

## 세품종 고구마 전분의 이화학적 특성 및 산처리(lintnerization)에 의한 비교

임서영 · 신말식\* · 안승요

서울대학교 가정대학 식품영양학과, \*전남대학교 자연과학대학 식품영양학과  
(1985년 8월 23일 수리)

### Physicochemical Properties and Characteristics on Lintnerization of Sweet Potato Starches from Three Cultivars

Seo-Young Lim, Mal-Shick Shin\* and Seung-Yo Ahn

Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul, \*Chonnam National University  
Kwangju, Korea

#### Abstract

Physicochemical properties and characteristics on lintnerization of sweet potato starches from *Wonki*(the dry type), *Shinmi*(the intermediate type) and *Chunmi*(the moist type) were investigated.

Swelling and gelatinization curves of these starches showed a two-stage process. Swelling powers of starches were higher in order of *Shinmi*, *Chunmi* and *Wonki* over a range of temperatures. Amylose content of *Wonki* was higher than those of other two.

Hydrolytic patterns of three starches with 2.2 N HCl at 35°C showed two distinct stages. Hydrolysis extents of *Wonki* starch were lower than those of *Shinmi* and *Chunmi* starches. X-ray diffraction patterns of native and lintnerized starches were the Ca crystalline type. The relative crystallinities of these starches were higher in order of *Wonki*, *Chunmi* and *Shinmi*.

#### 서 론

고구마는 가열후의 질감특성에 따라 분질 고구마와 점질 고구마로 구분된다. 고구마의 유전적 특성의 차이에서 오는 이러한 질감특성과 관련시킨 연구로서 고구마 전분의 이화학적인 성질<sup>1)</sup>, 가열·저장중의 전분 및 당의 변화<sup>2-6)</sup>와 효소활성에 관한 연구 및 펙틴질의 변화<sup>8-11)</sup> 등의 연구를

들 수 있다.

Hammett등<sup>3)</sup>은 점질 고구마는 중간질 고구마보다 amylopectin, dextrin 및 환원당의 함량이 더 높다고 하였으며, Walter등<sup>7)</sup>은 가열한 고구마의 경도 차이는 dextrin의 intrinsic viscosity의 차이에 있다고 하였다. 반면 Ali등<sup>8)</sup>은 이들 사이에 중요한 상관 관계를 보이지 않는다고 보고하였다. Baugardner등<sup>9)</sup>은 가열중 고구마의 alcohol insoluble solid(AIS)와 펙틴질에 있어서 점질 고

구마가 더 큰 변화를 보였으며, 이것들은 경도와 상관 관계가 있다고 했으며, 이등<sup>11)</sup>은 분질 고구마가 점질 고구마보다 AIS 함량이 낮았다고 보고하였다. 그러나 AIS의 가장 많은 부분을 차지하고 있는 전분의 특성이 품종의 조직특성에 미치는 영향과 amyloytic 효소가 전분에 미치는 효과 등에 대한 연구는 보고되어 있지 않다.

본 연구에서는 분질 고구마와 점질 고구마의 특성의 차이를 규명하기 위하여, 분질 고구마인 원기, 중간질 고구마인 신미, 점질 고구마인 천미의 전분을 분리하여 그것의 이화학적 성질 및 산처리(Lintnerization)에 따른 변화 등을 비교 검토하였다.

### 실험재료 및 방법

#### 1. 재 료

1983년에 수원 농촌진흥청 작물시험장에서 수확된 천미 및 신미와 경기도 양주군 별내면에서 수확된 원기를 구입하여 실험재료로 사용하였다.

#### 2. 전분의 조제

고구마로부터 전분의 조제는 알카리 침지법<sup>12)</sup>에 따랐다.

#### 3. 전분의 이화학적 특성

전분의 물결합 능력은 Medcalf 및 Gilles의 방법<sup>13)</sup>에 따라 측정하였고, 평화력은 Schoch의 방법<sup>14)</sup>에 따라 측정하였다. 호화온도는 0.2% 전분 현탁액은 50°~98°C의 온도범위에서 가열하여 625nm에서의 광투과도를 측정하여 구하였다<sup>15)</sup>. 전분의 요오드 반응시험은 Williams등의 방법<sup>16)</sup>에 따랐으며, amylose 함량 측정은 요오드 반응물의 흡광도를 686nm에서 측정할 후 α-amylase 표준곡선으로부터 계산하여 구하였다.

