

옥수수와 팥 조건분의 이화학적 특성 및 겔 형성

노 정 해 · 이 혜 수

서울대학교 가정대학 식품영양학과

Physicochemical Properties and Gel-forming Properties of corn & Red bean crude Starches

Jeong Hae Rho, and Hei Soo Rhee

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

Abstract

The physicochemical properties and gel-forming properties of corn & red bean crude starches were investigated.

The results were as follows:

1. The shape of corn crude starch granule was polygonal and the mean value of minor axis and major axis were $11.5\mu\text{m}$ and $14.9\mu\text{m}$, respectively.
In the meantime, the shape of red bean crude starch granule was oval and the mean value of minor axis and major axis were $22.3\mu\text{m}$ and $31.4\mu\text{m}$.
2. Amylose content of corn and red bean refined starch were 16.52 and 43.61% respectively.
3. Blue value of corn and red bean crude starch were 0.099 and 0.842, respectively.
4. Amylose of corn had molecular weight of 107,000 and degree of polymerization of 660. Amylopectin had degree of branching of 6.9 per 100 glucose units and glucose units of 14.6 per segment of amylopectin.
Amylose of red bean had molecular weight of 118,000 and amylopectin had degree of branching of 5.2.
5. Water binding capacities of corn and red bean crude starch were 238.5 and 284.8.
6. Both swelling powers of corn and red bean starch were increased rapidly from 70°C to 90°C .
7. Gelatinization of corn and red bean were 75.6 and 61.8°C .
8. Brabender hot-paste viscosities of corn at 6% and 8% showed the similar amylogram patterns with peak viscosity. And red bean had no peak viscosity.
9. The difference of sensory characteristics for "Mook" and kidney bean & red bean starch gels was significant.

I. 서 론

전분 겔(gel)에 속하는 식품 중 목은 우리 나라 고유 것으로, 맛보다는 경도, 점도, 탄성 등의 물리적 특성이 목의 풍미에 큰 영향을 미치는데, 손²⁾ 등은 호화 온도, 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 구성비, 전분의 농도, 가열온도, 냉각 후의 점도가 목의 특성에 큰 영향을 미친다고 했으나, 이 외에도 전분의 여러가지 다른 이화학적 성질이 목의 특성에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

본 연구는 각종 전분으로 만든 목의 특성 연구의 일환으로 목 재료로 이용되고 있지 않은 전분 중에서 옥수수과 팥 조전분의 이화학적 특성을 관찰하여 재래의 재료로 사용되어 온 도토리, 녹두, 메밀 전분과 목으로서의 이용 가능성이 높다고 보고된 동부 전분 등의 이화학적 특성과 비교 검토하여 목으로서의 특성을 부여하는 이화학적 요인에 관한 기초자료를 제시하고자 한다. 더불어 관능검사를 통하여 시판중인 도토리, 녹두, 메밀목과 일반적으로 목이 안된다고 여겨지는 다른 전분 겔과의 차이를 살펴보고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

옥수수는 1986년에 강원도 양구에서 수확된 황옥 말린 것을, 팥은 1986년에 경상북도 의성에서 재배된 것을 서울 경동시장에서 구입했다.

2. 조전분 제조

방²⁾의 방법에 따라 행하여 회수된 앙금을 풍건하여 60 mesh sieve로 통과시킨 것을 조전분 시료로 사용했다.

3. 정제전분 제조

정제전분은 알칼리 침지법³⁾에 의하여 단백질과 지방성분을 제거했다.

4. 전분 입자의 성상 및 크기

주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope: SEM)을 사용하여 조사했다.

5. 화학적 특성

1) 조단백 및 수분 정량
조전분의 조단백 함량과 수분함량을 AOAC 표준시

험법⁴⁾에 준하여 분석했다.

2) 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분획

정제전분을 buthanol 분별 침전법⁵⁾에 의하여 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 분획했다.

