

## 도토리과 밤전분 gel의 물리적 특성 비교

이 혜 성 · 이 혜 수

서울대학교 가정대학 식품영양학과

### A Comparison Study on Acorn and Chestnut Starch Gels

Hye Seong Lee and Hei Soo Rhee

Dept. of Food & Nutrition, Seoul National University

#### Abstract

The physical properties of acorn and chestnut gels by various heating temperature were investigated. In microstructure analysis by SEM, acorn starch gels of 90°C showed regular three dimensional network structure and chestnut starch gels had finer porous network from 70°C. X-ray diffraction patterns of two starch gels showed very weak peak at 8~10° and 16~19°. Hardness had the highest value at 90°C and 98°C for acorn gels, and 80°C for chestnut gels. But cohesiveness increased with heating temperature in both of two starch gels.

료로 사용하였다.

#### 서 론

전보<sup>1)</sup>에서 살피본 바와 같이 도토리과 밤은 참나무과라는 동일한 식물학적 계통에 속함에도 불구하고 그 전분의 성질에는 상당한 차이가 있었다. 이번에는 이 두가지 전분으로 온도를 달리하여 제조한 gel의 물리적 특성을 비교하고자 하였다.

#### II. 실험재료 및 방법

##### 1. 실험 재료

1989년 경기도 파주에서 수확한 도토리과 같은 해 경기도 판교에서 수확한 밤(품종: 단택)을 구입하여 방<sup>2)</sup>의 방법에 따라 조전분을 제조한 후 60 mesh로 갈아 시

##### 2. gel의 제조방법

8% (dry basis) 시료 현탁액 140 ml를 60, 70, 80, 90, 98°C의 항온수조에서 가끔씩 저어주면서 15분간 가열하였는데 이때의 현탁액 내부온도는 각각 53~55, 63~65, 69~71, 80~82, 89~92°C 정도이었다. 가열한 후 직경 3.0cm, 높이 2.0cm의 원통형의 용기에 유입하여 성형시킨 다음 18°C의 수중에서 저장하며 실험에 이용하였고 이때 만들어진 gel의 수분함량은 91.55~91.80% 사이로 시료간, 온도간의 유의적인 차이는 없었다. 이중 60°C로 가열한 것은 그대로 현탁액 형태로 남아 있어 gel이 형성되지 않았다.

### 3. gel의 표면구조 관찰

제조한지 24시간이 경과된 gel을 5×5×1 mm의 크기로 잘라 freeze drier로 건조시킨 후 SEM (JEOL JSM-35, Japan)을 이용하여 200배의 배율로 gel의 표면구조를 관찰하였다. 60°C로 가열한 것은 같은 방법으로 건조시킨 다음 200 mesh를 통과시킨 후 1500배로 관찰하였다.

### 4. gel의 결정성 비교

3항과 같은 방법으로 처리하여 X-ray diffractometer(Rigaku Co., Japan)로 target; K, filter; Ni, scanning speed; 4°/min와 같은 조건으로 2:40~4°까지 회전시켜 분석하였다.

### 5. gel의 texture측정

제조한지 각각 3시간, 24시간이 된 gel의 texture를 Instron Universal Testing Machine (1140, England)으로 2회 반복 압착시험(compression test)하여 견고성(hardness)과 응집성(cohesiveness)의 값을 구하였고<sup>3)</sup>, 이때의 실험 조건은 다음과 같았다. load cell; 50 kg, full scale; 6.25 kg, chart speed; 200 mm/min., cross head speed; 100 mm/min., deformation; 60% and 70%

## III. 결과 및 고찰

### 1. gel의 표면구조 관찰

도토리전분을 60°C로 가열한 것에서는 약간 팽창하였지만 여전히 개개의 전분입자 모양을 확인할 수 있었고, 70°C 이상으로 가열된 gel에서 부리는 용출물이 겹쳐지며 입자의 형태가 사라지기 시작하여 90°C gel에서는 pore size가 약 50~100 μm 정도되는 완전한 3차원적 망상구조를 형성하고 있었다. 이런 결과는 95°C로 30분 처리한 도토리 전분에서 팽창된 개개의 전분입자를 정확히 구분할 수 있는 김<sup>4)</sup>의 보고와 차이가 나는 것으로, 이는 사용한 전분의 농도와 시료의 건조방법이 서로 다르기 때문인 것으로 생각된다. Varriano-Marston<sup>5)</sup>은 SEM 촬영이 호화전분의 morphology 연구에 유용하나 용매를 사용하여 탈수시키는 방법은 granule의 shrinkage가 일어나기 쉽고 입자 밖으로의 분출물이나 porous