#### 4. 전분의 산처리

1) 시료처리 : Biliaderis등의 방법<sup>17)</sup>에 따라 100 ml 삼각 플라스크에 각각 고구마 전분 1.0 g 과 2.2 N HCl 40 ml 씩을 가하고 35°C 항온수조에서 가수분해시켰다. 산처리 시일이 0, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18, 30 일 경과된 때 항온수조에서 플라스크를 하나씩 꺼내 다음과 같이 처리하였다. 전분현탁액을 Whatman No. 42 filter paper(pore size; 2.5 μm)를 사용하여 흡인여과하고 증류수와 에탄올로

반복하여 씻었다. 얻어진 여과액은 250ml로 정용하였고 산처리 전분은 상온에서 건조시켰다.

2) 가수분해율 측정 : 여과액중의 산가수분해에 의하여 생성된 당은 Dubois 등의 phenol-sulfuric acid법<sup>18)</sup>에 따라 측정할 후, 전분의 가수분해율을 계산하였다. Lintnerization(가수분해) kinetics는 Biliaderis 등의 방법<sup>17)</sup>에 따라 겔보기 일차반응속도상수(k)를 계산하였다.

$$k = \frac{2.303}{t} \cdot \log_{10} \frac{100}{100-x}$$

t : 가수분해 시간(days)

x : 가수분해율(%)

3) 산처리 전분의 요오드 반응 : 생전분의 요오드 반응과 같은 방법으로 측정하였다.

4) X-ray 회절도 : 생전분 및 산처리 전분의 X-ray 회절도는 X-ray diffractometer(Rigaku Co. Japan)를 이용하여 target Cu, filter Ni로 2θ 40°~0°까지 회절시켜 구하였다<sup>20)</sup>.

### 결과 및 고찰

#### 1. 전분의 이화학적 특성

##### 1) 물결합 능력 및 평화력

원기, 신미 및 천미 고구마로부터 얻은 전분의 물결합 능력은 각각 169, 173, 175%로서 분질

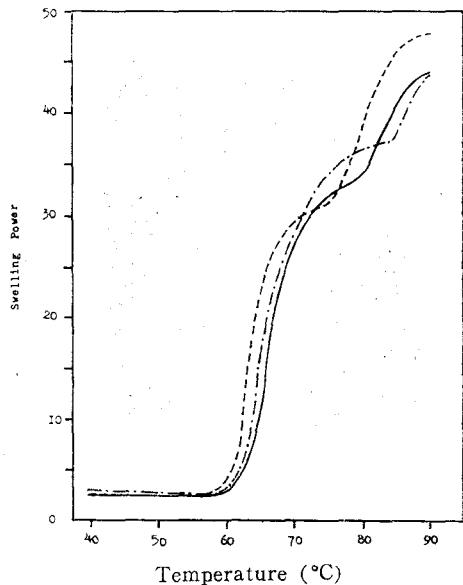


Fig. 1. Swelling patterns of Wonki(—), Shinmi(- -) and Chunmi(- · -) sweet potato starches

고구마인 원기 전분이 다소 낮았다.

세 품종 고구마 전분의 온도 변화에 따른 팽화력의 변화는 Fig. 1과 같다. 세 전분 모두 55°C까지는 팽화가 거의 일어나지 않았으나 60°C부터 팽화가 일어나서 온도가 상승함에 따라 급격한 증가를 보였다. 또한 세 전분 모두 2단계 팽화를 보였으나, 2차 팽화가 일어나는 온도에 있어서는 차이가 있어 원기는 80°C, 천미는 84°C, 신미는 76°C이었다. 이와 같은 팽화력의 두 단계 변화에 대하여 Rasper<sup>21)</sup>는 전분입자의 내부 구조의 차이에 기인된다고 하였다.

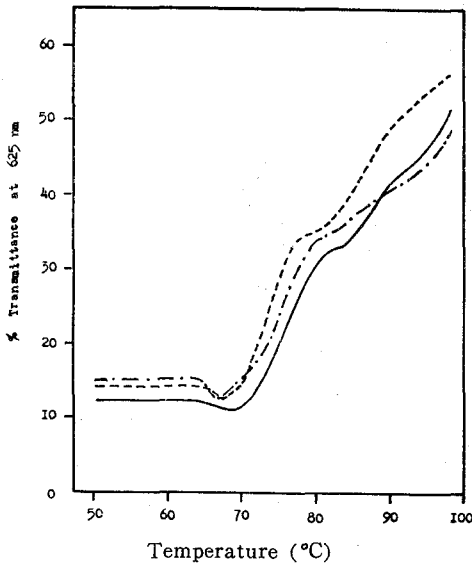


Fig. 2. Changes in transmittance of 0.2% sweet potato starch suspensions; Wonki(—), Shinmi(---) and Chunmi(-.-)

팽화력은 전체적으로 신미가 가장 높았고, 다음으로 천미, 원기 순으로 나타났다. Wong 등<sup>22)</sup>은 밀전분에서 팽화력은 전분입자내의 결정화도와 상관 관계를 가진다고 보고하였다. 본 실험에서 분질 고구마인 원기의 전분의 팽화력이 가장 낮았다는 사실은 그 조직 특성을 잘 설명해주는 것이라고 할 수 있다.

