

## 전분과 페틴질이 감자의 텍스쳐에 미치는 영향

이 진 희·이 혜 수

서울대학교 가정대학 식품영양학과

## Effect of Starch and Pectic Substances on Potato Texture

Jin Heui Yi and Hei Soo Rhee

*Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics, Seoul National University*

### Abstract

For identifying the cause of the difference from the texture of mealy potatoes-Namjak and soomi—and soggy potatoes-Daeji and Dowon—, starch and pectic substances and their relating materials were analyzed, and polygalacturonase (PG) activity was measured.

The shape and size of Namjak and soomi starch granules were circular and diameter ranged from 0.02 to 0.024 mm. In the meanwhile, Daeji and Dowon had two sizes of starch granules; larger one tend to be oval in shape and diameter of longer side ranged from 0.04 to 0.045 mm, that of narrower side ranged from 0.02 to 0.03 mm and smaller one was rather circular in shape and average deameter was below 0.005 mm.

Oval shaped potato starch grancules under polarized light showed dark cross of V-shape, whereas circular granules showed cross shape.

Total sharch contents of Namjak and soomi were higher than that of Daeji and Dowon.

The changes of pectic substances were the decrease of the insoluble pectin and the increase of the soluble pectin, and the reduction of the total pectic substance content after cooking. This phenomena were more prominent in Namjak and Soomi than in Daeji and Sowon.

PG activities of Namjak and Soomi were greater than Daeji and Dowon.

Calcium contents of Namjak and Soomi were lower than Daeji and Dowon.

Phytic acid contents of Namjak, Soomi, Daeji and Dowon were 0.093%, 0.096%, 0.078%, and 0.081%, respectively.

Hardness of Namjak and Soomi were less than Daeji and Dowon.

The mealy potatoes had higher starch contents, higher tendency to pectin solubilization, higher PG activities, lower calcium contents and less hardness than the soggy potatoes.

## I. 서 론

감자는 조리 후에, 보실 보실하고 먹었을 때 다소 마른 것 같으며 혀에서 알갱이의 느낌을 주는 것을 분질(mealy)이라 하고, 반투명하며 혀에서 촉촉하고 끈끈하게 느껴지는 것을 점질(waxy or soggy)이라고 한다.

지금까지 감자의 질감에 관한 연구들은 대부분, 가열에 의해 세포들이 서로 서로 분리되고 이러한 세포간 분리정도가 감자 질감에의 주된 영향 요건으로서 이해를 같이하고 있다<sup>1~4)</sup>.

따라서 본 연구는 분질과 점질 감자의 세포 분리 정도에 의한 질적 차이의 원인을 규명하고자 전분과 페틴질 그리고 이에 관련된 물질을 분석하고 polygalacturonase (PG)의 활성도와 경도를 측정하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

생 재료는 수원 원예시험장에서 분질의 감자인 남작과 수미, 점질의 감자인 대지와 도원을 분양 받아 4°C에 저장하며 사용하였다. 이들 중 남작이 가장 분질이고 도원이 가장 점질이다.

가열한 재료로는 생 재료를 중심부에서  $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$  정육면체로 자른 후, 180°C oven에서 30분간 가열하여 사용하였다.

### 2. 정제 전분의 제조

정제 전분은 알카리 침지법<sup>5)</sup>에 의해 얻었다.

### 3. 전분 입자의 형태 및 크기 관찰

전분 입자는 광학 현미경과 편광 현미경(Nikon-HFX)로 관찰하였다.

### 4. 총 전분 함량 측정

생 감자의 전분을 가수분해<sup>6,7)</sup>시켜 Toma<sup>8)</sup>의 방법으로 전분 양을 구하였다.

### 5. 페틴질의 정량

생 재료와 가열한 재료로 부터 알콜불용성 고형분(Alcohol Insoluble Solid, AIS)을 제조<sup>9)</sup>하고 AIS중의

전분을 제거<sup>2,7)</sup>한 후 Nitta<sup>11)</sup>의 방법에 따라 페틴질을 분획 추출하여 m-hydroxydiphenyl법<sup>10)</sup>으로 분획물을 정량하였다.

