

녹두와 메밀 조전분의 이화학적 특성 및 겔 형성

주 난 영·이 혜 수

서울대학교 가정대학 식품영양학과

Physicochemical Properties and Gel Forming Properties of Mungbean and Buckwheat Crude Starches

Nan young Choo and Hei Soo Rhe

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

Abstract

The physicochemical properties and gel forming properties of mungbean and buckwheat crude starches were investigated. The results were as follows;

1. The granule size and shape of mungbean crude starch were 11~32 μm and oval, and those of buckwheat crude starch were 3~10 μm and polygonal.
2. The amylose content of mungbean crude starch and buckwheat crude starch were 78.0% and 26.4% respectively.
3. The blue value of mungbean crude starch and buckwheat crude starch were 1.030 and 0.409, respectively.
4. Periodate oxidation of mungbean crude starch resulted that amylose had the average molecular weight of 95,648, degree of polymerization of 590 and amylopectin had the degree of branching of 5.4, glucose unit per segment of 18.6, and periodate oxidation of buckwheat crude starch resulted that amylose had the average molecular weight of 133,690, degree of polymerization of 825 and amylopectin had the degree of branching of 5.2, glucose unit per segment of 19.2
5. Water binding capacity of mungbean crude starch was 185.1% and that of buckwheat was 209.9%
6. The pattern of change in swelling power of mungbean crude starch for increasing temperature started to increase at 60°C and increased rapidly from 70°C, and that of buckwheat increased slowly from 60°C to 90°C without rapid increase.
7. The ranges of gelatinization temp. of mungbean and buckwheat crude starches were 63.9-109°C and 52.5-84.2°C, respectively.
8. The gelatinization patterns for 6% mungbean crude starch and 8% buckwheat crude starch

were investigated by Brabender amlograph. Mungbean crude starch showed the initial pasting temperature of 77.6°C without peak height, and buckwheat crude starch showed that of 62.5°C without peak height.

In addition, sensory evaluation for sample starch gels (mungbean, buckwheat, cowpea) was done.

1. The difference of sensory characteristics for each starch gel was significant.
2. The sample starch gels were regarded as 'Mook' by pannels.
3. 74.44% of the degree of Mooklike was explained by hardness

서 론

본 연구에서는 목 제조용 가루인 조전분을 시료로 이 화학적 특성을 관찰하여 지금까지 보고된 다른 전분과 비교하고 목으로서 이용되는 도토리 조전분과 목으로서의 이용 가능성이 높은 동부 조전분의 특성과 비교해 봄으로써 이화학적 특성을 규명하며, 목으로서의 특성을 부여하는 이화학적 요인에 관한 기초자료를 제시했다. 또한 실제로 관능검사를 통하여, 시료로 만든 목과 시판되고 있는 목을 비교함으로써 관능검사자들이 목이라고 느끼는데 가장 큰 영향을 주는 요인들을 규명하여 목에 대한 정의를 내리는데 기초자료를 제시했다.

실험재료 및 방법

1. 실험 재료

1987년 1월에 경동시장에서 구입한 1986년도 산 녹두와 메밀을 사용했다.

2. 조전분 제조

방¹⁾의 방법에 따라 얻어진 앙금을 품건하여 60 mesh 체에 통과시켰다.

3. 정제전분 제조

알칼리 침지법²⁾에 의해 조전분에서 단백질과 지방 성분을 제거시켜 얻었다.

4. 조전분 입자의 성상 및 크기

주사전자현미경 (SEM)을 사용하였다. 정제전분을 오산화인 (P₂O₅)을 탈수제로 넣은 진공 desiccator에 방치한 뒤³⁾ 시료로 썼다.

5. 화학적 특성

(1) 조단백 및 수분 함량

조전분의 조단백 함량과 수분 함량을 AOAC 표준시험법⁴⁾에 준하여 분석하였다.

(2) 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분획

정제전분을 butanol 분별침지법⁵⁾에 의하여 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 분획하였다.

