

동부와 녹두전분의 이화학적 특성비교

Comparison of Physicochemical Properties of Cowpea and Mung Bean Starches

연세대학교 가정대학 식생활학과

윤계순 · 손경희 · 정혜정

Dept. of Food and Nutrition, Yonsei University

Gae Soon Yoon, Kyung Hee Sohn and Hea Jung Chung

< 목 차 >

I. 서 론

II. 실험재료 및 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 요 약

참고문헌

< Abstract >

Mung bean starch gel (Mook) and gel made from starch of cowpea are similar properties in texture. In order to elucidate the similarity between these two starch gels, some physicochemical properties of cowpea starch were compared with those of mung bean starch. Water binding capacity of cowpea starch (183.6%) was a little low than that of mung bean starch (184.2%). The solubility, swelling power and optical transmittance of the cowpea starch showed a similar pattern to mung bean starch, but cowpea starch had a little lower solubility than mung bean starch. Amylogram of mung bean starch (4, 5, 6, 7 %) showed no peak viscosity but cowpea starch (4, 5, 6%) showed peak viscosity and both starches showed high viscosities when cooling. Cowpea and mung bean starches had the blue value of 0.41 and 0.47, the alkali number of 8.4 and 8.0, the amylose content of 30.5 and 32.1%, the molecular weight of amylose of 30,000 and 29,268 and glucose unit per segment of amylopectin of 27.6 and 26.8 respectively.

The shape of cowpea and mung bean starch granules were round and elliptical, and the mean value of major axis, minor axis and the ratio of these were 20.7 and 21.8 μm , 14.6 and 14.4 μm and 1.42 and 1.51, respectively. The extent of retrogradation determined by the glucoamylase digestion method and syneresis showed that cowpea starch gel was larger than that syneresis showed than cowpea starch gel was larger than that of mung bean

starch gel. The results of X-ray diffraction studies showed A pattern for two starches. Diffraction peak of gels disappeared with gelatinization of starches but that of two starch gels stored for 2 days at 5°C showed a similar pattern.

I. 서 론

동부(*Vigna sinensis*)와 녹두(*Phaseolus aureus*)는 완두, 팥등과 함께 지방이나 높은 두류이다. 특히 녹두전분은 gel 형성 능력이 우수하므로 예로부터 우리의 전통음식인 물을 제조하여 왔으며 최근에는 동부전분 역시 녹두전분 gel과 유사한 texture 특성을 지니는 것으로 밝혀져 값비싼 녹두대용으로 동부전분이 이용되고 있다.^{1,2)} 이들 전분의 이화학적 특성은 조리에서의 이용 및 목의 특성에 관한 시료의 기초연구로서 이루어졌는데 녹두전분의 경우 Takahashi 등,³⁾ 김등⁴⁾에 의해서, 동부전분의 경우 Tolmasguim 등,⁵⁾ 김등,⁶⁾ 윤등⁷⁾에 의해 각각 연구되었으며 조등⁸⁾은 동부목의 rheology 특성을 녹두목과 비교하여 탄성이 적고 점성이 높은 것으로 보고하였으나 이들 전분의 성질에 관한 비교연구는 없었다.

본 연구는 동일한 실험조건하에서 동부와 녹두전분의 여러가지 이화학적 성질을 비교하여 texture 특성에 있어서 이두 전분 gel의 유사성의 요인을 밝혀 보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 연구재료

1986년도에 수확한 전라북도산 동부와 경기도산 녹두를 실험재료로 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 시료전분제조 및 일반성분 분석

시료전분은 손등²⁾의 조건분 제조방법에 준하여 제조하였으며 시료전분의 수분, 회분, 조지방 및 조단백질은 A.O.A.C.방법⁹⁾에 의해 분석하였다.

