

## 국내산 조전분의 이화학적 특성

김남수 · 석호문 · 남영중

농수산물유통공사 종합식품연구원

### Physicochemical Properties of Domestic Millet Starches

Nam-Soo Kim, Ho-Moon Seog and Young-Jung Nam

Food Research Institute/AFMC, Banwol, Kyunggi

#### Abstract

Physicochemical properties of domestic millet starches were determined. Amylose contents of nonwaxy and waxy millet starches were 28.0 and 8.0%, respectively. The water binding capacity of nonwaxy millet starch was slightly higher than that of waxy millet starch. There was no recognizable difference on granule size between nonwaxy and waxy millet starch. Abrupt increases in swelling power over 80°C of gelatinization temperature were characteristic features of millet starches. The initiation of increase in light penetration was started slightly earlier in case of waxy millet starch. Maximum viscosities of 6~7% nonwaxy and waxy millet starch were 300-460 and 800-1080 B.U., respectively. The conspicuous break-down was noticed in waxy millet starch.

#### 서 론

조(millet)는 우리의 식생활과 밀접한 관계를 맺어오고 있으며, 쌀과 혼합하여 주식으로 이용할 수 있는 곡물중의 하나이다. 조의 종류에는 pearl millet (*Pennisetum americanum* L. Lecke), proso millet (*Panicum miliaceum*), finger millet (*Eleusine coracana*), foxtail millet (*Setaria italica*) 등이 있으며, 이 중 proso millet, finger millet, foxtail millet 등은 아시아 및 아프리카 지역에서 식용으로 널리 쓰이고 있다.<sup>(1,4)</sup>

또한, 조는 주곡과 섞어 먹을 수 있는 혼식용으로서 뿐만 아니라 제빵 및 제과, 맥주 생산에도 원료의 일부분으로 이용될 수 있으며 사료로서도 가치가 있다. 이와같이 조는 다양한 용도로 이용될 수 있으나 국내에서는 가공이용에 관한 연구가 별로 보고되어지고 있지 않는 실정이다. 한편, 외국에서는 이와 대조적으로 조의 분말 및 전분 특성에 대하여 활발하게 연구되어지고 있다. Lornez 등<sup>(5,6)</sup>은 proso millet의 분말과 전분에 대하여 기능성 및 물성을 연구하였고, Beileia 등<sup>(3)</sup>, Wankhede 등<sup>(4)</sup>은 pearl millet 및 finger millet의 전분특성과 물리화학적 성질에 대하여 고찰한 바 있다.

본 연구에서는 국내산 조로부터 전분을 분리 정제하고 그 이화학적 특성을 고찰하였다.

#### 재료 및 방법

#### 재 료

국내산 메조와 차조를 구입 · 공시하였다.

#### 전분 제조

0.01 M acetate buffer (pH 6.5) 6 l 에 1kg의 조곡립 전체를 가하고 4~5°C에서 24시간 수침하였다. 수침 후 믹서로 곡립을 분쇄하여 전분을 추출하고 120 메쉬의 표준망체를 통과시켰다. 생성된 전분유를 325 메쉬의 표준망체로 걸러 한번 더 정제한 후 9000rpm에서 30분간 원심분리하였다. 상층액을 버리고 침전물중의 상층부의 단백질을 끓어낸 후 증류수에 다시 현탁하고 1/8부피의 톨루엔을 가하여 남아있는 소량의 단백질을 변성시켰다. 정지하여 전분을 가라 앉히고 상층액을 주의깊게 쏟아버린 후 증류수를 가하여 현탁시키고 정지후 상층액을 버리는 조작을 2-3회 반복하였다. 생성된 전분을 30°C에서 풍건하고 60메쉬 표준망체를 통과시켜 시료로 하였다.

#### 이화학적 성질의 측정

일반성분 분석은 상법으로 하였고, blue value와 아밀로스 함량은 McCready와 Hassid의 방법에<sup>(7)</sup> 의하여 측정하였다. 전분입자의 구조는 Nikon 현미경(107형)을 사용하여 600배의 배율에서 관찰하였고,<sup>(8)</sup> 팽윤도와 용해도는 Leach 등의 방법<sup>(9)</sup>에 의하여 측정하였다. 한편, 희석전분현탁액의 호화중의 광투과성의 변화는 Wilson 등의 방법<sup>(10)</sup>에 의하여 측정하였으며, 전분의 호화특성

은 Brabenda amylograph에 의하여 검토하였다.

