

옥수수, 고구마, 감자, 소맥, 녹두 전분의 이화학적 성질 비교

정승현 · 신진진 · 최춘언

오뚜기 중앙연구소

Comparison of Physicochemical Properties of Corn, Sweet Potato, Potato, Wheat and Mungbean Starches

Seung-Hyeon Jung, Gun-Jin Shin and Chun-Un Choi

Ottogi Research Center

Abstract

Physicochemical properties of commercial corn, sweet potato, potato, wheat and mungbean starches were investigated. Amylose contents of each starch were 23, 20, 24, 28 and 39%, whereas water binding capacities were 92, 87, 83, 79 and 77%, respectively. Average granule size of potato starch was considerably higher than that of other starches. In terms of color, lightness and whiteness of sweet potato starch were relatively lower than those of other starches. Comparing with other starches, the viscosity of potato starch was the highest level. The results also showed that textural properties of potato and sweet potato starch gels were similar. Corn starch gel had lower hardness and higher cohesiveness than others.

Key words: starch, viscosity, textural properties

서 론

전분은 수백내지 수천의 포도당 단위가 전분립 형태로 식물체 내에서 합성되는 탄수화물계의 고분자물질로서 그 종류에 따라 크기 및 모양이 다양하다. 현재 우리나라에서는 옥수수, 고구마, 감자, 소맥 전분이 공업적으로 생산되어 식품산업에서 증점제, 식품주체를 형성하는 기재 또는 과당, 포도당의 원료 등 각종 가공식품의 원료로 사용되고 있다. 그러나 전분은 식품가공 공정 중 각기 다른 호화 또는 노화현상을 수반하므로 식품 물성변화의 중요한 인자로 작용한다. 지금까지 옥수수^(1,2), 고구마^(3,4), 감자^(5,6), 소맥^(7,8), 녹두 전분^(9,10)에 대한 연구는 리올로지적 특성, 품종간의 이화학적 성질 비교 등에 대하여 많은 보고가 있으나, 어느 한 전분에 국한되어진 것이 대부분이다. 따라서 본 연구는 우리나라 식품산업에 널리 사용되고 있는 시판 옥수수, 고구마, 감자, 소맥, 녹두 전분의 점도, 입자크기, 텍스처 성질 등을 살펴 각 전분의 특성을 이해하는 기초를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 전분은 미국산 yellow dent corn을

원료로 한 옥수수 전분, 제주산 고구마 전분, 미국산 경질붉은 겨울밀(hard red winter)을 원료로한 소맥 전분, 대관령산 감자 전분을 국내 전분 생산업체에서 각각 공급받고, 녹두 전분은 대만산 수입 전분을 구입하였다. 그리고 이들 전분은 항온항습조(RH22±1%, 25±1°C)에서 2주간 수분을 평형에 도달시킨 후 실험에 사용하였다.

이화학적 성질

아밀로오스 함량은 Williams 등⁽¹¹⁾의 방법에 따라 구하였고 표준곡선은 Sigma사의 특급 옥수수 아밀로오스를 사용하여 작성하였다.

물결합능력은 Medcalf와 Gilles⁽⁷⁾의 방법에 따라 10분간 원심분리(3500×g)한 후 측정하였으며, 입자크기의 측정은 KIT-500 Image Analyzer System(PIAS, Japan)을 사용하여 측정배율 500에서 관찰된 평균값으로 결정하였다. 색상측정은 Hunter 색차계(Color and Color Difference Meter, Model 1001DP, Japan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하고 W값(백색도)은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$$

점도 및 호화개시온도 측정

6%(건량기준) 전분용액(500 ml)을 Brabender Viscoamylograph를 사용하여 1.5°C/min로 온도를 조절하고 95°C에서 30분간 유지시킨 후 35°C까지 냉각하였다. 호

Corresponding author: Seung-Hyeon Jung, Ottogi Research Center, 166-4, Pyeongchon-dong, Anyang, Kyeonggi-do 430-070, Korea

화개시온도는 기록계에서 점도변화가 일어나기 시작하는 순간의 온도로 결정하였다.