(2) 전분의 이화학적 특성

물결합능력은 Medcalf 및 Gilles의 방법¹⁰⁾에 따라

측정하였고 팽윤력 및 용해도는 Leach 등의 방법¹¹⁾을 수정하여 50~90°C의 온도범위에서 10°C 간격으로 측정하였으며 호화온도는 Willson 등¹²⁾의 방법으로 조사하였다. 한편 Brabender Amylograph를 이용하여 350 cmg cartridge로 Medcalf와 Gilles의 방법¹⁰⁾에 따라 4~7%의 농도로 호화양상 및 점도변화를 관찰하였다. Blue value는 Gillbert 및 Spragg의 방법¹³⁾에 따라 680 nm에서 측정 계산하였으며 Schoch의 butanol 개량법¹⁴⁾에 따라 시료의 amylose, amylopectin을 분리하는 한편 시료전분중의 amylose 함량을 요드 비색법¹⁵⁾에 의해 정량하였다. Alkali수는 Schoch의 방법¹⁶⁾으로, 전분분획물에 대한 과요드산 산화는 Shasha¹⁷⁾ 등의 방법에 따라 실시하였다.

(3) 전분입자의 성상¹⁸⁾

광학현미경 및 주사전자현미경을 사용하여 400배율로 확대촬영하고 이로부터 시료전분 각각에 대해 500개입자의 너비와 길이 그리고 너비와 길이의 비율을 구하였다.

(4) 전분 gel의 노화특성^{18,3)}

8% 전분현탁액을 완전히 호화시켜 상온에서 20분간, 그리고 5°C에서 1, 2, 3, 4일동안 저장하고 탈수시켜 건조시료를 만든 후 glucoamylase 소화반응에 의해 노화도를 측정했다. 또한 8% 전분현탁액을 호화시켜 직경 5 cm, 높이 3 cm의 용기에 약 50 g씩 넣어 상온에서 10분간 방치한 후 밀봉하여 5°C에서 7일 동안 저장하면서 그 동안의 자연이장량을 측정하였다.

(5) X-선 회절도¹⁸⁾

X-ray diffractometer (Rigaku Co., Japan)을 사용하여 동부 및 녹두전분화 이들의 전분 gel (8%)을 21°C에서 2시간, 5°C에서 2일동안 각각 저장하여 회절도를 얻고 결정성과 호화후의 결정성 변화를 관찰했으며 그 조건은 다음과 같다.

Target: Cuk α

Filter: Ni

전압: 30 Kv
 전류: 15 mA
 Dispersion slit: 1°C
 Receiving slit: 0.3 mm
 Time constant: 0.5 sec
 Scanning speed: 4'/min
 Chart speed: 40 mm/min
 Fill scale: 2000 cps
 Reflection angle: 20.4' - 90'

2. 전분의 이화학적 특성

동부와 녹두전분의 물결합능력은 각각 183.6, 184.2%로 거의 비슷하였으며 Naivikul등¹⁹⁾이 보고한 두류전분의 값과 유사하였다. 온도증가에 따른 팽윤력의 변화는 Fig. 1과 같다. 두시료 모두 60°C까지는 팽윤이 거의 일어나지 않다가 65°C까지 서서히 증가하고 그이후부터 급격하게 팽윤함을 볼 수 있다. 용해도의 온도에 따른 영향은 팽윤력의 변화 양상과 비슷

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

시료전분의 일반성분은 Table 1과 같다. 본 시료 전분의 추출시에 alkali 처리를 하지 않았지만 물로 세척하는 과정을 여러번 거쳤기 때문에 조전분이라 하더라도 미교적 정제도가 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Proximate composition of cowpea and mung bean starches

Sample	Moisture (%)	Grude ash (%)	Grude fat (%)	Grude protein (%)
Cowpea starch	12.51	0.21	0.09	0.95
Mung bean starch	12.82	0.27	0.13	1.21