2) 호화온도

고구마 전분 현탁액(0.2%)의 온도에 따른 광투과도의 변화는 Fig. 2와 같다. 이로부터 구한 초기호화온도는 67°~69°C로서 이는 신동<sup>1)</sup>이 보고한 60°~65°C보다는 다소 높게 나타났다. 호화 전에서의 전분 현탁액의 광투과도는 천미, 신미, 원기 순으로 낮게 나타났으나, 호화가 진행됨에 따라 신미 전분이 전체적으로 높은 광투과도를 보였다. 광투과도의 변화도 온도변화에 따른 팽화력의 변화와 같이 두 단계로 일어났다.

3) Amylose 함량

요오드 반응에 의하여 측정된 amylose 함량은 원기, 신미, 천미가 각각 18.0, 16.4, 16.8%로서 분질 품종 고구마 전분이 전질 고구마 전분보다 그 함량이 높았다.

2. 산처리에 의한 변화

1) 가수분해를 및 가수분해 kinetics

세 품종고구마 전분의 2.2 N HCl 용액중에서, 30일간 가수분해는 세 전분 모두 처음 4일까지 높은 속도로 진행되었으나 그 후 모두 속도가 서서히 감소되었다.

Robin 등<sup>19)</sup>의 방법으로 시간에 따른 가수분해율(x)의  $\log_{10} 100/100-x$  값을 좌표로 표시하면 7일

Table 1. Physicochemical properties of sweet potato starches

Starches	Wonki	Shinmi	Chunmi
Water-binding capacity	169%	173%	175%
Swelling power at 65°C	×10.6	×21.7	×16.5
at 85°C	×40.1	×45.4	×37.5
Gelatinization temp.	69°C	68°C	67°C
Amylose content	18.0%	16.4%	16.8%
X-ray diffraction			
type	Ca	Ca	Ca
relative intensity*	1	3	2

\*not absolute value, only ranking relative intensity at  $2\theta=23^\circ (1>2>3)$

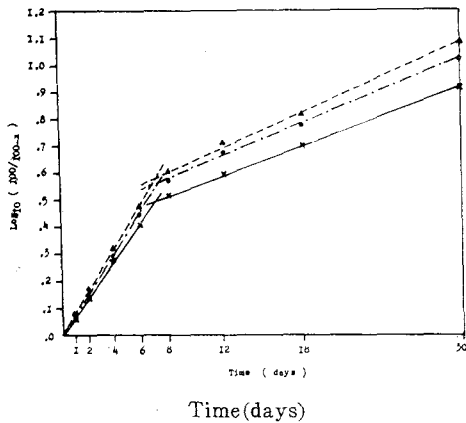


Fig. 3. Sweet potato starch hydrolysis data plotted as  $\text{Log}_{10}(100/100-x)$  vs. time; Wonki(—x—), Shinmi(---▲---) and Chunmi(-.-●-.-)

을 경계로 기울기가 다른 두 개의 1차 방정식으로 나타내어진다(Fig. 3). 이와 같은 가분분해속도의 변화는 찰옥수수<sup>23)</sup>, 감자<sup>19)</sup> 및 두류 전분<sup>17)24)</sup>을 산가수분해시켰을 때도 가수분해가 일어났다고 보

고 되고 있다.

Fig. 3의 초기직선으로부터 구한 초기 가수분해 반응 속도 상수 ( $k$ )는 원기가 16.28, 신미가 18.59, 천미가  $17.63 \times 10^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ 로 신미가 가장 높고 천미, 원기의 순이었다. Biliaderis<sup>17)</sup>에 의하면 두류전분에서  $k$  값은 입자의 크기 및 amylose 함량과는 관련성이 없었으며 amylopectin이 만드는 구조에 영향을 받는다고 하였다. Kainuma 등<sup>25)</sup> 및 Robin 등<sup>19)</sup>은 초기 단계에서는 전분입자내의 비결정부분에서의 급속한 가수분해가 일어나고 두 번째 단계에서는 결정부분의 완전한 분해가 일어난다고 하였다.