3) 아밀로오스와 아밀로펙틴의 정량

McCready 등⁶⁾의 방법에 따라 실시하여 표준곡선을 얻었고 시료 정제전분에 대해서도 같은 방법으로 흡광도를 측정하고 표준곡선과 대조하여 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 함량을 구하였다.

4) 청가

Gilbert 등⁷⁾의 방법에 따라 실시하여 청가를 산출했다.

5) 말단기 정량(과요오드산에 의한 산화)

Shasha 등⁸⁾의 방법에 따라 실시하여 특성치를 구했다.

6. 물리적 특성

1) 물 결합 능력

Medcalf 등⁹⁾의 방법에 따라 실시하여 구했다.

2) 팽윤력 및 용해도

Schoch¹⁰⁾의 방법에 따라 실시하여 계산했다.

3) 호화 온도 범위

DSC(Differential Scanning Calorimeter)를 이용하여 Donovan 방법¹¹⁾에 따라 실시했다.

4) 아밀로그래프 특성

시료의 점도 변화를 Brabender-amylograph를 사용하여 검토했다.

7. 관능 검사

시판 중인 녹두, 도토리, 메밀목과 일반적으로 목이 안된다고 알려진 강남콩 겔(8%), 팥 겔(10%, 12%)을 각각 썰어서 비교 평가하게 했다. 측정 인자로서는 윤기, 파들거림 등의 외양과 단단한 정도(hardness), 탄력성(springiness), 부착성(adhesiveness) 등의 텍스처를 보았으며, 아울러 전체적인 목스러운 정도를 QDA(Quantitative Descriptive Analysis)에 의해 평가하도록 하였다. 관능 검사를 통해 얻은 자료는 컴퓨터 통계분석용 프로그램인 SAS(Statistical Analysis System)를 사용하여 분석했다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 전분 입자의 성상 및 크기

옥수수 전분의 입자는 대부분 모서리가 둥글어진 다각형이거나 타원형의 형태를 갖고 있었고, 너비가 4~

16 μ m, 길이가 7~21 μ m였다. 팥 전분의 입자는 타원형으로 표면이 매끈하였다. 입자의 크기는 너비 9~40 μ m, 길이가 10~47 μ m였다.

2. 화학적 특성

1) 조단백과 수분 함량

팥과 옥수수 조전분의 수분 함량은 각각 18.02%와 12.49%였다. 조단백 함량은 팥 조전분이 2.08%, 옥수수 조전분이 9.56%였다.

2) 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 함량

아밀로오스 함량은 옥수수 16.52%, 팥 48.61%로 분석되었다. 옥수수에 대한 다른 문헌치는 25%¹²⁾, 26%¹³⁾로 이번 결과는 이들보다 약간 작은 수치를 보였는데 이는 주로 품종 차이에 의한 것으로 보인다.

3) 청가

청가는 전분 용액중에 존재하는 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 비교하는 값이지만 Baldwin¹⁴⁾ 등은 청가가 아밀로오스 함량 뿐만 아니라 직쇄상 아밀로오스 분자의 크기와 아밀로펙틴의 직쇄 부분량에도 비례한다고 했다.

옥수수 및 팥 조전분의 청가는 0.099와 0.842였다. 옥수수의 청가는 상당히 낮았는데 이는 아밀로오스 함량과 잘 부합된 결과이며, 더불어 아밀로펙틴의 직쇄 부분량이 상당히 짧을 것으로 예상되었다.

4) 말단기 정량(과요오드산에 의한 산화)

옥수수의 아밀로오스 분자량은 107,000로 중합도는 660, 아밀로펙틴의 분지도는 포도당 100개당 6.9, 아밀로펙틴 가지당 포도당 분자수는 14.6이었다.

팥의 아밀로오스 분자량은 118,000로 중합도는 726, 아밀로펙틴의 분지도는 포도당 100개당 5.2, 가지당 포도당 분자수는 19.2였다.

