

품종별 감자 전분의 이화학적 특성

석호문 · 박용곤 · 남영중 · 민병용

농수산물유통공사 종합식품연구원

(1987년 2월 12일 수리)

Physicochemical Properties of Several Potato Starches

Ho-Moon Seog, Yong-Kon Park, Young-Jung Nam and Byong-Yong Min

Food Research Institute/AFMC, Suwon, Korea

Abstract

The physicochemical properties and characteristics of potato starches which were isolated from the six varieties were investigated. The ash content of starch prepared from the Arkula showed lower than that of the other five samples. The shapes of starch granules were oval and round, and the average diameters were in the range of 25~26.9 microns. The main constituents of the inorganic components of each starch sample were found to be phosphorus and potassium. The amylose contents of starches were between 27.2~32%, and blue value, alkali numbers were in the range of 0.42~0.45 and 5.8~7.7, respectively. Amylograph data revealed that Nook Sack had the highest viscosity at all reference points. The swelling power and solubility patterns were negligible until 50°C, thereafter it increased rapidly.

서 론

감자전분은 포도당 잔기의 6탄소에 결합된 인산을 함유하기 때문에 호화할 때 점도가 높고, 전분 제조시 용수에 따른 점도특성에는 품종간에 큰 차이가 있으며^{1,2)}, 또한 인산함량과 양이온의 비율을 변화시킴으로써 감자전분의 물성을 폭넓게 변화시킬 수 있다³⁾.

그러나 국내산 감자에 대한 연구로는 감자의 품종별 일반성분³⁾, 저장⁴⁻⁶⁾, 조리방법⁷⁾, 감자가루의 특성⁸⁻¹⁰⁾ 및 potato chip 제조에⁹⁾ 관한 연구가 주를 이루고 있으며 감자 고품분의 대부분을 차지하는 전분에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 6품종의 원료감자의 성질을 조사함과 동시에 품종별로 전분을 분리한 뒤 이들에 대한 물리화학적 특성을 조사하여 품종간 전분의 특성 차이를 이해하고 감자의 가공적성 파악과 원료감

자의 특성을 살린 응용기술의 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재 료

농촌진흥청 원예시험장에서 시험재배된 Superior Nook Sack, Russet Burbank, Lemhi Russet, Denali, Arkula의 6품종 감자를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 원료감자의 특성

감자의 비중은 공기 및 수중에서의 증량을 측정하여 산출¹¹⁾하였으며, 알콜불용성 고품분(AIS)의 양은 재배식물 분석측정법¹²⁾에 따라, 전분 함량은 McCready 등의 방법¹³⁾에 따라, 감자의 유리당 분석은 Wilson 등의 방법¹⁴⁾에 따라 시료를 조제한 후 HPLC에 의해 분리, 정량하였다.

2) 전분의 분리 및 일반성분

전분은 Willigen의 방법¹⁵⁾에 따라 제조하였고 일반성분은 A.O.A.C 방법¹⁶⁾에 따라 분석하였다.

3) 전분입자의 성상

전분입자의 형태와 크기는 nikon photomicroscope 및 ISI-SS 130 scanning electron microscope를 사용하여 각각 300배, 500배로 관찰하였다.

4) 전분의 이화학적 특성

감자전분의 blue value는 Gilbert 및 Spragg의 방법¹⁷⁾에 따라, 알카리수는 Schoch의 방법¹⁸⁾에 따라 측정하였으며, 아밀로스 함량은 iodolorimetric법¹⁹⁾에 따라 실시하였다. 용해도 및 팽윤력은 Kainuma 등의 방법²⁰⁾에 따라 50~90°의 온도 범위에서 조사하였고, 전분현탁액(0.3%)의 광투과도는 Wilson 등의 방법²⁰⁾에 따라 625 nm에서 측정하였고, 호화양상은 Brabender/amylograph를 이용하였으며 전분농도는 건물중으로 3%를 사용하였다. 전분 호화액의 저온 저장중 투광도의 변화는 Kainuma 등의 방법²⁰⁾에 따라 1% 전분 호화액을 4°C의 냉장고에 보관하면서 시일별로 600 nm에서 측정하였다.

