

연근 전분의 이화학적 특성

梁熙天 · *金鏞揮 · 李泰圭 · 車連水

전주 우석대학 식품영양학과, *전북대학교 농과대학 농화학과
(1985년 11월 14일 수리)

Physicochemical Properties of Lotus root (*Nelumbo nucifera* G.) Starch

Hee-Chun Yang, *Yong-Hwi Kim, Tae-Kyoo Lee and Youn-Soo Cha

Department of Food and Nutrition, Woo Souk College, Jeonju

*Department of Agricultural Chemistry, Junbug National University, Jeonju, Korea

Abstract

Physicochemical properties of the Lotus root starch were investigated. The shape of starch granules was elliptical with the average size of 29~35 μ . Starch showed B-type X-ray pattern. The content of amylose was 22.1%. The blue value for starch and amylose were 0.280 and 0.692, respectively. The alkali number was 4.74. By X-ray diffraction examination, gelatinization began at 55°C~60°C and almost completed at 65°C~70°C.

서 론

연근(*Nelumbo nucifera* G.)은 얇은 연못이나 깊은 논을 이용하여 재배하는 다년생 수생 식물로 원산지는 중국이며 地下莖은 땅속으로 길게 뻗어 타원형의 덩이 줄기를 형성하고 粉質, 多收性이다.¹⁾

연근의 주성분은 전분이며 이외에 비타민과 무기질 함량이 높아서 옛부터 생채로 먹거나 조리시 아삭아삭한 입촉감이 있어 주로 정과나 조림 등으로 식용되어 왔지만²⁾ 지금까지 다양하게 사용되지 않고 방치되어 있는 유용한 천연전분 자원의 하나라고 할 수 있다. 최근 미국 등지에서

는 각종 식물의 전분이 제빵, 비스킷, 소오스, 수우프 등의 원료로 쓰이고 있으며 연근 전분도 유아, 병약자, 노인등의 특수 식이에 수요가 늘고 있다.³⁾ 그러나 이러한 연근 전분에 관하여는 약간의 연구보고⁴⁾⁵⁾가 있을 뿐이고 국내에서는 이에 관한 연구가 없는 실정이다.

근래에 와서 새로운 식량자원을 개발해야 할 현실정에 비추어 볼 때 국산 자원의 하나인 연근 전분의 특성을 규명하여 이화학적 자료를 마련하고 앞으로 연근 전분의 효과적인 활용 방안을 찾고자 본 연구에서는 연근 전분을 분리 정제하여 그 이화학적 특성을 조사하였으며 그 결과물 이에 보고 하는 바이다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 연근은 전북 전주시 삼천동 일대의 연못에서 재배된 것으로 1984년 11월 초순에 채취하여 사용 하였다.

일반성분 분석

연근과 연근 전분의 수분, 조지방, 조단백질, 조섬유소, 회분 및 전분등의 함량은 AOAC⁶⁾법으로 측정하였다.

전분의 분리

연근을 물로 씻어 흙, 모래 등을 제거한 다음 껍질을 벗기고 1cm 두께로 잘라 증류수를 가하여 waring blender로 2분간 마쇄한 후 東原⁷⁾등의 방법으로 전분을 분리하고 열 methanol 법으로 정제 하였다.

전분 입자의 형태

시료 전분을 Scanning electron microscope (JEOL, 35 JFC X860)으로 전분 입자의 크기 및 성상을 관찰 하였다.

전분 입자의 결정성

전분 입자의 결정성은 X-ray diffractometer (Rigaku Co. Japan)를 사용하여 측정하였으며 조 작 조건은 다음과 같다.⁸⁾

Target : Cu-Ka	Current : 15 mA
Voltage : 35 kV	Scanning speed : 4°/min
Time constant : 1 sec	Divergency : 1°
Chart speed : 4 cm/min	Scattering slit : 1°
Receiving slit : 0.3 mm	

Amylose 및 Amylopectin의 분획

시료 전분을 butanol분별 침전법⁹⁾에 따라 amylose와 amylopectin을 분획하였다.

Amylose 함량

시료 전분의 amylose 함량은 McCready¹⁰⁾등의 요오드 비색법으로 측정하였다.