### 6. PG 활성의 측정

생 감자에서 PG를 추출<sup>5)</sup>하여 Gross<sup>12)</sup>의 방법에 따라 활성도를 측정하였다.

### 7. 칼슘의 정량

생 감자를 습식 회화<sup>13)</sup>시켜 Inductively Coupled Argon Plasma Emission Spectrophotometer (ICAP-500, Jarrell-Ash)로 측정하였다.

### 8. Phytic Acid의 정량

Tanggendjaja 등<sup>14)</sup>의 방법에 의해 High Performance Liquid chromatograph (HPLC, Waters Assoc)로 phytic acid를 정량하였다.

### 9. 경도의 측정

가열한 감자의 경도를 Instron 1140을 이용하여 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 전분 입자의 형태 및 크기

남작과 수미의 전분 입자는 크기가 0.02~0.025 mm의 둥근형으로 균일한 크기의 것들이 대부분이었고, 대지와 도원은 장경 0.04~0.045 mm, 단경 0.02~0.03 mm의 타원형을 이루는 큰 입자와 지름이 0.005 mm정도 이하의 둥근형인 작은 입자를 함께 가지고 있었다 (Fig. 1).

편광 현미경을 통해 본 전분 입자의 복굴절 현상이 타원형의 큰 입자들은 V자형, 중간 크기의 둥근형 입자들은 십자형을 보이고 있다(Fig. 1).

### 2. 총 전분의 함량

생 감자의 총 전분 함량은 Table 1에서와 같이 분질의 감자일수록 높았으므로 감자의 분질 정도에 전분의 양이 큰 역할을 하는 것으로 생각된다. 즉, 전분은 가열에 의해 화학되어 세포벽이 팽창하고<sup>11)</sup> 이에 따른 세포간의 분리가 분질 정도에 큰 영향을 주는 것이라고 본다.

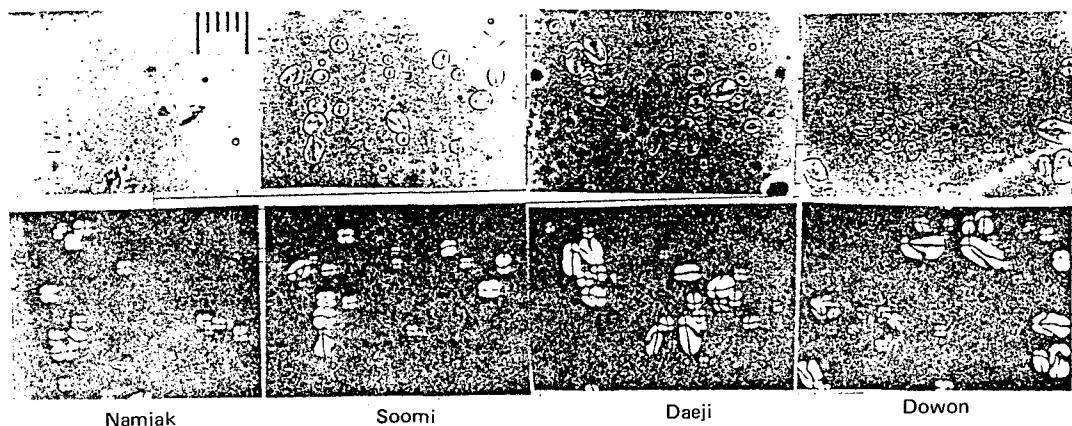


Fig. 1. Light (up) and Polarized (down) Micrographs of the Raw Potato Starch granules.

Table 1. Total starch, calcium and phytic acid contents of the raw potato cultivars

Cultivars	Total starch (%)	Calcium (mg/g.fresh weight)	Phytic acid (%)
Namjak	16.28	0.044	0.093
Soomi	14.40	0.048	0.097
Daeji	11.11	0.049	0.078
Dowon	10.23	0.062	0.081

### 3. 페틴질의 함량

페틴질의 조성 및 함량은 Table 2와 같다. 가열 후에 HCISP의 불용성 페틴의 감소와 HWSP와 HXSP의 용해성 페틴의 증가를 보였으며, 총 페틴의 함량도 감소하였다. 그리고, 남작과 수미에서의 변화가 대지와 도원에서의 변화보다 현저하였다.

