한국농화학회지 Vol. 30, No. 2, June 1987
J. Korean Agricultural Chemical Society

품종별 고구마 전분의 이화학적 특성

석호문 · 박용곤 · 남영중 · 신동화 · 김준평*

농수산물유통공사 종합식품연구원, *중앙대학교 식품가공학과

(1987년 4월 17일 수리)

Physicochemical Properties of Several Sweet Potato Starches

Ho-Moon Seog, Yong-Kon Park, Young-Jung Nam, Dong-Hwa Shin and Jun-Pyong Kim*

Food Research Institute/AFMC, Suwon, *Department of Food Science and Technology, Chungang University, Seoul, Korea

Abstract

The physicochemical properties and charteristics of sweet potato starches which were isolated from the six varieties were investigated. The shapes of starch granules which observed through photomicroscope and scanning electron microscope were round and polygonal, but those of the Shinmi were most polygonal, and the average diameters were in the range of 10.4~14.2 microns. The amylose contents were between 25% and 28%, and blue values and alkali numbers were in the range of 0.29~0.36, 7.0~12, respectively. The swelling power and solubility patterns of the starches were negligible until 50°C, thereafter it increased rapidly and the Eunmi showed highest water binding capacity of 211.6%.

Amylogram pattern of 6% starch solutions were similar to no peak viscosity, but maximum viscosity varied widely with varieties. A significant positive correlation was observed between amylose content and average gelatinization temperature. Taste and texture of the steam cooked sweet potatoes were negatively and positively correlated with moisture and amylose contents, respectively, while those of the microwave cooked sweet potatoes were only positively correlated with amylose contents.

서 론

고구마 및 이로부터 분리한 전분의 이화학적 특성은 품종, 토양 등 재배조건에 따라 차이를 보이며[1], 전분원료로서의 고구마는 고형물량이 높고 수확량이 많을뿐 아니라 전분제조시 수율, 입자의 크기 및 색도 등이 높은 품종이 요구된다.[2] 이러한 고구마 및 고구마전분에 관한 연구로서는 조리 및 저장에 따른 당의 변화[3~6], 펙틴물질의 변화[7,8] 효소활성에 관한 연구[3] 등과 분리전분의 이화학적 특성[9,10], 고구마전분과 전분 분해효소에 대한 연구[11]가 보고 되어져 있는 정도로서 아직 이 방면에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 재배되고 있는 고구마중 6개 장려품종에 대하여 원료 고구마로서의 품종간의 특성 및 이들로 부터 분리한 전분에 대하여 이화학적 특성차이를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

1986년 농촌진흥청 작물 시험장에서 시험 재배된 황미, 홍미, 선미, 신미, 은미, 진미 등 6개 품종

Table 1. Chemical compositions of the sweet potato in different varieties

(%)

Varieties	Moisture	Dry matter	Crude protein	Crude fat	Ash	Starch
Eunmi	78.69	21.31	1.52	0.17	0.94	16.95
Jinmi	78.97	21.03	1.35	0.22	0.79	18.73
Shinmi	73.06	26.94	1.73	0.23	0.99	24.56
Sunmi	71.43	28.59	1.57	0.20	1.11	22.33
Hongmi	80.69	19.31	1.44	0.14	0.77	17.01
Hwangmi	74.51	25.49	1.25	0.15	1.05	20.49

의 고구마를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 원료 고구마의 특성조사

품종별 고구마의 일반성분은 A·O·A·C 법[12]에 따라 분석하였고, 전분함량은 80% 에탄올로 당을 완전히 추출하고 건조, 분쇄한 것을 산가수분해시킨 뒤 Nelson-Somogyi 법[13]에 따라 측정한 포도당량에 0.9를 곱하여 산출하였다. 유리당의 분석은 Wilson 등[14]의 방법에 따라 분석용 시료를 조제한 후 HPLC에 의해 분리·정량하였다.