옥수수 아밀로펙틴은 분지도가 매우 높았고, 따라서 가지 한 개당 결합된 포도당 수가 14.6으로 작운데 이 결과는 청가가 매우 낮아 아밀로펙틴 가지가 매우 짧을 것으로 예상했던 것과 일치하였다.

3. 물리적 특성

1) 물 결합 능력

팥과 옥수수 조전분의 물 결합 능력은 각각 284.8과 238.5로 다른 조전분들의 그것보다 약간 높은 값을 나

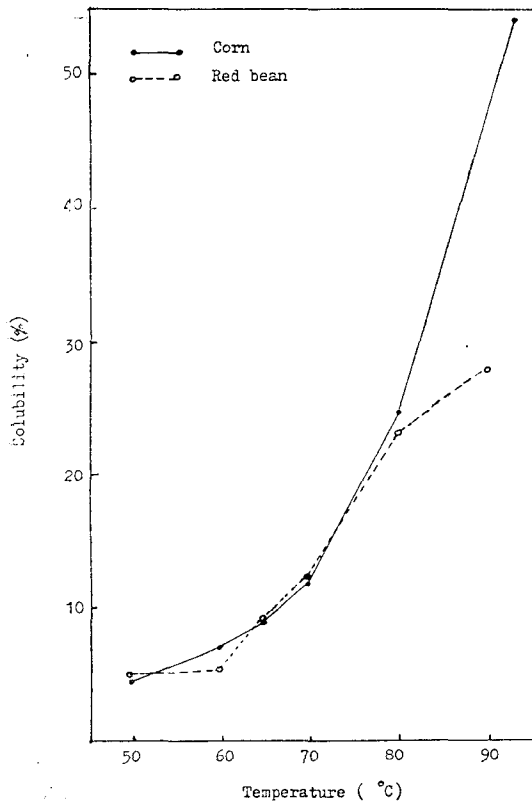
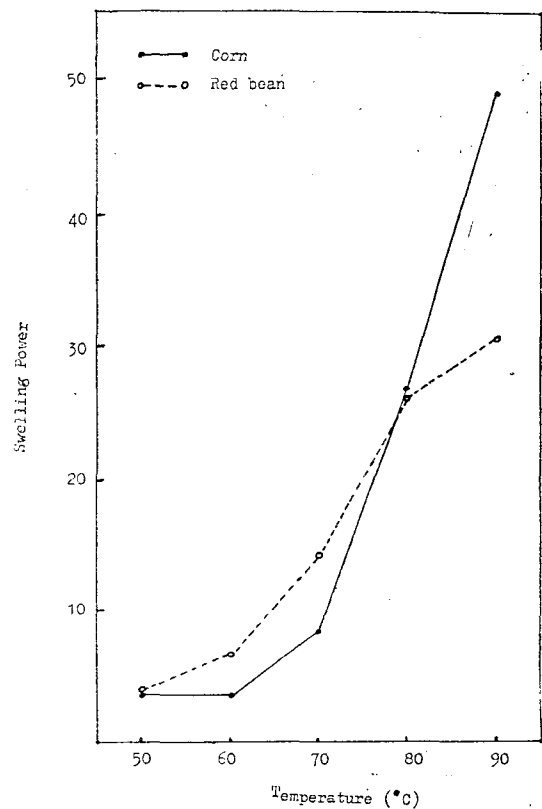


Fig. 1. Solubilities of Corn and Red bean crude starch.



2. Fig. 2. Swelling powers of Corn and Red bean crude starch.

타내는데 이것은 팔과 옥수수에는 결정성의 micelle 부분보다는 무정형 부분의 비율이 더 높은 것을 암시하여 준다.

2) 팽윤력 및 용해도

팔과 옥수수의 온도에 따른 용해도는 그림 1과 같고 팽윤력은 그림 2와 같다.

옥수수의 용해도는 70°C 까지 차츰 증가하다가 이후에서는 급격한 증가를 이루었다. 팔의 용해도는 60°C 까지 별 변화가 없다가 60°C에서 80°C까지 일정한 비율의 변화를 보이고 80°C에서 90°C까지 다시 완만한 변화를 보이는 이 단계 양상을 나타내었다. 그림 2에 나타낸 팽윤력은 각각의 시료에 대해 용해도와 비슷한 양상을 보였다.