텍스처 측정

10% 전분용액 200 ml를 항온조에서 100 rpm 속도로 교반하면서 98°C까지 가열시킨 후 이 온도를 10분간 유지하면서 호화시켜 5×5×2 cm³ 용기에 부어 25°C 실내에서 12시간 동안 보관한 전분 겔의 텍스처를 Instron Universal Testing Machine(Model 1000)으로 측정하였다. 측정조건은 compression load cell 5 kg, cross head speed 100 mm/min, chart speed 100 mm/min 이었으며, 시료의 변형률(deformation)은 80%까지 하고, 2회 반복 압착시험을 실시한 force-distance curve로 Bourne⁽¹²⁾의 방법에 따라 텍스처 성질을 구하였다.

결과 및 고찰

이화학적 성질

각 전분의 일반성분은 Table 1과 같다. 아밀로오스 함량은 옥수수, 고구마, 감자, 소맥 전분이 각각 23, 20, 24, 28%였으며, 녹두 전분은 39%로 Singh 등⁽¹³⁾이 보고했던 47% 보다는 낮았으나 김 등⁽⁹⁾이 보고한 22.7% 보다는 높게 나타났다. 또한 신과 안^(3,4)은 고구마 전분의 경우 16.8~27.6%로 보고하였으며, Medcalf와 Gilles⁽⁷⁾는 소맥 전분의 경우 품종과 원료생산지에 따라 23.4~27.6%로 다소 차이를 보고하였다.

전분의 color value 측정에서 고구마 전분은 다른 전분보다 명도(L)와 백색도(W)가 낮게 나타났다(Table 2).

물결합능력은 옥수수, 소맥, 고구마, 감자, 녹두 전분이 각각 92, 87, 83, 79, 77%로 나타났다(Table 2). Medcalf와 Gilles⁽⁷⁾는 소맥 전분의 물결합능력은 hard red spring계 품종 전분이 83~91%, hard red winter계는 83%, durum계는 88~93%로 보고하였고, 김 등⁽⁹⁾은 녹두 전분의 경우 81.6%, 신과 안⁽⁴⁾은 고구마 전분의 경우 원기품종이 69%, 천미품종이 75%로 보고하였다. 또한 김 등⁽⁶⁾은 수분열처리한 감자 및 고구마 전분의 물결합능력은 열처리 과정 중 수분함량이 많은 전분에서 물결합능력이 증가함을 보고하였다. 이상의 결과에서 전분은 원료의 품종 및 처리방법에 따라 물결합능력이 상당한 차이가 있음을 알 수 있다.

전분입자의 형태 및 크기

옥수수 전분은 다면형과 일부 둥근형을 나타냈으며, 소맥 전분은 입자크기가 소형과 대형으로 불균일하고, 둥근형과 다면형을 나타내었다(Table 2). 녹두 전분은 평균 13.4 μm로 Singh 등⁽¹³⁾이 보고했던 21.7 μm보다 작게 나타났으며, 형태는 대부분 둥근형이었다. 감자 전분은 대부분 계란형으로 입자크기가 평균 76 μm이었으며, David와 Joseph⁽¹⁴⁾이 보고했던 30~40 μm보다 크게

Table 1. Chemical composition of starches

Source	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)	Amylose (%)
Corn	0.30	0.40	0.05	23.00
Sweet potato	0.10	0.10	0.37	20.00
Potato	0.07	0.06	0.40	24.00
Wheat	0.43	0.20	0.27	28.00
Mungbean	0.13	0.05	0.15	39.00

나타났다.

점도 및 조직특성

각 전분의 온도에 따른 점도변화 양상은 Fig. 1과 Table 3과 같다. 각 전분의 최고점도는 감자 전분이 82°C에서 1250 B.U., 고구마 전분이 88°C에서 950 B.U., 옥수수 전분은 90°C에서 470 B.U., 녹두 전분은 95°C에서 295 B.U.로 기존의 연구^(9,10)보다 낮게 나타났는데 이는 전분원료인 녹두의 품종과 재배지역이 다르기 때문이라 추측된다. 반면 소맥 전분은 95°C에서 약간의 breakdown은 있었지만 냉각과정까지 전반적으로 서서히 점도가 증가하여 최고점도를 나타내지 않았다. Medcalf와 Gilles⁽⁷⁾는 소맥 전분(20g, d.b.)에 carboxymethyl cellulose(CMC) 3.6g을 첨가한 점도측정에서 초기 호화온도가 품종에 따라 53~59°C였고, 95°C에서 약간의 breakdown 현상이 나타났음을 보고하였다.

