

## 澱粉의 겔化에 關한 研究

—강남콩 조건분 및 정제전분의 이화학적 특성—

이진영·안승요·이혜수

서울대학교 가정대학 식품영양학과

## A Study on the Gelation of Starch

*Physicochemical Properties of*

*Kidney bean Crude and Refined Starch*

Jin Young Rhee, Seungyo Ahn and Hei Soo Rhee

*Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics, Seoul National University*

### Abstract

The physicochemical properties of kidney bean crude and refined starch were investigated.

The results were as follows:

Amylose content of refined starch was 77%.

Blue values of crude and refined starch were 0.375 and 0.410, respectively. Ferricyanide numbers of crude and refined starch were 1.00 and 1.94, respectively, and alkaline numbers of crude and refined starch were 8.67 and 6.90, respectively.

Amylose had molecular weight of 18067 and degree of polymerization was 112. Amylopectin had degree of branching of 3.7 per 100 glucose units and glucose units of 27 per segment of amylopectin.

Water binding capacities of crude and refined starch were 202.1% and 169.4%, respectively.

Both swelling powers of crude and refined starch were increased rapidly from 70°C to 90°C and their curves showed a single-stage pattern. The optical transmittance of 0.2% crude starch suspension was increased rapidly from 80°C to 83°C and that of 0.2% refined starch suspension was increased rapidly from 77°C to 83°C.

Brabender hot-paste viscosities of crude and refined starch at 6% and 8% concentration (solid basis) showed the similar amylogram patterns of c type with no peak viscosity.

이 연구는 1986년도 문교부 일반과제 연구비에 의하여 일부 수행되었음.

## 서 론

전분 gel에 속하는 식품중 묵은 우리나라 고유의 것으로, 맛보다는 경도, 점도, 탄력성 등의 물리적 특성이 묵의 풍미에 큰 영향을 미치는데, 손등<sup>1)</sup>은 호화 온도, amylose 및 amylopectin의 구성비, 전분의 농도, 가열 온도, 냉각 후의 점도가 묵의 특성에 큰 영향을 미친다고 했으나, 이 외에도 전분의 여러가지 다른 이화학적 특성이 묵의 성질에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

그러므로 본 연구는 각종 전분으로 만든 묵의 특성 연구의 일환으로 묵 재료로 이용되고 있지 않은 전분 중에서 우리나라에서는 거의 연구된 바가 없는, 강남콩 조건분 및 정제전분의 이화학적 특성을 규명하여, 재래의 재료로 사용되어 온 도토리, 녹두, 메밀 전분과 묵으로서의 이용 가능성이 높다고 보고된 동부전분<sup>2)</sup>의 이화학적 특성과 비교 검토함으로써, 묵과 전분의 이화학적 특성사이의 관계에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

1985년에 강원도 홍천에서 수확된 강남콩을 서울 중앙시장에서 구입하였다.

### 2. 조건분 제조

방<sup>3)</sup>의 방법에 따라 행하여 회수된 앙금을 풍건하여 60 mesh sieve로 통과시킨 것을 조건분 시료로 사용하였다.

### 3. 정제 전분 제조

정제전분은 알칼리 침지법<sup>4)</sup>에 의하여 단백질과 지방 성분을 제거시켜 얻었다.

### 4. 화학적 특성

#### 1) 일반 성분 분석

수분, 조회분, 조단백, 조지방을 AOAC 표준 시험법<sup>5)</sup>에 따라 분석하였다.

#### 2) Amylose 및 amylopectin의 분획

정제전분을 butanol 분별 침전법<sup>6)</sup>에 의하여 amylose와 amylopectin으로 분획하였다.

### 3) Amylose 및 amylopectin의 정량

McCready 등<sup>7)</sup>의 방법에 따라 실시하여 표준곡선을 얻었고 시료 정제전분에 대하여도 같은 방법으로 흡광도를 측정하고 표준 곡선과 대조하여 amylose 및 amylopectin의 함량을 구하였다.

### 4) Blue value

Gilbert 등<sup>8)</sup>의 방법에 따라 실시하여 blue value를 산출하였다.

### 5) 말단기 정량

#### (1) Reducing value(Ferricyanide number)

Schoch<sup>9)</sup>의 방법에 따라 실시하여 계산하였다.

#### (2) 알칼리수

Schoch<sup>10)</sup>의 방법에 따라 실시하여 계산하였다.