팽윤력에 있어서의 팔은 다른 전분에 비해 약간 높은 수치를, 옥수수는 상당히 높은 수치를 갖는데 이는 입자내의 결합력이 약하다는 것을 의미한다고 볼수 있으며, 두 전분 모두 물 결합 능력이 비교적 컸던 결과와 일치되었다.

3) 호화 온도 범위

시료 조건분 들의 DSC 에 의한 호화 양상은 그림 3과 같다. 옥수수는 하나의 흡열 peak 를 나타내었고, 호화 온도 범위는 60~90°C로 비교적 넓었으며 호화 온도는 75.6°C로 나타났다. 또한 Biliaderis¹⁵⁾ 등의 보고와 같이 105°C 부근에서 shoulder 를 나타내 보였다. 팔은 비교적 좁은 호화온도 범위에서 2개의 peak 를 보였으며, 호화 온도는 61.8°C였다. 이는 두류전분은 2

개의 흡열 peak 를 나타낸다는 보고¹⁵⁾와 일치하였다. DSC 흡열 곡선에 peak 가 2개인 것은 첫번째 peak 온도에서 완전한 호화가 일어나지 못했기 때문에 나머지 결정성 부분에 수분의 재배열이 일어나고 난뒤 호화가 더욱 진행되다가 마지막에는 결정이 용융되는 것이라

