

두류 전분의 이화학적 특성비교  
—동부, 녹두, 강낭콩, 팥—

손경희 · 윤계순 · 정혜정 · 채선희

연세대학교 가정대학 식품영양학과

Companison of Physicochemical Propertres of  
Various Bean Starches.  
—Cowpea, mung bean, kidney bear and red bean—

kyung Hee sohn, Gae Soon Yoon, Heajung Chung and Sun Hee Chae

Dept of Food & Nutri. Yonsei Univ.

Abstract

Cowpea, mung bean, Kidney bean and red bean are simular properties. Inorder to elucidate the similarity among these four starches, some physicochemical properties of starches were compared.

Water binding capacity of kidney bean and red bean (199%) starches are higher than mung bean and cowpea.

The solubility, swlling power and optical transmittance of the four starches showed a similar pattern, but kidney bean and red bean starches had a lower swelling power than cowpea starches.

Cowpea, mung bean, kidney bean and red bean starches had the blue value of 0.41, 0.47, 0.42 and 0.50, the alkali content of 8.4, 8.0, 4.13, 4.13, the amylose content of amylose of 30,000, 29, 268, 52, 173 and 33, 611 and glucose unit per segment of amylopectin of 27.6, 26.8, 18.35 and 12.9 respectively.

The results of X-ray diffraction studies showed A pattern for four starches.

I. 서 론

동부(*vigna signesis*)와 녹두(*Phaselous aureus*) 강

본 논문은 1988년도 주식회사 이원 한국음식 문화연구원의 연구비 지원에 의한 것임.

낭콩(*Phaseous vulgaris*), 팥 등은 지방이나 단백질 함량이 낮고 비교적 전분함량이 높은 두류에 속한다. 특히, 녹두 전분 gel은 우리나라 전통음식인 묵의 제조에 이용되어 왔고 최근에는 동부전분 gel이 녹두 전분 gel과 유사한 특성을 지니는 것으로 밝혀져 값비싼 녹두 대용으로 동부 전분이 이용되고 있다<sup>1,2)</sup>. 이들 전분의 이

화학적 특성은 조리에서의 이용 및 목의 특성에 관한 시료의 기초연구로써 이루어졌는데 녹두의 경우 Takahashi 등<sup>3)</sup>, 김<sup>4)</sup> 등에 의해서, 동부 전분의 경우 Tolmasguim 등<sup>5)</sup>, 김<sup>6)</sup> 등에 의해서, 강남콩 전분의 경우 이<sup>7)</sup> 등의 연구에 의해서 그리고 팔 조건분은 노<sup>8)</sup> 등에 의하여 각각 연구되었으나 이들 전분의 성질에 관한 비교연구는 없었다.

본 연구는 동일한 실험 조건하에서 동부, 녹두, 강남콩 그리고 팔 전분의 이화학적 성질을 검토하고, 이들 전분특성의 유사성과 차이점을 비교해 보고자한다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

1988년도에 수확한 전라북도산 동부와 경기도산 녹두, 1989년에 수확한 강원도산 강남콩과 충청북도산 팔을 실험 재료로 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### (1) 시료 전분 제조 및 일반 성분분석

시료 전분은 손<sup>10)</sup> 등의 조건분 제조방법에 준하여 제조하였으며 시료 전분의 수분, 조지방, 조단백, 조회분은 A.O.A.C.<sup>11)</sup> 방법에 의해 분석하였다.

#### (2) 물 결합 능력(water binding capacity)

시료 전분의 물 결합 능력은 Medcalf 및 Gilles<sup>12)</sup>의 방법에 의해 실시하였다.

#### (3) 팽윤력 및 용해도

팽윤도는 Leach<sup>13)</sup>의 방법은 수정하여 50~90°C의 온도 범위에서 10°C의 간격으로 측정하였다. 또한, 용해도는 상등액 1ml을 취하여 발색시켜 490 nm에서 흡광도를 읽고 glucose액으로 표준 곡선을 얻어 용해도를 구하였다.

#### (4) 호화 온도

Wilson<sup>14)</sup> 등의 방법으로 측정하였다. 0.2%의 전분 현탁액을 30~90°C 범위에서 가열후 625 n.m.에서 측정·비교하였다.