2) 전분의 제조 및 성분분석

고구마전분의 제조는 Willigen의 방법[15]에 따라 제조한 다음 실온에서 풍건하고, 60 mesh 체를 통과시켜 분석용 시료로 하였으며, 이들 분리전분의 조성은 수분 11.01~18.84%, 조단백 0.09~0.05%, 조지방 0.04~0.08%, 회분 0.27~0.43%였다.

3) 전분입자의 성상

전분입자의 크기와 형태는 Nikon photomicroscope와 scanning electron microscope을 사용하여 각각 400배, 1,000배로 관찰하였다.

4) 전분의 이화학적 특성

아밀로스 함량은 iodicolorimetric 법[16]에 따라 실시하였으며, 표준곡선은 감자 아밀로스와 아밀로펙틴(Sigma 사)을 일정비율로 혼합하여 작성하였다. 전분의 blue value는 Gilbert 및 Spragg의 방법[17]으로, 알카리수는 Schoch의 방법[18]에 따라 측정하였고, 물결합력은 Medcalf 및 Gilles의 방법[19]에 따라 측정하였다. 팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법을 일부 변경시킨 Kainuma 등[20]의 방법에 따라 50°C에서 90°C의 온도범위에서 조사하였다. 호화온도는 전분현탁액(0.2%)을 50~90°C의 온도범위에서 분광광도계로 625 nm에서의 광투과도를 측정하였고[21], 분리전분의 전조성은 전분농도를 6%로 하여 Bravender/amylograph를 이용하여 측정하였다.

5) 품종별 고구마의 관능시험

품종별 고구마를 증기 및 마이크로웨이브 처리구로 나누어 가열처리하였으며, 이들 시료에 대해 5단계 평점법에 따라 조직감 및 맛에 대한 관능검사를 실시하였다. 이때 기호도척도는 "대단히 좋다"일 경우 5점, "대단히 나쁘다"일 경우 1점으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 원료 고구마의 특성

품종별 원료고구마의 조성은 Table 1과 같다.

수분함량은 홍미가 80%로 가장 높고 선미가 71%로 가장 낮았으며, 전분함량은 은미가 16.95%로 가장 낮은 반면 신미가 24.56%으로 가장 높았으며 품종간에 상당한 차이를 나타내어 일반적으로 고구마는 품종에 따라 전분함량의 차이가 많다는 다른 연구결과들과 유사한 경향이었다[21].

2. 원료 고구마의 유리당 조성

품종별 고구마의 유리당은 Table 2에서 나타난 바와 같이 sucrose, fructose, glucose의 순으로 그 함량이 높았고, 이중 주종을 이루는 sucrose는 신미의 4.1%에서 진미품종의 1.6%까지 품종간의 차이가 큼을 알 수 있었다.

3. 전분입자의 성상 및 입경분포

광학현미경과 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 Table 3 및 Fig. 1과 같다. 품종별 고구마의 평균입경은 10.4~14.2μ으로 품종간의 차이가 크지 않았고, 모든 품종이 hilum이 중앙에 있는 둥글거나 다각형의 형태였으나, 신미품종의 전분입자는

Table 2. Contents of free sugar of the sweet potato in different varieties

Varieties	Free sugars(%)			Total
	Fructose	Glucose	Sucrose	
Eunmi	1.24	0.96	3.02	5.22
Jinmi	2.20	1.97	1.60	5.77
Shinmi	1.04	0.98	4.10	6.12
Sunmi	0.67	0.61	3.85	5.13
Hongmi	0.61	0.53	3.08	4.22
Hwangmi	1.27	0.77	2.92	4.96

Table 3. Microscopic characteristics of the sweet potato starch in different varieties (μ)

Varieties	Size(dia.) range	Size(dia.) number average	Shape
Eunmi	5—24	11.9	round, polygonal
Jinmi	5—32	10.4	round, polygonal
Shinmi	2—42	14.2	polygonal
Sunmi	5—35	13.2	round, polygonal
Hongmi	3—28	11.6	round, polygonal
Hwangmi	3—27	11.8	round, polygonal