#### (3) 과요오드산에 의한 산화

Shasha 등<sup>11)</sup>의 방법에 따라 실시하여 특성치를 구하였다.

## 5. 물리적 특성

### 1) 물 결합능력

Medcalf 등<sup>12)</sup>의 방법에 따라 실시하여 구하였다.

### 2) 팽윤력 및 용해도

Schoch<sup>13)</sup>의 방법에 따라 실시하여 계산하였다.

### 3) 호화 온도

시료를 0.2%의 농도로 100 ml 증류수에 녹여 현탁액을 만들고, 이중 5 ml를 시험관에 취하여 항온 수조에서 30~98°C의 온도 범위에 걸쳐 5분동안 가열한 후, 625 nm에서의 광투과도를 측정하여 호화 온도를 구하였다.

### 4) Amylogram 특성

시료의 점도 변화를 Brabender-amylograph를 사용하여 검토하였다.

## 실험결과 및 고찰

### 1. 화학적 특성

#### 1) 일반 성분 분석

강남콩 조건분은 13.0%의 수분, 0.28%의 조회분, 0.32%의 조지방, 4.84%의 조단백 함량을 갖고, 정제전분은 14.1%의 수분, 0.16%의 조회분, 0.15%의 조지방, 0.33%의 조단백 함량을 갖었다.

#### 2) Amylose 및 amylopectin의 함량

강남콩 정제전분의 amylose 함량은 Table 1과 같다. 문헌에 보고된 도토리<sup>14)</sup>, 메밀<sup>15)</sup>, 녹두<sup>1)</sup>, 동부<sup>1)</sup> 전

Table 1. Physicochemical properties of various starches

Sample	Amylose content	Blue value	Alkali number	Water blanding capacity	Gelatinization temperature
Kidney bean crude-starch	—	0.375*	8.67*	202.1%*	80°C*
Kidney bean refined starch	77%*	0.410*	6.90*	169.4%*	77°C*
Acorn starch	27.1% <sup>14)</sup>	0.472 0.43	11.03 <sup>14)</sup>	—	—
Buckwheat starch	28% <sup>16)</sup> 25.0% <sup>21)</sup> 25.2% <sup>25)</sup>	0.435 0.35 <sup>21)</sup>	—	203.7% <sup>21)</sup>	61°C <sup>21)</sup>
Mungbean starch	22.7% <sup>1)</sup>	0.487 <sup>1)</sup>	8.52 <sup>26)</sup>	181.6% <sup>26)</sup> 178.2% <sup>27)</sup>	65°C <sup>26)</sup>
Cowpea starch	27.8% <sup>1)</sup>	0.357 <sup>1)</sup>	—	—	—

\*: present study

분의 amylose 함량은 22.7~28%로 거의 비슷했으나, 강남콩 정제전분의 amylose 함량은 77%로 다른 전분들보다 거의 3배정도의 높은 수치를 보였다.

### 3) Blue value

Blue value는 전분 용액 중에 존재하는 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 비교하는 값이지만, Baldwin 등<sup>16)</sup>은 blue value가 amylose 함량뿐만 아니라 직쇄상 amylose 분자의 크기와 amylopectin의 직쇄 부분에 비례한다고 했다.

강남콩 조전분 및 정제 전분의 blue value는 Table 1과 같다. 강남콩 전분의 blue value가 다른 전분들보다 약간만 높거나, 심지어는 더 낮게 나타난 것은 강남콩 전분 입자내에 강한 결합력이 있고 micelle 부분이 많아서 요오드가 amylose 분자의 직쇄상 나선 구조내에 끼기 어렵다는 것과, 강남콩 전분의 직쇄상 amylose 분자의 크기가 다른 전분의 것보다 매우 작거나 amylopectin의 직쇄 부분이 적다는 것을 암시하는 것이고<sup>17)</sup>, Suzuki 등<sup>18)</sup>과 Kerr 등<sup>19)</sup>, 그리고 Biliaderis 등<sup>20)</sup>이 보고한 약간 분지된 amylose의 존재 가능성도 나타내는 것이 아닌가 생각된다.

### 4) 말단기 정량

#### (1) Reducing value(Ferricyanide number)

강남콩 조전분의 Ferricyanide number는 1.00이었고 정제 전분은 1.94이었는데 이것은 김<sup>25)</sup>이 보고한 녹두 전분의 1.06보다 높은 값이었다.

