

# 동부 전분의 분자구조적 성질( I )

동부 전분의 이화학적 성질 및 호화특성

김 향 숙

충북대학교 사범대학 가정교육과

## Molecular Properties of Cowpea Starch( I )

Characterization of Cowpea Starch and Its Gelatinization  
Property

Kim, Hyang Sook

Dept. of Home Econo. Edu, Chungbuk National  
Uni.

### Abstract

Cowpea starch which is the main ingredient of Mook(Korean starch gel) was isolated from cowpea and characterized by physico-chemical methods. Gelatinization properties were investigated by using Brabender amylograph. Starch granules were oval-shape and their size range was 5 - 25  $\mu$ m. Crystalline type observed by X-ray deffraction was C-type. Apparent amylose content was 20.7%. Amylose and amylopectin fractionated from cowpea starch appeared to have vlue value of 0.55 and 0.089, and  $\beta$ -amylolysis limit of 79.1 and 71.9%, respectively. Brabender amylograph data showed

that initial gelatinization temperature of cowpea starch was 75 °C. Also, hot and cooled paste viscosity of 8% starch paste were higher than that of 6% paste by more than twice, breakcown value of two different concentration were almost same. However, in the gelation stage, consistency and setback of 8% starch paste appeared more than 5 times of those of 6% paste.

### I. 서론

동부는 두과 식물로서 그의 자엽을 식용으로 하고 있으며, 저단백 고탄수화물류에 속한다. 동부 전분은 최근에 청포묵의 원료로서 녹두 전분의 대용품으로 많이 이용되고 있다.

두류 전분의 이화학적 특성에 대한 연구는 많이 이루어졌으나, 동부 전분에 대하여는 Faki 등(1983)이 보고하였고, 김 등(1987)이 동부 전분의 이화학적 특성을 연구하여 보고한 바 있다. 여러 가지 전분의 이화학적 특성과 호화 특성에 관한 연구는 많이 이루어졌으나 모두 현상론적인 연구일 뿐, 그 원인과 메카니즘에 대하여는 정확한 해석이 되지 않고 있다. 이것은 전분의 분자구조와 입자구조에 대한 이해가 아직 정확하게 되지 않고 있기 때문인 것으로 사료된다. 초기 연구에서는 전분의 결정은 주로 아밀로오스에 의한 것이라고 생각되었으나, 최근의 연구 결과에 의하면 결정성 영역은 주로 아밀로펙틴의 가지들이 치밀하게 배열되어 이루어진 것임이 밝혀졌다.

따라서 전분의 여러 가지 성질과 결정 구조에 대한 이해를 하기 위하여는 분자 구조에 대한 연구가 더욱 이루어져야 한다고 생각된다. 본 논문에서는 동부 전분의 분자 구조적 특징을 조사하고자 이루어진 일련의 연구의 일부로서 동부 전분과 그로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 특성과 호화특성에 대한 실험결과를 보고하고자 한다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

실험 재료는 충북 농촌진흥원으로부터 기증받은 서원동부를 사용하였다.

### 2. 전분의 제조

시료 동부로부터 알칼리 침지법(김 등, 1987)으로 전분을 분리하였다. 껍질을 벗긴 동부에 0.2% NaOH 용액을 가하고 Waring blender로 3분 간 파쇄한 후 100과 400 mesh 체로 계속하여 걸렀다. 체 통과 부분을 냉장고에 방치하여 가라앉힌 후 상등액을 버리는 조작을 상등액이 무색으로 될 때까지 반복하였다. 그 후 증류수로 중성이 될 때까지 세척하였다. 회수된 전분을 실온에서 풍건한 후 100 mesh 체로 쳐서 전분시료로 하였다.

### 3. 전분의 이화학적 성질

동부 전분의 수분, 회분, 조지방, 및 질소는 AOAC 방법(1980)에 따라 분석하였다. 전분 입자의 크기와 형태는 현미경을 사용하여 200 배로 관찰하였다.

전분의 X-선 회절도는 X-ray diffractometer를 이용하여 target Cu, filter Ni, scanning speed 4°/min, time constant 1 sec, range 10K cps의 조건에서 2θ를 40°에서부터 10°까지 회절시켜 분석하였다.