Blue value

시료 전분의 blue value는 Gilbert¹¹⁾등의 방법으로 측정하여 다음식으로 blue value를 계산하였다.

$$\text{Blue value} = \text{Absorbance} \times 4/C$$

C : 시료 용액의 농도(mg/100ml)

알카리 수

시료 전분의 alkali number는 Schoch법¹²⁾으로 측정하여 다음식으로 alkali number를 구하였다.

$$\text{Alkali number} = (B - S) \times 10 \times \text{normality} / W$$

S : sample titer

B : blank titer

W : dry weight of sample

X-ray 회절도에 의한 호화도

연근 전분의 호화과정 중에 변화하는 X-ray 회절도는 Owusu Ansah¹³⁾등의 방법으로 측정하였다. 즉 물과 전분을 5 : 2의 비율로 혼합하여 18~20 lbs로 1시간 가압 가열하여 완전히 호화시킨 다음 진공 oven속에서 건조시켜 유발로 마쇄한 후 120mesh 체로 쳐서 100% 호화 전분 시료를 만들었다. 100% 호화 전분과 생전분(호화도 0%)을 비례적으로 혼합하여 X-ray 회절도를 앞에서와 같은 회절 조건으로 측정하였으며 회절각도(2θ) 22.8°에서의 peak 높이의 감소로 부터 호화도를 계산하였다.

5% 시료 전분 현탁액을 50°C에서 80°C까지 5°C 간격으로 각 온도에서 20분간 가열 처리한 다음 즉시 methanol과 ether로 탈수 건조시켜 X-ray 회절도를 측정한 후 표준곡선을 이용하여 각각의 호화도를 구하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

본 실험에 사용된 연근의 일반 성분은 Table 1에서 보는 바와 같이 조단백질 1.9%, 조지방 0.1%, 조섬유소 0.6%, 회분 0.5%이었고, 전분은 10.7%이었다.

연근의 전분 함량은 토란의 10.32%¹⁴⁾ 씩의 16.1%¹⁵⁾, 고구마의 10.6%¹⁶⁾와 비교하여 볼때 씩 보

Table 1. Analytical data of some components of lotus root and lotus root starch

Sample	Components	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	Ash (%)	Starch (%)
Lotus root		86.7	1.9	0.1	0.6	0.5	10.7
Lotus starch		4.2	—	—	—	—	95.2

다는 적었지만 토란 고구마의 함량과는 거의 비슷하였다. 연근으로 부터 분리 정제한 연근 전분의 일반 성분은 전분이 95.2%, 수분이 4.2%이었고 그 이외의 성분은 흔적만 보였다. 따라서 연근 전분의 분리와 정제 효과가 대단히 좋았음을 확인 할 수 있었다.

전분 입자의 성상

전자 현미경으로 관찰한 연근 전분의 입자 형태는 Fig. 1과 같다.

연근 전분은 입자의 크기 및 형태가 거의 비슷하였고 전분 입자의 외형은 원형 또는 둥근 타원형이었으며 그 크기는 평균 직경이 29~35 μ 이었다. 이것은 쌀 전분의 4~8 μ ¹⁷⁾, 고사리 전분의 5~12 μ , 옥수수 전분의 10~25 μ ¹⁹⁾ 보다는 그 크기가 컸으며 고구마의 14~34 μ ¹⁶⁾와는 비슷하였다.

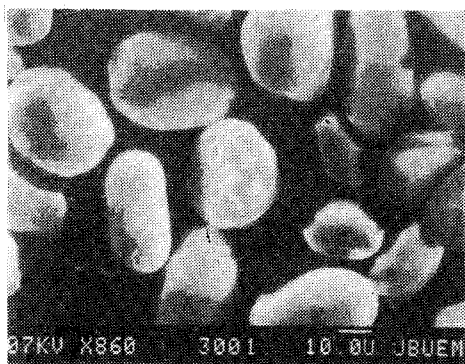


Fig. 1. Light photograph of lotus root starch granules (x860) .

X-ray 회절도

연근 전분의 X-ray 회절도는 Fig. 2와 같았다. 연근 전분은 2 θ 가 16.9°에서 강한 peak를 14.6° 및 22.2°에서 비교적 강한 peak를 보이며 19.5°, 24.0°에서 다소 약한 peak를 나타내어 B형으로 판단되었다. Katz²⁰⁾등은 X-ray회절 양상이 곡류 전분은 A형, 괴경류 전분은 B형, 두류 전분은 C형을 이룬다고 하였는데 이와 그 양상이 일치하였다.

Amylose함량

연근 전분의 amylose 함량은 20.1%이었다. 이 값은 지하 전분류인 tapioca 전분의 18%⁴⁾보다는 많았고 감자의 23.5%²¹⁾ 보다는 적은 함량이었으며 고구마의 20%²²⁾와는 비슷한 값을 나타내었다.