### 결과 및 고찰

조전분의 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 수분함량은 10% 안팎이었고, 회분, 단백질, 지방이 미량 존재하였다. Blue value는 메조전분이 0.69, 차조전분이 0.32로서 메조전분의 경우 Merca와 Juliano가 자국산 멧쌀 전분에 대하여 보고한 값인 0.34~0.37<sup>11)</sup>, 김등이 품종별로 국내산 멧쌀전분에 대하여 보고한 값인 0.38~0.48<sup>(12)</sup>보다 높은 값을 나타내고 있다. 아밀로스 함량은 메조전분이 28.0%, 차조전분이 8.0%였는데, 메조전분의 아밀로스 함량이 19.5~22.0%이며<sup>(3)</sup>, 수수전분의 아밀로스 함량인 21.0~34.0%<sup>(13,14)</sup>보다 약간 낮다는 기존보고와는 많은 차이를 나타내는데, 이러한 현상은 품종적 차이에 기인하는 것으로 사료되었다. 한편, 메조전분의 아밀로스 함량은 보리전분의 그것보다는 약간 낮은 값이었다.<sup>(15,16)</sup> 수분결합력은 생전분의 수분과의 친화성을 나타내주는데, 이때 결합된 물은 전분입자에 의하여 흡수되거나 전분입자의 표면에 흡착된다고 보고되고 있으며,<sup>(17)</sup>그 크기는 전분입자내의 비결정형 부분이 많으면 높아진다고 한다.<sup>(3)</sup>본실험에서 메조전분과 차조전분의 수분결합력은 88.1% 및 80.1%로서 Beileia 등이 보고한 값인 83~100%와 잘 일치하고 있다.<sup>13)</sup>

Fig. 1에는 조전분의 현미경적 구조가 표시되어 있다. 전분입자의 크기는 메조전분이 5~13 $\mu$ , 차조전분이 7~17 $\mu$ 였으며, 입자의 모양은 메조전분과 차조전분이 모두 둥근형태의 다각형으로 외견상으로는 구별이 불가능하였다. 조전분은 보리전분의 구형이나 난형과는 다른 형태였으나 옥수수전분과 수수전분과는 비슷한 모양이었

**Table 1. Physicochemical properties of millet starches**

	Nonwaxy	Waxy
Moisture(%)	10.2	11.2
Ash(%)	0.33	0.05
Protein(%)	0.48	0.21
Fat(%)	0.04	0.03
Amylose content(%)	28.0	8.0
Blue value <sup>a</sup>	0.69	0.32
Water binding capacity(%) <sup>a</sup>	88.1	80.7
Granule size( $\mu$ )	5-13	7-17
Granule shape	Rounded polygonal	Rounded polygonal

<sup>a</sup> dry basis

다.<sup>(18)</sup>

호화온도를 60°C에서 90°C까지 변화시키면서 메조전분과 차조전분에 있어서 팽윤도와 용해도의 변화를 측정하였다(Table 2). Table 2에서 보는 것처럼 팽윤도는 호화온도가 높아짐에 따라 증가하고 있다. 70°C의 호화온도까지는 팽윤도의 증가가 미약하나 전분의 호화온도가 이보다 높아지면 팽윤도가 현저하게 증가하였는데 이는 Lorenz 등의 보고와도 일치하였다.<sup>(5)</sup>Leach 등은<sup>(9)</sup> 전분입자 안에서의 결합력이 전분의 팽윤에 영향을 미치기 때문에 넓고 강한 micelle 구조를 가진 전분은 팽윤되기 어렵다고 보고하였다. 본 실험에 있어서 60, 70°C의 호화온도에 비해 80, 90°C의 호화온도에서는 급격하게 팽윤도가 증가하였는데, 이는 높은 호화온도에서 조전분의 구조가 크게 변화한 것을 의미하며,<sup>(5)</sup>차조전분의 경우 이러한 현상은 보다 현저하였다. 용해도도 팽윤도와 마찬가지로 호화온도가 높아짐에 따라 증가하여 90°C에서의 용해도가 메조전분의 경우 7.77%, 차조전분의 경우 3.99%이었다. 일반적으로 곡류전분의 용해도는 90°C의 호화온도에 있어 10% 이하이며,<sup>(3,6,15)</sup>서유전분인 감자전분이 같은 온도에서 용해도가 20~30%까지 이른다는 값<sup>(20)</sup>을 고려해볼 때 곡류전분은 감자전분에 비해 고온에서 용출되어 나오는 물질이 현저하게 적음을 알 수 있다.

