

동부전분의 호화 및 겔화 특성

김향숙

충북대학교 식품영양학과

Gelatinization and Gelation of Cowpea Starch

Hyang Sook Kim

Dept. of Food and Nutrition Chungbuk National University

Abstract

This study was carried out to examine changes in morphology and crystallinity of cowpea starch during preparation of chongpo-mook(starch gel food). It was known by photomicroscopy under polarized light and X-ray diffractometry that cowpea starch had lost its crystallinity at the temperature range of 70~75°C. It also was observed by scanning electron microscopy that overall shape of starch granules was maintained inspite of swelling to considerable extent at the range of 65~75°C, however, granules were folded after solubles were extracted out of them above 85°C. Mechanism of gelation seemed to be formation of junction zones stabilized by groups of weak H-bonds, not by recrystallization according to the results of DSC thermogram of reheating of sample pan after cooling and X-ray diffractogram of reheated cowpea starch gel.

I 서 론

동부(*Vigna sinensis*)는 두과식물로서 주로 그의 자엽을 식용으로 하고 있으며, 저단백 고당질을 함유한 두류이다. 동부전분은 청포묵의 제조원료로 이용되고 있어 전통적으로 이용되던 녹두에 대신하고 있다.

전분은 종류에 따라 호화 온도와 호화 전분의 유동학적 특성이 다를 뿐만 아니라, 냉각 후 형성되는 겔의 텍스처 특성에도 차이가 크다. 동부전분의 이화학적 특성과 Brabender amylograph에 의한 호화 양상에 대하여는 Faki 등¹⁾과 김 등²⁾에 의하여 보고된 바 있다.

본 연구에서는 묵의 제조 과정에서 일어나는 동부전분의 형태와 결정성의 변화를 알아보기 위하여 주사전자현미경, DSC, 및 X-Ray 회절도를 이용하여 호화 및 겔화에 관하여 조사하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 전분의 제조

본 실험에 사용한 동부전분은 시중에서 구입한 동부로부터 알칼리 침지법에 의하여 제조하였다²⁾.

2. 전분입자의 형태변화

호화 고정에서 일어나는 전분입자의 형태변화를 측정하기 위하여 전분현탁액(3%)을 60~95°C의 온도범위에서, 소정 온도에서 30분간 저어주면서 가열한 다음 알콜로 탈수하고 오산화인 하에서 진공건조하였다. 이를

100 mesh로 분쇄하여 광학현미경과 편광현미경 및 주사전자현미경으로 관찰하였고, 일부는 X-선 회절도를 측정하는데 사용하였다.

3. Differential Scanning Calorimetry(DSC)

전분의 DSC는 Donovan 방법^{3,4,5)}에 따라 실시하였다. 즉 시료에 증류수를 1:1의 비율로 가하여 현탁액을 만들고 그중 20 μl를 aluminum sample pan에 넣고 밀봉한 다음 Differential Scanning Calorimeter(STA 785, Atanton Redcraft, 영국)를 이용하여 10°C/min의 속도로 가열하여 endothermic peak를 얻었다. 한번 측정된 sample을 실온으로 냉각한 후 즉시 또는 수 시간 내지 수일간 방치한 후에 재가열함으로써 겔화 특성을 조사하였다.

4. X-선 회절도

호화 전분의 X-선 회절도는 X-Ray diffractometer(Rigaku, Co., Japan)를 이용하여 target Cu, filter Ni, scanning speed 4°/min, time constant 1sec, range 800 cps의 조건에서 2θ를 40°~5°까지 회전시켜 분석하였다. 또한 10%의 전분 겔을 만들기 위하여 가열한 직후와 20°C, 100% RH에서 24시간 저장한 후, 그리고 24시간 저장한 겔을 100°C 오븐에서 20분간 재가열한 후에 Blender로 마쇄하여 호화전분 시료와 같은 방법으로 건조시켜 X-선 회절도를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 호화전분 입자의 형태변화