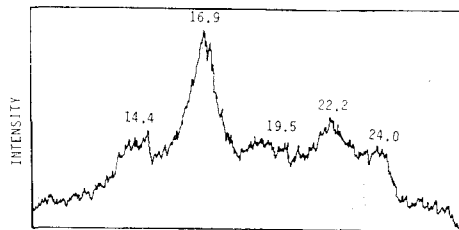


Fig. 2. X-ray diffraction pattern of lotus root starch. The numbers identifying the peaks are reflection angles(2 θ).

Blue value

Blue value는 전분과 요오드와의 반응강도를 나타내어 전분용액 중에 존재하는 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 비교할 수 있는 값이다.¹¹⁾ 본 실험결과 연근 전분은 0.280이었다. 이 결과는 감자 전분의 0.51¹⁹⁾ 보다는 낮은 값이었으며 고구마 전분의 0.3²⁰⁾보다는 다소 비슷한 값이었다. 연근 전분으로 부터 분획한 amylose 및 amylopectin은 각각 그 값이 0.692, 0.196이었다. 일반적으로 amylose의 blue value는 0.8~1.2이고 amylopectin은 0.15~0.22 정도로서²³⁾ amylose가 요오드와의 친화성이 높으므로 전분의 blue value가 높음은 amylose함량이 많음을 의미한다.

알카리 수

연근 전분의 alkali number는 4.74이었다. 이 값은 쌀 전분의 6.7~7.5¹⁷⁾, tapioca의 5.9~6.4⁴⁾ 및 감자 전분의 5.7~6.9 보다는 낮은 값이었으며 고구마 전분의 4.68¹⁶⁾과는 비슷한 값이었다. 이로 미루어 연근 전분의 환원성 말단수는 구근류인 고구마 전분과는 비슷하고 감자 전분 보다는 다소 적음을 알 수 있었다.

현미경 관찰

연근 전분 입자의 가열 온도에 따른 팽윤과 소실 현상을 현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다.

즉, 45°C, 50°C 가열에서는 생전분의 경우와 큰 차이 없이 전분 입자가 약간 팽윤 될 뿐이나 55°C, 60°C에는 전분 입자가 팽윤 소실되어 65°C, 70°C에서는 대부분 소실 됨을 볼 수 있었다. 고사리 전분이 65°C에서 50%, 70°C에서는 완전히 소실되었다는 조¹⁸⁾의 보고와 연근 전분은 매우 흡사했으며 동일 온도에서 호화 전분과 미호화 전분이 존재하는 것은 전분 입자의 크기, 전분 입자의 손상 및 전분 입자의 구조 등에 기인된다는 檜²⁰⁾의 보고와 그 현상이 일치하였다.