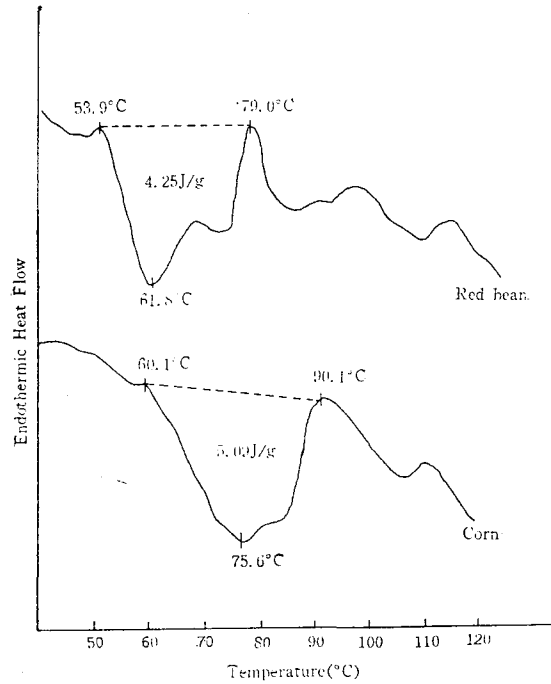


Fig. 3. DSC thermograms of Corn and Red bean Crude starch

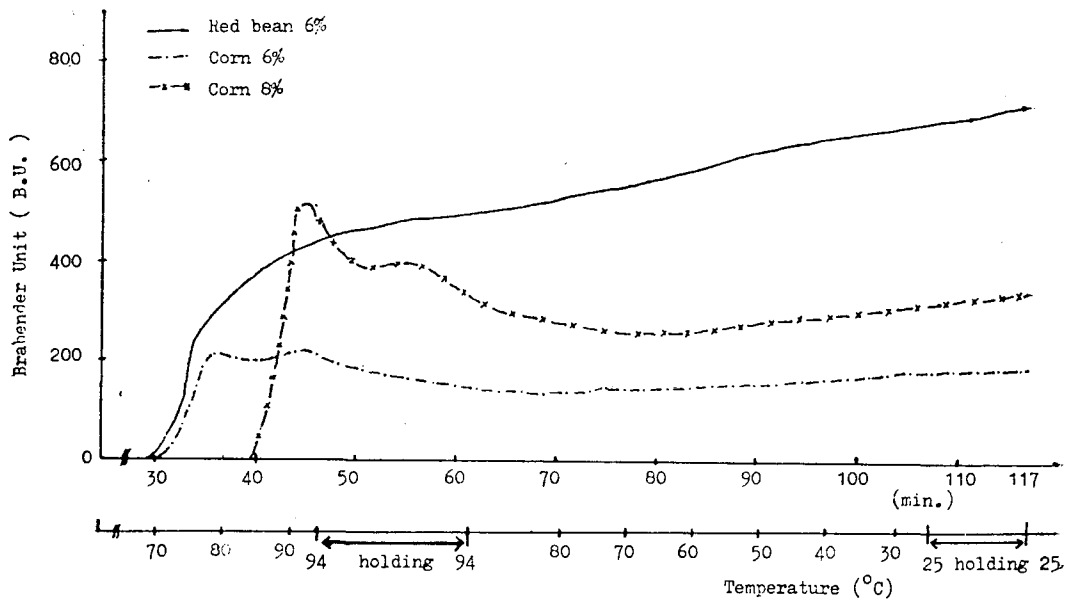


Fig. 4. Brahender amylogram of Corn and Red bean crude starch.

Table 1. Characteristic values for crude starches by amylographs.

	Gelatiniza- tion Temp. (°C)	Initial pasting Temp.(°C)	Peak Height (B.U.)	94°C Height (B.U.)	15min. Height (B.U.)	25°C Height (B.U.)	10min. Height (B.U.)
Red bean 6%	69.5	70.0	440(94°C)	440	490	675	710
Corn 6%	70.5	71.5	210(79°C)	210	150	180	180
Corn 8%	83.0	84.5	520(92.5°C)	490	330	310	340

하였다¹⁵⁾.

4) 아밀로그래프 양상

팥과 옥수수 조전분의 아밀로그래프는 그림 4와 같고, Medcalf 및 Gilles⁹⁾의 정의에 의한 특성치는 표 1과 같다.

옥수수에서 농도가 커지면 Initial pasting temp.가 높아지며 점도가 급격히 상승하여 최고 점도가 6%에 비해 2배 이상에 이른다. 그러나 전체적인 양상은 농도에 따른 차이가 없었다. 이것은 농도가 클수록 용해성 전분이 많아져 점도는 더 증가하게 되기 때문인 듯하다.

Ghiasi 등은 가열에 의해 전분 입자가 팽창되면서 물(bound water)을 흡수하여 부피가 증가하면서 이에 의해 점도가 증가됨과 동시에 더 많은 물이 흡수되고 이에 따라 가용성 전분의 농도가 증가하면 점도의 급격한 증가가 이루어진다고 했다. 팥의 경우에도 용해도 상승이 현저한 70°C~80°C에서 점도 증가도 급격하였는데 이는 가용성 전분의 농도가 높아짐에 따라 점도가 증가한 것으로 여겨진다.

팥은 또한 94°C에서 15분간 유지하는 동안 점도가 점차로 상승하였는데 이것은 전분입자가 열 및 응진력(shear force)에 대해 안정하다는 것을 나타내는 것이고 안정한 hot-paste 점도는 시료에 아밀로오스함량이 많다는 것을 나타낸다고 하였다¹⁷⁾¹⁸⁾.

반대로 옥수수는 maximum viscosity가 보였으며, 94°C 유지시에는 점도가 떨어지는 것을 볼 수 있었다.