#### (5) Blue value 및 amylose 함량

Gilbert 및 Spragee<sup>15)</sup>의 방법에 따라 Blue value를 측정하였다. 한편 전분내의 amylose 함량은 Schoch<sup>16)</sup>의 butanol개량법에 따라 각 전분의 amylose와 amylopectin을 분리하고 시료중의 amylose함량은 요

오드 비색법에 의해 정량하였다.

#### (6) Alkali수 및 과요드 산에 의한 산화

Alkali수는 Schoch<sup>17)</sup>의 방법에 의해 측정하였다. 한편, 시료 전분 분획물의 과요오드 산가는 Shasha<sup>18)</sup> 등에 방법에 따라 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 일반 성분 분석

A.O.A.C.법에 의해 분석한 일반 성분은 Table 1과 같다. 동부, 녹두, 강남콩의 팔에서의 수분함량은 각각 12.51, 12.82, 17.89, 14.60(%)였으며 그외의 성분으로 회분, 지방, 단백질이 미량 존재하였다. 이<sup>7)</sup> 등은 강남콩 조건분의 조단백질 함량이 4.84%로 크게 차이가 났으나 손<sup>10)</sup> 등의 실험에서는 0.67%로 본 실험과 큰 차이가 없었다. 이는 전분제조과정중 세척정도의 차이 때문으로 보인다.

### 2. 물결합 능력

실온에서 진탕 교반하고 원심 분리하여 얻은 침전으로부터 구한 동부, 녹두, 강남콩, 팔 전분의 물결합 능력은 각기 183.6%, 184.2%, 199%, 199%로써 강남콩, 팔 전분이 동부, 녹두 전분보다 물 결합 능력이 높게 나타났다. 이는 Navikul등<sup>20)</sup>이 두류 전분의 물결합 능력은 180~190%정도라고 보고한것 보다 다소 높게 나타났다.

### 3. 팽윤력 및 용해도

Fig. 1은 본 시료들의 팽윤도와 용해도를 온도에 따라

Table 1. Proximate composition of cowpea, mung bean, kidney bean and red bean starches (%)

starch	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein
cowpea starch	12.51	0.21	0.09	0.95
mung bean starch	12.82	0.27	0.13	1.21
kidney bean starch	17.87	0.32	0.15	0.25
red bean starch	14.60	0.16	0.003	0.19

