

도토리 조전분 및 정제전분의 이화학적 특성

김 영 아·이 혜 수

서울대학교 가정대학 식품영양학과

Physicochemical Properties of Acorn Crude Starch and Acorn Refined Starch

Young A Kim, Hei Soo Rhee

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

Abstract

The physicochemical properties of acorn starch were investigated by comparing acorn crude starch and refined starch. Proximate composition analysis revealed that the contents of crude protein, fat and ash were higher in acorn crude starch than in refined starch. Water binding capacity and swelling power of crude starch were a little higher than refined starch. Gelatinization temperature determined by optical transmittance and by Amylograph were 68°C and 73°C, respectively. The viscosity of crude starch had the amylose content of 28.8%, and the molecular weight of amylose was 20, 425 and glucose unit per segment of amylopectin was 21.

서 론

도토리가 우리나라에서 식용으로 사용된 것은 민족 형성 초기의 수렵·채취시대부터인 것으로 추측되고, 이조시대부터 도토리묵을 가내제조하여 사용해 왔다.¹⁾ 도토리는 그 품종이 다양하여 우리나라 산야에만도 약 28종이 야생하고 있는 것으로 알려져 있으나²⁾, 그에 관한 연구 부문은 많지 않은 편이다. Ofcarcik 과 Burns³⁾, 김등⁴⁾이 도토리의 일반성분을 분석한 바 있고, 정등⁵⁾, 김등⁶⁾이 도토리전분의 이화학적 특성을 일부 조사하였고, 채등⁷⁾, 박등⁸⁾은 도토리내의 탄닌성분에 대하여 연구 보고하였다.

본 연구에서는 도토리묵의 특성을 연구하기 위한 기초로서, 재래식 묵가루 제조방법에 의해 제조한 도토

리 조전분과 알카리침지법으로 제조한 도토리 정제전분의 여러 이화학적 성질들을 비교·분석하였기에 보고하고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 전분의 제조 및 일반성분 분석

본 연구에 사용한 도토리 조전분(acorn crude starch, 이하 조전분이라 함)은 1984년도에 수확한 경기도 산 도토리(*Quercus acutissima carruthers*)를 방⁹⁾의 묵가루 제조방법에 준하여 제조하였다. 도토리 정제전분(acorn refined starch, 이하 정제전분이라 함)은 알카리 침지법¹⁰⁾을 사용하여 제조하였다. 제조된 전분은 실온에서 풍건한 후 60 mesh 체로 쳐서 시료로 사용하였다.

조전분 및 정제전분의 수분·조회분·조지방·조단백 등의 일반성분은 상법에 준하여 각각 정량하였다.

2. 물결합능력 및 팽화력

전분의 물결합능력은 Medcalf 및 Gilles의 방법¹⁰⁾에 따라 조사하였고, 팽화력은 50~90°C의 온도 범위 내에서 10°C 간격으로 Schoch의 방법¹¹⁾에 따라 조사하였다.

3. 알칼리수, 환원가 및 첨가

알칼리수¹²⁾ 및 환원가¹³⁾는 Schoch의 방법에 따라 실시하였고, 첨가는 Gilbert 및 Spragg의 방법¹⁴⁾에 따라 측정하였고, 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Alkali number} = \frac{(\text{Blank titer} - \text{sample titer}) \text{ml} \times \text{acid normality} \times 10}{\text{sample wt. (g, dry basis)}}$$

$$\text{Ferricyanide number} = \frac{(\text{Blank titer} - \text{sample titer}) \text{ml} \times \text{thiosulfate normality} \times 10}{\text{sample wt. (g, dry basis)}}$$

$$\text{Blue value} = \frac{\text{absorbance} \times 4}{\text{concentration (mg/ml)}}$$

4. 호화온도 및 아밀로그래프에 의한 호화양상

호화온도는 0.2% 전분현탁액을 30~98°C의 온도범위에 걸쳐, 625nm에서의 광투과도를 측정하여 구하였다⁹⁾. 한편 Brabender Visco-Amylograph를 사용하여 전분의 호화양상을 조사하였는데¹⁵⁾, 이때 현탁액 농도는 6%(건물중 5.0%), 8%(건물중 6.5%)를 사용하였다. 현탁액 450ml를 25°C에서 94°C까지 1.5°C/min의 속도로 가열하고 94°C에서 15분간 유지시킨후, 다시 1.5°C/min의 속도로 25°C까지 냉각시켜 25°C에서 10분간 유지시켰다.