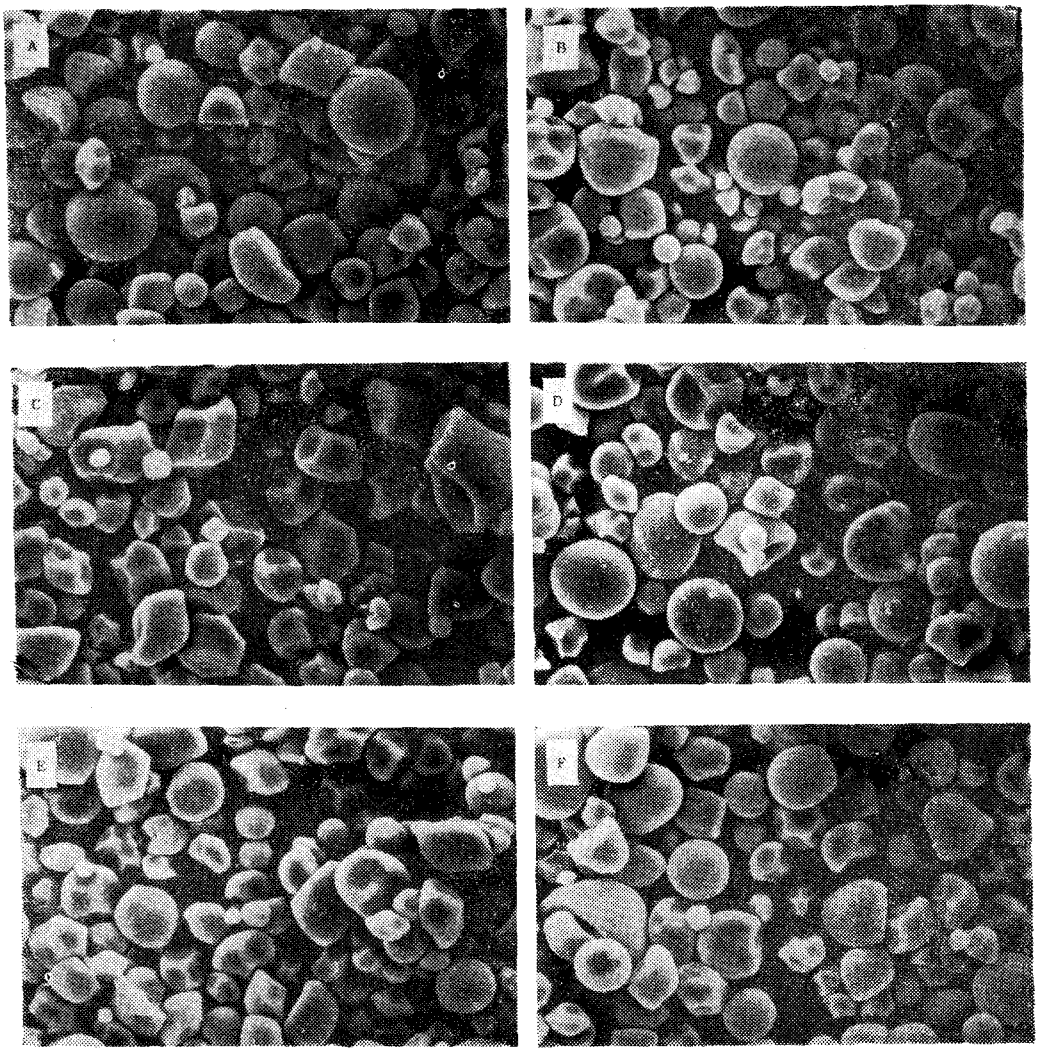

Fig. 1. Scanning electron microscopes of sweet potato starch granules (1,000×).
A : Eunmi, B : Jinmi, C : Shinmi, D : Sunmi, E : Hongmi, F : Hwangmi.