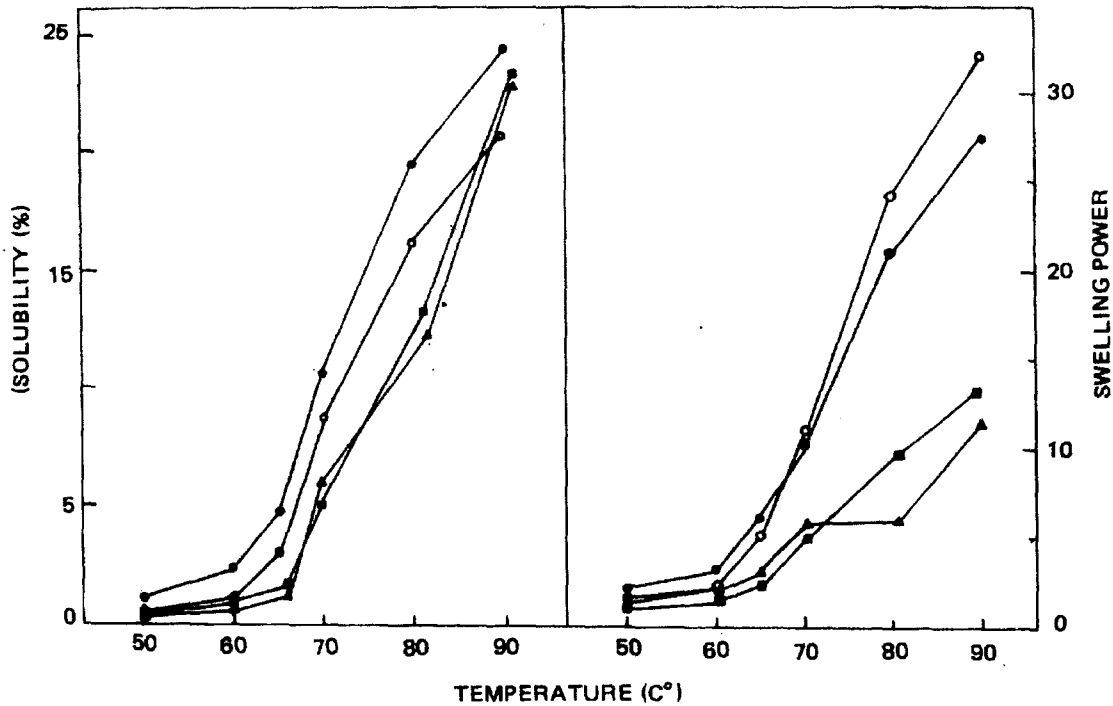


Fig. 1. Solubility and swelling power of cowpea (○), mung bean (●), Kidney, bean (△) and red bean (□) starches.

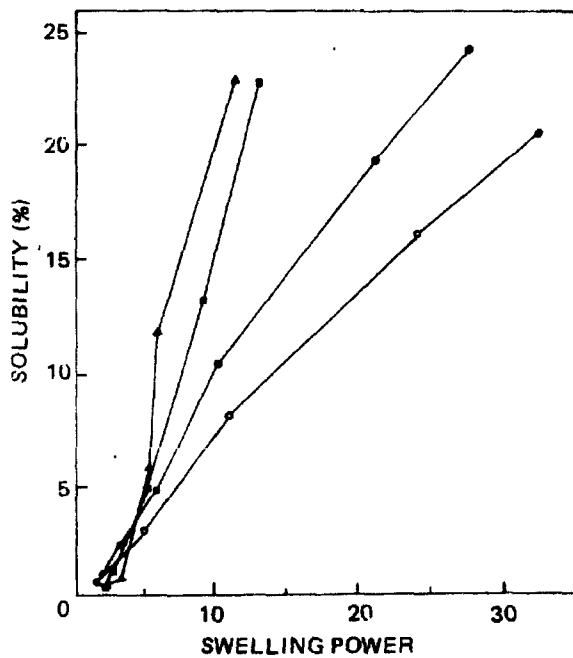


Fig. 2. Relationship between swelling power and b solubility of cowpea (○), mung bean (●), kidney bean (△) and red bean (□) starches.

도식한 것으로 온도 상승에 따라 입자 내부 결합력의 점진적인 이완이 일어남을 알 수 있다. 즉, 각 시료의 전분이 모두 60°C까지는 팽윤이 일어나지 않으며 65°C까지는 서서히 증가하다가 그 이후부터는 녹두와 동부는 급격히 팽윤도가 증가하지만 강낭콩과 팥전분은 서서히 팽윤하는 경향은 보인다. 팥과 강낭콩 전분에서 팥전분이 팽윤도가 높게 나타나고 강낭콩전분은 80°C까지는 별변화가 없었으나 그후로부터 90°C까지 급속한 증가를 이루어 single stage pattern을 보였고 팥 전분도 비슷한 양상을 나타내는데 이는 강낭콩과 팥 전분이 전분 입자내 또는 입자사이에 결합력이 균일함을 알 수 있다.

용해도의 온도에 따른 영향은 녹두와 동부전분은 팽윤력과 비슷한 양상을 나타내지만 팥과 강낭콩 전분은 팽윤력과는 달리 90°C 이상에서 동부 전분보다 높은 용해도를 보였다. Fig. 2에서 보여주는 결과는 강낭콩과 팥 전분의 입자내 결합력은 동부, 녹두전분보다 강하게 나타나고 팽윤상태에서도 입자내부의 전분 물질을 고정 (immobilization) 하는 정도가 높게 나타낸다고 볼 수 있다. 전분 입자의 팽윤과 함께 용해도의 증가로 일부 전분성분이 유출되는데 amylose가 amylopectin보다