한 표면구조를 관찰하기 어렵다고 하였다. 60°C로 처리한 밤전분은 도토리보다 입자 모양이 훨씬 풀어져 있어 결정성이 도토리보다 약하다는 전보<sup>1)</sup>의 결과를 확인시켜 주었고, 70°C gel에서부터 미세한 다공성의 network를 형성하고 있었으며, 온도가 증가되면서는 matrix 내부가 용출물로 거의 채워지면서 오히려 망상구조 모양에서 벗어나는 듯 하였다. 배등<sup>6)</sup>은 균일하고 porous한 구조를 보인 녹두 gel이 관능검사시 수용도가 높았다고 보고하였고 Hermansson<sup>7)</sup>은 많은 proteins과 polysaccharides가 gel을 형성하는 능력을 가지고 있어 상당량의 water를 보유할 수 있는데 이 waterholding properties에 중요한 pore size범위에 대해서는 예측하기 어렵다고 하였다. 이<sup>8)</sup>는 식품의 구조는 일차적으로 분자구조와 분자간 결합력에 의하여 structural potential (잠재적 구조)을 형성하며 이 잠재적 구조는 제조과정에서 오는 이차적 stress(열, 냉동, 건조 등)에 의하여 구조가 고정되어 식품 특유의 texture가 표현된다고 하였으므로 앞으로 전분 gel의 microstructure와 texture와의 관계는 좀더 연구되어야 한다고 생각한다.

### 2. gel의 결정성 비교

X-선 회절도는 60°C 처리 시료에서는 도토리와 밤 전분 모두 생전분에서의 peak<sup>1)</sup>강도보다는 약하지만 생전분과 유사한 peak 형태로 나타났고, 70°C 이상의 가열로 일단 gel이 형성된 것에서는 생전분 때와는 아주 다른 모양으로 8~11°와 16~19° 부근에 상당히 약한 두개의 peak를 보여 주어 가열 온도별이나 시료간의 차이를 나타내지는 않았다.

### 3. gel의 texture 측정

두 시료 gel의 hardness와 cohesiveness의 값은 Table 1, 2에 정리하였다. Texture parameter의 크기는 압착율, 압착속도, 시료의 크기등 여러가지 조건에 의해 달라지는 것으로 보고되고 있으며 그중 특히 압착율의 효과는 Bourne<sup>9)</sup>, 윤등<sup>10)</sup>에 의해 조사되었는데 그 정도는 시료의 macrostructure의 파괴 여부에 따라 크게 변화한다. 본 실험에서는 예비실험을 통하여 도토리와 밤전분 gel의 구조가 파괴되는 점의 양 경계로 삼을 수 있는 60%와 70%의 두 압착율로 검사하였는데 전체적으로 hardness는 70% 압착에서, cohesiveness는 60% 압착에서 유의하게 ( $p < 0.001$ ) 큰 값을 보였으며,

Table 1. Hardness of acorn and chestnut starch gels ( $\times 10^3$  dyne)

Temp.	60%				70%			
	acorn		chestnut		acorn		chestnut	
	3h	24h	3h	24h	3h	24h	3h	24h
70 °C	11.9 c	25.0 c	96.9 b	116.9 b	12.5 c	22.0 c	91.5 c	148.9 b
80 °C	142.5 b	182.5 b	143.6 a	176.3 a	154.7 b	176.7 b	256.4 a	203.7 a
90 °C	173.1 a	219.4 a	93.8 b	128.1 b	287.5 a	261.3 a	189.4 b	160.0 ab
98 °C	170.6 a	188.1 b	51.9 c	60.0 c	279.2 a	265.1 a	106.6 c	113.6 b

Table 2. Cohesiveness of acorn and chestnut starch gels (ratio)

Temp.	60%				70%			
	acorn		chestnut		acorn		chestnut	
	3h	24h	3h	24h	3h	24h	3h	24h
70 °C	0.02 c	0.02 c	0.30 b	0.16 b	0.02 c	0.04 c	0.12 c	0.12 b
80 °C	0.35 b	0.30 b	0.86 a	0.74 a	0.17 b	0.05 c	0.53 b	0.26 b
90 °C	0.80 a	0.71 a	0.83 a	0.79 a	0.38 a	0.13 b	0.64 a	0.25 b
98 °C	0.84 a	0.71 a	0.90 a	0.80 a	0.43 a	0.22 a	0.69 a	0.52 a

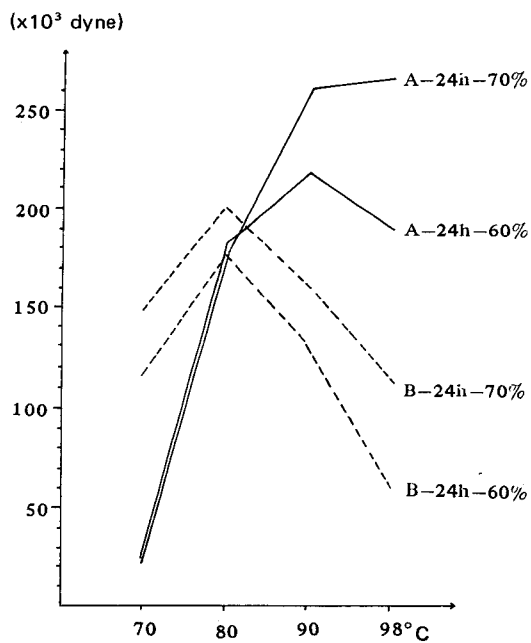


Fig. 1. Hardness of acorn (A) and chestnut (B) starch gels.