4. 관능 검사

시판 중인 도토리묵, 메밀묵, 녹두묵과 강낭콩 8%, 팥 10%, 팥 12% 전분 겔을 평가한 평균치와 Duncan의 다중 범위 검정을 통하여 비슷한 수치를 갖는 것들 끼리는 같은 군(group)이 되게 묶은 결과를 표 2에 나타내었다. 평균치들을 이용하여 QDA profile을 그려 보면 그림 5와 같다. 그림과 평균치에서 볼 수 있듯이 도토리묵은 단단한 정도와 탄력성, 윤기, 파들거리기 등의 특성치에서 높은 수치를 나타냈으나 점성은 매우 낮은 것을 볼 수 있으며, 녹두묵은 위의 특성치에 대해 대체로 높은 값을 가졌다. 같은 목이라 할지라도 메밀묵은 profile 상에서 상당히 다른 모양을 가지는데 점성을 제외한 나머지 특성치들에서 낮은 값을 보였다. 한편 강낭콩과 팥은 묵스리움에서 가장 높은 점수를 낸 도토리에 비하면 점도를 췌 나머지 인자들에 대해 낮은 값을 가졌고 메밀과도 상당히 다른 모양을 가졌다.

6개 전분 겔간의 Duncan 다중 범위 검정 결과를 보면 시판하는 묵끼리도 상당히 다른 것으로 나타났는데 특히 도토리묵은 대부분의 특성치에서 개별의 군으로 나누어졌다. 또한 팥 10%, 팥 12%, 강낭콩 8% 전분 겔은 대체로 다른 양상을 보여 단단한 정도, 탄력성, 파들거리기 정도, 윤기에서 차이가 났고 점성과 묵스리움 정도에서는 별 차이가 없었다.

전분 겔 6개를 통한 특성치들 간의 상관관계를 표 3

Table 2. Means and Duncan's multiple range test of sensory evaluation for starch gels

	단단한 정도	탄력성	점 성	윤 기	파들거리기 정도	묵스리움 정도
강낭콩 8%	3.10 ^c	2.66 ^d	8.14 ^a	3.61 ^d	4.94 ^c	4.05 ^{c,d}
팥 10%	3.71 ^c	3.44 ^{c,d}	8.25 ^a	2.69 ^{d,e}	7.44 ^b	4.56 ^c
팥 12%	6.85 ^b	4.23 ^{b,c}	8.46 ^a	2.48 ^c	3.40 ^{c,d}	3.43 ^d
도 토 리	9.21 ^a	9.56 ^a	3.38 ^c	9.33 ^a	9.41 ^a	10.09 ^a
녹 두	6.71 ^b	3.01 ^d	4.96 ^b	7.88 ^b	8.78 ^{a,b}	8.84 ^b
메 밀	3.36 ^c	4.61 ^b	8.59 ^a	3.31 ^{c,d}	2.86 ^d	5.16 ^c