이와 같이, 가열에 의한 페틴의 용해와 총 페틴 함량의 감소는 세포벽 사이의 접착력을 저하시키게 되어 세포의 분리에 기여하므로 감자의 질에 영향을 주게 되는 것이다. 분질의 감자는 이 경향이 점질의 감자에 비해 두드러지므로 현격한 세포 분리가 그들의 독특한 질을 나타내는 한 원인이 되는 것으로 추측된다.

### 4. PG 활성도

생 감자의 PG 활성도는 Table 3에 제시했으며 분질의 감자들이 높게 나타났다. 이는 분질의 감자가 세포간

접착 물질을 분해하는 능력이 점질의 감자에 비해 크다는 것을 말해주는 것이고, PG 활성도는 페틴질의 분해로 인한 페틴질이 용해화와 그에 따른 세포 사이의 분리 정도를 설명하는데 자료가 된다고 본다.

### 5. 칼슘의 함량

생 감자의 칼슘 함량은 Table 1에 보이는 바와 같이 남작이 가장 적고 도원은 가장 많았다.

칼슘 이온은 nonesterified galactosyl residues와 ion 결합함으로써 페틴 사슬의 conformation을 안정화 시켜<sup>16)</sup> 페틴질을 용해화되기 힘들게 만들기 때문에 세포 간 접착성을 주게 되는 것이므로, 많은 칼슘 함량을 가진 점질 감자들에서 세포간 접착정도가 더욱 큰 것으로 생각된다.

또, 전분 입자의 형성에도 칼슘이 필요한데<sup>15)</sup> 분질 감자에서는 칼슘 이온이 전분 입자의 형성에 많이 사용되어 페틴질과 결합해 페틴질을 불용화 시킬 여유가 없으므로 세포들이 접착성을 잃고 분리되는 것으로 그 분질의 성질을 부분적으로 설명할 수 있겠다.

### 6. Phytic Acid의 함량

Table 1에서 보면 분질의 감자들이 점질의 감자들에 비해 phytic acid의 양이 다소 많아, 칼슘 이온을 chelating하여 페틴으로부터 칼슘 이온을 제거함으로써 페틴의 용해화를 더 촉진할 것으로 생각되나 각 품종 간에 차이가 그리 큰 것 같지 않으므로 phytic acid의 세포 분리에의 역할을 미약한 것으로 생각된다.

Table 2. Pectic constituents of the potato cultivars

Cultivars Pectic fraction	Namjak (%)				Soomi (%)			
	Raw		Cooked		Raw		Cooked	
	FB <sup>a</sup>	DB <sup>b</sup>	FB	DB	FB	DB	FB	DB
HWSP	0.106 (30.2)	0.431	0.212 (70.9)	0.686	0.042 (15.2)	0.213	0.106 (56.4)	0.394
HXSP	0.032 (9.1)	0.130	0.042 (14.0)	0.136	0.027 (9.8)	0.137	0.032 (17.0)	0.119
HUSP	0.213 (60.7)	0.866	0.045 (15.1)	0.146	0.207 (75.0)	1.050	0.050 (26.6)	0.186
Total	0.351 (100)	1.427	0.299 (100)	0.968	0.276 (100)	1.400	0.188 (100)	0.699

Cultivars Pectic fraction	Daeji (%)				Dowon (%)			
	Raw		Cooked		Raw		Cooked	
	FB	DB	FB	DB	FB	DB	FB	DB
HWSP	0.067 (27.0)	0.266	0.078 (33.2)	0.290	0.023 (14.5)	0.131	0.051 (26.7)	0.190
HXSP	0.011 (68.5)	0.044	0.035 (41.9)	0.130	0.013 (79.7)	0.053	0.030 (57.5)	0.112
HUSP	0.170 (68.6)	9.170	0.675 (51.9)	0.1222	0.454 (79.7)	0.177	0.727 (57.6)	0.110
Total	0.248 (100)	0.985	0.235 (100)	0.874	0.222 (100)	0.911	0.191 (100)	0.720

a : Fresh Basis

B : Dry Basis

( ) : Pectic constituent ratio.