Fig. 2에는 조전분에 있어서 팽윤도와 용해도간의 상관관계가 표시되어 있다. 팽윤도가 증가함에 따라 용해도도 늘어났으나 직선적인 관계는 아니었는데, 이러한 현상은 Beileia 등,<sup>(3)</sup> Lorenz 등,<sup>(6)</sup> Leach 등,<sup>(9)</sup> Mdcalf 등<sup>(17)</sup>의 보고에서도 관찰되어지고 있다. Fig. 2에서 보는 것처럼 차조전분에 있어서의 팽윤도와 용해도의 관계는 메조전분의 경우와는 현저하게 다른 양상을 보여주어, 온도상승에 따라 팽윤도가 2.57에서 18.50으로 증가한 반면 용해도의 증가는 나타나지 않다가 호화온도가 80°C 이상으로 높아져야 용해도가 약간 증가하나 메조전분보다는 낮은 값을 보여주고 있다. 이는 차조전분 입자내의 결합력이 80~90°C의 고온에 이르면 매우 연약해지나 탄력성이 있어 전분물질을 높은 팽윤상태에서도 잘 유지시키지 않는 것을 의미한다. Leach 등은<sup>(9)</sup> 이러한 현상을 감자전분에서 발견하였음을 보고한 바 있다.

0.1% 회석전분현탁액에 대하여 광투과도의 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 일반적으로 전분이 호화됨에 따라 광투과도가 증대되어 투명한 용액으로 되며,<sup>(21-23)</sup>따라서 회석전분현탁액의 상태를 보고 전분의 호화정도를 어느정도 알 수 있다. Fig. 3에서 알 수 있는 바와 같이 광투과도는 메조전분이 70°C 이상, 차조전분이 65°C 이상에서 증가하였으며, 90°C 이상에서의 광투과도는 큰 변화가 없었다.

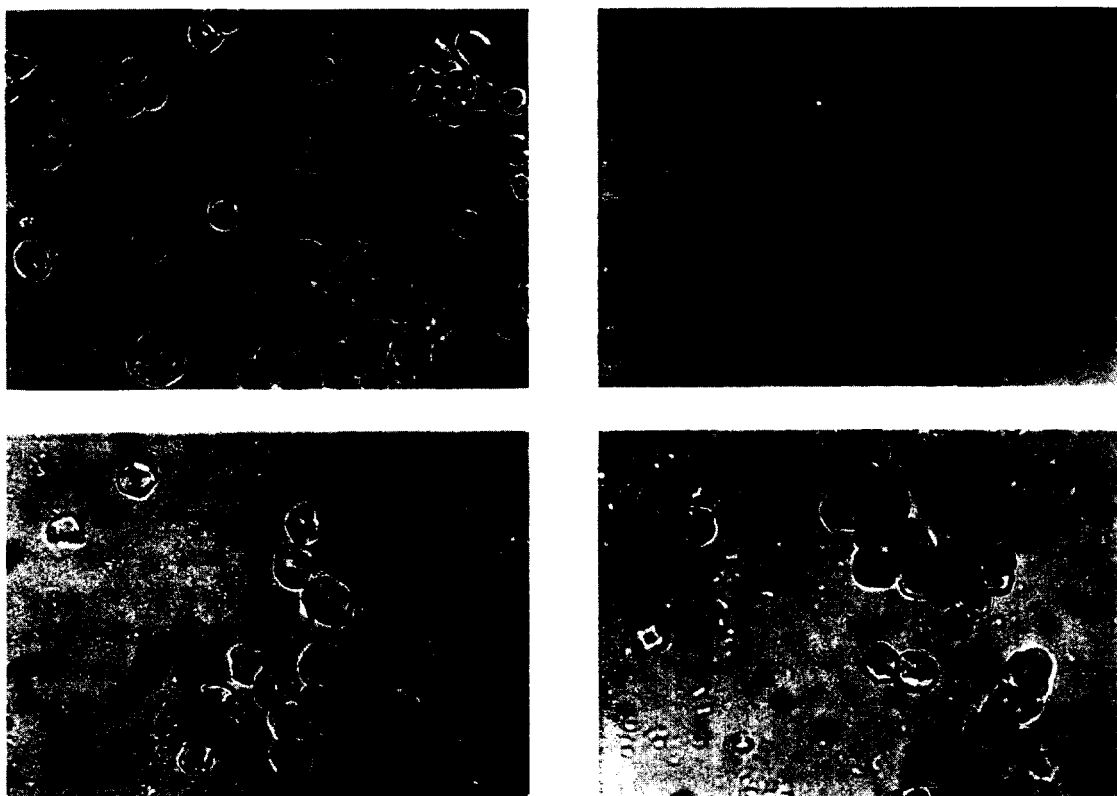


Fig. 1. Photomicrographs of millet starches under or dinary light (about × 600)