5) 전분의 인산 및 양이온의 변화

전 인산의 정량은 Smith 및 Caruso의 방법²¹⁾에 따라, 무기인산은 Kainuma 등의 방법²⁰⁾에 따라 측정하였고, 양이온의 함량은 원자흡광 분광광도계를 사용하여 측정하였다.²²⁾

결과 및 고찰

1. 원료감자의 특성

품종별 원료감자의 특성을 비중, 알콜 불용성 고형분, 전분함량 및 유리당의 조성을 통하여 살

펴본 결과는 Table 1과 같다.

비중에 있어서는 Nook Sack 품종이 1.059 로 가장 낮고 Denali 품종이 1.077로서 가장 높았으며, 비중과 밀접한 관련을 갖는 전분함량에 있어서도 Nook Sack 품종이 12.4%로 가장 낮고 Denali 품종이 14.5%로 가장 높았다.

알콜 불용성 고형분(AIS)에는 전분, 펙틴, 헤미셀룰로즈, 셀룰로즈 등의 다당류가 포함되며²³⁾, 이는 감자의 건물량과 밀접한 관련이 있다. AIS의 측정결과에 있어서도 Denali 품종이 22.0%로 가장 높고, Nook Sack 품종이 19.0%로 가장 낮아 전분의 수량만을 고려할 경우에는 Denali 품종이 우수한 것으로 나타났다.

감자의 유리당은 주로 sucrose, glucose, fructose이며 이 중 환원당인 glucose와 fructose의 함량이 0.3% 이상이면 감자 chip의 가공용으로는 부적당한 것으로 알려져 있다²⁴⁾. 본 연구의 경우 감자의 유리당중 주종을 이루는 것은 sucrose로서 Russet Burbank 품종의 0.33%에서 Arkula 품종의 0.74%로 분포되어 있고, 환원당의 경우에는 Lemhi Russet 품종을 제외한 다른 5품종의 감자는 0.2% 이하로서 환원당의 면에서는 가공용으로 양호한 것으로 나타났다.

2. 품종별 감자전분의 일반성분

품종별 감자전분의 일반성분 분석결과는 Table 2와 같다.

일반성분 중 회분 함량의 경우 Arkula 품종이 0.08%로서 다른 5가지 품종의 0.20~0.27%에 비해 극히 낮은 값을 나타내었다. Yagi 등¹¹⁾은 감자 전분의 회분 함량은 품종에 따라 차이가 있으며 회분 함량의 고저는 숙기에 의한 것이 아니라 품

Table 1. Some properties of the potato in different varieties

Varieties	Specific gravity	AIS*(%)	Starch(%)	Free Sugars (%)		
				Fructose	Glucose	Sucrose
Superior	1.073	20.2	12.9	0.05	0.17	0.63
Nook Sack	1.059	19.0	12.4	0.01	0.04	0.49
Russet Burbank	1.069	21.6	13.5	0.01	0.04	0.33
Lemhi Russet	1.071	21.4	14.3	0.13	0.26	0.58
Denali	1.077	22.0	14.5	0.03	0.04	0.45
Arkula	1.073	21.8	14.0	0.03	0.06	0.74

* Alcohol insoluble solid

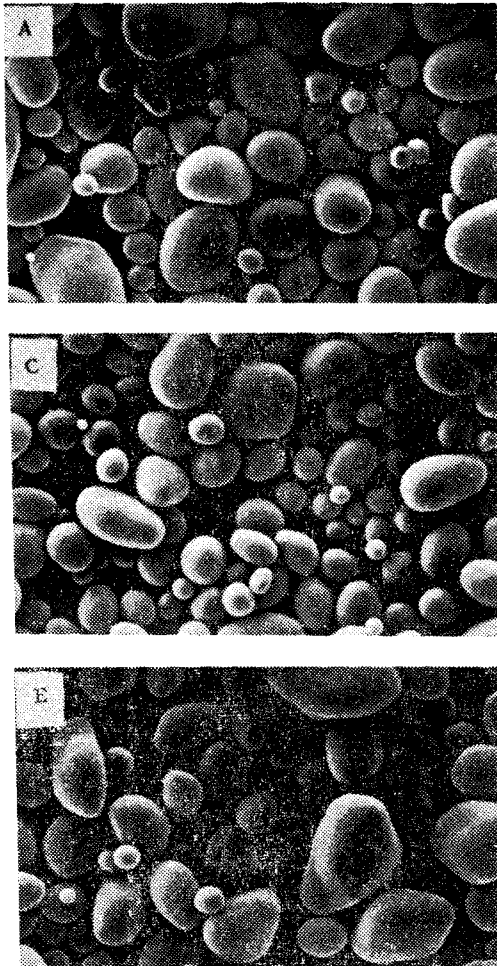
Table 2. Proximate compositions of the potato starch in different varieties (%)