또한 津川兵衛 등⁽¹⁵⁾은 각종 전분의 아밀로그램 비교에서 고구마(6%), 감자(4.6%), 고사리(4.6%), 쌀(6%), 옥수수(6%), 칩(6%), 소맥 전분(6%) 순으로 점도가 높게 나타나 본 실험에서 소맥 전분이 가장 낮은 점도를 나타내었던 것과 일치하였다. Set back은 옥수수 전분이 가장 높게 나타났고, 소맥 전분이 가장 낮게 나타났다. 이 결과로 보아 옥수수 전분은 식품가공과정 중 온도에 따른 물성의 변화가 클 것으로 사료된다.

Table 4는 각 전분 겔의 조직감을 기계적으로 측정된 결과이다. 옥수수 전분 겔은 다른 전분 겔보다 hardness는 낮고, cohesiveness는 높게 나타났으며, 녹두 전분 겔은 hardness와 gumminess가 높게 나타났다. 감자 전분 겔과 고구마 전분 겔은 기계적 특성치가 유사한 경향을 보였으며, 이들은 다른 전분 겔보다 springiness와 chewiness가 높게 나타났다. 寺元芳子⁽¹⁶⁾는 전분농도 12%의 도토리, 밤, 칩, 녹두 전분 겔을 texturometer로 측정하였는데 녹두 전분 겔은 다른 전분 겔보다 hardness와 gumminess는 높고 cohesiveness와 springiness는 낮게 나타났으며, 또 모든 전분 겔에서 실온보다 냉장보관에서 hardness와 gumminess는 높고 cohesiveness와 springiness는 낮았으며 냉장시간이 길어질수록 그 차이는 크게 나타남을 보고했다. 배 등⁽¹⁷⁾은 녹두 전분 겔의 hardness, cohesiveness, springiness, gumminess가 고구마, 감자 전분 겔보다 높았고, 고구마 전분 겔은 감자

Table 2. Characteristics of starches

Source	Color value			Whiteness	Water binding capacity (%)	Diameter		Shape
	L	a	b			Range (μm)	Mean ^{a)} (μm)	
Corn	97.85	-1.75	7.15	92.33	92	4~35	19.0	angular/round
Sweet potato	90.50	-1.05	4.10	89.60	83	8~46	23.4	round/oval
Potato	95.10	-0.70	3.15	94.13	79	6~212	76.0	oval
Wheat	97.15	-0.70	2.70	96.02	87	2~52	27.0	round/angular
Mungbean	96.60	-0.70	2.65	95.63	77	2~24	12.8	round/oval

^{a)}Means of 100 measurements

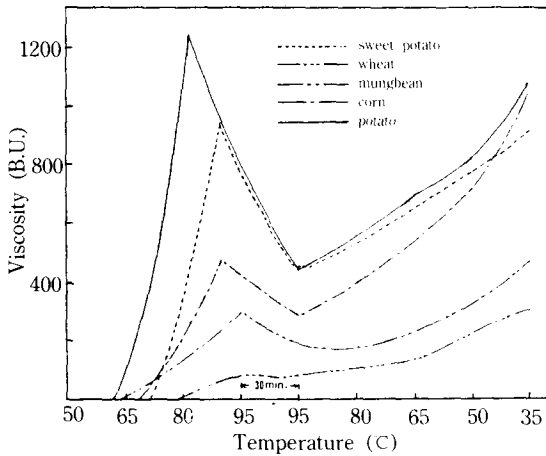


Fig. 1. Viscosity development patterns of starches

Table 3. Viscoamylographic properties of starches^{a)}

Source	Initial pasting temperature (°C)	Viscosity(Brabender unit)				
		95°C	Final ^{b)}	50°C	35°C	Set back ^{c)}
Corn	69	434	280	714	1050	434
Sweet potato	72	790	460	770	935	310
Potato	62	830	450	820	1070	370
Wheat	79	95	100	235	305	135
Mungbean	64	295	180	330	470	150

^{a)}Value obtained using 6% starch and averaged over two determinations; ^{b)}After holding for 30 min at 95°C; ^{c)}Difference of viscosity at 50°C and after holding for 30 min at 95°C

Table 4. Textural properties of gelatinized starch gels (10%)