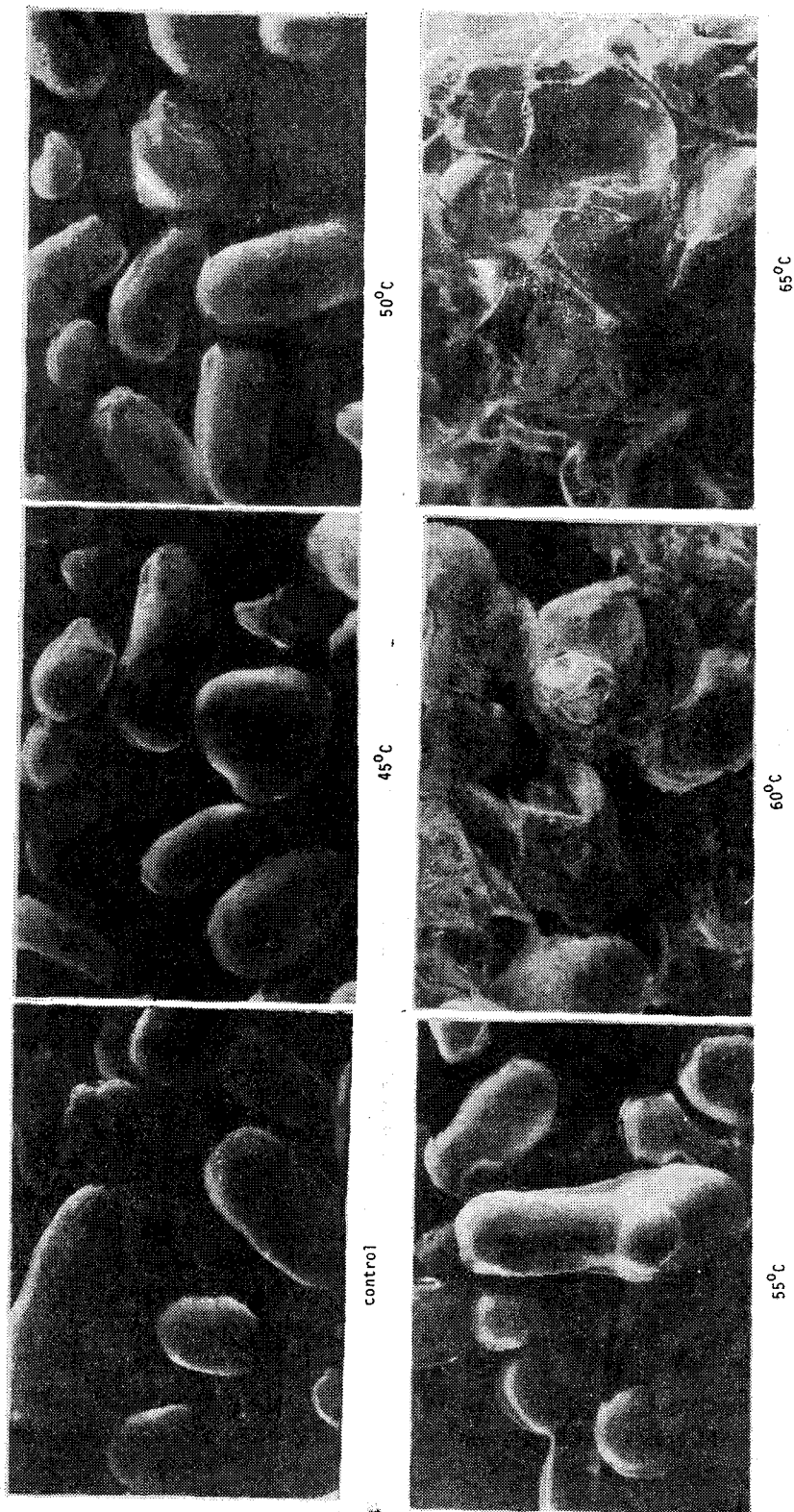


Fig. 3. Morphological changes of lotus root starch granule on heating.

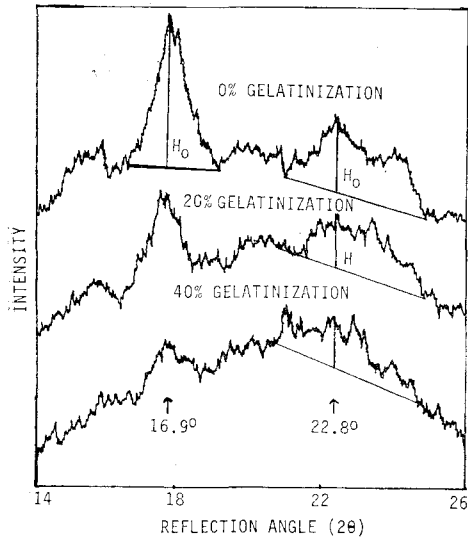


Fig. 4. X-ray diffractogram for mixture of 0~100% gelatinized starch samples.
 H_0 =peak height of raw starch initially used as internal standard.
 H_0 =peak height of raw starch used as internal standard.
 H =peak height of starch undergoing gelatinization.

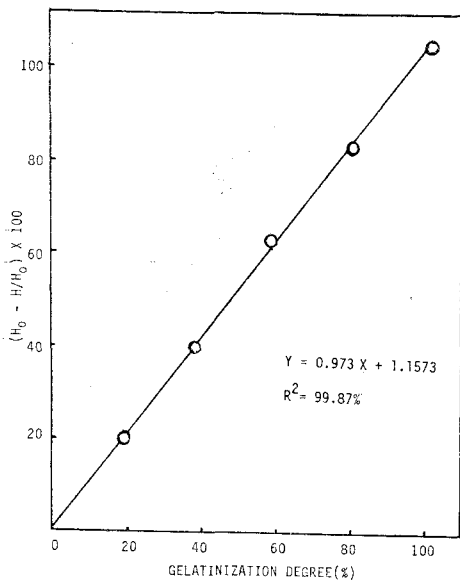


Fig. 5. Percentage ratio of peak decrease for mixture of 0~100% gelatinized starch samples.