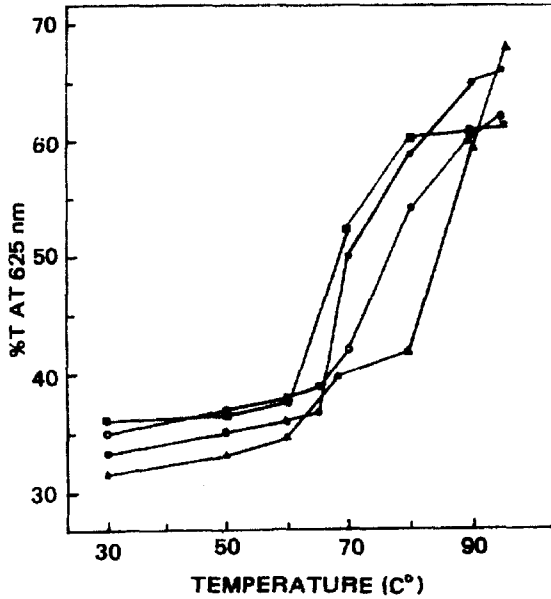


Fig. 3. Changes of percent transmittance of cowpea (○), mung bean (●), kidney bean (△) and red bean (□) starch suspensions (0.2%) upon heating.

쉽게 용출된다. ott<sup>21)</sup> 등은 전분의 gel 형성에서 용해성 amylose는 gel의 network 형성에 주요한 물질이고 완전히 팽윤된 입자나 붕괴된 입자 조각을 다같이 연결하는 결합물질로써 중요한 역할을 한다고 보고하였다.

4. 호화 온도

0.2% 동부, 녹두, 강낭콩, 팥전분의 현탁액의 호화 양상을 광투과도로 조사한 결과는 그림 3과 같다. 동부 전분의 광투과도는 65°C까지는 녹두전분보다 컸으나 65°C 이후의 광투과도의 증가는 녹두 전분보다 낮았다. 특히 녹두전분의 광투과도의 증가는 65°C 이후 신속히 증가함으로써 호화온도가 동부전분보다 약간 낮음을 알 수 있었다. 강낭콩 전분의 경우 80°C까지 완만한 증가를 보이다가 80°C 이후에 호화도가 증가하는 경향을 보였으며 팥전분의 경우 호화개시가 60~70°C 사이에 일어나며 80°C 이후 광투과도가 감소했다가 다시 증가하는 두단계의 변화를 보였고 80°C 이후 호화가 완료되었다.

5. Blue value와 amylose 함량

각 전분의 blue value, amylose 함량, alkali 수는 표 2 요약했다. Blue value는 전분 입자의 구성 성분과 요오드와의 친화력을 나타내는 값으로 전분의 직쇄상의 분

Table 2. Physicochemical properties of cowpea, mung bean, kidney bean and red bean starches

Starch	Water binding capacity (%)	Blue value	Amylose content (%)	Alkali number
cowpea	183.6	0.41	30.5	8.40
mung bean	184.2	0.47	32.1	8.00
kidney bean	199.0	0.42	45.0	4.13
red bean	199.0	0.50	66.0	4.13

자의 양을 상대적으로 측정하는 방법이므로 amylose 함량의 지표가 된다. 각 전분의 Blue value는 0.41, 0.47, 0.42, 0.50으로 팥전분이 다소 높은 값을 보였다.

한편, schoch의 butanol개량법에 의하여 전분의 amylose와 amylopectin을 분리하여 요오드 비색법으로 측정된 각전분의 amylose 함량은 30.5, 32.1, 45, 52%로 나타났는데 이는 일반 곡류와 두류전분들과 비교해볼때 amylose함량은 높은편에 속하는 값이다. 시료 전분의 Blue value와 amylose함량은 녹두, 동부, 팥전분은 거의 경향이 일치하였으나 강낭콩 전분의 경우는 Blue value보다 amylose함량이 다소 높게 나타났다. 즉, 보다 낮은 blue value를 보인 동부전분은 amylose 함량에서도 녹두보다 낮은 값을 보이고 팥전분과 같이 Blue value가 높은 전분은 amylose함량도 높게 나타났다. 이<sup>22)</sup> 등의 연구에 의하면 강낭콩 조건분의 경우 0.37, 정제전분은 0.41로 본 연구의 blue value보다 낮은 값을 나타냈다. 이처럼 blue value가 다소 높게 나타난것은 전분입자내에 강한 결합력을 지닌 micell 부분이 많아서 요오드가 amylose 분자의 직쇄상 나선구조내에 끼기 어렵다는 것과 전분의 직쇄상 amylose분자의 크기가 다른 전분보다 매우 작거나 amylopectin의 직쇄부분의 적다는것을 암시한다.