Table 4. Amylose contents, blue value and alkali number of the sweet potato starch *in different varieties*

Varieties	Amylose (%)	Blue value	Alkali number
Eunmi	25.03	0.29	9.52
Jinmi	25.31	0.31	9.98
Shinmi	27.03	0.33	12.13
Sunmi	27.44	0.36	10.35
Hongmi	28.08	0.34	7.06
Hwangmi	26.35	0.32	8.72

대부분의 입자가 특징적인 다각형으로 구성되어 있었으며, 주사전자현미경에 의한 전분의 형태를 관찰한 결과 입자의 표면은 둥글고 평활하였다. Fujimoto 등[22]은 미숙 고구마의 입경은 10 μ 이하로 작으나 성숙하게 되면 평균입경이 12.2 μ 이라 했고, Madamba 등[23]은 일반적으로 고구마전분의 입자는 7~24 μ 크기로 hilum이 중앙에 있으며 둥글거나 다각형의 형태를 유지한다고 했다.

4. 분리전분의 이화학적 특성

분리전분의 아밀로스, blue value 및 alkali number의 측정결과는 Table 4와 같다. 아밀로스 함량은 은미, 진미품종이 25%로 가장 낮고, 홍미, 선미품종이 28%로 가장 높아 품종에 따라 차이를 보였으며, 전분의 직쇄상 분자의 양을 상대적으로 비교할 수 있는 값인 blue value도 은미, 진미가 0.29, 0.31인 반면 선미, 홍미가 0.34, 0.36으로 유사한 경향을 보였다.

이와같은 결과는 Rasper 등[24]이 보고한 고구마 전분의 아밀로스 함량보다 다소 높게 나타났는데 이는 측정방법에 따른 차이로 생각된다. 전분의 환원성 말단기의 수를 상대적으로 예측할 수 있는 알카리수의 측정결과 홍미의 7.0에서 신미의 12.0로 품종간에 따른 차이가 컸으며, 일반적으로 알려져 있는 서류전분의 알카리수인 5.7~6.9에 비해[18] 홍미를 제외한 다른 품종은 높은 결과를 보였다.

Table 5, 6은 온도에 따른 고구마 전분의 팽윤력, 용해도 및 물결합력의 측정 결과이다. 각 품종 모두 50°C까지는 팽윤이 거의 일어나지 않았으나 60°C이후 부터는 급속한 증가를 보여 전체적으로 홍미, 황미, 진미품종이 신미, 선미, 은미 품종보다 팽윤력이 높았다. 용해도의 측정 결과에 있어서도 각 품종 모두 60°C 이후부터 급격한 증가를 나타내어, 90°C에서는 홍미가 79로 가장 높고 은미가 60으로 가장 낮아 품종간에 차이를 나타내었다. 이와같은 결과는 일반적으로 고구마 전분은 감자 전분에 비해 각 온도별 팽윤력과 용해도가 낮다는 Madamba 등[23]의 보고와 같은 결과이었다. 팽윤력과 용해도 페턴에 있어서 전분들 사이의 차이는 전분입자내의 micellar network의 강도와 특성[25], 아밀로스와 아밀로펙틴의 비율 및 분자량 등[26]에 의해 영향을 받기 때문이라 알려져 있다. 고구마 전분의 물결합력은 은미가 211.6%로 가장 높았고, 신미가 175.7%로 가장 낮았으며, 특히 은미품종은 일반적으로 알려져 있는 고구마 전분의 물결합력보다[10] 훨씬 높은 결과를 나타내었다. 전분의 물결합력은 그 출처에 따라 각기 다르며 두류전분은 83.9%[27], 쌀전분은 100~134%[28] 정도로 알려져 있다.