(3) 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 정량

McCready⁶⁾등의 방법에 따라 일련된 비율로 섞은 아밀로오스와 아밀로펙틴에 의해 얻은 표준곡선과 대조하여 아밀로오스 함량을 구하였다.

(4) 첨가

Gilbert⁷⁾의 방법에 따라 실시하였다.

(5) 말단기 정량(과요오드산에 의한 산화)

Shasha⁸⁾의 방법에 의해 특성치들을 구하였다.

6. 물리적 특성

(1) 물 결합 능력

Medcalf⁹⁾의 방법에 따라 측정하였다.

(2) 팽윤력 및 용해도

Schoch¹⁰⁾의 방법에 따라 실시하여 계산하였다.

(3) 호화 온도 범위(DSC)

Donovan¹¹⁾의 방법에 따라 조전분과 증류수를 1:1로 섞어 aluminium pan에 넣고 DSC를 이용하여 10°C/min의 속도로 가열하면서 흡열 곡선을 얻었다.

(4) 아밀로그래프 특성

조전분 용액의 온도에 따른 정도 변화를 Brabender Viscoamylograph를 사용하여 조사하였다.

7. 관능 검사

목으로서 시판되고 있는 녹두, 도토리, 메밀목과 목이

된다고 알려져 있는 녹두, 동부, 메밀전분겔을 각각 9%, 8%, 22%로 썬어서 QDA방식으로 평가하도록 하고 SAS로 통계처리했다.

실험 결과 및 고찰

1. 조전분 입자의 성상 및 크기

녹두 조전분의 입자는 대부분 타원형이었고 표면은 둥글고 매끄러웠다. 크기는 단축이 11.3~19.4 μm (\bar{X} = 13.75 μm) 이고 장축이 16.9~31.3 μm (\bar{X} = 23.38 μm) 였다.

메밀 조전분의 입자는 표면이 약간 거칠고 각이졌다. 크기는 장축이 3.8~9.4 μm (\bar{X} = 6.21 μm), 단축이 3.1~8.1 μm (\bar{X} = 4.92 μm) 였다.

2. 화학적 특성

(1) 조단백 및 수분 함량

녹두 조전분은 수분이 11.05%, 조단백이 0.53%였고 메밀 조전분은 각각 11.05%, 8.06%였다.

(2) 아밀로오스 및 아밀로펙틴 함량

녹두와 메밀 조전분의 아밀로오스 함량은 각각 78.0%, 26.4%였다.

(3) 청가

청가는 시료 전분에 존재하는 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 추정하는 원리에 의한 측정치이며 아밀로오스 함량의 전통적인 지표이다⁷⁾. 녹두와 메밀 조전분의 청가는 각각 1.030, 0.409였다.

(4) 말단기, 정량

녹두와 메밀 정제전분의 아밀로오스 분자량·중합도, 아밀로펙틴 분지도·가지당 glucose 수는 Table 1과 같다.

3. 물리적 특성

(1) 물 결합 능력

녹두와 메밀 조전분의 물 결합 능력은 각각 185.1%, 209.9%였다. 녹두가 메밀에 비해 전분 입자의 크기가

Table 1. Peroxide oxidation result of amyloses and amylopectins

Sample	Amylose		Amylopectin	
	Molecular weight	Degree of polymerization	Degree of branching	Glc. unit/Seg. of amylopectin
Mungbean	95,648	590	5.4	18.6
Buckwheat	133,690	825	5.2	19.2