동부 전분의 blue value를 Gilbert 및 Spragg의 방법<sup>4)</sup>에 따라 680nm에서 측정 계산하였다. 겉보기 아밀로오스 함량은 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 blue value를 이용하여 다음 식에 따라 계산하였다(Takeda et.al., 1983).

$$\text{Amylose content} = \frac{\text{BV of defatted starch} - \text{BV of amylopectin}}{\text{BV of amylose} - \text{BV of amylopectin}} \times 100$$

### 4. 아밀로오스와 아밀로펙틴의 특성

동부 전분의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분리는 Takeda 및 Hizukuri(Takeda and Hizukuri, 1986, 1987)의 방법을 수정하여 수행하였다. 전분은 먼저 95% ethanol로 48시간 동안 탈지하여 사용하였다. 탈지전분 10g을 400ml의 물에 넣고 저으면서 75°C까지 가열하였다. 이 전분 현탁액에 물 1300ml, n-butanol 100ml, isoamylalcohol 100ml를 가하여 저어주면서 질소하에서 reflux하며 3시간 동안 끓였다. 50°C까지 식힌 후 50°C의 수조에서 하룻밤 방치한 후 냉장고에 넣고 48시간 두었다. 침전물을 원심분리(10,000 x g, 20min, 4°C)하여 모은 후 10% n-butanol 용액에 분산시킨 후 질소하에서 reflux하면서 1시간 동안 끓인 후 냉장고에 24시간 두었다. 침전물을 원심분리(10,000 x g, 20min, 4°C)하여 10% 1-butanol 1L에 분산시킨 후 10분 동안 질소하에서 reflux하면서 끓인 다음 glass filter(Whatman GF-A)를 통하여 여과하였다. 다시 수분 동안 끓인 후 냉각시켰다. 원심분리하여 모아진 amylose-1-butanol complex를 ethanol과 함께 Waring blender로 갈아서 glass filter(Whatman GF-B)로 여과하고 ethanol과 ether로 차례대로 씻은 다음 CaCl<sub>2</sub>를 담은 진공 데시케이터에서 하루 동안 건조시켰다.

상등액은 모아서 rotary vacuum evaporator로 40°C에서 총 부피의 30%까지 농축시킨 다음 2배 분량의 ethanol을 가하여 아밀로펙틴을 침전시켰다. 침전된 아밀로펙틴을 ethanol과 함께 Waring blender로 갈아서 glass filter(Whatman GF-B)로 여과하고 ethanol과 ether로 씻은 다음 CaCl<sub>2</sub>를 담은 진공 데시케이터에서 하루 동안 건조시켰다.

이와 같이 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 blue value를 전분의 blue value 측정과 같은 방법으로 680nm에서 측정하였다.

아밀로오스와 아밀로펙틴의 β-amylolysis를 Biliaderis 등(1981)의 방법에 따라 수행하였다. Potato β-amyase(Sigma사 제품) 수용액(8 IU/ml)

0.1 volume과 buffer 용액(0.1N acetate, pH 4.8)에 녹인 아밀로오스 또는 아밀로펙틴 용액 (1 - 2 mg/ml) 1.0 volume을 합하여

37 °C의 항온 수조에서 18시간 동안 반응시켰다. 효소 활성을 정지시키기 위하여 100 °C에서 5분 간 가열한 후 환원당 함량은 Dygert 등(1965)의 방법에 따라, 총 당함량은 phenol-sulfuric acid법(Dubois et. al., 1956)에 따라 측정하여 다음 식에 의하여 % $\beta$ -amylolysis를 계산하였다.

$$\% \beta\text{-amylolysis} = \frac{\text{reducing sugar(as maltose)}}{\text{total sugar(as glucose)}} \times 100$$

5. 전분의 호화 특성

Brabender/visco/amylograph에 의한 호화 양상은 Medcalf 및 Gilles(1965)의 방법에 따라 6% 농도의 전분액에 대하여 조사하였다. 온도의 변화는 실온으로부터 94.5

°C까지 1.5 °C/min의 속도로 가열하였고, 최고온도 94.5 °C에서 15분 간 유지시킨 후 가열할 때와 같은 속도로 50 °C까지 냉각하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 전분의 특성

전분의 일반 성분 및 Blue value, 아밀로오스 함량은 Table 1과 같다. 동부 전분의 blue value는 0.39로서, 김 등(1987)이 보고한 0.37과 거의 비슷한 값을 보였다. 아밀로오스의 함량은 20.7%로 나타났으며, Faki 등(1983)과 김 등(1987)이 보고한 33% 및 26.0% 보다 낮은 값을 보였다. 아밀로오스 함량을 계산할 때 본 연구에서는 전분의 blue value에 있어서 아밀로펙틴에 의한 요오드의 결합을 보정하여 계산하였으나, 김 등(1987)의 보고에서는 그러한 보정을 하지 않은 결과 아밀로오스의 함량이 높게 측정된 것으로 사료된다.