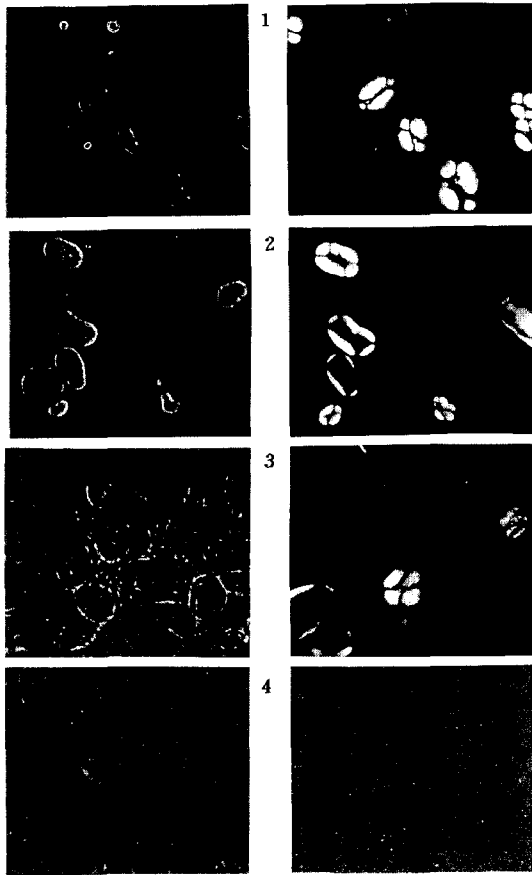


Fig. 1. Photomicrographs of cowpea starch gelatinization at 50°C (1), 65°C (2), 70°C (3), and 75°C (4) under normal(left) and polarized(right) light.

동부전분 입자의 호화 온도에 따른 형태변화는 Fig. 1과 같다. 50°C 에서도 약간의 팽윤이 일어나는 것을 볼 수 있었으나, 결정성을 나타내는 복굴절성은 65°C 에서 없어지기 시작하였고 70°C 에서는 거의 소실되었으며 75°C 에서는 완전히 사라졌다.

호화온도에 따른 동부전분 입자의 형태변화를 SEM 으로 관찰한 것은 Fig. 2와 같다. 65°C 에서 전분입자는 부분적으로 팽윤되었고, 입자표면에 용출물이 보였으며, 입자의 중심부에 동공이 생겼다. 75°C 에서는 광학 현미경으로 입자의 형태를 구분하기 어려웠고 복굴절성이 완전히 상실되었지만 SEM으로 볼 때는 심한 팽윤이 일어났으나 아직도 입자의 형태는 보전되었다. 85°C 에서는 용출물이 많이 빠져 나온 후 입자의 중첩이 일어난 것을 볼 수 있었고, 95°C 에서는 입자의 형태가 거의 없어졌으며 중첩이 더 심하게 일어난 것을 볼 수 있었다.

2. DSC에 의한 호화 및 겔화 특성

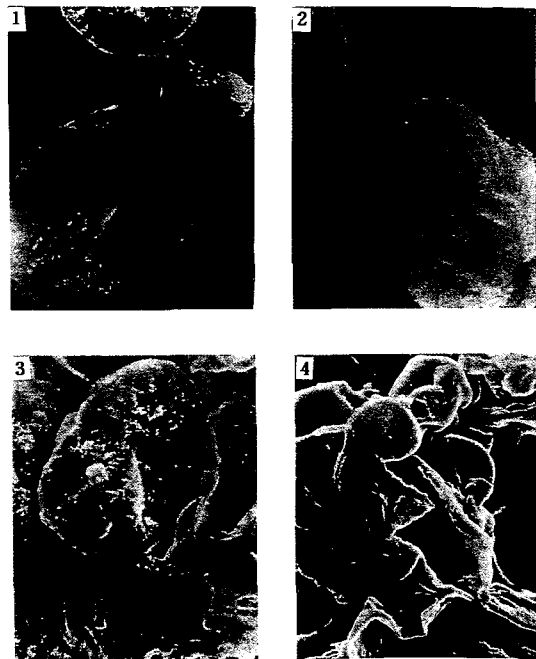


Fig. 2. SEM photomicrographs of cowpea starch gelatinized at 65°C (1), 75°C (2), 85°C (3), and 95°C (4): left;