5. 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분리 및 정량

도토리 전분중의 아밀로오스와 아밀로펙틴은 요오드비색법¹⁶⁾에 의하여 정량하였다. 표준곡선은, Schoc의 butanol개량법¹⁷⁾에 따라 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴을 일정비율로 혼합하여 만든 시료들에 대한 흡광도를 상기한 요오드비색법으로 측정하여 만들었다.

6. 과요오드산에 의한 산화

전분을 분획하여 얻은 아밀로오스 400mg과 아밀로펙틴 200mg을 각각 500ml-flask에 취하고 5%KCl 용액 90ml, 0.3M-NaIO₄ 용액 10ml를 가하여 서서히 혼

들어 주면서 15~16°C의 온도에서 반응시켰다. 이 반응액을 25ml씩 취하고 1ml의 ethylene glycol을 혼합하여 0.01N-Ba(OH)₂ 표준용액으로 적정함으로써 얻어지는 formic acid의 양으로부터 다음 식을 이용하여 특성치들을 구하였다¹⁸⁾.

$$\text{아밀로오스의 분자량} = \frac{\text{아밀로오스(g)} \times 3}{\text{생성된 formic acid 몰(mole) 수}}$$

$$\text{아밀로펙틴의 분자도} = \frac{\text{생성된 formic acid의 몰수}}{\text{시료중의 포도당 분자의 몰수}} \times 100$$

$$\text{Glucose unit/segment of amylopectin} = \frac{\text{moles of glucose in sample}}{\text{moles of formic acid produced}}$$

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

도토리 조전분 및 정제전분의 일반성분은 그 품종, 생산지, 추출방법 등에 따라 차이가 있을 수 있지만^{3,4)} 본 연구에서는 다음과 같았다. 즉 조전분과 정제전분이 각각 수분함량은 13.07%, 14.13%, 조회분은 0.708%, 0.160%, 조지방은 0.541%, 0.276%, 조단백은 0.651%, 0.157%로서 수분함량만 정제전분이 약간 많고, 나머지 조회분, 조단백은 조전분이 정제전분의 4~5배, 조지방은 조전분이 정제전분의 2배 정도로, 조전분에 훨씬 많았다.

2. 물결합능력 및 팽화력

도토리 조전분 및 정제전분의 물결합능력은 각각

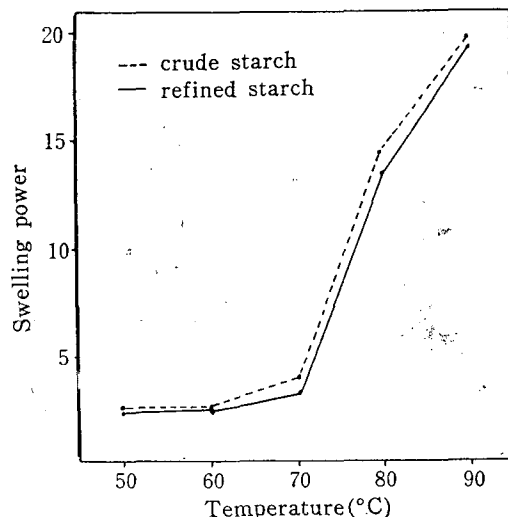


Fig. 1. Swelling power of acorn crude and refined starch

213%, 189%로서 조건분이 다소 높은 값을 보였다. 이는 조건분이 정제전분보다 더 많은 친수성 성성분들을 함유하고 있기 때문인 것으로 추측된다. 한편 조건분 및 정제전분의 온도에 따른 팽화력의 변화는 Fig. 1과 같았다. 팽화력은 전체적으로 조건분이 정제전분보다 약간 높은 값을 나타내었으나 변화양상은 거의 동일하였다. 즉 70°C 이하에서는 거의 팽화가 일어나지 않으나 그 이후에는 급격히 증가하기 시작하여 90°C에서는 팽화력이 약 20에 이르고 있었다.