#### (2) 알킬리수

강남콩 조전분 및 정제 전분의 알킬리수는 Table 1과 같다.

#### (3) 파요오드산에 의한 산화

강남콩 정제 전분의 amylose 분자량은 18,067, 중합

도는 112로 대단히 작았고, 한편 amylopectin의 분자도는 포도당 100개당 3.7로, 녹두 전분의 4.3<sup>20)</sup>, 메밀 전분의 4.0<sup>21)</sup>, 밀 전분의 4.4~4.8<sup>22)</sup>에 비하여 작은 값이었다. 강남콩 전분의 amylopectin 가지당 포도당 분자의 수는 27로, 옥수수 전분의 25, 소맥 전분의 23, Tapioca 전분의 23<sup>29)</sup>, 녹두 전분의 23,<sup>20)</sup> 메밀 전분의 25<sup>21)</sup>보다 큰 값이었다.

## 2. 물리적 특성

### 1) 물 결합 능력

강남콩 조전분 및 정제전분의 물 결합 능력은 Table 1과 같다.

강남콩 정제전분의 물 결합능력은 녹두 전분과 메밀 전분의 것보다 낮은데, 이것은 강남콩 전분 입자에 다른 전분보다 micelle 부분이 더 많고 입자내 결합력이 크다는 것을 암시하는 것으로 생각된다.

### 2) 팽윤력 및 용해도

강남콩 조전분 및 정제전분의 온도에 따른 팽윤력은 Fig. 1과 같이, 70°C까지는 별 변화가 없었으나 그 이후부터 90°C까지 급속한 증가를 이루어 single-stage-pattern을 보였는데, 이것으로 강남콩 전분 입자내 또는 입자사이의 결합력이 균일함을 알 수 있었다.

메밀, 녹두, 동부 전분의 팽윤력은 Table 2에서 보는 바와 같이 온도가 상승함에 따라 크게 증가하여 90°C에서는 강남콩 전분의 2배이상의 팽윤력을 보였다. 이것으로 보아 강남콩 정제 전분은 녹두, 메밀, 동부 전분보다 micelle 부분이 더 많고 결합력도 더 강하다는 것을 알 수 있었고, 이것은 amylose 함량과 blue value와의 관계, 그리고 물 결합 능력에서 예측한 결과와 일치하는 것이었고, 또한 amylose 함량이

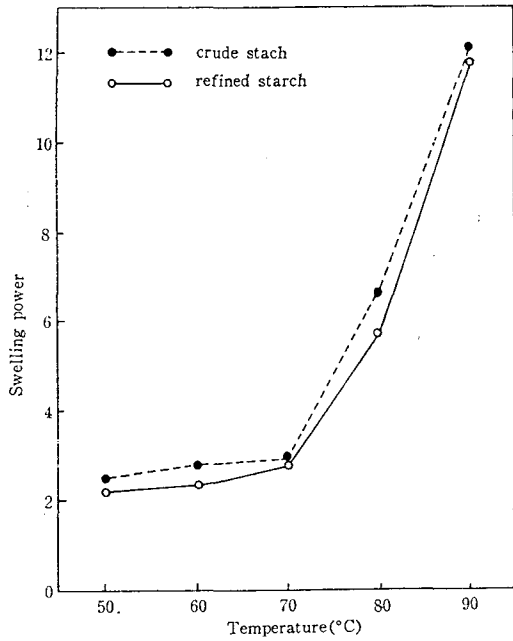


Fig. 1. Swelling powers of kidney bean crude and refined starch.

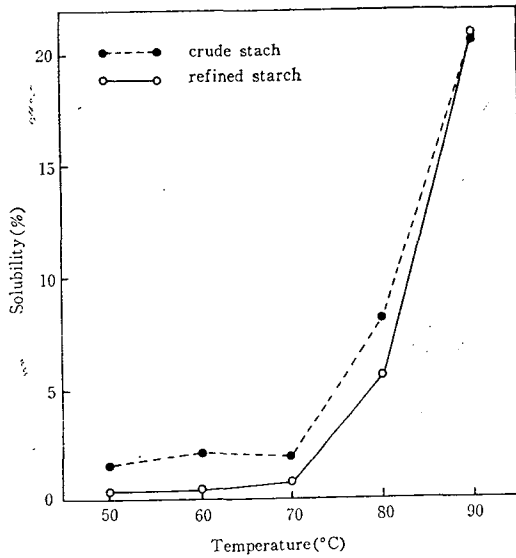


Fig. 2. Solubilities of kidney bean crude and refined starch.

