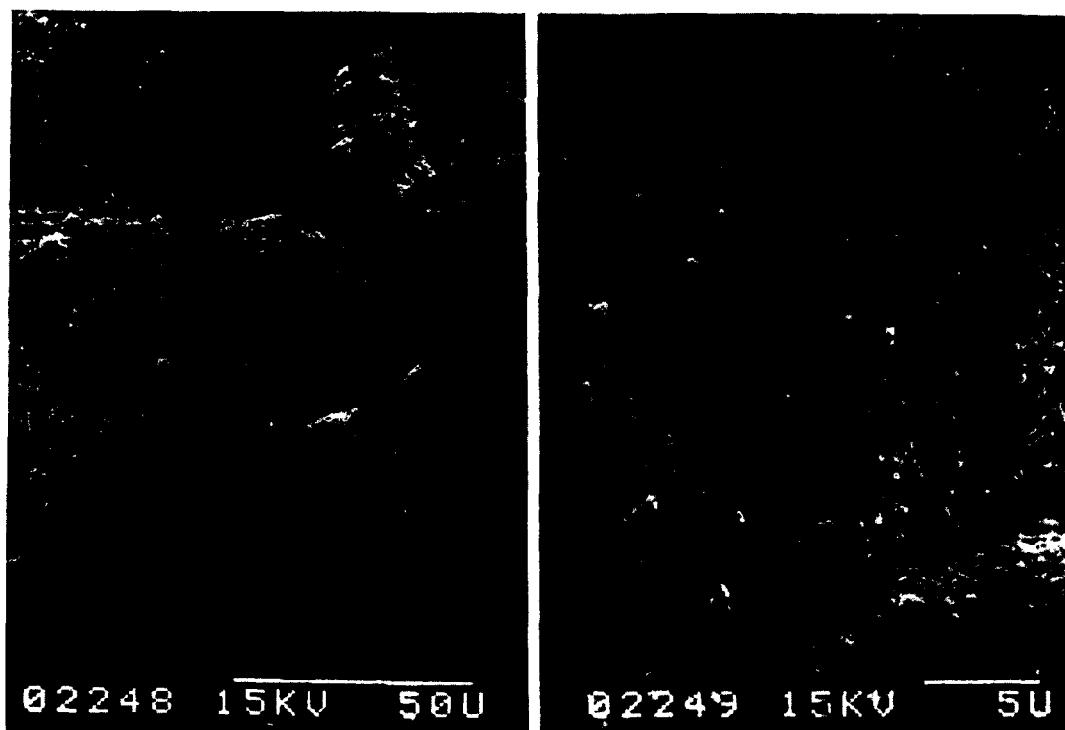


Fig. 6. Scanning electron micrograph of 70% sweet potato + 30% mungbean starch gel

났으나 골이 파진듯한 부위를 제외하고는 조밀하게 network이 형성되어 있었다(Fig. 5).

감자 70%와 녹두 30%의 비율로 혼합하여 만든 젤은 일부는 감자 젤의 fibrous한 구조를 가진 반면에 일부는 녹두 젤과 유사하게 porous한 구조를 나타내었다 (Fig. 4). 특히 고구마에 녹두 전분을 30% 혼합하여 제조한 젤은 녹두 젤의 구조와 상당한 유사성을 관찰할 수 있었으며, 이것은 고구마 젤에서 볼 수 있는 골이 파진듯한 구조보다는 녹두 젤의 porous한 구조에 가깝게 나타내고 있으나 녹두 젤과 같이 균일하게 porous한 구조가 아니며 상당히 조밀한 구조였다(Fig. 6).

Table 2. Textural characteristics of various starch gels

Starch gel	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess
Mungbean (M)	1.69	0.29	1.43	49.42
Potato (P)	1.33	0.18	1.23	23.56
P70+M30	1.91	0.17	1.27	33.16
Sweet potato	1.52	0.19	1.33	28.62
Sp70+M30	2.26	0.24	1.37	54.17

전분 젤의 텍스처

Instron universal testing machine을 이용하여 얻은 force-distance curve에서 산출한 전분 젤의 텍스처 측정치는 Table 2 와 같다. Table2에 나타난 바와같이 전분 젤의 텍스처가 전분의 종류에 따라 통계적으로 유의적인 차이를 나타내었다 ($P<0.05$).