동부 전분 입자의 형태는 타원형이었으며, hilum이 중앙에 잘 발달되어 있었고, 입자의 크기는 5 - 24  $\mu$ m 범위이었다. 동부 전분의 X-선 회절도를 분석한 결과 Fig. 1과 같이 2 $\theta$ 가 15°, 17.1°, 17.9°, 23°일 때 peak강도를 보여줌으로써 A형에 가까운 회절 양상을 보였고, 이는 김 등(1987)의 보고와 일치하였다.

Table 1. chemical and physical data of cowpea starch

Moisture	12.2 %
Ash	0.1 %
Fat	0.09 %
Nitrogen	0.12 %
Blue value	0.39
Amylose content	20.7 %

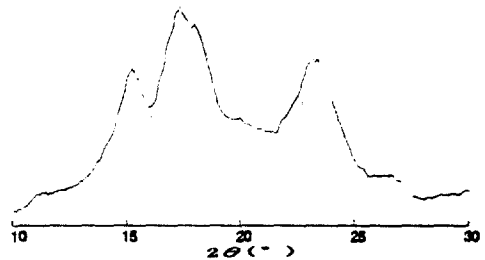


Fig. 1. X-Ray Diffraction Pattern of cowpea starch

2. 아밀로오스와 아밀로펙틴의 특성

동부전분으로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 blue value 및  $\beta$ -amylolysis는 Table 2에서 보는 바와 같다. 아밀로오스와 아밀로펙틴의 blue value는 각각 1.55 및 0.089로서 두 분획이 순수하게 잘 분리된 것으로 사료된다.

$\beta$ -amylase에 의한 가수분해는 amylose가 79.1% 아밀로펙틴이 71.9%인 것으로 나타났다. 아밀로오스는 직쇄상의 분자구조를 가지고 있다고 알려졌으나,  $\beta$ -amylolysis limit이 100%에 이르지 못하고 있는데 이러한 사실은 이미 보고된 바 있다.(Takeda and Hizukuri, 1986) 이것은 아밀로오스가 소량의  $\alpha$ -1,6 결합을 가지고 있기 때문이라고 설명되어지고 있으며, 아밀로오스에 pullulanase와  $\beta$ -amylase를 동시

에 처리하였을 때 100%의 분해한도를 보였다고 보고하였다. 아밀로펙틴의  $\beta$ -amylolysis limit은 71.9%로서, 다른 전분들로부터 분리한 아밀로펙틴의 분해한도(54 - 60%)보다 높게 나타났다. 이러한 차이점에 대하여는 앞으로 더 연구가 필요하다고 사료된다.

Table 2. Properties of cowpea amylose and amylopectin

	Blue value	$\beta$ -amylolysis limit(%)
Amylose	1.55	79.1
Amylopectin	0.089	71.9

3. 전분의 호화

동부 전분의 Brabender amylograph에 의한 호화특성은 Table 3와 같다. 호화 개시온도는 6% 전분액이 75 °C, 8% 전분액이 74.5 °C로서, 김 등(1987)의 보고에서보다 높게 나타났으며, 이는 시료에 따른 차이로 여겨진다. 최고점도(P)와 hot paste viscosity(H)는 전분 입자의 팽윤 정도 및 팽윤된 입자의 전단력에 대한 저항 정도를 나타내는데, 8% 전분액이 6% 전분액보다 2배 이상 높은 점도를 보였다. 또한 breakdown(P - H)도 팽윤된 입자의 전단력에 대한 저항 정도를 나타내는데 여기에서는 농도에 의한 차이가 별로 없었다. 이는 전단력에 대한 전분 입자의 저항력은 농도의 영향을 받지 않는 것을 나타낸다고 볼 수 있다. 50 °C에서의 냉각점도는 전분의 노화 또는 겔화를 반영하며, 냉각 점도와 hot paste viscosity의 차이인 consistency(C - H) 및 냉각 점도와 최고 점도의 차이인 setback(C - P)으로서도 이를 나타낼 수 있다. 8% 전분액의 냉각 점도는 6% 전분액의 2.4배로 높았고, consistency와 setback으로 나타냈을 때는 5배 이상의 큰 차이를 보임으로써, 8% 전분액이 6% 전분액보다 겔화 경향이 현저하게 큰 것으로 나타났다. 이것은 목의 제조에 있어서 8 - 10%가 알맞은 전분농도인 사실과 잘 일치하는 것으로 보인다.(김 향숙, 1987; 배 광순 등, 1984)