2) 요오드 반응 특성

요오드와 반응시킨 생전분 및 최대흡수파장과 680nm에서의 흡광도는 Table 2와 같다.

가수분해가 진행됨에 따라 요오드와 반응한 산처리 전분의 최대흡수파장은 610 nm에서 500 nm 근처로 옮겨가고, 680 nm에서의 흡광도가 점차 감소하였다. 산처리 2일 이후부터는 분리된 amylopectin의 최대흡수파장인 540nm보다 낮은 파장

Table 2. Characteristics of iodine-stained native and lintnerized sweet potato starches

Starch	Hydrolysis time (days)	Extent of hydrolysis (%)	$\lambda_{\text{max}}$ (nm)	Absorbance at	
				$\lambda_{\text{max}}$	680nm
Wonki	0	0	607	0.428	0.372
	1	12.8	571	0.363	0.204
	2	27.9	542~544	0.236	0.092
	4	49.7	516~519	0.177	0.047
	6	61.3	510~512	0.126	0.032
	12	74.1	501~503	0.094	0.018
Shinmi	0	0	610	0.397	0.352
	1	15.9	567	0.322	0.178
	2	32.8	538~539	0.216	0.083
	4	53.8	514~517	0.159	0.048
	6	66.8	511~514	0.125	0.038
	12	80.0	510~514	0.121	0.033
Chunmi	0	0	605	0.415	0.357
	1	13.1	568	0.347	0.198
	2	29.5	538~539	0.224	0.090
	4	50.8	513~514	0.169	0.052
	6	64.6	512~514	0.122	0.039
	12	79.3	509~510	0.116	0.035

으로 이동되었고, blue value도 분리된 amylopectin의 0.13보다 낮은 값으로 내려갔으므로 각 전분의 apparent amylose 함량이 거의 0에 도달하였음을 나타내었다. 이는 Robin등<sup>19)</sup>이 감자전분의 산가수분해 2일후에 apparent amylose 함량이 0에 도달한다는 결과와 일치하였다. 산가수분해 6일 이후부터는 신미나 천미의 산처리 전분보다 원기의 산처리 전분의 요오드 반응 물질의 최대흡수 파장이 낮은 쪽으로 더 많이 이동하였으며 680nm에서의 흡광도도 현저한 감소를 보였다.

3) X-ray 회절도

생전분 및 산처리 전분의 X-ray 회절도는 Fig. 4와 같다. 생전분은 품종에 관계없이 2θ 14.8°, 16.9°, 17.6° 및 22.8°에서 강한 peak를 가지는 Ca형을 보여주며 이는 신등<sup>1)</sup> 및 Nikuni 등<sup>26)</sup>의 보고와 일치하였다. 생전분에서 품종간의 상대적 결정화도는 Priestley<sup>27)</sup>에 따라 d-spacing 3.84Å, 즉 2θ 약 23°에서의 peak의 상대적 강도로써 비교하였다. 이와같이 비교한 상대적 결정화도는 원

기, 천미, 신미의 순으로 낮아졌다. 이는 원기 전분이 신미 및 천미 전분보다 초기가수분해 속도 상수가 낮았다는 사실과 함께 원기 전분입자의 결정화도가 높다는 사실을 실증해 준다고 할 수 있다.

산처리 전분들은 생전분의 X-ray 회절 양상을 그대로 유지하였으며, 이는 고구마 전분의 황산처리 전분이 C형의 X-ray 회절 양상을 보였다는 Watanabe등<sup>23)</sup>의 결과와 일치하였다. 그러나 산가수분해가 진행됨에 따라 각 전분의 peak들은 모두 점차로 예리해지는 양상을 보였다. 또한 2θ 22.8°의 peak가 22.6°로 이동되었고 peak들의 강도도 변화하였으며, 2θ 30.0° 및 33.0°에서 새로운 peak가 나타나는 것을 볼 수 있었다. 이것은 산처리후, 전분입자내의 결정성 구조가 변화되기 때문에 나타난 것으로 생각된다.

요 약

분질 고구마인 원기, 중간질 고구마인 신미, 점질 고구마인 천미의 전분을 추출하여 이화학적 특성과 산처리에 의한 변화를 비교하였다.

세 품종 고구마 전분의 팽화와 호화는 모두 두 단계로 일어났으며, 팽화력은 신미가 가장 높았고 다음 천미, 원기의 순이었다. 원기 품종 고구마의 amylose 함량은 다른 고구마보다 높았다.