Source	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Chewiness	Gumminess
Corn	0.54	0.25	1.20	0.16	0.13
Sweet potato	1.38	0.12	3.53	0.62	0.17
Potato	1.55	0.09	2.90	0.43	0.15
Wheat	1.35	0.11	0.87	0.12	0.14
Mungbean	1.63	0.10	1.26	0.21	0.17

전분 겔보다 높음을 보고했다. 이들은 또 주사형현미경으로 관찰한 녹두 전분 겔은 매끈하고 미세한 균일성의 다공성 구조였고, 감자 전분 겔은 서로 엉킨 것 같은 섬유상 구조, 고구마 전분 겔은 골이 파진듯한 곳을 제외하고는 조밀한 network가 형성되었다고 보고하였다. 본 실험에서도 녹두 전분 겔은 hardness와 gumminess가 다른 전분 겔보다 높게 나타나 이들^(16,17)의 보고와 일치하였다.

요 약

국내 식품산업에 주로 사용되고 있는 옥수수, 고구마, 감자, 소맥, 녹두 전분의 이화학적 특성을 조사하기 위하여, 아밀로오스 함량, 전분입자의 크기, 색깔, 점도, 물결함능력, 텍스처 성질을 측정하였다. 아밀로오스 함량은 녹두 전분이 39%로 높게 나타났고, 전분입자의 크기는 감자 전분이 평균 76 μm로 이들 전분 중 가장 크게 나타났다. 또한 색깔은 고구마 전분이 백색도와 명도가 낮게 나타났고, 최고점도는 감자 전분이 82°C에서 1250 B.U.로 이들 중 가장 높게 나타났다. 전분 겔의 텍스처 성질에서는 고구마, 감자 전분이 springiness가 비교적 높게 나타났고, 이 두 전분은 다른 기계적 특성치도 유사한 경향을 나타내었다. 옥수수 전분은 다른 전분에 비하여 hardness는 낮게 나타났지만 cohesiveness는 높은 수준이었다.

문 헌

1. 허 준, 김성곤: 생강 전분과 옥수수 가교 전분의 이화학적 성질비교. 한국식품과학회지, 16, 201(1984)
2. 박옥진, 김광우: 옥수수 전분과 Hydrocolloids 첨가가 녹두 전분 및 목의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20, 618(1988)
3. 신말식, 안승요: 한국산 고구마 전분의 이화학적 특성에 관한 연구. 한국농화학회지, 26, 137(1983)
4. 신말식, 안승요: 분질 및 점질 고구마 전분의 특성. 한국식품과학회지, 20, 412(1988)
5. 장영일: 호화 감자전분의 리올로지 특성. 충남대학교 석사학위논문(1987)
6. Kim, S.K., Lee, S.Y. and Park, Y.K.: Gelatinization properties of heat moisture treated potato and sweet

- potato starches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 435 (1987)
7. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**, 558(1965)
 8. Ghiasi, K., Varriano-Marston, E. and Hosney, R.C.: Gelatinization of wheat starch. IV. Amylography viscosity. *Cereal Chem.*, **59**, 262(1984)
 9. 김완수, 이혜수, 김성곤: 녹두 전분의 특성. 한국농화학회지, **23**, 166(1980)
 10. 권순혜, 김명희, 김성곤: 녹두 전분의 리올로지 성질. 한국식품과학회지, **22**, 38(1990)
 11. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I.: A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**, 411 (1970)
 12. Bourne, M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**, 62(1978)
 13. Singh, U., Voraputhaporn, W., Rao, P.V. and Jambunathan, R.: Physicochemical characteristics of pigeonpea and mungbean starches and their noodles quality. *J. Food Sci.*, **54**, 1293(1989)
 14. David, M.H. and Joseph, G.S.: A scanning electronmicroscope study of starches. *J. Textile Res.*, **39**, 1044 (1969)
 15. 津川兵衛, ト-マスサセツク, 藤井聡: 澱粉食品工業の原點. *食品工業*, **31**, 18(1988)
 16. 寺元芳子: デンプンの調理性に関する研究. *New Food Industry*, **27**, 40(1985)
 17. 배광순, 손경희, 문수재: 목의 구조와 텍스처. 한국식품과학회지, **16**, 185(1984)
-
- (1990년 12월 27일 접수)