Table 3. Amilograph data of cowpea starch

Concentration	Initial Pasting temp. (°C)	Peak Height	Height at 95 °C after 15min(BU)	Peak Height 50 °C	Breakdown	Consistency	Setback
		(BU) P	H	C	P-H	C-H	C-P
6%	75	780	680	840	100	160	60
8%	74.5	1700	1620	2020	90	910	320

IV. 요약

목의 재료인 동부 전분과 그로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 이화학적 성질 및 전분의 호화 특성을 조사하였다. 동부 전분은 타원형의 입자 형태를 이루고 있고, 크기는 5-25  $\mu$ m였으며, X-선 회절도에 의한 결정형은 A형에 가까운 C형이었다. Blue value는 0.39였고, 아밀로오스 함량은 20.7%였다. 동부 전분으로부터 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴의 blue value는 각각 1.55와 0.89였으며,  $\beta$ -amylolysis limit은 각각 79.1과 71.9%로 나타났다.

Brabender amylograph에 의한 호화 개시온도는 75 °C로 나타났다. 또한 8% 전분액은 6% 전분액보다 최고 점도, hot paste viscosity, 및 냉각 점도가 2배 이상으로 높았고, breakdown은 비슷한 값을 보였으며, 냉각과정에서의 consistency와 setback은 5배 이상으로 높았다.

참고문헌

김 향숙, 권 미라, 안 승요(1987). 동부전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 19(1):18.  
 김 향숙(1987). 아밀로오스와 아밀로펙틴이 목의 텍스처에 미치는 영향, 서울대학교 박사학위논문, p. 23.  
 배 광순, 손 경희, 문 수재(1984). 목의 구조와 텍스처. 한국식품과학회지, 16:185.

- A.O.A.C.(1980). *Official Methods of Analysis*, 13th ed., Association of Official analytical chemists, Washington, D.C.
- Biliaderis, C.G., Grant, D.R., and Vose, J.R.(1981). Structural characterization of legume starches. I. Studies on amylose, amylopectin, and  $\beta$ -limit dextrinas. *Cereal Chem.*, 58:496.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Revers, P.A., and Smith, F.(1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28:350.
- Dygert, S., Li, L.H., Floride, D., and Thoma, J. A.(1965). *Anal. Biochem.*, 13:367.
- Faki, H.A., Deniskacher, H.S.R., Paramahans, S.V, and Tharanathan, R.N.(1983). Physico-chemical characteristics of starches from chick pea, cowpea and horsegram. *Starch*, 35:118.
- Gilbert, G.A. and Spragg, S.P.(1964). *Methods in Carbohydrate Chemistry*, ed by R. L. Whistler, Academic Press, New York, N.Y., Vol.4, P. 168.
- Medcalf, D.G., and Gilles, K.A.(1965). Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42:558.
- Robin, J.P., Mercier, C., Charbonniere, R., and Guilbot, A.(1974). Lintnerized starches. Gel filtration and enzymatic studies of insoluble residues from prolonged acid treatment of potato starch. *Cereal Chem.*, 51:388.
- Takeda, Y., and Hizukuri, S.(1986). Purification and structure of amylose from rice starch. *Carbohydrate Research*, 148:299.
- Takeda, Y., and Hizukuri, S.(1987). *Carbohydrate Research*, 168:79-88.
- Takeda, C., Takeda, Y., and Hizukuri, S.(1983). Physicochemical properties of lily starch. *Cereal Chem.*, 60(3):212-216.
- (본 연구는 한국과학재단으로부터 연구비를 지원받아 수행되었음. 과제번호: 883-1508-017-1)