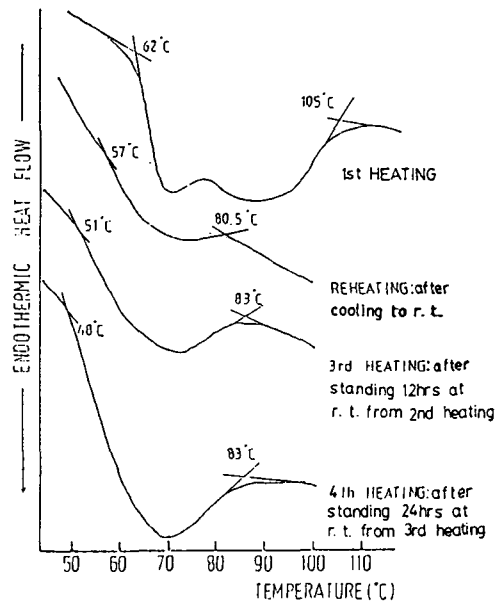


Fig. 3. DSC thermograms of the cowpea starch by repeated heating.

동부전분의 DSC에 의한 호화 양상은 Fig. 3에서와 같이 두개의 흡열 peak를 나타냈고, 호화 온도범위는 62~105°C 로 넓었다. Biliaderis 등¹⁰도 물과 전분의 비가

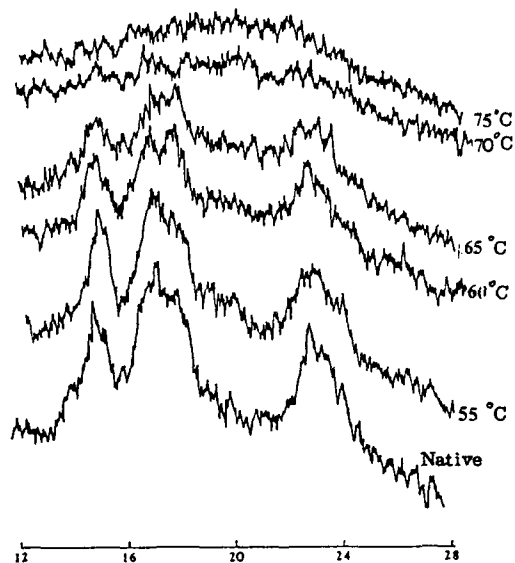


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of gelatinized cowpea starch at various temperature.

1:1일 때 두류 전분의 DSC endotherm에서 두개의 흡열 peak를 나타낸다고 보고하였다.

한번 가열한 DSC시료 팬을 1시간 동안 실온으로 식힌 후 즉시 가열하면 Fig. 3의 재가열 endotherm과 같이 57~80.5°C에서 흡열이 일어났는데 이는 첫번째 가열했을 때의 호화 온도인 62~105°C에 비하여 낮은 온도였다. 즉 동부전분은 호화된 후 냉각되면 즉시 분자의 재배열이 일어나서 목이 되기 위한 junction zone이 형성된다고 생각된다. 재가열 후 다시 실온에서 12시간 동안 방치한 후 DSC로 측정했을 때도 역시 재가열시와 같은 온도 범위에서 흡열이 일어났으나 peak면적은 더욱 커졌다. 따라서 가열 직후에 시작된 수소결합의 생성이 더욱 진행된 것을 알 수 있었다. 그 후 실온에서 24시간을 더 방치한 다음 측정했을 때는 이와 같은 반응이 더욱 진행된 것을 나타냈다. 방치시간이 길수록 재가열 곡선의 개시 온도는 더 낮아졌고 종료온도는 일정하게 유지되었는데, 이는 새로 형성된 junction zone이 약한 수소결합에 의하여 이루어져 망상구조가 형성되었기 때문이라고 생각된다.

2. X-회절도

가열에 따른 동부전분의 X-선 회절도는 Fig. 4와 같다. 70~75°C에서 완전히 결정성이 상실되었는데, 이것은 DSC 호화곡선의 첫번째 peak온도와 일치되며, SEM으로 관찰한 것에도 일치하였다.