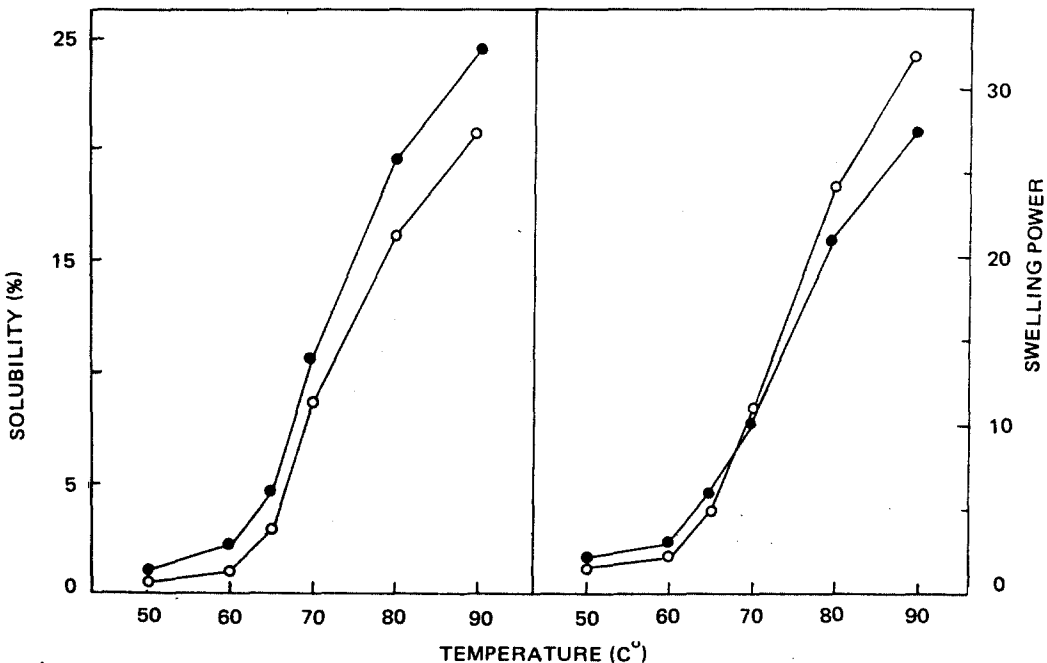


Fig. 1. Solubility and swelling power of cowpea (○) and mung bean (●) starches.

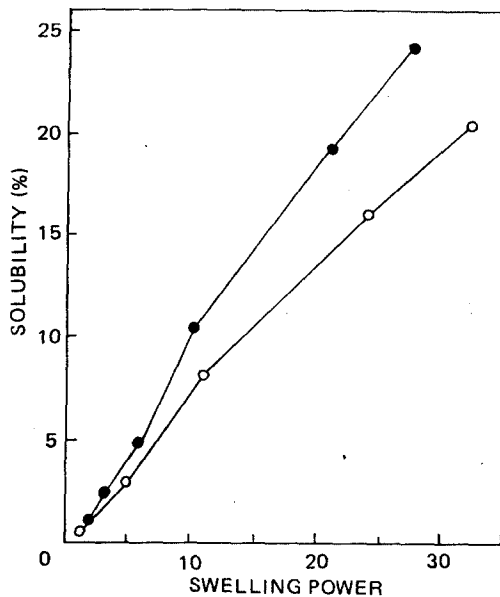


Fig. 2. Relationship between swelling power and solubility of cowpea (○) and mung bean (●) starches.

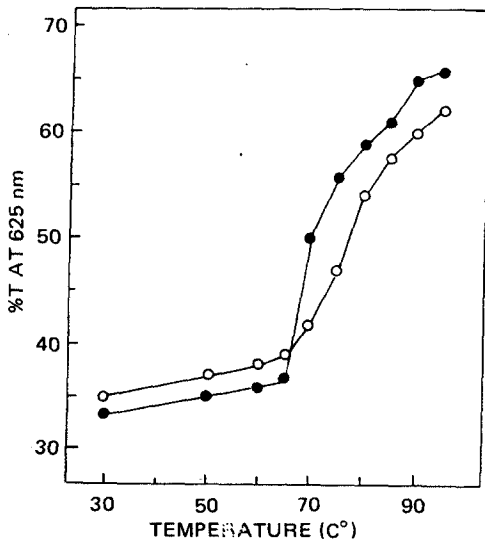


Fig. 3. Changes of percent transmittance of cowpea (○) and mung bean (●) starch suspensions (0.2%) upon heating.