3. 알카리수 및 환원가

도토리전분의 상대적인 말단 알데히드기의 수 및 분자량을 조사하기 위하여 측정된 알카리수는 조건분이 11.25, 정제전분이 10.89이었다. 이 값을 Schoch가 제시한 옥수수전분 9.8~12.2, 감자전분 5.7~5.9, 찰옥수수전분 4.0~5.5등의 값들과 비교해 볼 때 도토리전분이 비교적 높은 알카리수를 가지고 있음을 확인하였다¹²⁾. 또한 정등⁵⁾의 도토리전분의 알카리수 11.03과는 유사한 값을 나타내었다.

한편 조건분 및 정제전분의 환원가는 각각 4.55, 2.47이었다. 그런데 여러가지의 환원가 측정법중에서 본 실험에서 실시한 ferricyanide reducing method는 시료량이나 반응시간, oxidant의 양에 의한 영향을 최소로 받으므로 전분의 말단 알데히드기의 비교적 절대적 측정법으로 쓰이고 있다.

4. 호화 온도

0.2% 조건분 및 정제전분 용액의 온도에 따른 광투과도는 Fig. 2와 같았다. 광투과도는 68°C까지는 큰 변화가 없었으나 그후 입자가 수화되면서 급격히 증가하였다. 이러한 결과는 대체적으로 온도에 따른 팽화력 양상(Fig. 1)과 일치되었다. 그러나 83°C 부근에서 광투과도 증가양상이 둔화되어 87°C에서 98°C 사이에

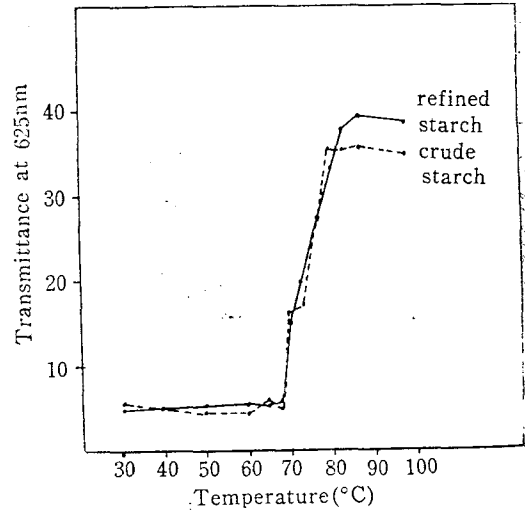


Fig. 2. Changes in transmittance of 0.2% acorn crude and refined starch suspensions

는 오히려 광투과도가 감소하였다.

5. 아밀로그래프에 의한 호화양상

Brabender Visco-Amylograph에 의한 도토리 조건분 및 정제전분의 아밀로그래프(amylogram)은 Fig. 3과 같았고, 그 아밀로그래프의 분석결과는 Table 1에 정리하였다.

도토리전분의 호화개시온도에 대해서는 문등¹⁹⁾의 71.5°C, 손등²⁰⁾의 73°C, 정등⁵⁾의 62~64°C, 김등²¹⁾의 70°C이하 등의 여러가지 보고가 있었으나, 본 연구에서는 조건분과 정제전분의 호화개시온도는 모두 73°C로 동일하였다. 그러나 점도가 10B.U.에 이르게 되는 온도를 표시하는 pasting temperature는 6% 용액은 75°C, 8% 용액은 74.5°C로 용액의 농도에 따라 약간의 차이를 나타내었으며, 이들 값은 박등⁸⁾의 78°C라는 보고보다는 다소 낮은 편이었다.