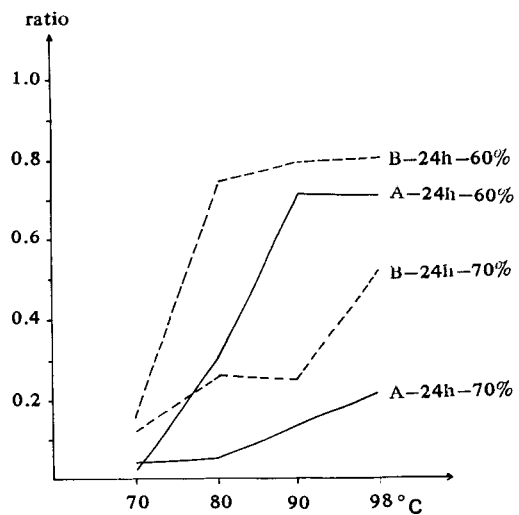


Fig. 2. Cohesiveness of acorn (A) and chestnut (B) starch gels.

hardness보다 cohesiveness가 압착율에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 두 성형시간의 차이는 대부분 24시간 gel이 3시간 gel보다 hardness는 증가하고 cohesiveness는 감소하는 것으로 나타났으며 온도에 따른 변화 양상은 3시간과 24시간 gel이 모두 비슷하였다.

가열 온도에 따른 차이는 Table 1, 2에 Duncan 다중 비교한 결과를 함께 실었으며, Fig. 1, 2에 24시간 성형한 gel의 hardness와 cohesiveness 값을 가열 온도별로 나타내었다. Hardness는 도토리 gel의 경우에 70°C에서 가장 낮은 값을 보이고 80°C로 올라가면서 급격하게 증가하여 90°C와 98°C에서 최고치를 보였으나, 밤은 80°C로 가열한 것이 가장 높은 값을, 그 다음으로 70°C, 90°C가 비슷한 값을 나타내고 98°C에서 최소치를 나타내었다. 그런데 도토리과 밤의 최고치는 각각 287.5,  $256.4 \times 10^3$  dyne 이었으며 전반적으로 도토리 전분 gel이 밤 전분 gel보다 더 견고한 것으로 나타났다. Cohesiveness는 두 시료 모두에서 온도가 증가할수록 점차 증가하였으며 도토리는 0.84, 밤은 0.90으로 최대 값을 보였고, 전 온도 범위에서 밤 전분 gel이 보다 더 큰 응집력을 가지고 있었다.

#### IV. 요약

가열온도를 달리하여 제조한 도토리과 밤 전분 gel의 물리적 특성을 비교한 결과는 아래와 같다.

1. 60°C로 가열한 경우 도토리보다 밤의 전분 입자가 훨씬 많이 떨어져 있었고, 도토리는 90°C로 가열한 gel에서 규칙적인 3차원적 망상구조를 보였으며 밤 전분 gel은 70°C부터 미세한 다공성의 network를 보여 주었다.

2. X-ray 회절도는 두 시료 전분 gel 모두 8~11°와 16~19° 부근에서 두개의 약한 peak만을 보여주었다.

3. Hardness는 70% 압착, 24시간 성형 gel에서, cohesiveness는 60% 압착, 3시간 성형 gel에서 크게 나타났으며, 특히 cohesiveness에서 압착율 변화에 의한 효과가 크게 나타났다. 또한 도토리는 90, 98°C에서, 밤은 80°C에서 최고의 hardness 값을 보였으며 cohesiveness는 두 시료 모두 가열 온도가 높아질수록 증가하였다.

#### 참고 문헌

- 1) 이혜성, 이혜수, 도토리과 밤 전분의 이화학적 특성 연구, 한국조리과학회지, 6:1, 1990
- 2) 방신영, 조선 음식 만드는 법, 대양공사출판부, 329, 1946
- 3) Bourne M.C., Texture profile analysis, Food Technology, 32:63, 1978
- 4) 김향숙, 아밀로오스와 아밀로펙틴이 목의 텍스처에 미치는 영향, 박사학위논문, 서울대학교 대학원, 1987
- 5) Varriano-Marston, E., Zeleznak, K. and Nowotna A., Structural characteristics of gelatinized starch, *Stärke*, 37:326, 1985
- 6) 배광순, 손경희, 문수재, 목의 구조와 텍스처, 한국식품과학회지, 16:185, 1984
- 7) Hermansson A.M., Water and fatholding, Functional properties of food macromolecules, Mitchell J.R. (ed.) 273, 1986
- 8) 이철호, Food Texture 연구에 관한 최근 동향, 한국식품과학회지, 11:314, 1979
- 9) Bourne M., Stanley H.C., Effect of degree of comparission on texture profile parameters, *J. Texture Stud.*, 12:217, 1981
- 10) 윤계순, 손경희, 압착율에 따른 전분 gel의 texture profile parameter의 변화, 대한가정학회지, 26:103, 1988