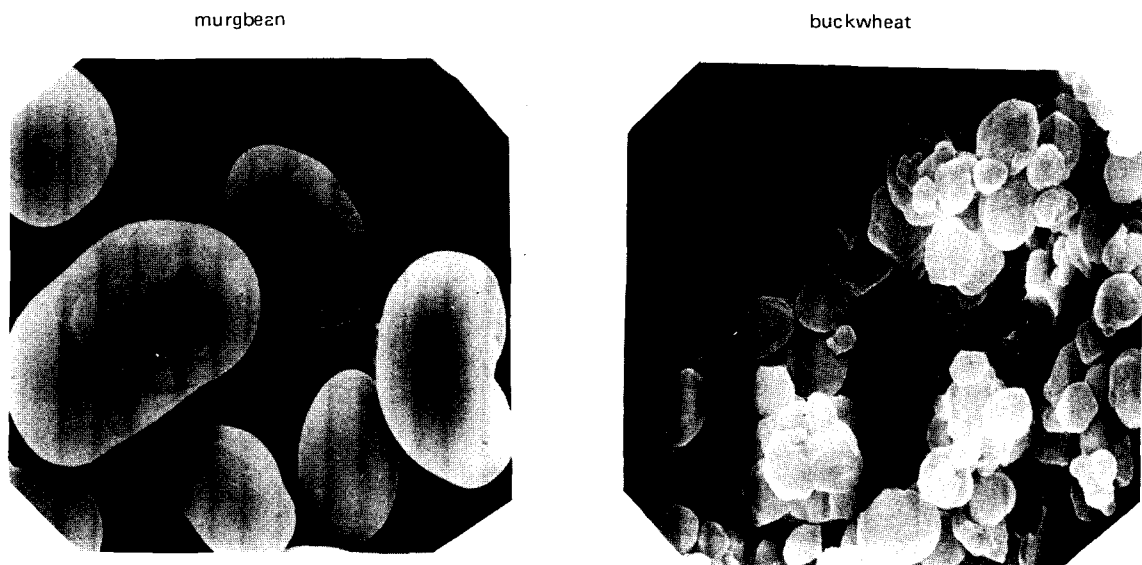


Fig. 1. SEM photographs of mungbean and buckwheat crude starches (x 1600)

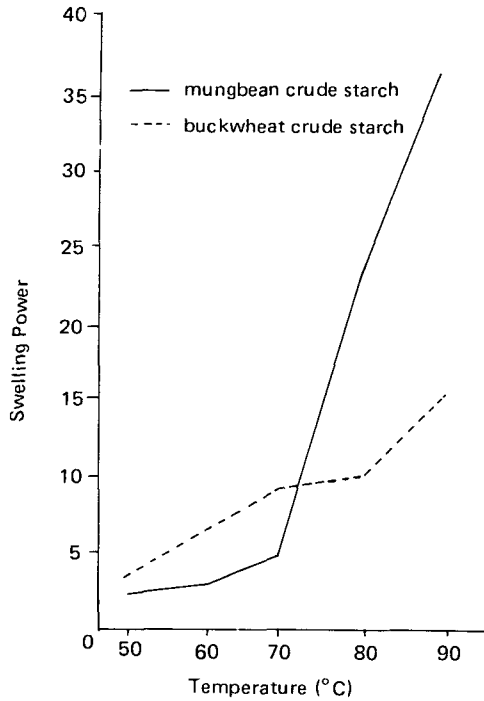


Fig. 2. Swelling powers of mungbean and buckwheat crude starches

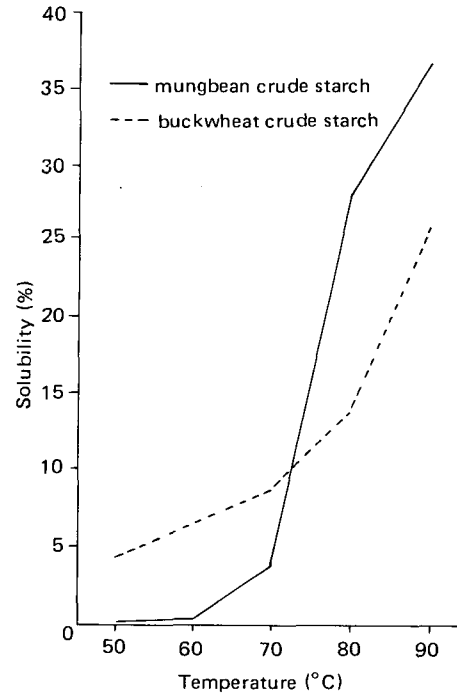


Fig. 3. Solubilities of mungbean and buckwheat crude starches.