높은 전분의 팽윤력과 용해도가 매우 제한받았다는 Leach 등<sup>23)</sup>의 결과와 일치하는 것이었다.

강남콩 조건분 및 정제전분의 온도에 따른 용해도는 Fig. 2와 같이, 팽윤력 양상과 같은 single-stage pattern 을 보였다.

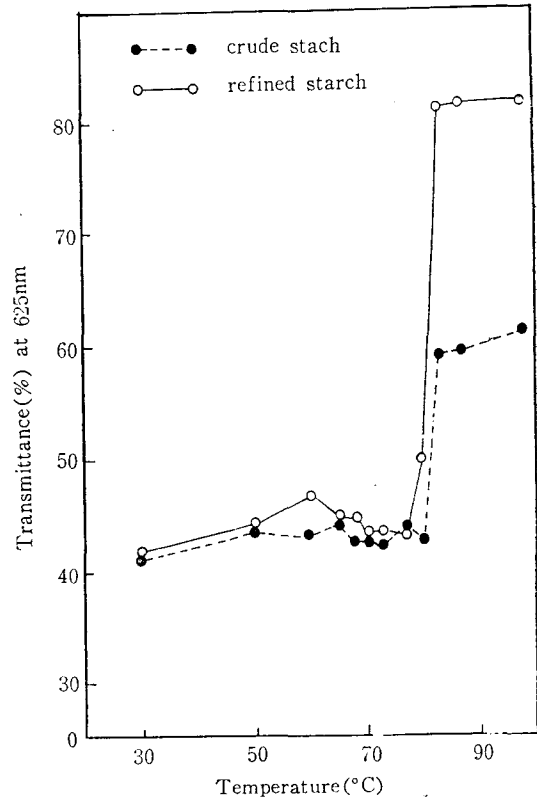


Fig. 3. Changes in transmittance of 0.2% kidney bean crude and refined starch.

Table 2. Swelling powers starches

Sample	Swelling power			
	60°C	70°C	80°C	90°C
Kidney bean refined starch*	2.33	2.77	5.66	11.75
Buckwheat starch <sup>21)</sup>	2.95	9.38	—	22.88
Mungbean starch <sup>26)</sup>	9.5	16.5	20	30
Cowpea starch <sup>28)</sup>	—	—	17	30

\*: present study

### 3) 호화 온도

강남콩 조건분 및 정제전분의 호화양상은 Fig. 3과 같다. 조건분은 80°C부터 83°C까지 광투과도가 급격히 증가하여 호화 개시온도는 80°C였고 호화완료 온도는 83°C였다. 정제전분은 77°C부터 83°C까지 광투과도가 급격히 증가하여 호화 개시온도는 77°C였고 호화완료 온도는 83°C였다.

강남콩 정제 전분의 호화온도는 Table 2과 같이 녹

Table 3. Amylograph data on kidney bean crude and refined starch

Sample	Initial pasting temperature (°C)	Viscosity at 94°C (B.U.)	Viscosity at 94°C after 15 min.(B.U.)	Viscosity in cooling in 25°C(BU.)	Viscosity at 25°C after 10 min.(B.U.)
6% Solid basis crude starch	79.8	32	65	185	265
8% Solid basis crude starch	78.3	132	280	1,040	1,670
6% Solid basis refined starch	82.0	15	20	87	170
8% Solid basis refined starch	80.5	70	140	830	1,530

Table 4. Characteristic values of various crude starches by amylograph\*

Sample	Gelatinization temperature (°C)	Maximum viscosity (B.U.)	Viscosity at 94°C (B.U.)	Viscosity at 94°C after 10 min.(B.U.)	Viscosity in cooling to 50°C(B.U.)
Kidney bean crude starch*	78.0	not present	32	65 <sup>b</sup>	140
Acorn crude starch <sup>1)</sup>	73.0	340	340	360	880
Buckwheat crude starch <sup>1)</sup>	73.5	95	95	85	140
Cowpea crude starch <sup>1)</sup>	72.0	680	620	590	scale out at 63°C
Mungbean crude starch <sup>1)</sup>	70	290	290	330	710

\*: present  
 a: 6% solid basis  
 b: viscosity at 94°C after 15 min.(B.U.)