품종별 고구마 전분용액의 (0.2%) 온도에 따른 광투과도의 변화는 Fig. 2와 같다. 진미, 은미, 황미품종은 63°C까지 홍미, 선미, 신미품종은 이보다 다소 높은 65°C까지 큰 변화를 나타내지 않았

Table 5. Swelling power and water binding capacity of the sweet potato starch *in different* varieties

Varieties	Temperature (°C)					Water binding capacity
	50	60	70	80	90	
Eunmi	2.2	3.8	22.2	31.9	63.1	211.6
Jinmi	2.2	4.3	21.3	38.7	83.9	185.6
Shinmi	2.1	2.5	16.7	38.4	72.1	175.7
Sunmi	2.2	2.9	15.9	32.8	78.8	188.8
Hongmi	2.3	2.9	24.9	45.9	95.2	192.6
Hwangmi	2.3	3.2	19.4	38.2	87.4	191.1

Table 6. Solubility of the sweet potato starch in different varieties

Varieties	Temperature (°C)				
	50	60	70	80	90
Eunmi	0.41	1.36	17.8	30.2	60
Jinmi	0.41	1.20	16.8	38.2	65
Shinmi	0.32	0.49	11.0	42.6	73
Sunmi	0.48	0.69	10.1	32.6	62
Hongmi	0.68	1.84	41.0	49.6	79
Hwangmi	0.37	0.83	16.8	39.4	68

Table 7. Amylograph data on the sweet potato starch (6% solid basis) in different varieties

Varieties	Initial pasting temp. (°C)	Maxium viscosity (B.U)	Height at 92°C (B.U)	15 min hold height (B.U)
Eunmi	68.3	1,130	1,100	1,130
Jinmi	68.3	920	920	890
Shinmi	70.8	940	900	880
Sunmi	71.3	890	880	890
Hongmi	70.4	750	720	690
Hwangmi	69.5	1,060	1,060	1,040

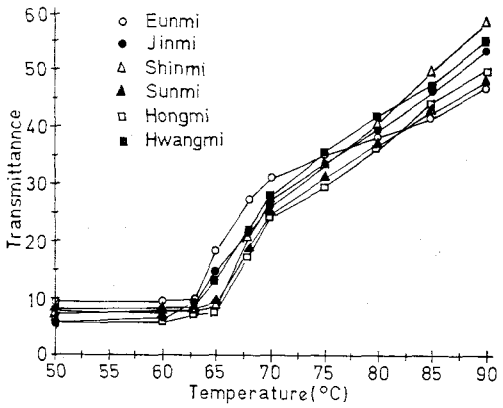

Fig. 2. Changes in transmittance of 0.2% starch suspension in different varieties

으나 그 후 입자가 수화되면서 각 품종 모두 급격히 증가하였다. 같은 농도의 현탁액에서 초기의 광투과도는 은미가 가장 높았으나, 호화가 진행됨에 따라 신미가 가장 높은 광투과도를 나타내었다.

고구마전분의 아밀로그람 분석결과는 Table 7과 같다. 호화 개시온도는 은미, 진미품종의 68.3°C

Table 8. Correlation coefficient between taste, texture and chemical composition of the sweet potato in different treatment

Items	Steam cooking		Microwave cooking	
	Taste	Texture	Taste	Texture
Moisture	−0.7360	−0.6537	−0.4769	−0.3754
Amylose	0.6026	0.7349	0.6981	0.7908

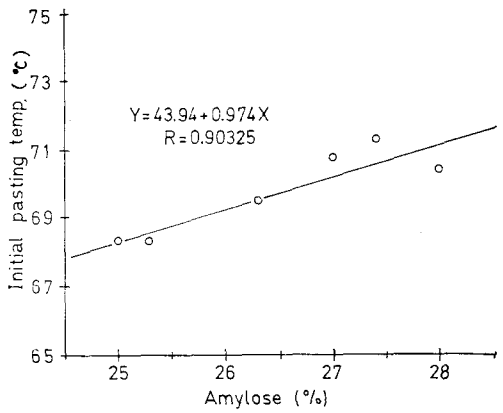

Fig. 3. Correlation coefficient between amylose contents and initial pasting temperature