Table 1. Amylograph data of acorn crude and refined starch

	6% R.S.	6% C.S.	8% R.S.	8% C.S.
Gelatinization temp.(°C)	73	73	73	73
Pasting temp.(°C)	75	75	74.5	74.5
Viscosity at 94°C(B.U.)	80	175	420	675
Viscosity at 94°C after 15min.(B.U.)	135	225	520	725
Viscosity at 25°C(B.U.)	310	510	1315	1805
Viscosity at 25°C after 10min.(B.U.)	340	550	1700	2170

C.S.: crude starch, R.S.: refined starch

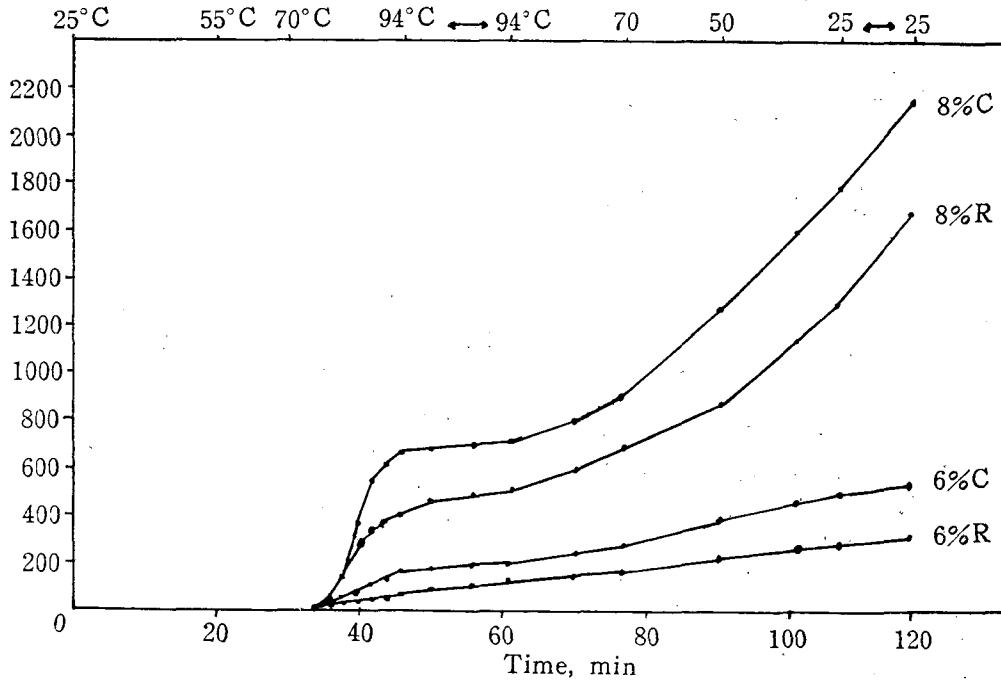


Fig. 3. Brabender amylogram of acorn crude and refined starch (C; crude starch, R; refined starch)

아밀로그래프의 전반적인 양상은 가온 및 냉각기간 전체에 걸쳐 계속해서 점도가 상승하는 경향을 보였는데, 이는 가온중에 일단 최고점도에 도달했다가 약간 감소하는 경향을 보이고 다시 냉각에 의해 점도가 증가하는 쌀전분²¹⁾, 동부전분²⁰⁾, 옥수수전분²²⁾ 등과는 다른 양상이었다. 한편 도토리전분의 아밀로그래프 양상에 대해서도 박동²³⁾은 본 실험의 결과와 동일하게 전체적으로 점도가 증가한다고 보고하였으나, 문동¹⁰⁾은 일단 최고 점도에 도달했다가 감소하고 다시 냉각에 의해 점도가 증가하는 것으로, 손동²⁰⁾은 점도가 증가하다가 정체를 보이고 다시 증가하다가 정체를 보이는 2단계적인 양상으로 보고한 바 있다.