따라서 그 차이가 어디에 기인하는가를 확인하기 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 그 결과를 Table3에 요약하였다. 각 전분 젤은 견고성에서 모두 유의적인 차이를 보였다. 전분 젤의 응집성은 녹두 젤이나 고구마에 녹두를 섞은 젤에서는 유의적인 차이가 없었으나 고구마 젤, 감자 젤 등과는 유의적인 차이를 나타냈다. 탄성은 녹두 젤, 고구마에 녹두 전분을 섞은 젤, 고구마 젤에서 모두 1.35 내외의 높은 값을 나타낸 반면에 감자 젤이나 감자에 녹두 전분을 섞은 젤에서는 1.25내외의 낮은 값을 나타내어 유의적인 차이가 있었다. 점착성도 고구마에 녹두 전분을 섞은 젤과 녹두 젤에서는 50내외의 높은 수치를 나타내어 이 두 젤 간에는 유의적인 차이가 없었으나 감자에 녹두 전분을 섞은 젤, 고구마 젤, 감자 젤등에서는 30내외의 낮은 수치를 나타내어 유의적인 차이를 보였다. 이는 감자, 고구마 젤의 점착성이 낮게 나타났다는 보고⁽¹¹⁾와 일치하였다.

Table 3. Duncan's multiple range test of textural data for various starch gels

	Sample	Sp70+M30	P70+M30	Mungbean	Sweetpotato	Potato
	Average	2.26	1.91	1.69	1.52	1.33
Cohesiveness	Sample	Mungbean	Sp70+M30	Sweetpotato	Potato	P70+M30
	Average	0.29	0.24	0.19	0.18	0.17
Springiness	Sample	Mungbean	Sp70+M30	Sweetpotato	Potato	P70+M30
	Average	1.43	1.37	1.33	1.27	1.23
Gumminess	Sample	Sp70+M30	Mungbean	P70+M30	Sweetpotato	Potato
	Average	54.17	49.42	33.16	28.62	23.56

Table 4. Results of sensory evaluation for various starch gels

Starch gel	Total score*	Appearance		Texture*	Acceptability*
		Color	Smoothness*		
Mungbean	16.83±1.85	3.58±1.00	4.25±0.75	4.50±0.67	4.50±0.52
Potato	9.25±2.38	3.58±1.24	2.17±0.72	1.50±0.67	2.00±0.85
P70+M30	11.75±2.22	3.25±1.22	2.58±0.90	2.92±0.79	3.00±0.85
Sweet potato	13.92±3.03	2.92±1.24	3.83±0.94	3.50±1.09	3.67±1.07
Sp70+M30	15.42±1.73	3.17±0.72	4.08±0.79	4.00±0.43	4.17±0.72

*: P<0.05

1: undesirable, 2: slightly undesirable, 3: slightly desirable, 4: desirable, 5: very desirable

Table 5. Duncan's multiple range test of sensory evaluation data for various starch gels

Total score	Sample	Mungbean	Sp70+M30	Sweetpotato	p70+M30	Potato
		Average	16.83	15.42	13.92	11.75
Appearance	Sample	Mungbean	Sp70+M30	Sweetpotato	p70+M30	Potato
	Average	4.25	4.08	3.83	2.58	2.17
Texture	Sample	Mungbean	Sp70+M30	Sweetpotato	p70+M30	Potato
	Average	4.50	4.00	3.50	2.92	1.50
Acceptability	Sample	Mungbean	Sp70+M30	Sweetpotato	p70+M30	Potato
	Average	4.50	4.17	3.67	3.00	2.00

관능검사법에 의한 평가

전분 젤의 식품으로서의 수용력을 검토한 후 그 결과를 분산 분석한 결과는 Table 4와 같다. 표 4에서 보는 바와 같이 외관, 텍스처, 수용력 등에서 전분 젤의 종류에 따라 통계적으로 유의적인 차이를 나타냈다 ($P<0.05$).