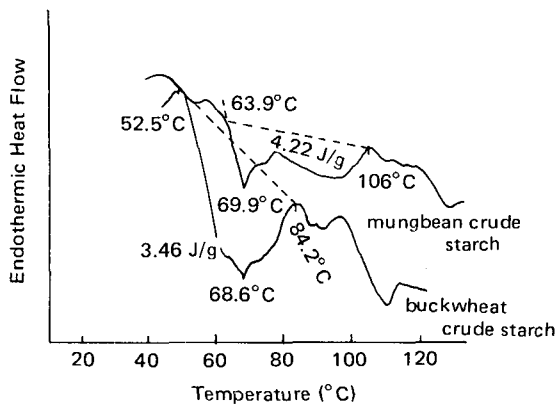


Fig. 4. DSC thermograms of mungbean and buckwheat crude starches

상당히 크지만 메밀보다 낮은 물 결합 능력을 나타내는 것으로서 녹두의 조건분에는 상대적으로 비결정성 영역의 비율이 낮음을 예측할 수 있다.

(2) 팽윤적 및 용해도

녹두와 메밀 조건분의 온도에 따른 팽윤력의 변화는

Fig. 2와 같다.

Leach 등¹²⁾은 전분 입자내의 결합력이 팽윤 양상에 영향을 미쳐 강하게 결합된 전분의 경우 팽윤하는 것에 대한 저항을 보이므로 온도 증가에 따른 팽윤력을 비교해 봄으로써 상대적인 결합강도를 알 수 있다고 했다.

녹두 조건분은 70°C에서 급격한 팽윤력의 증가를 보이는 두 단계 결합력 이완에 의해 팽윤력을 나타냈다. 이에 반해 메밀 조건분의 팽윤 양상은 급격한 변화없이 넓은 온도 범위에 걸쳐 증가되었다.

용해도의 변화 양상은 Fig. 3과 같이 팽윤력 양상과 비슷하였으며, 90°C에서 가장 큰 값을 나타냈다.

(3) 호화온도 범위(DSC)

Differential Scanning Calorimetry (DSC)에 의한 thermograms는 Fig. 4와 같다. 모두 2개의 흡열 peak를 나타냈으나 2번째 peak는 shoulder의 형태로 약하게 나타났다.

이때 2번째 peak는 amylose-lipid complex의 melting과 관련이 있다고 보고되고 있다.