Varieties	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Superior	19.0	0.08	0.06	0.21
Nook Sack	16.1	0.08	0.05	0.26
Russet Burbank	19.1	0.07	0.04	0.20
Lemhi Russet	16.0	0.07	0.04	0.25
Denali	18.6	0.09	0.04	0.27
Arkula	22.0	0.06	0.05	0.08

종의 특성에 의한 것이라 보고하였다.

3. 감자 전분입자의 성상

주사 전자현미경으로 관찰한 전분의 형태는 Fig.



1 과 같다.

전분입자의 표면은 평활하였으며 품종간에 따른 큰 차이는 발견할 수 없었고, 입자가 작은 전분은 구형, 입자가 비교적 큰 전분은 타원형으로 존재했다.

품종별 분리전분 500입자를 광학현미경에 의해 관찰한 결과 전분입자의 크기는 7.5~68.1 μ 이었으며, 각 전분의 평균입경은 25~26.9 μ 였다. Moss²⁵⁾ 는 감자 전분입자의 크기는 15~100 μ 에 걸쳐 분포되어 있고 평균 입경은 12.5~35.5 μ 이라 보고했다.

4. 전분의 blue value, 아밀로스 함량 및 알칼리수

전분의 blue value, 아밀로스 함량 및 알칼리수는 Table 3 과 같다. 전분의 적쇄상 분자의 양을

Fig. 1. Scanning electron micrographs of potato starch granules ($\times 500$).

A: Arkula, B: Russet Burbank, C: Denali, D: Lemhi Russet, E: Nook Sack, F: Superior

Table 3. Amylose contents, blue value, alkali number of the potato starch in different varieties

Varieties	Blue value	Amylose content	Alkali number
Superior	0.42	28.0	6.1
Nook Sack	0.43	30.5	6.9
Russet Burbank	0.43	29.5	6.6
Lemhi Russet	0.44	30.5	6.5
Denali	0.42	27.2	5.8
Arkula	0.45	32.0	7.7

상대적으로 비교할 수 있는 blue value 는 Superior, Denali 품종이 0.42로 가장 낮고, Arkula 품종이 0.45로 가장 높았다.

아밀로스 함량에 있어서도 Arkula 품종이 32%로서 가장 높을뿐 아니라 환원성 말단기의 수를 상대적으로 예측할 수 있는 알카리수에 있어서도 Arkula 품종은 7.7을 나타내어 일반적으로 알려져 있는 감자전분의 알카리수인 5.7~6.9¹⁸⁾에 비해 다소 높은 결과를 보였다. 전분의 아밀로스 함량은 22%²⁶⁾ 또는 25% 정도²⁷⁾로 알려져 있으나 본 시험의 경우 감자 품종간에 최고 32.0%에서 최저 27.2%로서 비교적 높게 나타난 것은 Horiuchi 등²⁸⁾이 지적한 비색법의 결과는 전류 적정법에 비해 5% 이상 아밀로스 함량이 높게 나타난다는 점으로 미루어 볼 때 측정방법에 따른 차이로 생각된다.

5. 전분의 인산 및 양이온 함량

Table 4는 품종별 감자전분의 인 함량 및 K, Mg, Na, Ca 등의 양이온 함량을 측정된 결과이다.