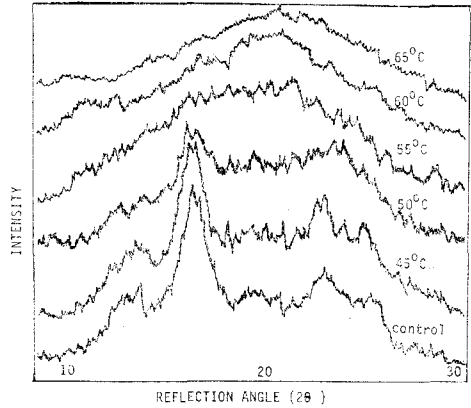


Fig. 6. X-ray diffraction pattern of lotus root starch at various pasting temperatures

호 화 도

호화도 0%, 20%, 40%인 연근 전분의 X-ray 회절도는 Fig. 4와 같다. 회절 각도 22.8°에서의 peak의 높이는 전분의 상대적인 결정화도를 판단하는 지표로 널리 쓰인다.²⁴⁾ 따라서 연근 전분의 회절 각도 22.8°에서의 peak 높이의 감소 비율과 호화도와의 관계는 Fig. 5와 같으며 호화도 0~100%인 표준시료의 호화도와 X-ray peak의 감소 비율과는 높은 상관(99.87%) 관계를 보였다. 연근 전분은 여러 온도에서 호화시킨 시료 전분의 X-ray 회절도는 Fig. 6과 같다. 45°C 전분은 결정 구조가 생전분과 거의 같았으나 50°C부터 결정성이 상실되기 시작하여 60°C 이상에서는 완전히 상실함을 볼 수 있었다.

Fig. 6의 결과로부터 Fig. 5의 표준곡선을 이용하여 호화도를 계산한 결과 45°C에서 4.9, 50°C에서 38.7, 55°C에서 86.3, 60°C에서 92.1, 65°C에서 98.6의 값을 보였다. 이 결과는 현미경 관찰과 일치하는 경향이었으며 연근 전분은 호화온도가 아주 낮으며 60°C부근에서 완전히 호화됨을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 文範洙 · 李甲湘 : 食品材料學, 修學社, p. 83 (1979).
2. Ensminger, A.H., Ensminger, A.E., Konlande, J.E. and Robson, M.D.: Food and Nutrition Encyclopedia, Pegus Press, p.

- 244(1983).
3. Ciacco, C.F., D'Apollonia, B.L.: *Cereal Chem.*, 5 : 54(1977).
 4. 藤本滋生 : 日本澱粉科學會誌, 4 : 24(1977).
 5. 二國二郎 : 澱粉科學ハンドブック, 朝倉書店, p. 79(1977).
 6. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 13th ed., p.15(1980).
 7. 東原昌孝, 梅松雄, 出本武彦 : 日本澱粉科學會誌, 3 : 22(1975).
 8. Owusu-Ansah, J., Vandervoort, F.R., Stanley, D.W.: *Cereal Chem.*, 3 : 59(1982).
 9. Schoch, T.J.: *Adv. Carbohydrate Chem.*, 1 : 247(1945).
 10. McCready, R.M., Hassid, W.Z.: *J. Am. Chem. Soc.*, p. 65(1943).
 11. Gilbert, L.M., Spragy, S.P.: Iodimetric determination of amylose iodine sorption; "Blue Value". in "Methods in Carbohydrate Chemistry," ed. by Whistler, R.L. 4, p. 168, Academic Press: New York, N.Y. (1964).
 12. Schoch, T.J.: Determination of alkali number a Relative Measure of Reducing end-groups. in "Methods in Carbohydrate Chemistry," ed. by Whistler, R.L. 4, p. 61, Academic Press: New York, N.Y. (1964).
 13. Owusu-Ansah, J., Vandervoort, F.R. and Bediako-Amoa, B.: *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 3(1980).
 14. 정지현, 김관, 노일환 : 농어촌개발연구, 1 : 18(1983).
 15. 김관 : 전남대학교 논문집, 27 : 361(1982).
 16. 신말식, 안승요 : 한국농화학회지, 2 : 26(1983).
 17. 김용휘 : 전북대학교 농대논문집, 4 : 103(1973).
 18. 조재선 : 한국식품과학회지, 1 : 10(1977).
 19. 김재조 : 과학기술처연구보고서 (1971).
 20. 檜作進 : テンブシハンドブック, 朝倉書店, p. 238(1961).
 21. 小林恒夫 : テンブシハンドブック, 朝倉書店, p. 232(1966).
 22. 鈴木晴男, 楊鴻椿 : 日本澱粉工業學會誌, 18 : 4(1971).
 23. Fukuba and Kinuma : テンブシハンドブック 朝倉書店(日本), p. 179(1977).
 24. Priestley, R.J.: Moisture requirements for gelatinization of rice, *Stärke*, 27 : 416(1975).