하였으나, 동부전분의 경우 팽윤력은 70°C 이상에서 녹두전분보다 약간 높았지만 용해도는 더 낮은 특성을 보였다. 동부와 녹두전분의 팽윤력과 용해도 관계

(Fig. 2)를 볼때 동일한 팽윤수준에서 동부전분의 용해도는 녹두전분보다 낮게 나타났다. 그러므로 Fig. 2의 결과는 동부전분의 입자내 결합력은 녹두전분보다 약하나 높은 팽윤상태에서도 입자내부의 전분물질을 고정하는 정도가 높음을 가리킨다고 볼수 있다. 전분입자의 팽윤과 함께 용해도의 증가로 일부 전분성분이 유출되는데 이때 amylopectin 보다 amylose가 더 쉽게 용출된다. Ott등²⁰⁾은 전분의 gel 형성에서 용해성 amylose는 gel의 network 형성에 주요한 물질이고 완전히 팽윤된 결합물질로서 중요한 역할을 한다고 하였으며 용해성 amylose 함량이 증가할수록 전분 gel의 파괴강도(breaking strength)는 커졌다고 보고하였다. 따라서 동부전분과 녹두전분을 호화냉각시켰을때 녹두전분 gel의 견고성이 동부전분보다 더 높게 나타나는 현상은⁸⁾은 부분적으로 녹두전분이 호화시에 더 높은 용해도를 나타내는 결과와 관련지을 수 있을 것으로 사료된다.

한편 0.2%동부와 녹두전분 현탁액의 호화특성을 광투과도로 조사한 결과는 Fig. 3와 같이 거의 비슷한 패턴을 보여주고 있으나 녹두전분의 경우 65°C 이후 광투과도가 신속히 증가함으로써 Amylogram (Fig. 4)에서 나타난 바와 같이 호화온도가 동부전분보다 약간 낮음을 알 수 있다. 동부와 녹두전분의 Brabender Amylograph에 의한 호화양상은 Fig. 4와 같다. 전반적인 점도 변화양상은 동부전분의 경우 51%이상의 농도에 최대 peak를 보인 후에 94°C를 유지하는 동안 약간의 점도 감소를 가져왔으나 녹두전분은 모든 농도에서 94°C에 도달했을때에도 최대 peak를 보이지 않고 계속적으로 '증가함으로써' 두시료전분의 점도변화양상에 차이가 있음을 알 수 있다. 한편 냉각시 점도는 두시료 모두 크게 증가하였는데

Table 2. Physicochemical properties of cowpea and mung bean starches

	Cowpea	Mung bean
Water binding capacity (%)	183.6	184.2
Blue vale	0.41	0.47
Amylose content (%)	30.5	32.1
Alkali number	8.4	8.0