인의 경우 유리인의 함량은 3.2~5.2 mg% 정도로서 함량면에서 낮을뿐 아니라 품종간에 큰 차

이를 보이지 않아 감자 전분내의 인은 대부분 결합인의 형태로 존재하고 있음을 알 수 있다. 감자전분의 결합인은 60~70%가 포도당 잔기의 6탄소에 결합되어 있고, 나머지는 거의 3 위치에 에스테르 결합되어 있으며²⁹⁾, 결합인의 함량은 Arkula 품종이 41.1mg%, Nook Sack 품종이 88.0 mg %로서 품종간에 따른 차이가 큰 것으로 나타났다.

감자전분의 무기질로서는 인 다음으로 K가 차지하는 비중이 크며, 품종별로 살펴보면 Arkula가 21.3 mg%로 낮고 Denali 품종이 60.0 mg%로서, K 역시 품종간에 따른 차이가 큰 것으로 나타났다. Murakami 등³⁰⁾은 품종간 감자전분의 무기질 함량을 비교한 결과 P는 28~90 mg%, K는 19~58 mg%라 하였고 기타 Mg와 Ca 등은 그 함량이 낮은 것으로 보고하였다. 또 Kainuma 등³¹⁾은 유도체란 수법을 사용하지 않고, 감자전분의 물성을 변화시킬 목적으로 감자전분의 양이온을 H⁺, K⁺, Na⁺ 및 Ca²⁺ 등으로 치환시킨 시험에서 인의 함유량에 따라 전분의 최고점도는 크게 영향을 받게되며, 칼슘은 전분의 소화, 팽윤을 억제하는 작용을 갖고 있어 칼슘 치환량을 증가시키기에 의해 가교전분과 같이 교반에 의한 점도 안정성도 증가한다고 보고했다.

6. 소화온도 및 소화양상

0.3% 전분 현탁액의 광투과도에 의한 소화양상은 Fig. 2와 같다.

Superior, Russet Burbank, Lemhi Russet 및 Denali 품종의 경우 63°C까지, Nook Sack 및 Arkula 품종은 이 보다 다소 높은 65°C까지는 큰 변화가 없었으나 그 후 입자가 수화되면서 각 품종 모두 급격히 증가하였다.

Table 4. Metal ions and phosphorus contents of the potato starch in different varieties (mg/100g of dry starch)

Varieties	K	Mg	Na	Ca	Total cation	Phosphorus*		
						Pt	Pi	Pt-Pi
Superior	35.0	4.8	1.7	3.4	44.9	70.1	4.0	66.4
Nook Sack	49.0	5.5	1.5	2.8	49.8	92.0	4.0	88.0
Russet Burbank	33.0	3.5	1.7	1.4	39.6	72.8	3.6	69.2
Lemhi Russet	47.5	6.0	2.2	1.2	56.9	81.3	4.4	76.9
Denali	60.0	6.5	1.5	2.7	70.7	85.7	5.2	80.5
Arkula	21.3	3.4	0.9	1.2	26.8	44.3	3.2	41.1

* Pt: Total phosphorus, Pi: Inorganic phosphorus, Pt-Pi: Bound phosphorus

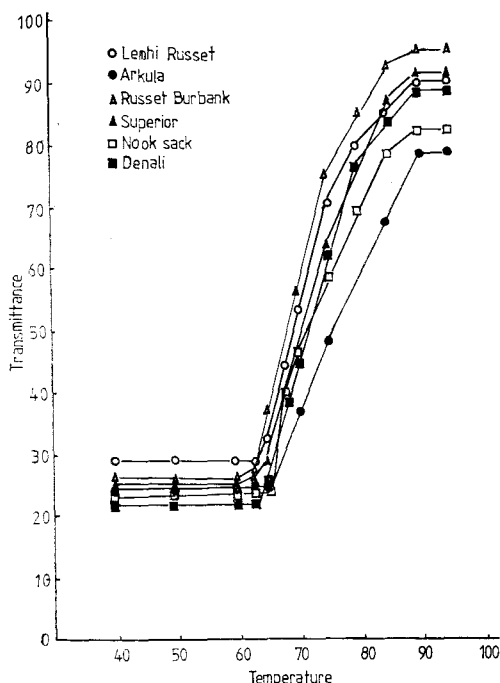


Fig. 2. Changes in transmittance of 0.3% starch suspension in different varieties.