에서 선미품종의 71.3°C로서 광투과도에 의한 것보다는 높은 값을 나타내었다. 92°C에서의 점도는 은미가 1100(B.U)로 가장 높았고, 홍미가 720 (B.U)로서 가장 낮았으나 각 품종 모두 호화정점을 볼 수 없었으며, 고온에서 계속 가열시 모든 품종이 거의 breakdown 현상을 나타내지 않았다. 이러한 호화양상 및 최고온도에서의 breakdown 현상이 거의 나타나지 않는 특성은 두류전분과 칡전분에서[27] 흔히 나타나는 양상과 유사하였으며, Nikuni 등[29]은 고구마전분의 호화양상은 재배온도나 품종에 따라 다르게 나타나며, 같은 품종의 경우에도 재배온도가 높으면 호화 개시온도가 높다고 했다.

Fig. 3은 품종별 고구마 전분의 아밀로스 함량과 호화 개시온도와의 상관관계를 나타낸 것으로 높은 양의 상관관계 (r=0.9032)를 나타내었다. 전분의 호화는 아밀로스 함량만으로 결정되지는 않지만 아밀로스 함량에 있어서의 증가는 평균 호화온도의 상승을 야기하며, 서로 밀접한 관계가 있다[23,26].

5. 고구마의 식미와 이화학적 특성과의 상호관계

고구마는 가열 후의 텍스쳐 특성에 따라 물고구

마와 밤고구마로 구분된다.

본 시험에서는 증기 및 마이크로웨이브 가열처리한 고구마의 맛과 조직감에 대한 관능검사 결과와 원료고구마의 수분 함량 및 분리전분의 아밀로스 함량과의 상관관계를 조사한 결과는 Table 8과 같다. 증기가열의 경우 고구마의 맛과 조직감은 수분함량과는 음의 상관관계($r = -0.736$, $r = -0.653$)를, 아밀로스 함량과는 양의 상관관계($r=0.602$, $r=0.734$)를 보였다. 마이크로웨이브로 가열한 고구마는 수분함량과는 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았으나, 전분의 아밀로스 함량과는 양의 상관관계($r=0.698$, $r=0.790$)를 나타내었다.

Madamba 등[30]은 고구마의 아밀로스 함량은 고구마 가루의 제빵특성과 조리 후 고구마의 조직감에 영향을 미친다고 보고한 바 있다. 그러나 곡류 특히 쌀의 경우에 있어서 아밀로스 함량과 밥의 조직감과는 음의 상관관계[31]를 나타내고 있어 고구마의 경우와는 서로 상반되는 경향을 보이고 있으므로 향후 이에 대한 보다 면밀한 검토가 필요한 것으로 사료된다.

요　약

우리나라에서 재배되고 있는 고구마중 6개 장려품종에 대하여 원료 고구마 및 분리전분에 대한 물리화학적 성질들을 조사하였다.

6개 품종의 고구마중 전분함량은 신미가 24.56%로 가장 높았고, 은미가 16.95%로 가장 낮았다.

전분입자의 형태는 구형과 다각형이었으나 신미 품종은 대부분의 입자가 다각형이었으며, 품종별 분리전분의 평균입경은 10.4～14.2μ였다.

분리한 전분의 아밀로스 함량은 25～28% 범위이었고, blue value와 알카리수는 각각 0.29～0.36, 7.0～12의 범위였다.

전분의 팽윤력과 용해도는 50°C까지는 큰 변화가 없었으나 그 후 급격히 증가했고, 물결합력은 은미가 211.6%로 가장 높은 반면 신미는 175.7%로 가장 낮았다.

6% 전분현탁액의 아밀로그람 패턴은 모든 품종이 호화정점을 나타내지 않았고, 최고점도는 은미 품종이 1130(B.U)였고, 홍미가 750(B.U)이었으며, 0.2% 전분현탁액의 광투과도는 은미, 황미, 진미가 65°C에서, 홍미, 신미, 선미는 68°C에서 급격히 증가했다.