Table 3. PG activities of the raw potato cultivars

Cultivars	PG activities (unit*/g. fresh weight)
Namjak	1.49
Soomi	1.32
Daeji	0.99
Dowon	0.90

\* one unit of PG activity was defined as the amount of enzyme capable of catalyzing the formation of 1 nanomole of reducing sugar per minute.

## 7. 경 도

가열한 감자의 경도는 Table 4와 같으며 분질의 감자들보다 점질의 감자들이 더 높게 나타났다. Table 2에

Table 4. Hardness of the cooked potato cultivars

Cultivars	hardness (I.U.*)
Namjak	3.05
Soomi	2.54
Daeji	6.33
Dowon	4.91

\* : Instron Unit.

서와 함께 보면 결국, 페틴의 용해화가 조직의 연화에 큰 영향을 미치는 것으로 생각되며, 분질의 감자에서는 현저한 페틴의 용해화가 세포의 분리와 조직의 연화를 일으켜 그들의 독특한 texture를 나타내는 것으로 보인다.

#### IV. 결 론

분질의 감자들은 점질의 감자들에 비해 높은 전분 함량, 페틴질 용해화의 현저한 경향, 높은 PG 활성도, 낮은 칼슘 함량, 그리고 낮은 경도를 나타내었다. 또, 분질 감자의 전분 입자는 등근형의 중간 크기(지름 0.02~0.025 mm)이며, 점질 감자의 것은 등근형의 작은 입자(지름 0.005 mm이하)와 타원형의 큰 입자(단경 0.02~0.03 mm, 장경 0.04~0.045 mm)였다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Reeve, R.M., Pectin, Starch and Texture of Potatoes, *J. Text. Studies*, 8:1-17, 1977.
- 2) Bettelheim, F.A. and Sterling, C., Factors Associated with Potato Texture, *Food Res.*, 20:118-129, 1955
- 3) Wager, H.G., The Role of Phytin in the Texture of Cooked Potatoes, *J. Sci. Agric.*, 14:583-586, 1963.
- 4) Reeve, R.M., Histological survey of Conditions Influencing Texture in Potatoes, *Food Res.*, 19:323-332, 1954.
- 5) 신말식, 분질과 점질 고구마의 텍스쳐 및 전분 특성. 서울대학교 박사학위 논문, 1987.
- 6) McCready R.M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H.S., Determination of starch and Amylose in Vegetables, *Anal. Chem.*, 22(9):1156, 1950.
- 7) Jeltema, M.A. and zabik, M.E., Revised Method for Quantitating Dietary Fibre Components, *J. Sci. Food Agric.*, 31:821, 1980.
- 8) Toma, R.B., Determination of Reducing Sugars in French Fried Potatoes by 3,5-Dinitrosalicylic Acid, *Food Chem.*, 23:31, 1987.
- 9) Chang, Y.S. and Smit, C.J.B., Characteristics of Pectins Isolated from soft and Firm Fleshed Peach Varieties, *J. Food Sci.*, 38:646, 1973.
- 10) Blumenkranz, N. and Asboe-Hansen G., New Method for Quantitative Determination of uronic Acids, *Anal. Chem.*, 54:485, 1973.
- 11) Yuki Nitta, Effects of Preheating on the Pectic Constituents of Potato Tuber and Some other vegetables and Fruits, *가정학잡지*, 26:173-176, 1975.
- 12) Gross, K.C., A rapid and Sensitive Spectrophotometric Method for Assaying Polygalacturonase Using 2-Cyanoacetamide, *Hortsci.*, 17(6):933, 1982.
- 13) McHard, J.A., Winefordner, J.D. and Attaway, J.A., A New Hydrolysis Procedure for Preparation of Orange Juice for Trace Element Analysis by Atomic Absorption Spectrophotometry, *J. Agric. Food Chem.*, 24(1):41-42, 1976.
- 14) Tangendjaja, B., Buckle, K.A. and Wooton, M., Analysis of Phytic Acid by HPLC, *J. Chromatograph*, 197:274-275, 1980.
- 15) Charley, H., Food Science (2nd Ed.), John Wiley & Sons, Inc., 502, 1982
- 16) John, M.A. and Dey, P.M., Postharvest changes in Fruit Cell Wall, *Adv. Food Res.*, 30:150, 1986.