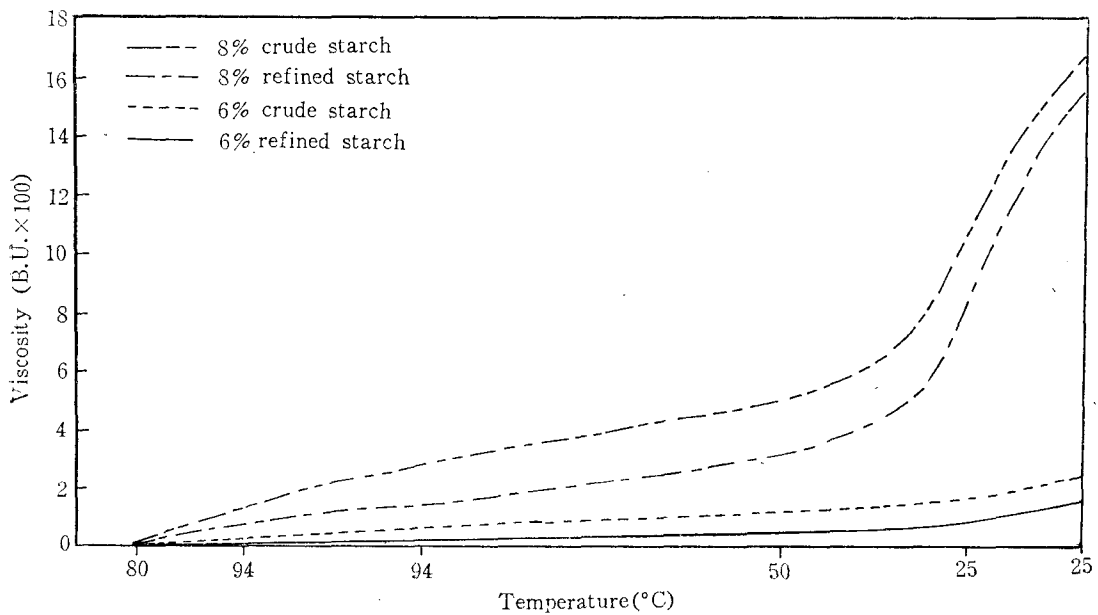


Fig. 4. Brabender amylographs of kidney bean crude and refined starch(solid basis)

두, 메밀 전분보다 12~16°C나 높은데, 이것은 강남콩 전분의 amylose 함량이 높고<sup>20)</sup>, 전분 입자구조에 강한 결합력이 있기 때문으로 생각된다.

4) Amylogram 특성

강남콩 조건분 및 정제전분의 amylogram 은 Fig. 4

와 같고, amylogram 의 분석결과는 Table 3과 같다. 농도가 크고 Initial pasting temp.가 낮은 8%조건분 및 정제 전분이 6%의 그것들보다 점도가 컸고 특히 냉각 점도는 현저히 증가했다. 또한 4가지 경우 모두 94°C에서 15분동안 유지해도 점도가 상승했는데 이

것은 팽윤된 전분 입자가 열 및 shear force에 대하여 안정하다는 것을 나타내는 것이고 제한된 팽윤 양상과 안정한 hot-paste 점도는 시료에 amylose 함량이 많다는 것을 나타내는 것이다<sup>24)</sup>.

Schoch 등<sup>4)</sup>은 "thick-boiling" 전분의 점도 양상을 4가지 형으로 분류했는데, 강남콩 전분은 농도에 관계없이, 최고 점도를 보이지 않고 가열 동안 일정하게 점도가 유지되거나 계속적인 점도 증가를 보이는 C형에 해당되었다.

문헌에 보고된 여러가지 조건분과 강남콩 조건분의 amylogram 특성치를 Table 4에 제시하였다.