품종별 감자전분의 아밀로그람 분석결과는 Table 5 와 같다.

일반적으로 감자전분은 호화온도가 다른 전분에 비해 낮고 점성이 강한 것이 특징³¹⁾으로 알려져 있으며, 본 시험의 경우 아밀로그라프에 의한 호화 개시온도는 Superior 품종의 63.5°C에서 Nook Sack 품종의 68°C로서 광투과도에 의한 것보다 다소 높은 값을 나타내었다. 최고점도는 Nook Sack 품종이 1,360 B.U로 가장 높았고, Arkula는 본 시험에서의 전분농도에서는 계속 가열시에도 점도가

계속 상승하여 최고점도를 보이지 않는 특이한 양상을 나타내었다. 이와같이 Arkula 품종전분의 경우 3%의 수준에서는 호화정점을 나타내지 않고, 계속 가열시에도 점도가 상승하는점 및 Table 5에는 나타내지 않았으나 4% 농도의 수준으로 할 경우 호화 peak는 관찰되나 계속 가열시 breakdown이 크지 않는 점 등은 Schoch 등³²⁾이 보고한 녹두전분의 점도양상(저농도에서는 최고점도를 보이지 않으나, 고농도에서는 breakdown이 크지 않음)과 유사한 경향이였다.

Breakdown에 있어서도 Superior 품종이 400 B.U로서 가장 낮은 값을 나타낸 반면 Nook Sack 품종은 730 B.U로 가장 높아 최고점도가 높은 품종의 전분이 breakdown 현상이 크게 나타남을 알 수 있다.

小倉德重³³⁾는 여러 종류의 감자전분에 대해 아밀로그람의 점도양상을 A, B 및 C의 3가지로 나누어 A형은 호화개시 온도가 낮고 최고점도가 높으며 계속 가열시 breakdown이 큰 것, C형은 호화개시온도가 높고 최고점도는 낮으나 계속 가열시 breakdown이 크지 않은 것, B형은 A와 C의 중간적인 성질을 나타내는 것으로 분류하였다. 따라서 본 시험에 공시한 감자전분중 Arkula 품종을 제외한 5가지 품종의 전분은 모두 2단계 팽윤을 나타낼뿐 아니라 호화 개시온도가 일반적으로 알려져 있는 60~62°C 보다 다소 높고 breakdown이 큰 점은 A형에, 2단계 팽윤을 나타내는 점은 C형에 속해 A와 C의 성질을 함께 가진 것으로 생각된다.

7. 팽윤력과 용해도

품종별 감자전분의 팽윤력과 용해도의 측정결과를 Table 6 및 7과 같다.

60°C 이하에서는 각 품종 모두 그다지 큰 변화

Table 5. Amylograph data on the potato starch (3% solid basis) in different varieties

Varieties	Initial pasting temp.(°C)	Peak height (B.U)	Peak height temp.(°C)	Height at 95°C	15 min hold height	Break down (B.U)
Superior	63.5	900	95.0	900	500	400
Nook Sack	68.0	1,360	93.5	1,260	630	730
Russet Burbank	64.5	1,060	93.0	940	445	615
Lemhi Russet	64.0	1,200	90.4	980	525	675
Denali	65.0	1,120	93.0	1,025	545	575
Arkula	66.5	no peak	—	355	555	—

Table 6. Swelling power of the potato starch in different varieties

Varieties	Temperature (°C)				
	50	60	70	80	90
Superior	11.34	28.71	80.90	143.70	167.97
Nook Sack	10.89	15.24	91.17	126.15	170.20
Russet Burbank	7.54	34.41	137.61	174.21	280.11
Lemhi Russet	10.89	32.94	81.24	162.36	230.19
Denali	11.19	17.49	117.69	148.47	207.33
Arkula	11.13	17.10	42.80	102.70	130.18