전분의 아밀로스 함량은 호화 개시온도와 양의 상관관계를 나타내었다.

증기 가열한 고구마의 맛과 조직감은 수분함량과는 음의, 아밀로스 함량과는 양의 상관관계를 나타내었으나, 마이크로웨이브 가열한 고구마는 단지 아밀로스 함량과만 양의 상관관계를 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 서기봉, 이성갑 : 농사시험연구보고, 11 : 6, (1968)
2. 山村 穎 : 澱粉科學ハンドブック, 朝倉書店, 東京, p. 352(1980)
3. Walter, W.M. Jr., Purcell, A.E. and Nelson A.M.: J. Food Sci., 40 : 793 (1975)
4. Lambou, M.G.: Food Tech., 12 : 150 (1958)
5. Sistrunk, W.A.: J. Food Sci., 36 : 39 (1971)
6. Sistrunk, W.A., Miller, J.C. and Jones, L.G.: Food Tech., 8 : 223 (1954)
7. Ahmed, E.M. and Scott, L.E.: Ameri. Soci. Horti. Sci., 80 : 376 (1962)
8. Baumgardener, R.A. and Scott, L.E.: Ameri. Soci. Horti. Sci., 83 : 629 (1965)
9. 신말식, 안승요 : 한국농화학회지, 26(2) : 137 (1983)
10. 임단영 : 서울대학교 석사학위논문 (1984)
11. 신말식, 안승요 : 한국식품과학회지, 18(6) : 413 (1986)
12. A.O.A.C: Official Methods of Analysis, 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p. 123 (1970)
13. Nelson, N.J. and Somogyi, M.: J. Biol. Chem., 513 : 375 (1944)
14. Wilson, A.M. and Work, T.M.: J. Food Sci., 46 : 300 (1981)
15. Willigen, A.H.A.: Methods in Carbohydrate Chemistry, Whistler, R.L. (ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p. 9, (1964)
16. 福場博保, 具沼圭二 : 澱粉科學ハンドブッケ, p. 174 (1977)
17. Gilbert, G.A. and Spragg, S.P.: Methods in Carbohydrate Chemistry, Whistler, R.L. (ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p. 168 (1964)
18. Schoch, T.J.: Methods in Carbohydrate Ch-

emistry, Whistler, R.L. (ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p. 61 (1964)
19. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Cereal Chem. 42 : 558 (1965)
20. 具沼圭二, 宮本成彦, 吉岡眞一 : 澱粉科學, 23 : 59 (1976)
21. Naivikul, O. and D'Appolonia, B.L.: Cereal Chem., 56 : 24 (1979)
22. Fujimoto, S., Nagahama, T. and Kanie, M.: J. Agric. Chem. Soc. of Japan, 45 : 68 (1972)
23. Madamba, L.S.P., Bustrillos, A.R. and Sanpedro, E.L.: The Philippine Agriculturist J., 58 : 338 (1975)
24. Rasper, V.: J. Sci. Fd. Agric., 18 : 240 (1967)
25. Greenwood, C.T. and Mackenzie, S.: Starke, 15 : 251 (1963)
26. Leach, H.W., Mccowen, L.D. and Schoch, T.J.: Cereal Chem., 36 : 534 (1959)
27. 김완수, 이혜수, 김성곤 : 한국농화학회지, 23 : 166 (1980)
28. 김성곤, 한태룡, 이양희 : 한국식품과학회지, 10 : 157 (1978)
29. Nikuni, Z., Hizukuri, S. and Maeda, I.: J. Agric. Chem. Soc. Japan, 37 : 673 (1963)
30. Madamba, L.S.P. and Sanpedro, E.L.: The Philippine Agric. J., 59 : 350 (1976)
31. 김성곤, 이정행, 임무상 : 한국작물학회지, 30 (3) : 320 (1985)