분지도가 큰 녹두와 메밀 조건분이 결정성이 낮아져

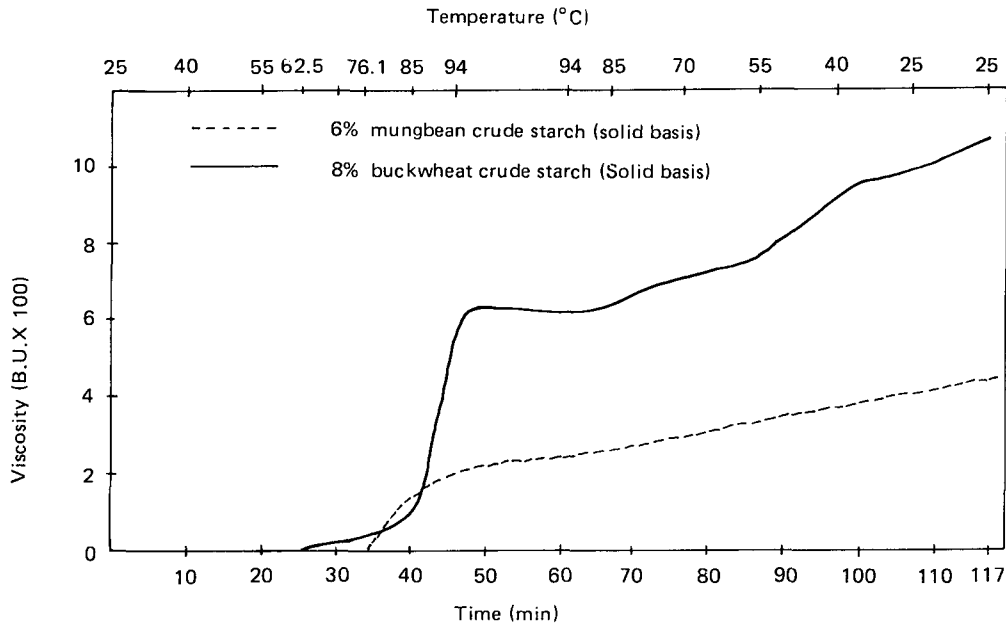


Fig. 5. Brabender viscosity curves of mungbean and buckwheat crude starches

Table 2. Pearson correlation coefficient for sensory characteristics of starch gels

특 성 치 특 성 치	단단한 정도	탄 력 성	부 착 성	윤 기	파들거리는 정도	묵스러운 정도
단단한 정도	1.00	0.60	-0.84***	0.71***	0.74***	0.86***
탄 력 성		1.00	-0.58	0.73***	0.74***	0.61
점 성			1.00	-0.75***	-0.82***	-0.86***
윤 기				1.00	0.93***	0.78***
파들거리는 정도					1.000	0.82***
묵스러운 정도						1.00

***: p < 0.0001

예상대로 호화온도 범위가 넓었다.

(4) 아밀로그래프 특성

Brabender amylograph에 의한 호화양상은 Fig. 5와 같다.

녹두와 메밀은 비교적 호화온도가 낮은 편이었고 94°C에서 maximum viscosity를 나타냈다. 94°C에서 15분간 유지시 녹두는 약간 점도가 상승했고 메밀은 약간 감소하는 경향을 나타냈다. 94°C에서 15분간 유지시 점도가 상승하는 것은 팽윤된 전분 입자가 열 및 shear force에 대해 안정하다는 것을 나타낸다고 보고되었다^{13,14}.

4. 관능검사

시료로 만든 녹두·메밀·동부 전분겔과 시판되고 있는 녹두·메밀·도토리묵에 대해 관능검사를 실시한 결과 다음과 같다.

(1) 특성치간의 상관관계

각 특성치간에, 또 묵스러운 정도와 특성치간에 모두 높은 상관관계를 나타내었다. 특히 부착성은 음의 상관관계를 나타냈다(Table 2).

(2) QDA profile

각 특성치의 평균값을 이용하여 QDA profile을 Fig.

Table 3. Analysis of variance for sensory evaluation of starch gels by group

인 자	특 성 치	단단한 정도	탄 력 성	부 착 성	윤 기	파들거리는 정도	묵스러운 정도
Ggroup의 종류		0.71	6.86*	1.83	0.65	0.69	0.17

* : p<0.05

Table 4. Analysis of variance for sensory evaluation of starch gels by Mook

인 자	특 성 치	단단한 정도	탄 력 성	부 착 성	윤 기	파들거리는 정도	묵스러운 정도
묵의 종류		54.12***	350.17***	50.12***	78.61***	433.25***	69.34***

*** : p<0.0001

Table 5. Duncan's multiple range test for sensory evaluation of starch gels

인 자	특 성 치	단단한 정도	탄 력 성	부 착 성	윤 기	파들거리는 정도	묵스러운 정도
시판 도토리묵		9.21 ^a	9.56 ^c	3.32 ^e	9.32 ^{a,b}	9.41 ^c	10.09 ^a
시료녹두전분겔		9.04 ^a	10.24 ^b	4.14 ^{d,e}	8.69 ^{c,d}	10.28 ^b	10.76 ^a
시판 녹두묵		6.71 ^b	3.01 ^e	4.96 ^{c,d}	7.88 ^c	8.78 ^d	8.84 ^b
시료동부전분겔		5.63 ^b	10.99 ^a	5.69 ^c	10.11 ^a	11.36 ^a	8.11 ^b
시판 메밀묵		3.36 ^c	4.51 ^d	8.59 ^b	3.31 ^d	2.86 ^e	5.16 ^c
시료메밀전분겔		2.60 ^c	3.27 ^e	10.14 ^a	3.71 ^d	2.08 ^f	4.28 ^c

각 특성치 간에서 같은 문자로 표시된 평균은 Duncan의 다중 범위 검정 분석에 5% 유의 수준에서 다르지 않다.