6. alkali 수 및 과요드산에 의한 산화

amylose의 분자량, 중합도, amylopectin의 분지도 및 가지당 포도당수를 조사하기위해서 각각의 시료전분에서 amylose와 amylopectin을 분획한뒤 각각을 과요오드 산으로 산화시켜 말단기에서 생성되는 formic acid 양으로 부터 계산한 결과는 Table 3과 같다. amylose의 분자량은 강낭콩의 경우에 가장 크게 나타났으며 따라서 중합도 또한 가장 큰 것으로 나타났다. amylopectin의 외부가지와 포도당 사슬의 수는 동부전

Table 3. Periodate oxidation results of cowpea, mung bean, kidney bean and red bean amyloses and amylopectins

Starch	Amylose		Amylopectin	
	Molecular weight	degree of polymerization	degree of branching	glucose unit/segment of amylopectin
cowpea	30,000	185.2	3.63	27.6
mung bean	29,268	180.7	3.72	26.8
red bean	33,611	186.5	7.77	12.9
kidney bean	52,173	289.6	5.45	18.3

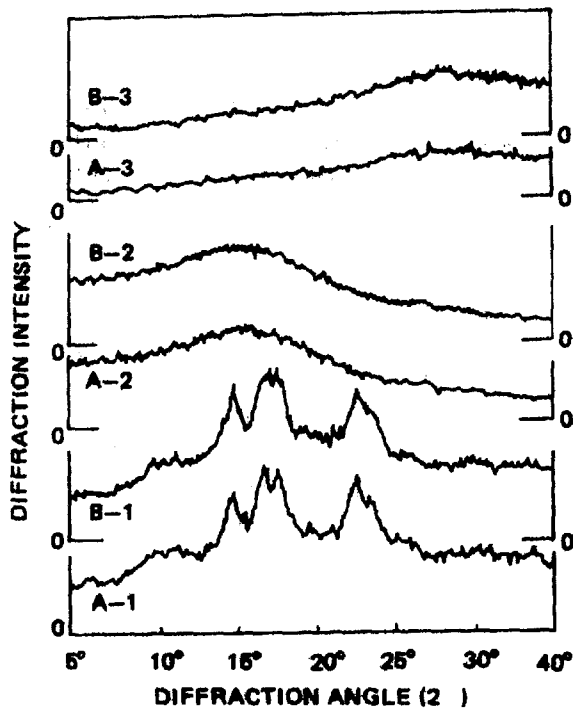


Fig. 4. X-ray diffraction patterns of cowpea and mung bean starches and gels.

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

분에서 가장 크게 나타났으며 팔전분인 경우 상대적으로 낮게 나타났고 분지도에 있어서는 동부와 녹두가 비슷하나 동부의 값이 가장 낮았고 팔의 경우 분지도가 큰 것으로 나타났다. 윤<sup>23)</sup> 등의 연구에서 동부전분의 amylose 분자량은 23590, amylopectin의 분지도를 3.4로 보고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 나타내었다.

전분의 환원성 말단 group의 상대적 수효를 측정하는

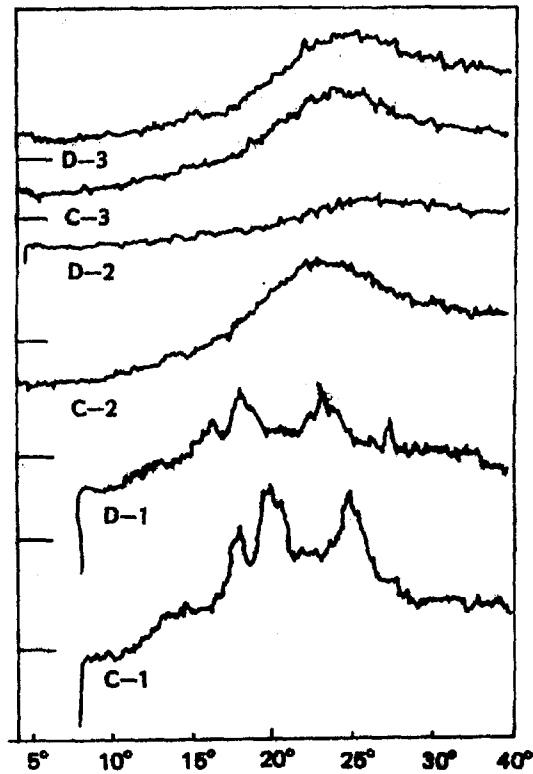


Fig. 5. X-ray diffraction patterns of kidney bean and red bean starches and gels.