그 차이가 어디에 기인하는지를 확인하기 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 그 결과를 Table 5에 요약하였다. 전분 젤의 외관은 색깔에서는 유의적인 차이를 나타내지 않은 반면에 매끈한 정도에서는 유의적인 차이를 나타내었다. 녹두나 고구마 젤이 감자 젤에 비해 표면이 곱고 매끈하면서 하늘하늘한 모습을 나타냈다. 전분 젤의 가장 중요한 특성에 속하는 텍스처는 녹두 젤과 고구마에 녹두 전분을 섞어 제조한

젤이 좋은 평가를 받았으며 이 두 젤간에는 유의적인 차이가 없었으나 고구마 젤, 감자 젤 등과는 유의적인 차이를 보였다. 이러한 결과는 녹두 젤이 감자, 고구마 젤과 텍스처면에서 유의적인 차이를 나타냈다는 보고¹¹와 일치하였다.

전분 젤의 수용력을 종합적으로 평가한 결과 외관과 텍스처 특성이 우수했던 녹두 젤과 고구마에 녹두 전분을 섞은 젤이 가장 높은 수용력을 나타냈으며 이 두 젤간에는 유의적인 차이가 없었다. 그리고 고구마 젤, 감자에 녹두 전분을 섞은 젤, 감자 젤의 순으로 수용력이 나타났다.

Instron universal testing machine의 결과와 관능검사를 서로 비교했을 때 텍스처측정치 중 응집성 0.25, 탄

성 1.35, 점착성 50내외의 비교적 높은 값을 나타내는 녹두 젤과 고구마에 녹두 전분을 섞은 젤이 관능검사에서도 수용력이 높게 평가되었다.

이상과 같이 전분 젤의 구조 및 텍스처를 측정하고, 관능검사에 의해 수용력을 평가한 결과 전분 젤의 구조에 따라 텍스처의 차이가 나타나며 전분 젤의 수용력도 다르게 평가되는 것을 알 수 있었다. 그러나 전분 젤의 미세구조와 텍스처특성을 구체적으로 서로 연관 검토하기에는 전분 젤 형성에 관여하는 여러 요인들, 즉 전분의 종류 뿐 아니라 아밀로스의 종류 및 함량, 분자의 chain길이 등에 대한 보다 폭넓은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

전분 젤의 특성을 검토하기 위하여 녹두, 감자, 고구마로 제조한 전분 젤 및 감자, 고구마 전분에 녹두 전분을 혼합하여 제조한 전분 젤의 구조 및 텍스처를 측정하고, 관능검사에 의해 전분 젤의 수용력을 평가하였다. 균일하고 porous한 구조를 보인 녹두 젤이 텍스처 측정치가 높은 값을 나타냈으며 관능검사에서도 수용력이 높게 평가되었다.

문 헌

1. 손경희, 문수재 : 연세 논총, 15, 191 (1978)
2. 이영화, 이관영, 이서래 : 한국식품과학회지, 6, 42 (1974)
3. 이철호 : 한국식품과학회지, 11, 314 (1979)

4. Hutton, C. W., Neggers, Y. H. and Love, T. C. : *J. Food Sci.*, 46, 1309 (1981)
5. Christanson, D. D., Gardner, H. W., Warner, K., Boundy, B. K. and Inglett, G. E. : *Food Technol.*, 28, 23 (1974)
6. Lee, C. H. and Rha, C. K. : *J. Food Sci.*, 43, 79 (1978)
7. Tsintsadze, T. D., Lee, C. H. and Rha, C. K. : *J. Food Sci.*, 43, 625 (1978)
8. Lee, C. H. and Rha, C. K. : *Scanning Electron Microscopy*, SEM Inc., AMF O'Hare, U. S. A. (1979)
9. Kim, K. O. : *Ph. D. Thesis*, Kansas State University (1980)
10. Fraser, M. : *J. Consumer Studies and Home Economics*, 1, 247 (1977)
11. 문수재, 손경희, 박혜원 : 대한가정학회지, 15, 31 (1977)
12. 방신영 : 우리나라 음식 만드는 법, 청구문화사 (1954)
13. Bourne, M. C. : 한국식품과학회지, 7, 168 (1975)
14. Friedman, H. H., Whitney, J. E. and Szczesniak, A. S. : *J. Food Sci.*, 28, 390 (1963)
15. Breene, W. M. : *J. Texture Studies*, 6, 53 (1975)
16. Szczesniak, A. S. : *J. Food Sci.*, 28, 385 (1963)
17. Larmond, E. : *Methods for Sensory Evaluation of Food*, Canada Department of Agriculture (1967)

(1984년 3월 18일 접수)