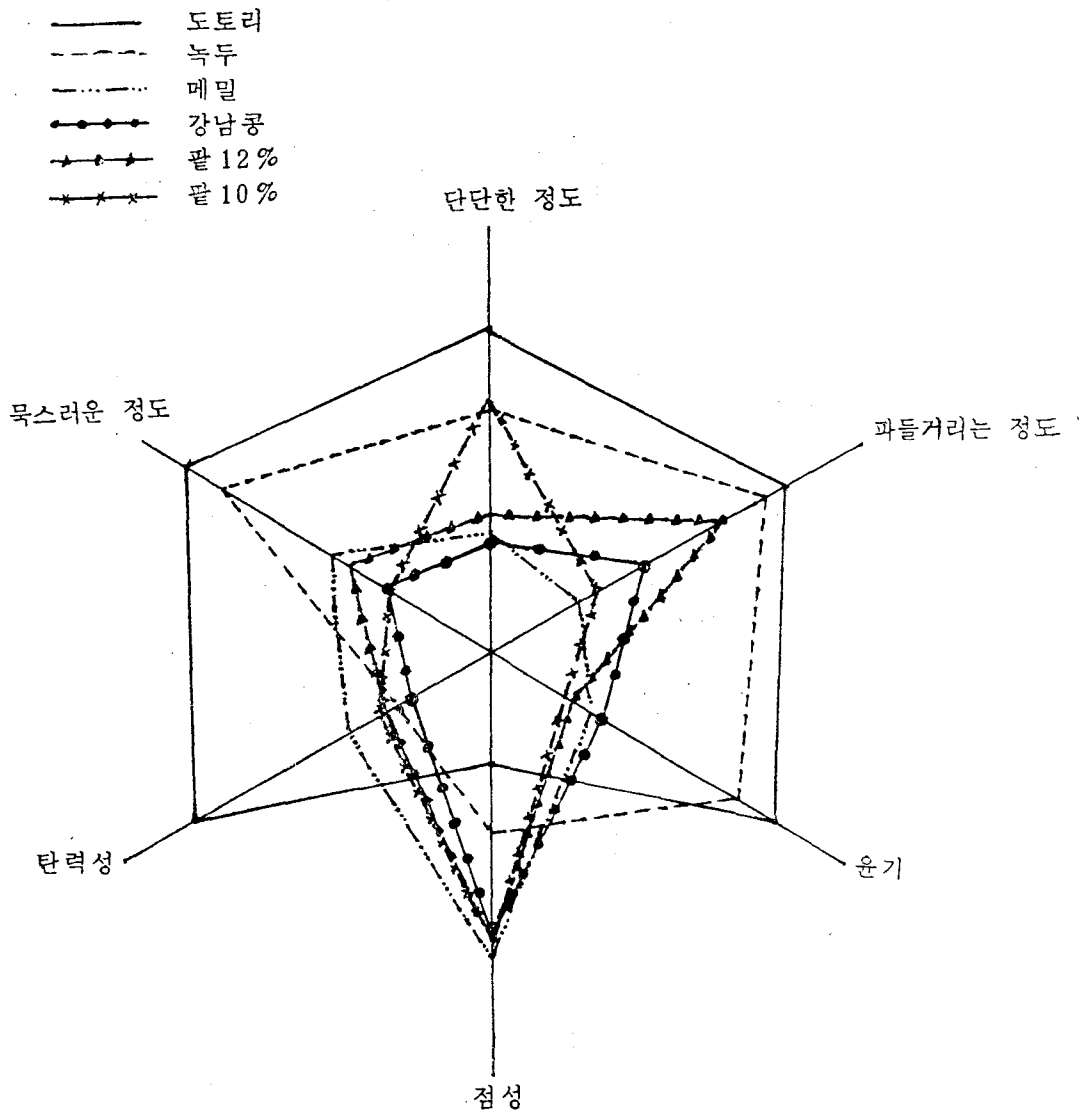


Fig. 5. QDA profile for sensory evaluation for various starch gels.

Table 3. Correlation coefficient of TPA parameters for six starch gels

	단단한 정도	탄력성	점 성	운 기	파들거리는 정도	목스러운 정도
단단한 정도	1.00	.587**	-.173	-.361	-.394	-.149
탄 력 성		1.00	-.395	-.100	-.290	-.204
점 성			1.00	-.389	-.000	-.494*
운 기				1.00	.026	.386
파들거리는 정도					1.00	.181
목스러운 정도						1.00

*p<0.05
**p<0.005

에 나타났다. 여기서 대부분의 특성치들 사이에 높은 상관관계를 보이지 않았다. 이는 각각의 특성치가 개별적인 성질을 표현해 주고 있다는 의미다. 단지 탄력성과 단단한 정도에 약간의 상관을 보였고, 묵스러운 정도다 점성이 조금 더 낮은 정도의 상관관계만을 가졌다. 그러므로 묵스러운 정도에 영향을 줄 수 있는 특성치는 점성이고, 그 다음으로 윤기를 들 수 있을듯한데, 즉 점성이 낮고 윤기가 좋은 전분겔일수록 묵으로서 여겨지는 것으로 보였다.

요 약

옥수수과 팥 조전분의 이화학적 특성 및 겔 형성 특성에 대해 조사했다.