- C-1: kidney bean starch
- C-2: kidney bean starch gel (storage at 5°C 2 days)
- C-3: kidney bean starch gel (storage of 21°C 2 hours)
- D-1: red bean starch
- D-2: red bean starch gel (storage at 5°C 2 days)
- D-3: red bean starch gel (storage at 21°C 2 hours)

alkali수는 Table 2에서와 같이 동부전분이 8.4, 녹두전분이 8.0, 강낭콩과 팔전분이 각각 4.13으로 이 결과는 schoch<sup>19)</sup>가 보고한 옥수수 전분(9.8~12.2)보다 작은 값이었다.

### 7. X-선 회절도

동부, 녹두, 강낭콩 그리고 팔전분과 이들 gel에 대한 X-선 회절도는 그림 4과 그림 5에 나타내었다. 동부와 녹두의 생전분은  $2\theta: 9^\circ \sim 25^\circ$  사이에서 여러개의 peak가 나타났고 강낭콩과 팔전분은  $2\theta: 9^\circ \sim 30^\circ$  사이에까지 peak가 나타났고 그림에는 나타나지 않았으나  $25^\circ \sim 90^\circ$  부근에서는 강도가 계속 감소하였는데 이는 전분의 비결정부분(amorphous region)임을 가리킨다. 동부와 녹두전분 모두  $2\theta: 15.2^\circ, 17.1^\circ, 18.0^\circ, 23.0^\circ$ 에서 peak는 보이고 강낭콩 전분은  $2\theta: 14.5^\circ, 17.0^\circ, 20.0^\circ, 25.0^\circ$ 에서, 그리고 팔전분은  $2\theta: 16.5^\circ, 17.0^\circ, 23.0^\circ, 27.5^\circ$ 에서 peak를 나타내어 A형에 가까운 회절도형을 나타냈다. 조<sup>20)</sup>동은 동부 전분의 X-선 회절도의 peak는 녹두전분에 비해 다소이러했으며 회절패턴을 B형은 보인다고 한 반면, 김<sup>21)</sup>동은 A형에 가까운 회절도형을 보인다고 했다.

### IV. 결론 및 요약

녹두, 동부 강낭콩, 그리고 팔전분의 이화학적 특성의 비교 결과는 다음과 같다.

1) 물결합능력은 강낭콩과 팔전분이 199%로 녹두와 동부전분보다 다소 높았다.

2) 팽창력과 용해도는 강낭콩과 팔전분의 팽창력이 온도 상승에 따라 녹두와 동부전분을 보다 낮은 양상을 보였고 용해도는 녹두전분보다는 낮았으나  $98^\circ\text{C}$ 에서는 동부전분보다 높았다.

3) 전분 현탁액의 광투과도는 녹두, 동부, 팔전분은  $70^\circ\text{C}$ 에서 급속하게 증가되었다. 그러나 강낭콩 전분은  $80 \sim 90^\circ\text{C}$  사이에 증가했다.

4) Blue value와 amylose 함량은 동부전분이 0.41%, 30.5%. 녹두전분이 0.47, 32.1%, 강낭콩 전분이 0.42, 45%, 그리고 팔전분이 0.50, 66%이었고 alkali수는 동부전분이 8.4, 녹두전분이 8.0, 강낭콩과 팔전분이 4.13이었다. amylose 분자량은 강낭콩이 52173.9, 중합도가 289.6으로 가장크고 amylopectin의 분지내 가치는 팔전분이 7.77로 가장크고 가지사이의 평균포도당 단위의 수는 동부전분이 27.6로 가장 컸다.