A: nonwaxy millet starch granule without staining, B: nonwaxy millet starch granule stained with 0.3% I<sub>2</sub>-KI solution, C: waxy millet starch granule without staining, D: waxy millet starch granule stained with 0.3% I<sub>2</sub>-KI solution

Table 2. Swelling power and solubility of millet starches

Temperature (°C)	Swelling power <sup>a</sup>		Solubility(%) <sup>a</sup>	
	Nonwaxy	Waxy	Nonwaxy	Waxy
60	2.58	2.57	1.45	2.08
70	4.81	3.39	3.18	2.02
80	9.66	15.56	3.78	2.14
90	13.58	18.50	7.77	3.99

<sup>a</sup> dry basis

Table 3에서는 메조전분과 차조전분의 아밀로그람 특성이 나타나 있다. 호화개시온도는 메조전분의 경우 6% 농도에서 73.7°C, 7% 농도에서 71.7°C였고, 차조전분의 경우에는 6% 농도에서 69.3°C, 7% 농도에서 69.0°C로 메조전분에 있어서보다 차조전분에서 약간 낮았으며, 전분농도 증가에 따른 호화개시온도의 감소는 1~2°C 내외로 미미한 편이었다. Wankhede 등은 건물기준으로 9.5% 전분농도에서 조전분의 호화개시온도는 67.5~

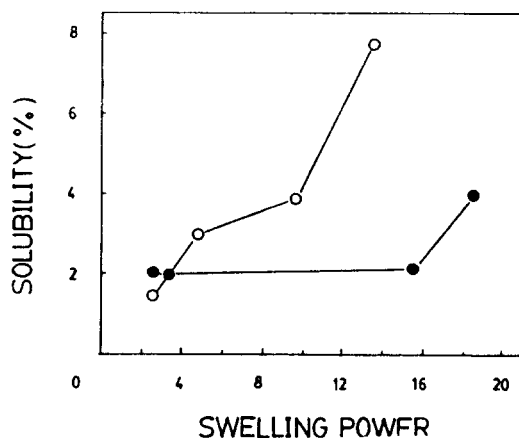


Fig. 2. Relationships between swelling power and solubility

○—○: nonwaxy millet starch, ●—●: waxy millet starch.

69.0°C 범위에 있었고 품종간 호화개시온도가 거의 차이가 없음을 보고하고 있다.<sup>(4)</sup> 최대점도는 메조전분에 있

Table 3. Amylogram characteristics of millet starches

Type	Concn. <sup>a</sup> (%)	Pasting temp. (°C)	Maximum viscosity (B.U.)	Temp. at max. viscosity (°C)	Viscosity at 95°C (B.U.)	Viscosity at 95°C after 15 min (B.U.)
Nonwaxy	6	73.7	300	92.8	290	275
	7	71.3	460	90.8	435	410
Waxy	6	69.3	800	77.4	520	455
	7	69.0	1080	77.0	675	570

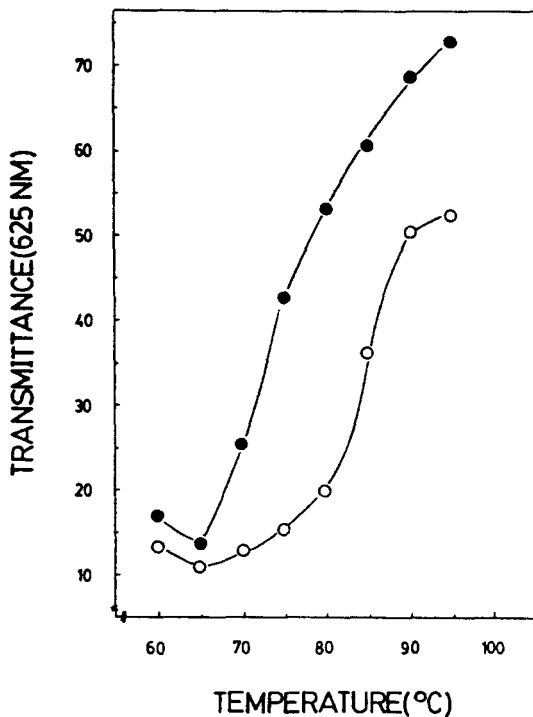
<sup>a</sup> dry basis

Fig. 3. Effect of gelatinization temperature on the light penetration of 0.1% millet starch suspension ○—○: nonwaxy millet starch, ●—●: waxy millet starch

어서 300~460 B.U., 차조전분에 있어서는 800~1080 B.U.였고 최대점도에서의 온도는 메조전분의 경우 90.8~92.8°C, 차조전분의 경우 77.0~77.4°C 안팎으로 차조전분에 있어 현저하게 낮았으며, break-down 현상도 차조전분에서 많이 일어나고 있었다. 곡류전분중 찰전분에 있어서는 대체적으로 호화계시온도에 도달한 직후 급격한 점도상승현상을 보여 최대점도에 단시간내에 도달하고 그후 break-down 현상이 크다고 알려져 있으며,<sup>(13)</sup>송등도<sup>(21)</sup> 국내산 찰쌀전분의 아밀로그램 특성을 검토하고

최대점도에서의 온도가 70~74.5°C 이며 급격한 break-down 현상이 있음을 보고한 바 있다.