도토리 전분과 정제전분은 각 농도별로 서로 거의 동일한 아밀로그래프 양상을 보였으나 점도는 상당히 차이가 나서 조건분용액의 점도가 정제전분용액의 점도보다 매우 높은 값들을 나타내었다. 한편 6%시료와 8%시료간의 점도도 상당한 차이를 보여, 동일 조건하에서는 8%시료의 점도가 6%시료의 점도의 4~5배 정도에 이르고 있었다.

6. 아밀로오스 함량 및 청가

도토리전분중의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량을 조사하기 위하여 Schoch의 butanol 개량법¹⁷⁾에 의하

여 분리한 후, 요오드비색법¹⁶⁾으로 측정된 결과, 아밀로오스 함량은 28.8%로 분석되었다. 이는 일반 곡류 및 두류 전분들과 비교해 볼 때 아밀로오스 함량이 많은 편에 속하는 값이다.

한편 아밀로오스의 상대적인 함량을 나타내는 청가는 조건분이 0.445, 정제전분은 0.478이었다. 정제전분의 청가가 조건분보다 다소 높은 것은 조건분에 비해 정제전분이 타 성분들을 좀 더 정제한 것이므로 상대적인 비율이 높게 나온 것으로 보인다. 이들 도토리시료와 다른 전분들의 청가를 비교해 보면, 찹쌀전분 0.06²³⁾, 멧쌀전분 0.28~0.38^{17,10)}, 동부전분 0.357²⁰⁾, 메밀전분 0.435²⁰⁾등 보다는 높고, 보리전분의 청가 0.51²³⁾ 보다는 낮은 값을 나타내었다.

7. 아밀로오스의 분자량 및 아밀로펙틴의 분지도

전분시료를 분획하여 얻은 아밀로오스와 아밀로펙틴에 KCl과 NaIO₄를 반응시키고 Ba(OH)₂ 표준용액으로 적정하여 생성되는 formic acid의 양을 측정된 결과로부터 분자량을 계산한 결과, 아밀로오스의 분자량은 20425이었다. 따라서 분자량을 포도당 분자량으로 나눈 중합도는 126이었다. 이는 밀전분의 아밀로오스 중합도인 540이나 옥수수전분의 490, 감자전분의 980에 비해 매우 낮은 값을 나타내고 있었다¹⁸⁾.

한편 측정된 formic acid의 양에서 아밀로펙틴의 분지도를 계산하면 포도당 100개당 4.77이었다. 그리고 아밀로펙틴 분자내에서 가지와 가지 사이의 평균 포도당 단위(glucose unit)의 수는 21이었다. 이 값은 옥수수전분의 평균 포도당 단위 수 25, 밀전분의 23, 감자전분의 27등과 비교하면 다소 낮은 편임을 알 수 있었다.

요 약

도토리묵의 특성을 규명하기 위한 기초 연구로서, 도토리 조전분과 정제전분을 대비시켜 이화학적 특성을 비교·분석하였다. 일반성분을 분석한 결과는 수분함량만 정제전분이 약간 높고 나머지 일반성분들은 조전분에 훨씬 많았다. 한편 물결합능력 및 팽화력은 조전분과 정제전분이 거의 유사하기는 하지만 조전분이 다소 높은 값을 나타내었고, 광투파도로 측정한 전분의 호화온도는 모두 68°C이었다. 그러나 아밀로그래프에 의한 호화온도는 73°C이었고, 호화개시 이후의 점도는 조전분이 정제전분보다 훨씬 높은 값을 나타내었다. 그리고 도토리전분의 아밀로오스 함량은 28.8%로 분석되었고, 아밀로오스의 분자량은 20425, 그 중합도는 126이었으며, 아밀로펙틴은 포도당 100개당 4.77의 분지도를 나타내었으므로 아밀로펙틴 분자내에서 가지와 가지 사이의 평균 포도당 단위의 수는 21이었다.