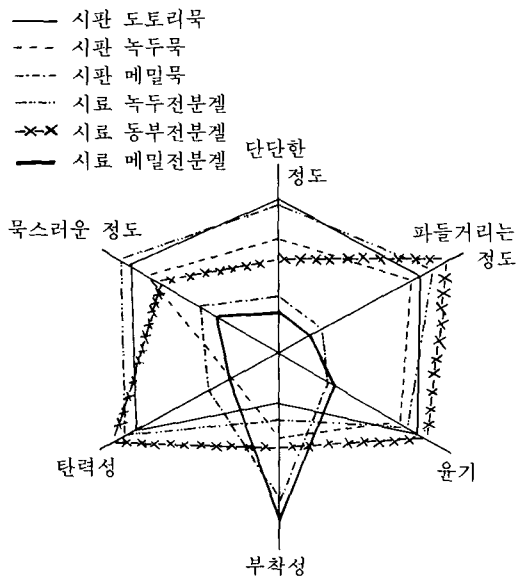


Fig. 6. QDA profiles for sensory evaluation of starch gels

6에 나타냈다. 시료로 만든 메밀 전분겔과 시판되고 있는 메밀묵은 비슷한 형태로 다른 전분겔과는 상당히 다른 띠를 형성하고 있다.

(3) Analysis of Variance

시료로 만든 녹두·메밀·동부 전분겔을 묶은 group과 시판되는 녹두·메밀 도토리묵을 묶은 group간의 분산분석(Table 3)에서 보듯이 각 특성치에 대해 group간에는 탄력성을 제외하고는 거의 유의차가 없었고 탄력성도 p<0.05 수준에서 유의할 뿐이었다. 이 탄력성은 상관관계에서도 보았듯이 묵스러운 정도와는 상관관계가 낮은 특성치였다. 이로써 시료로 만든 전분겔은 시판되고 있는 묵과 특성치에 유의차가 거의 없어 확실한 묵이 되는 시료라 하겠다.

(4) 전분겔의 종류에 대한 분산분석과 Duncan의 다중범위 검정

Table 4, 5에서 보듯이 전분겔의 종류에 따라 서로 다른 특성치간에 큰 유의차가 있었고, grouping 했을 때에

Table 6. Stepwise regression analysis for sensory evaluation of starch gels

Step	Entered	B Value	Partial R ²	Medel R ²
intercept		2.5868		
1	단단한 정도	0.5228	0.7444	0.74444
2	파들파들한 정도	0.2815	0.0736	0.8180

(p<0.05)

묵스러운 정도와 단단한 정도의 grouping이 같은 것으로 보아 앞의 상관관계에서 두 특성치간의 상관관계가 0.86으로 제일 높았음을 다시 확인할 수 있었다.

(5) 단계별 회귀분석

Table 6에서도 역시 단단한 정도가 가장 높은 양의 상관관계를 나타내어 부분 상관관계수가 0.74 이상이었으며 그 다음이 파들거리는 정도로 나타났다. 그러므로 이들 2개의 특성치로 묵스러운 정도의 81.80%가 설명될 수 있고 단단한 정도 하나만으로도 74.44%를 설명할 수 있다.

요 약

1) 녹두 조전분은 크기가 11~32 μm 인 타원형의 형태였고 메밀 조전분은 크기가 형의 형태였고 메밀 조전분은 크기가 3-10 μm 인 각이 전 형태였다.

2) 녹두 조전분의 아밀로오스 함량은 78.0% 였고, 메밀 조전분은 26.4%였다.