5) X-선 회절도에 의한 시료 전분입자의 결정성에서 A형에 가까운 회절도를 보였으며 시료전분 gel을  $21^\circ\text{C}$

에서 2시간 저장한 경우 전분의 호화생전분에서 보인 회절선의 peak는 거의 없어졌으며  $5^\circ\text{C}$ 에서 2일간 저장한 경우에도 회절선의 peak를 보이지 않았다.

### REFERENCES

- 1) Okaka, J.C., Potter, N.N.: Functional and storage properties of cowpea powder-wheat flour blends in breadmaking, *J. Food Sci.*, 42:828, 1977.
- 2) 방신영: 조선음식 만드는 법, 대양공사 출판부, 1946.
- 3) Takahashi, S., Kitahara, H., Kaminuma, K.: Properties and cooking qualities of starches. Part I, Chemical and physical Properties of starches from bean and sago, *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, 28:151, 1981.
- 4) 김영순, 한용봉, 유영진, 조제선: 한국산 녹두의 성분에 관한 연구, 한국식품과학회지, 13:146, 1981.
- 5) Tolmasquim, E., Correa, A.M.N., Tolmasquim, S. T.: New Starches. Properties of five varieties of cowpea starches, *Cereal Chem.*, 48: 132, 1971.
- 6) 김향숙, 권미라, 안승요: 동부전분의 이화학적 특성, 한국식품과학회지 19:18, 1987.
- 7) 윤혜연, 이해수: 동부 조전분 및 정제전분의 이화학적 특성, 한국조리과학회지 3:31, 1987.
- 8) 이진영, 안승요, 이해수: 전분의 겔화에 관한 연구, 한국조리과학회지, 3:47, 1987.
- 9) 노정혜, 이해수: 옥수수과 팔전분의 이화학적 특성 및 겔형성, *Korean. J. Soc. Food. Sci* 4:1, 1988.
- 10) 손경희, 문수재, Gel상 상품에 관한 실험 조직적 검토-각종전분의 교질성을 이용한 식품, 연세논총, 15: 191, 1978.
- 11) A.O.A.C.: Official methods of analysis, 14th ed., The Association of Official analytical chemists. Washington, D.C., 1984.
- 12) Medcalf, D.G., Gilles, K.A., Wheat Starch. I. Comparison of physicochemical properties, *Cereal Chem.*, 42:558, 1965.
- 13) Leach, H.W., Mccowen, L.P., Schoch T.J., Structure of the starch granules, I. Swelling and solubility patterns of various starches, *Cereal Chem.*, 36:534, 1959.
- 14) Willson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P., Snyder, H.E., Isolation and characterization of Starches from mature soybeans, *Cereal Chem.*, 55: 661, 1978.
- 15) Gilbert, G.A., Spragg, S.P., Iodimetric determination of amylose, Method in carbohydrate chemistry,

- Whistler, R.L. (ed.) Vol. 4, *Academic Press*, 86:1964.
- 16) Schoch, T.J., Fractionation of starch by selective precipitation with butanol, *J. Am. Chem. Soc.*, 65: 2557, 1943.
- 17) Fukuba, H., Kainuma K., Quantity of amylose and amylopectin, Handbook of starch science, Asakura Book Company, 174, 1977.
- 18) Schoch, T.J., Determination of alkali number. Method in Carbohydrate chemistry, whistler, R.L. (ed), Vol. 4, *Academic Press*, 61, 1964.
- 19) Shasha, B., Whistler, R.L., End groups analysis of periodate oxidation, Method in Carbohydrate chemistry, whistler, R.L. (ed), Vol. 4, *Academic Press*, 86, 1964.
- 20) Naivikul, O., D'appolonia, B.L., Carbonhydrates of legume flours com(ared with wheat foor. III. Starch, *Cereal Chem.*, 56:24, 1979.
- 21) Ott, M., Hester, E.E., Gel formation as related to concent ration of amylose and degree of starch swelling, *Cereal Chem.*, 42:476, 1976.
- 22) 윤혜연, 이해수 : 동부전분 및 정제전분의 이화학적 특성, *한국조리과학회지*, 3:31, 1987.
- 23) 조연화, 장정옥, 구성자 : 동부의 이화학적 특성과 목의 Rheolog에 대하여, *한국조리과학회지*, 3:54, 1987