1. 옥수수 조전분의 입자는 다각형으로 거칠었으며, 크기는 길이 14.9 μm , 너비 11.5 μm 였으며 팥은 둥글고 매끄러우며 크기는 31.4 μm 와 22.3 μm 였다.
2. 전분의 아밀로오스 함량은 팥이 48.61%, 옥수수가 16.52%이었다.
3. 조전분의 청가는 팥이 0.842, 옥수수가 0.099였다.
4. 옥수수 전분의 아밀로오스 분자량은 107,000, 아밀로오스 중합도는 660, 아밀로펙틴의 분지도는 포도당 100개당 6.9, 그리고 아밀로펙틴 한 가지당 포도당 분자수는 14.6개였다. 팥은 각각 118,000, 756, 5.2, 19.2였다.
5. 조전분의 물결합 능력은 옥수수 238.5, 팥 284.8이었다.
6. 옥수수는 팽윤력에 있어서 60°C부터 증가하여 70°C에서부터는 급격히 증가하였고, 증가율이 온도가 상승됨에 따라 더욱 증가했으며 팥은 60~80°C에서 급격히 증가하였다가 80°C 이상에서 증가율이 수그러드는 이단계 양상을 보였다.
7. DSC에 의한 호화 온도는 팥이 61.8°C, 옥수수가 75.6°C였다.
8. Amylograph에 의한 조전분의 호화는 옥수수의 경우 최고 점도가 나타났으며, 농도에 따른 차이는 점성의 크기에만 있고 전체적인 양상은 비슷하였다. 팥은 최고 점도가 없는 양상을 나타내었다.
9. 관능검사를 실시한 결과, 팥과 강낭콩의 전분겔은 묵과 다른 성질을 나타내었다.

참 고 문 헌

- 1) 손경희, 문수재, Gel상 식품에 관한 실험 조리적

- 검토. I. 각종 전분의 교질성을 이용한 식품, 연세논총, p.191(1978)
- 2) 방신영, 조선 음식 만드는 법, p.329, 대양공사출판부(1946)
- 3) Schoch, T.J. and Maywld, E.C.: Precipitation and properties of various legume starches, Cereal Chem., 45 : 564(1968)
4. A.O.A.C.: Official Method of Analysis, 14th. Ed., 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 : 1381(1943)
- 6) McCready, R.M., Guggolz, J. Silviera, V. and Owens, H.S.: Determination of starch and amylose in vegetables, Anal. Chem., 22(9) : 1156 (1950)
- 7) Gilbert, G.A. and Spragg, S.R.: Methods in Carbohydrate Chemistry, Ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p.168, Academic Press, New York (1964)
- 8) Shasha, B. and Whistler, R.L.: Methods in carbohydrate chemistry, Ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p.168, Academic Press, New York(1964)
- 9) Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat Starches I. Comparison of physicochemical properties, Cereal Chem., 42 : 558(1965)
- 10) Schoch, T.J.: Methods in Carbohydrate chemistry, Ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p.106, Academic Press, New York(1964)
- 11) Donovan, J.W.: Phase transitions of the starch water system, Biopolymers, 18 : 263(1979)
- 12) 김향숙, 아밀로오스와 아밀로펙틴이 묵의 텍스처에 미치는 영향, 서울대학교 박사학위 논문, (1987)
- 13) 현기순, 이해수, 모수미 : 조리학, p.120, 교문사 (1982)
- 14) Baldwin, R.R., Bear, R.S. and Rundle, R.E.: The relation of starch-iodine absorption spectra to the structure of starch and starch components, J. Am. Chem. Soc., 66 : 111(1944)
- 15) Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. and Vose, J.R.: Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry and light microscopy, Cereal Chem., 50 : 258(1982)
- 16) Ghiasi, K., Varriano-Marston, E. and Hosney, R.C.: Gelatinization of wheat starch. IV. Amyl-

- ograph viscosity, Cereal Chem., 59(4) : 262
(1982)
- 17) Lineback, D.R. and Ke, C.H.: Starches and
low-molecular weight carbohydrates from chick
pea and horse bean flours, cereal Chem., 52 :
334(1974)
- 18) Lai, C.C. and Varriano-Marston, E.: Studies on
the characteristics of black bean starch, J. Food
Sci., 44(2) : 528(1979)