3) 녹두 조전분의 청가는 1.030였고 메밀 조전분은 0.409였다.

4) 녹두 정제전분의 아밀로오스 분자량은 95.648, 아밀로오스 중합도는 590, 아밀로펙틴 분지도는 포도당 100개당 5.4 그리고 아밀로펙틴 한 가지당 포도당 수는 18.6개였다. 메밀 정제전분은 아밀로오스 분자량이 133.690, 아밀로오스 중합도는 825, 아밀로펙틴 분지도는 포도당 100개당 5.2, 그리고 아밀로펙틴 한 가지당 포도당수는 19.2개 였다.

5) 녹두와 메밀 조전분의 물 결합 능력은 각각 185.1%, 209.9%였다.

6) 녹두 조전분의 팽윤력은 60°C에서 서서히 증가하기 시작해서 70°C부터 급격히 증가했다. 메밀 조전분의 팽윤력은 급격한 변화없이 넓은 온도 범위에 걸쳐 서서

히 증가했다.

7) 녹두 조전분의 호화온도 범위는 63.9°C~109°C였고, 메밀 조전분의 호화온도 범위는 52.5°C~84.2°C였다.

8) Brabender amylograph에 의한 호화 양상 조사 결과 녹두 조전분의 initial pasting temp.는 77.6°C였고 peak viscosity는 나타나지 않았다. 메밀 조전분의 initial pasting temp.는 62.5°C였고 역시 peak viscosity는 나타나지 않았다.

9) 각 전분겔 간에도 특성치마다 상당한 유의차를 나타냈다.

10) 시료로 만든 전분겔과 시판되고 있는 묵간에는 유의차가 별로 없었으므로, 시료로 만든 녹두·동부·메밀 전분겔 등이 관능검사자들에 의해 확실히 묵이라고 받아들여 졌다.

11) 단단한 정도 하나의 특성치로도 묵스러운 정도의 74.44%가 설명될 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) 방신영 : 조선음식 만드는 법, p. 329, 대양공사출판부 (1946)
- 2) Schoch, T.J. and Maywald, E.C.: Preparation and properties of various legume starches, *Cereal chem.*, 45:564 (1968)
- 3) Radley, J.A.: Examination and Analysis of starch and Starch products, Applied science publishers, London, p 45 (1976)
- 4) A.O.A.C.: methods of Analysis of A.O.A.C. 14 th. ed., p. 249, The Association of official Analytical chemists, Washington, D.C. (1984)
- 5) 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)
- 6) McCready, R.M. and Hassid, W.Z.: The Separation and Quantitative estimation of amylose and amylopectin in potato starch, *J. Am. Chem. Soc.*, 65: 1154 (1943)
- 7) Gilbert, G.A. and Spragg, S.P.: Methods in Carbohydrate Chemistry, ed. by Whistler, Vol. 4, p. 168, Academic Press, New York, N.Y. (1964)
- 8) Shasha, B. and Whistler, R.S.: Methods in carbohydrate chemistry, ed. by R.L. Whistler, vol. 4, p. 86, Academic Press, New York, N.Y. (1964)

- 9) Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat Starches, *Cereal Chem.*, **42**:558 (1965)
- 10) Schoch, T.J., *Methods in Carbohydrate chemistry*, ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, Academic Press, New York, N.Y., p. 106 (1964)
- 11) Donovan, J.W.: Phase transitions of the starch-water system, *Biopolymers*, **18**:263 (1979)
- 12) Leach, H.W., Hc Lowen, L.D., and Schoch, T.J.: Structure of the starch granule., *Cereal Chem.*, **36**: 534 (1959)
- 13) Lineback, D.R. and Ke, C.H.: Starches and low molecular weight carbohydrates from chick pea and horse bean flour, *Cereal Chem.*, **52**:334 (1976)
- 14) Lar, C.C. and Varriano-Marston, E.: Studies on the characteristics of black bean starch, *J. Food Sci.*, **44**(2):528 (1979)