참 고 문 헌

- 고려대학교 민족문화연구소, 한국문화사대제Ⅳ 민족·예술포, 동아출판사공무부, 서울, 1971:193.
- 김정옥·이만정, 도토리 전분의 이화학적 성질에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(4):230, 1976.
- Ofcarcik, R.P. and Burns, E.E., Chemical and physical properties of selected acorns, J. Food Sci., 36:576, 1971.
- 김창식·신용태, 한국산 도토리의 이용에 관한 연구, 산업미생물학회지, 3(1):17, 1975.
- 정동효·유태중·최병규, 도토리 녹말의 이용에 관한 연구, 제 1 보 도토리녹말의 특성, 한국농화학회지, 18(2):102, 1975.
- 채수규·유태중, 미생물 Tannase에 의한 식품의 Tannin 성분 분해에 대한 연구. 제 1 보. 한국산 도토리 Tannin 분해효소 생산균주의 분리와 효소 생산을 위한 배양조건에 대한 검토, 한국식품과학회지, 5(4):258, 1973.
- 박재영·구성자, 도토리 전분의 탄닌성분과 물리적 특성에 관한 연구, 한국영양학회지, 17(1):41, 1984.
- 방신영, 조선음식 만드는 법, 대양공사출판부, 1946: 329.
- Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P. and Snyder, H.E., Isolation and characterization of starch from mature and soybeans, cereal chem., 55(5): 661, 1978.
- Medcalf, D.G. and Gilles, K.A., Wheat starches, I. Comparison of physicochemical properties, Cereal Chem., 42:558, 1965.
- Schoch, T.J., Swelling power and solubility of granular starches, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(de.), Vol. 4, Academic Press, New York, 1964:106.
- Schoch, T.J., Determination of alkali number, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed.), Vol. 4, Academic Press, New York, 1964:61.
- Schoch, T.J., Determination of reducing value, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed.), Vol. 4, Academic Press, New York, 1964:64.
- Gilbert, G.A. and Spragg, S.P., Iodimetric determination of amylose, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed.), Vol. 4, Academic Press, New York, 1964:168.
- Bloksma, A.H., An analysis of the measurement of viscosity of Newtonian liquids in Brabender Amylographs and Viscographs, in *Food Texture and Rheology*, Sherman, P.(ed.), Academic Press, London, 1979:177.
- McCready, R.M. and Hassid, W.Z., The separation and quantitative estimation of amylose and amylopectin in potato starch, J. Am. Chem. Soc., 65: 1154, 1943.
- Schoch, T.J., Fractionation of starch by selective precipitation with butanol, J. Am. Chem. Soc., 65:2957, 1943.
- Potter, A.L. and Hassid, W.Z., Starch. I. End-group determination of amylose and amylopectin by periodate oxidation, J. Am. Chem. Soc., 70:3488, 1948.

19. 문수재 · 손경희 · 박혜원, 목의 식품과학적 연구 제 1 보. 목재료의 물리·화학적 성질을 중심으로, 대한가정학회지, 15(4): 31, 1977.
20. 손경희 · 문수재, Gel 상 식품에 관한 실험조리적 검토-각종 전분의 교질성을 이용한 식품, 연세논총, 1978:191
21. Shin, M.G., Rhee, J.S. and Kwon, T.W., Effects of amylase activity on changes in amylogram characteristics during storage of brown rice, Agric. Biol. Chem.; 49(8):2505, 1985.
22. Moore, C.O., Tuschhoff, J.V., Hastings, C.W. and Schanefelt, R.V., Applications of starches in foods, in *Starch*, Whistler, R.L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F.(ed.), Academic Press, Orlando, 1984:572.
23. 김형수 · 이기열 · 최이순, 백분의 이용에 관한 연구(I), 한국식품과학회지, 4(2): 77, 1972.