### 요 약

강남콩 조건분 및 정제 전분의 이화학적 특성을 규명하기 위하여 여러가지를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 정제 전분의 amylose 함량은 77%이었다.
2. 조건분의 blue value는 0.375, 정제 전분은 0.410이었다.
3. 조건분의 ferricyanide number는 1.00, 정제 전분은 1.94이었고, 조건분의 알칼리수는 8.67, 정제 전분은 6.90이었다.
4. 정제 전분의 amylose 분자량은 18,067, amylose 중합도는 112, amylopectin의 분지도는 포도당 100개당 3.7, 그리고 amylopectin 한 가지당 포도당 분자수는 27개이었다.
5. 조건분의 물 결합 능력은 202.1%, 정제 전분은 169.4%이었다.
6. 조건분과 정제 전분의 팽윤은 70°C까지는 큰 변화가 없었고, 이후 90°C까지 급격히 증가하는 single-stage pattern을 보였다.
7. 조건분 현탁액(0.2%)의 광투과도는 80~83°C 사이에 급격히 증가하였고, 정제 전분 현탁액(0.2%)의 광투과도는 77~83°C 사이에 급격히 증가하였다.
8. Amylograph에 의한 조건분 및 정제 전분의 호화는 농도(건물중, 6% 및 8%)에 관계없이 비슷한 양상의 C형을 보였다.

### 참 고 문 헌

1. 손경희, 문수재, 연세논총, p.191(1978)
2. 문수재, 손경희, 박혜원, 대한가정학회지, 15(4): 31(1977)
3. 방신영, 조선 음식 만드는 법, 대양공사 출판부, p.329(1946).
4. Schoch, T.J. and Maywald, E.C., Cereal Chem., 45:564(1968)
5. A.O.A.C., Official Method of Amalysis, 14th. Ed. (1984)
6. Wilson, E.J., Jr., Schoch, T.J. and Hudson, C.S., The action of macerans amylase on the Fractions from Starch, J. Am. Chem. Soc., 65:1380(1943)
7. McCready, R.M. and Hassid, W.Z., J. Am. Chem. Soc., 65:1154(1943)
8. Gilbert, G.A. and Spragg, S.P., Methods in Carbohydrate chemistry. ed. by whistler, R.L., Vol. 4, p.168, Academic Press, New York(1964)
9. Schoch, T.J., Methods in Carbohydrate Chemistry, ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p.64, Academic Press, New York(1964)
10. Schoch, T.J., Method in Carbohydrate Chemistry, ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p.61, Academic Press, New York(1964)
11. Shasha, B. and Whistler, R.L., Methods in Carbohydrate Chemistry, ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p.86, Academic Press, New York(1964).
12. Medgalf, D.G. and Gilles, K.A., Cereal Chem., 42:558(1965)
13. Schoch, T.J., Methods in carbohydrate Chemistry, ed. by whistler, R.L. Vol. 4, p.106, Academic Press, New York(1964)
14. 정동효, 유태중, 최병규, 한국농화학회지, 18(2): 102(1975)
15. Amos, A.J., Modern Cereal Chem., 6th ed., Food Trade Press Ltd., London(1967)
16. Baldwin, R.R., Bear, R.S. and Rundle, R.E., J. Am. Chem. Soc., 66:111(1944)
17. 조재선, 고사리 뿌리 전분의 이화학적 특성에 관한 연구. 서울대학교 박사 학위논문.
18. Suzuki, A., Hizukuri, S. and Takeda, Y., Cereal Chem., 54(4):286(1981)
19. Kerr, R.W. and Cleveland, F.C., J. Am. Chem. Soc., 74:4036(1952)
20. Billaderis, C.G., Grant, D.R. and Vose, J.R., Cereal Chem., 58(6): 496(1981)

21. 김성곤, 한태룡, 권태완, D'Appolnia. B.L, 한국 식품과학회지, 9(2):138(1977)
22. Yamaguchi, M., Kainuma, K. and French, D., J. Ultrastruct. Res., 69:249(1979)
23. Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T.J., Cereal Chem., 36, 534(1959)
24. Lai, C.C. and Varrriano-Marston, E., J. Food Sci., 44(2): 528(1979)
25. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I., Cereal Chem., 47:411(1970)
26. 김완수, 각종 전분으로 만든 교질상 식품의 특성에 관한 연구. —녹두 전분의 이화학적 성질—, 서울대학교 석사학위논문(1980)
27. Naivikul, O. and D'Aopolonia, Cereal Chem., 56(1):24(1979)
28. McWatters, K.H., Cereal Chem., 60(5):333 (1983)
29. Pottet, A.L. and Hassid, W.Z., J. Am. Chem. Soc., 70:3488(1948)