### 요 약

국내산 메조와 차조로부터 전분을 분리, 정제하고 그 이화학적 특성을 구명하였다. 메조전분과 차조전분의 blue value는 각각 0.69, 0.32였으며, 아밀로스 함량은 각각 28.0%, 8.0%였다. 메조전분과 차조전분의 수분 결합력은 88.1%와 80.0%였고, 전분입자의 크기는 5~13 $\mu$ 와 7~17 $\mu$ 였다. 60, 70°C의 호화온도에 비해 80, 90°C의 호화온도에서 팽윤도가 현저히 증대되어 90°C에서의 메조전분과 차조전분의 팽윤도는 각각 13.58, 18.50%였다. 한편, 용해도도 호화온도 상승에 따라 증가하였다. 0.1% 전분현탁액의 광투과도는 메조전분에 있어서는 70°C 이상, 차조전분에 있어서는 65°C 이상에서 증가하기 시작했다. 한편, 호화계시온도와 최대점도는 메조전분의 경우 71.7~73.7°C, 300~460 B.U.였고, 차조전분에 있어서는 69.0~69.3°C, 800~1080 B.U.였다.

### 문 헌

1. Bailey, A.V., Piccolo, B., Sumrell, G. and Burton, G.W.: *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 866(1980)
2. Hubbard, J.E., Hall, H.H. and Earle, F.R.: *Cereal Chem.*, **27**, 415 (1950)
3. Beileia, A., Varriano-Marston, E. and Hosoney, R.C.: *Cereal Chem.*, **57**, 300(1980)
4. Wankhede, D.B., Shehnaz, A.: and Raghavendra Rao, M.R.: *Stärke*, **31**, 153(1979)
5. Lorenz, K. and Dilsaver, W.: *Cereal Chem.*, **57**, 21 (1980)
6. Lorenz, K. and Hinze, G.: *J. Agric. Food Chem.*, **24**, 911(1976)

7. McCready, R.M. and Hassid, W.Z.: *Am. Chem. Soc.*, **65**, 1154(1943)
8. MacMasters, M.M.: in *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Academic Press, New York, Vol. 4, p. 233(1964)
9. Leach, H.W., McCowan, L.D. and Schoch, T.J.: *Cereal Chem.*, **36**, 534(1959)
10. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P. and Snyder, H.E.: *Cereal Chem.*, **55**, 661(1978)
11. Merca, F.E. and Juliano, B.O.: *Stärke*, **33**, 253(1981)
12. 김재욱, 이재호, 김동연 : 한국농화학회지, **15**, 65 (1972)
13. Horan, F.E. and Heider, M.F.: *Cereal Chem.*, **23**, 492 (1946)
14. Miller, O.H. and Burns, E.E.: *J. Food Sci.*, **35**, 666 (1970)
15. 김오목, 김관, 김성곤 : 한국식품과학회지, **17**, 33 (1985)
16. 김용휘, 김형수 : 한국식품과학회지, **6**, 30(1974)
17. Medcalf, D.G. and Gills, K.A.: *Cereal Chem.*, **42**, 558 (1965)
18. Moss, G.E.: in *Examination and Analysis of Starch and Starch Products*, Radley, J.A.(ed.), Applied Science Publishers LTD, London, p. 13(1976)
19. Leach, H.W., McCowan, L.D. and Schoch, T.J.: *Cereal Chem.*, **36**, 354(1959)
20. 석호문, 김남수, 박용근, 남영중, 민병용 : 식품연구 사업보고서(농수산물 유통공사 종합식품연구소), **12**, 33(1985)
21. 송범호, 김성곤, 이규한, 변유량, 이신영 : 한국식품과학회지, **17**, 107(1985)
22. Wootton, M. and Chaudhry, M.A.: *J. Food Sci.*, **45**, 1783(1980)
23. Waldt, L.M. and Kehoe, D.: *Food Technol.*, **13**, 1 (1959)

---

(1987년 3월 5일 접수)