산 가수분해는 세 전분 모두 두 단계로 진행되었으며, 원기 전분의 가수분해율은 신미 및 천미보다 낮았다. 생전분 및 산처리 전분의 X-ray 회절도는 모두 Ca형이었으며, 상대적 결정화도는 원기, 천미, 신미 순으로 낮았다.

참 고 문 헌

1. 신말식, 안승요 : 한국농화학회지, 26 : 137 (1983).
2. 이은희, 안승요 : 한국농화학회지, 24 : 245 (1981).
3. Hammett, H.L.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 78 : 421(1961).
4. Jenkins, W.F. and Gieger, M.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 70 : 419~424(1957).
5. Losh, J.M., Phillips, J.A., Axelson, J.M. and Schulman, R.S.: J. Food Sci., 46 : 283, 290(1981).
6. Ali, M.K. and Jones, L.G.: J. Sci. Ind. Res.

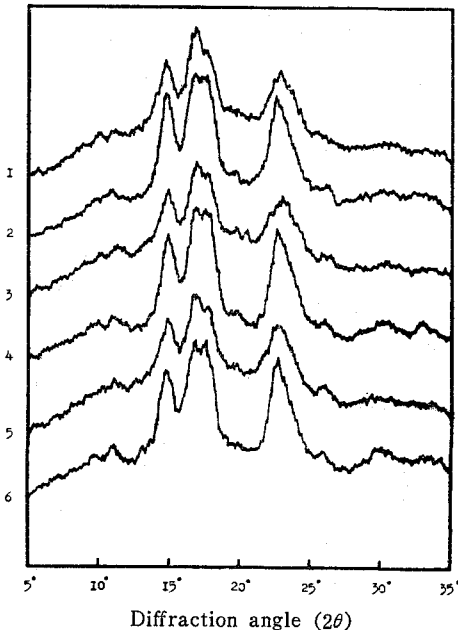


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of native and lintnerized sweet potato starches;  
 1. Native *Wonki*,  
 2. 74.1%(12days)-Hydrolyzed *Wonki*,  
 3. Native *Shinmi*,  
 4. 80.0%(12days)-Hydrolyzed *Shinmi*,  
 5. Native *Chunmi*,  
 6. 79.3%(12days)-Hydrolyzed *Chnumi*

- 10 : 121(1967).
7. Walter, W.M., Purcell, A.E. and Nelson, A.M.: *J. Food Sci.*, 40 : 793(1975).
  8. Baugardner, R.A. and Scott, L.E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 83, 629(1963).
  9. Ahmed, E.M. and Scott, L.E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 71, 376(1958).
  10. Sistrunk, W.A.: *J. Food Sci.*, 36 : 39 (1971).
  11. 이경애 : 서울대학교 석사학위논문(1984).
  12. 김성근, 한태룡, 이양희, 비. 엘. 다포르니아 : 한국식품과학회지, 10 : 157(1978).
  13. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: *Cereal Chem.*, 42 : 558(1965).
  14. Schoch, T.J.: *Methods in carbohydrate Chemistry*, ed. by R.L. Whistler, Vol. 4, p.106, Academic Press, New York, N.Y. (1964).
  15. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D. P. and Synder, H.E.: *Cereal Chem.*, 55 : 661(1978).
  16. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I.: *Cereal Chem.*, 47 : 411(1970).
  17. Biliaderis, C.G., Grant, D.R., and Vose, J. R.: *Cereal Chem.*, 58 : 502(1981).
  18. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: *Anal. Chem.*, 25 : 1656(1953).
  19. Robin, J.P., Mercier, C., Charbonniere, R. and Guilbot, A.: *Cereal Chem.*, 51 : 389 (1974).
  20. Cullity, B.D.: *Elements of X-ray diffraction*, Addison-Wesley Publishing Co.(1959).
  21. Rasper, V.: *J. Sci. Food Agr.*, 20 : 642 (1969).
  22. Wong, R.B.K. and Lelievre, J.: *Starch*, 34 159(1982).
  23. Watanabe, T., Akiyama, Y., Takahashi, H., Adachi, T., Matsumoto, A. and Matsuda, K.: *Carbohydrate Res.*, 109 : 221~232(1982).
  24. Colonna, P., Buleon, A. and Mercier, C., *J. Food Sci.*, 46 : 88(1981).
  - 25) Kainuma, K. and French, D.: *Biopolymers*, 10 : 1673(1971).
  26. Nikuni, Z., Hizkuri, S., Fujii, M., Doi, K., Hasegawa, H., Moriwaki, T., Nara, S. and Maeda, I.: *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, 37 : 673(1963).
  27. Priestley, R.J.: *Die Stärke*, 27 : 416(1975).