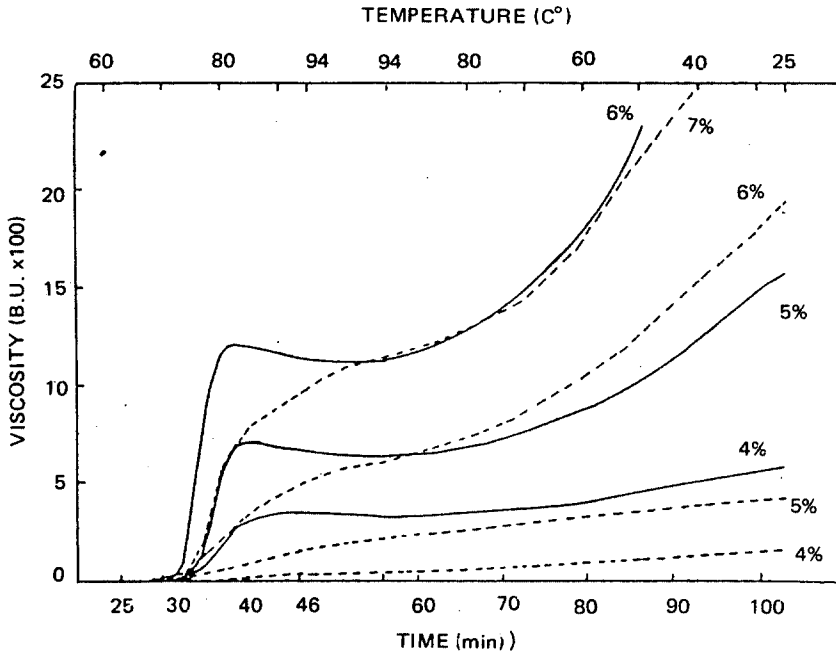


Fig. 4. Brabender amylogram of cowpea(——) and mung bean (-----) starches.

Table 3. Periodata oxidation results of cowpea and mung bean amyloses and amylopectins

		Cowpea	Mung bean
Amylose	Molecular weight	30,000	29,268
	degree of polymerzation	185.2	180.7
Amylopectin	degree of branching	3.63	3.72
	glucose umit/segment of amylopectin	27.6	26.8

손동²⁾은 냉각시 점도가 높은 전분은 목의 특성을 나타냈다고 보고한 바 있다.

동부와 녹두전분의 blue value, amylose 함량, alkali수는 Table 2와 같다. 두 시료의 blue value는 녹두전분이 약간 컸고 amylose 함량도 약간 높게 나타났다. 이같은 amylose 함량은 일반곡류 및 두류전분들과 비교해 볼때 높은 편에 속하는 값이다. amylose가 전분 gel의 구조형성에 중요한 역할이 있음은 이미 밝혀졌는데 손²¹⁾에 의하면 amylose 함량이 높은 녹두(32%), 강낭콩(29%), 메밀(29%)등의 조건분 gel의 주사 전자현미경에 나타난 구조는 gel의 network가 균일하게 이루어졌으나 amylose 함

량이 낮은 쌀(18%) 조건분 gel은 gel의 형태를 유지하지 못하고 gel의 network도 형성되지 않았다고 보고했다. 윤²²⁾은 본시료 gel의 내부구조를 주사 전자현미경으로 살펴본 결과 균일하고 porous한 network를 잘 형성했다고 했다.

한편 전분의 환원성 말단 group의 상대적 수효를 측정하는 alkali수는 (Table 2)는 동부전분이 녹두전분보다 약간 적었다. 시료전분에서 분획한 amylose, amylopectin을 각각 과요드산으로 산화시켜 말단기에서 생성되는 formic acid양으로부터 계산한 특성치는 Table 3과 같다. 동부와 녹두전분의 amylose 분자량은 거의 비슷하였고 amylopectin의 외부까지

Table 4. Granule size of cowpea and mung bean starches

		Cowpea	Mung bean
Length (mm)	Range	6-30	6-31
	Mean	20.7	21.8
Width (mm)	Range	6-21.4	6-20.8
	Mean	14.6	14.4
Length/Width ratio	Range	1-2.0	1-2.1
	Mean	1.42	1.51

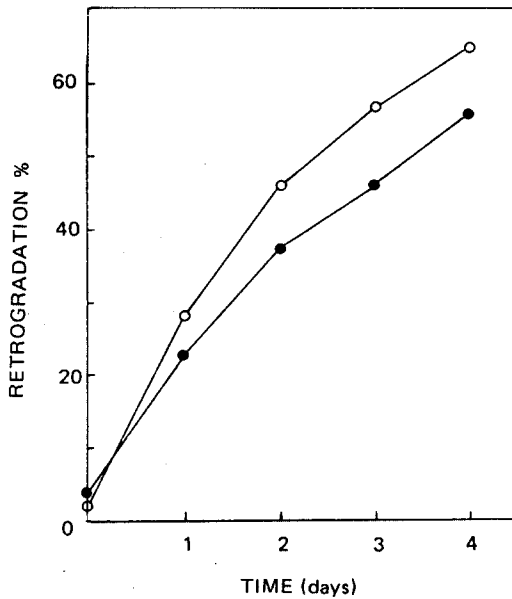


Fig. 5. Degree of Retrogradation of cowpea (o) and mung bean (●) starch gels in storage at 5°C by glucoamylase digestion method

당 포도당 사슬은 동부전분이 약간 길고 그의 분지도는 약간 작았으나 큰 차이는 없었다.