Takeda와 Hizukuri⁷⁾는 X-선 회절도에 의한 호화온도의 측정이 효소법에 의한 결과와 잘 일치한다고 하였으며, 이 방법에 의하면 밀은 70°C, 옥수수는 80°C, 쌀은

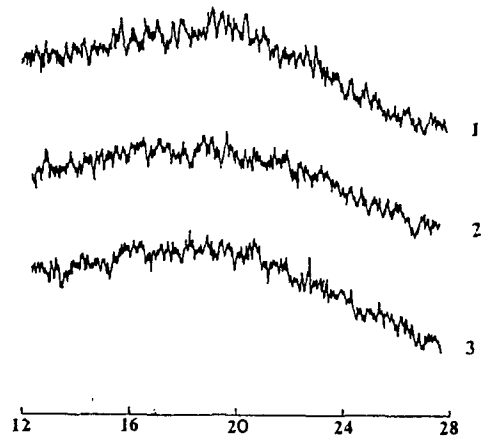


Fig. 5. X-ray diffraction patterns of cowpea starch gel at different step of preparation: (1) heated at 100°C for 20 min, (2) After storage at 20°C for 24 hr, (3) after heating of (2) at 100°C for 20 min.

65°C, 감자는 70°C에서 완전히 호화된다고 보고하였다.

10%의 동부전분 겔을 만들기 위하여 가열한 직후와 20°C, 100% RH에서 24시간 저장한 후, 그리고 24시간 저장한 겔을 100°C 오븐에서 20분간 재가열한 직후의 X-선 회절도는 Fig. 5와 같다. 어느 경우에도 결정을 나타내는 peak는 보이지 않았고, 같은 조건의 시료들이 Fig. 3의 DSC 흡열곡선에서는 peak가 나타난 것과 대조적인 결과를 보였다. 따라서 목이 형성되는 mechanism은 결정화가 아니고, 한 그룹의 약한 수소 결합들에 의하여 안정화되는 junction zone의 형성이라는 것을 다시 한번 확인할 수 있었다.

IV. 요약

본 연구는 청포묵의 제조과정에서 일어나는 동부전분의 형태변화와 결정성의 변화를 조사하기 위하여 수행하였다. 동부전분은 70~75°C에서 결정성이 상실되는 것을 편광현미경과 X-선 회절도로부터 알 수 있었다. 가열에 따른 동부전분의 변화를 SEM관찰했을 때, 65~75°C에서는 팽윤이 일어나면서도 입자의 형태는 보전되었으나 85°C 이상에서는 용출물이 많이 빠져나온 후 입자의 중첩이 일어나는 것을 볼 수 있었다. 목의 형성, 즉 호화전분의 겔화는 한 그룹의 약한 수소결합에 의하여 안정화되는 junction zone이 형성되어 망상조직이 이루어지는 것임이 저장했던 전분겔을 재가열할 때의 DSC thermogram을 통하여 나타났고, 재가열한 전분의 X-선 회절도 분석한 결과 결정화는 아닌 것이 밝혀졌다.

참고문헌

1. Faki, H.A., Desikachar, H.S.R., Paramahans, S.V. and

- Tharanathan, R.N., Physico-chemical characteristics of starches from chick pea, cowpea and horsegram, *Starch* **35**: 118(1983).
- 김향숙, 권미라, 안승요, 동부전분의 이화학적 특성, *한국식품과학회지* **19**: 18(1987).
 - Donovan, J. W., Phase transitions of the starchwater system, *Biopolymers* **18**: 263(1979).
 - Nakazawa, F., Noguchi, S., Takahashi, J. and Takada, M., Gelatinization and retrogradation of rice starch studied by differential scanning calorimetry, *Agric. Biol. Chem.* **48**: 201(1983).
 - Biliaderis, C.G., Grant, D.R., and Vose, J.R., Structural characterization of legume starches. I. Studies on amylose, amylopectin, and beta-limit dextrins, *Cereal Chem.* **58**: 496(1981).
 - Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. and Vose, J.R., Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry, *J. Food Sci.* **45**: 1669(1980).
 - Takada, C. and Hizukuri, S., Characterization of the heat dependent pasting behavior of starches(Studies on the gelatinization of starches Part I), *Nippon Nongei Kagaku Zashi* **48**: 663(1974).