3. 전분입자의 성상

동부와 녹두전분 입장의 형태는 거의 비슷하였는데 대부분, 타원형이었으며 크고 작은 입자가 함께 분포되어 있었다. 동부와 녹두전분입자 500개의 길이와 너비를 조사하여 그 평균치를 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 두 시료전분입자 모두 너비의 평균

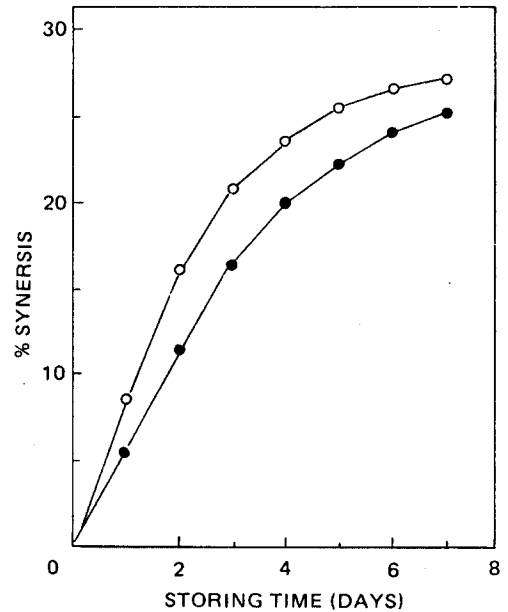


Fig. 6. Syneresis of cowpea (o) and mung bean (●) starch gels

은 거의 비슷하였으나 길이와 길이 및 너비의 비율의 평균값은 녹두전분입자가 약간 컸다. 녹두 전분입자의 크기는 Naivikul등¹⁹⁾이 보고한 너비 8~16 μm , 길이 12~32 μm 와 유사하였으며 동부전분입자의 크기는 김등²⁰⁾이 6~22 μm 범위로 보고한 값보다 약간 컸다.

4. 전분 gel의 노화

노화된 전분 gel을 glucoamylase로 소화시켜 호화도를 측정, 이로부터 노화도를 계산한 결과는 Fig.

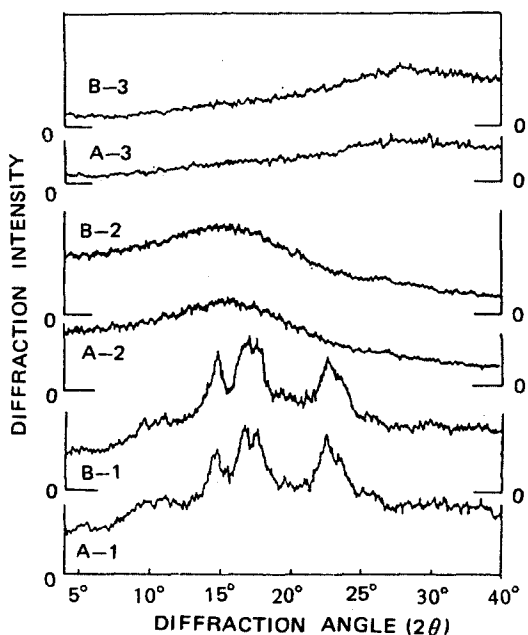


Fig. 7. X-ray diffraction patterns of cowpea and mung bean starches and gels.

- A-1: raw mung bean starch
- A-2: mung bean starch gel (Storage at 5°C 2days)
- A-3: mung bean starch gel (Storage at 21°C 2hours)
- B-1: raw cowpea Starch
- B-2: cowpea Starch gel (Storage at 5°C 2 days)
- B-3: cowpea Starch gel (Storage at 21°C 2 hours)

5과 같다. 두 시료 모두 저장 1일과 2일 사이에 노화가 가장 많이 되었고 저장 1일부터 4일까지 동부전분의 노화가 더 많았다. 손등²⁾은 여러 전분종의 노화도를 효소소화법으로 측정된 결과 48시간이 경과되었을 때 도토리묵, 메밀묵, 고구마묵보다 녹두묵, 동부묵, 밤묵등의 노화율이 빠르다고 보고하였다. 한편 시료 gel을 5°C에서 7일 동안 저장하면서 이장량을 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 두 시료 gel 모두 저장 1, 2일 째에 가장 많은 양의 물이 gel로부터 빠져나왔으며 그 이후로 조금씩 감소하는 양상을 보임으로써 Fig. 5에서 나타난 결과와 일치하였다. 동부전분 gel은 전체적으로 녹두전분 gel 보다 이장량이 더 많았다.

Takahashi등³⁾은 5% 녹두전분 gel의 이장량이 저장 7일째에 중량의 30.3%에 달해 감자, 옥수수, Sago 전분 gel에 비해 상당히 컸기 때문에 녹두전분이 노화가 심한 전분임을 보고하였다.

5. X-선 회절도

동부 및 녹두전분과 이들 gel에 대한 X-선 회절도는 Fig. 8과 같다. 두시료의 생전분은 $2\theta : 9^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 사이에서 여러개의 peak가 나타났으며 $2\theta : 15.2^{\circ}, 17.1^{\circ}, 18.0^{\circ}, 23.0^{\circ}$ 에서 peak를 보여 A형에 가까운 회절도형을 나타냈고 회절선의 강도는 두시료 모두 유사하였다. 시료전분을 호화시켜 상온에서 2시간 방치한 gel의 경우 전분의 호화에 따라 peak를 완전히 상실한 도형의 X-선 회절양상을 보여줌으로써 결정구조가 거의 무정형으로 변화된것을 알 수 있다. 또한 5°C에서 2일동안 저장한 두시료 gel의 회절도 역시 회절선의 peak는 없었으나 $2\theta : 13^{\circ} \sim 17^{\circ}$ 부근에서는 상온에서 2시간 저장한 gel보다 다소 높은 회절선을 보여주어 저장에 따른 결정화도에 있어서의 변화를 관찰할 수 있었는데 시료의 차이는 거의 없었다.

IV. 요약

Texture 특성에 있어서 동부와 녹두전분 gel의 유사성의 요인을 밝히기 위해 이들 전분의 이화학적 성질을 조사 비교하였다. 물질합능력은 동부전분 183.6%, 녹두전분 184.2%로 거의 비슷하였으며 평균력과 용해도는 온도의 증가에 따라 두시료 모두 비슷한 양상을 보였지만 팽윤력은 동부전분이 약간 높았고 용해도는 약간 낮았다. 전분현탁액의 광투과도는 두시료 모두 65°C에서 신속하게 증가되었으며 amylogram에 의한 시료전분의 전반적인 점도 변화양상은 5.6%농도에서 동부전분의 경우 최대 peak를 나타낸 후 약간의 점도 감소를 보였고 녹두전분은 모든 농도에서 최대 peak를 보이지 않고 계속적으로 점도가 증가하였으며 냉각시 점도는 두 시료 모두 크게 증가하였다. Blue value와 amylose 함량은 동부전분이 각각 0.41, 30.5%, 녹두전분이 0.47, 32.1%이었고 Alkali수는 동부전분이 8.4, 녹두전분이 8.0이었으며

amylose 분자량은 동부가 30,000, 녹두전분이 29,268로 비슷하였으며 amylopectin의 분자내 가지와 가지사이의 평균 포도당 단위의 수도 두시료 모두 거의 비슷하였다. 두시료 전분 입자의 모양은 대부분 타원형이었으며 길이와 너비 그리고 길이 및 너비의 비율에 대한 평균치도 큰 차이가 없었다. Gluco-amylose 소화법에 의한 노화도, 이장량의 변화는 저장 1, 2일째에 많이 증가하고 그후에는 증가폭이 둔화되었으며 그 양상은 모두 비슷하였으나 동부전분 gel의 노화가 더 컸다.

X-선 회절도에 의한 시료전분입자의 결정성을 조사한 결과 모두 A형에 가까운 회절도를 보였으며 호화된 시료전분 gel의 회절선의 peak는 거의 없어졌으며 5°C에서 2일동안 저장한 gel의 경우에도 회절선의 peak는 보이지 않았으나 $2\theta : 13^\circ \sim 17^\circ$ 부근에서 호화된 gel보다 다소 높은 회절선을 보였다.

참 고 문 헌

1. 문수재, 손경희, 박혜원, 목의 식품과학적연구, 제 1보, 목재료의 물리 화학적 성질을 중심으로, 대한가정학회지, 15:31, 1977.
2. 손경희, 문수재, Gel상 상품에 관한 실험조직적 검토-각종 전분의 교질성을 이용한 식품, 연세논총, 15:191, 1978.
3. Takahashi, S., Kitahara, H., Kainuma, K., Properties and cooking quality of starches. Part I, Chemical and physical properties of starches from mung bean and sago, *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, 28:151, 1981.
4. 김원수, 이혜수, 김성곤, "각종 전분으로 만든 교질상식품의 특성에 관한 연구-녹두전분의 이화학적 특성-", 한국농화학회지, 23:166, 1980.
5. Tolmasquim, E., Correa, A.M.N., Tolmasquim, S.T., New starches. Properties of five varieties of cowpea starch, *Cereal Chem.*, 48:132, 1971.
6. 김향숙, 권미라, 안승요, "동부전분의 이화학적 특성", 한국식품과학회지, 19:18, 1987.
7. 윤혜현, 이혜수, "동부 조전분 및 정제전분의 이화학적 특성", 한국조리과학회지, 3:31, 1987.
8. 조연화, 장정옥, 구성자, "동부의 이화학적 특성과 동부묵의 Rheology에 대하여", 한국조리과학회지 3:54, 1987.
9. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 14th ed., The Association fo Otticial Analytical Chemists, Washington, D.C., 1984.
10. Medcalf, D.G., Gilles, K.A., Wheat starch. I comparison of physicochemical properties, *Cereal Chem.*, 42:558, 1965.
11. Leach, H.W., McCowen, L.P., Schoch T.J., Sturcture of the starch granule, I. Swelling and solubility patterns of various starches, *Cereal Chem.*, 36:534, 1959.
12. Willson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P., Snyder, H.E., Isolation and characterization of starch from mature soybeans, *Cereal Chem.*, 55: 661, 1978.
13. Gilbert, G.A., Spragg, S.P., Iodimetric determination of amylose, *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L. (ed.), Vol. 4, Academic Press, 86, 1964.
14. Schoch, T.J., Fractionation of starch by selective precipitation with butanol, *J. Am. Chem. Soc.*, 65:2557, 1943.
15. Fukuba, H., Kainuma K., Quantity of amylose and amylopectin, *Handbook of Starch Science*, Asakura Book Company, 174, 1977.
16. Schoch, T.J., Determination of alkali number. *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L. (ed.), Vol. 4, Academic Press, 61, 1964.
17. Shasha, B., Whistler, R.L., End groups analysis of periodate oxidation, *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L. (ed), Vol. 4, Academic Press, 86, 1964.
18. 윤계순, 강옥주, 김형수, "찰보리 전분의 이화학적 특성", 한국농화학회지, 27, 79, 1984.
19. Naivikul, O., D'apponia, B.L., Carbonhydrats of legume flours compared with wheat flour. II. Starch, *Cereal Chem.*, 56:24, 1979.
20. Ott, M., Hester, E.E., Gel formation as related to concent ration of amylose and degree of starch swelling, *Cereal Chem.* 42:476, 1976.
21. 손경희, "각종전분 Gel의 구조와 Rheology 특성에 관한 연구, 박사학위논문, 연세대학교 대학원, 1985.
22. 윤계순, "동부와 녹두전분 Gel의 이화학적 및 물성 특성에 관한 비교연구," 박사학위논문, 연세대학교 대학원, 1988.