Table 7. Solubility of the potato starch in different varieties

Varieties	Temperature (°C)				
	50	60	70	80	90
Superior	2.93	4.23	21.52	23.12	27.86
Nook Sack	1.02	2.20	17.06	20.25	24.66
Russet Burbank	1.37	4.06	20.78	24.12	28.06
Lemhi Russet	1.57	3.30	23.12	26.27	29.18
Denali	1.67	3.16	22.03	23.40	27.14
Arkula	1.01	2.34	13.85	16.18	27.36

Table 8. Changes in transmittance at 600 nm of the 1% potato starch pastes during cold storage at 4°C

Varieties	Storage time (days)							
	0	1	2	4	8	10	15	20
Superior	95.9	94.7	81.7	59.7	35.3	32.1	28.4	29.0
Nook Sack	101.6	98.3	65.3	43.0	35.9	33.9	31.2	31.0
Russet Burbank	101.7	98.7	78.9	48.4	32.4	28.2	24.8	24.8
Lemhi Russet	101.2	97.7	68.6	43.3	33.4	30.4	27.8	28.0
Denali	101.4	97.2	67.1	41.3	33.9	31.2	28.8	29.0
Arkula	94.1	92.1	75.0	48.9	34.0	28.5	23.8	23.0

를 나타내지 않지만 60°C 이상에서 부터 Arkula 를 제외한 5품종의 전분은 급격히 증가하는 경향을 보이며 90°C에서는 Superior 품종의 168 에서 Russet Burbank 품종의 280 정도로써 품종간게 뚜렷한 차이를 보였다. 그러나 Arkula 품종의 전분은 다른 품종에 비해 각 온도별에 따른 팽윤력이 낮을뿐 아니라 60°C에서 보다 70°C 이상에서 보다 신속한 증가 경향을 나타내었다.

용해도의 측정결과에 있어서도 Arkula를 제외한 전분은 거의 동일한 경향을 나타내며 온도에 비례하여 상승하지만 70°C 이상에서는 상승률이 감소

하고 있다. 그러나 Arkula 품종은 다른 품종의 전분에 비해 80°C 까지의 용해도가 낮을뿐 아니라 90°C 까지 지속적인 증가 경향을 나타내었다.

Arkula 품종전분의 팽윤력이 다른 품종의 전분에 비해 90°C에서도 극히 낮고 각 온도별에 따른 용해도가 낮은 결과는 아밀로그람에 있어 계속 가열시 최고점도를 나타내지 않는 이유중의 하나가 아닌가 생각된다.

8. 저온저장중 투광도의 변화

1% 전분 호화액을 4°C에서 저장하면서 경시별

로 투광도의 변화를 측정한 결과는 Table 8과 같다.

각 품종 모두 저장 2일째 부터 급격한 투광도의 저하경향을 보이며 품종간에 큰 차이는 볼 수 없고 다만 Arkula 품종의 전분이 다른 품종에 비해 저장 말기까지 다소 낮은 값을 나타내었다.

요 약

6개 품종의 감자에서 분리한 전분의 물리화학적 특성을 조사하였다.

Arkula에서 분리한 전분은 다른 품종에 비해 회분 함량이 훨씬 낮았다. 분리 전분입자의 형태는 난형과 구형이었고, 평균입경은 25~26.9 μ 였다.

전분의 무기질 성분중 인산과 칼륨이 가장 중요한 성분이었다. 분리전분의 아밀로스 함량은 32~27.2%의 범위였고, blue value와 alkali number는 각각 0.42~0.45, 5.8~7.7 정도였다. 아밀로그람에 의한 호화 개시온도는 63.5~68°C의 범위였고, Nook Sack이 모든 지표에서 가장 높은 값을 나타내었다. 팽윤력과 용해도는 50°C까지는 큰 변화가 없었으나, 그후 급격히 증가했다.

참 고 문 헌

1. 矢木敏博, 下村 司, 吉岡真一 : 澱粉科學, 20 : 51(1973)
2. 具沼圭二, 宮本成彦, 吉岡真一, 鈴木累男 : 澱粉科學, 23 : 59(1976)
3. 이성갑, 서기봉 : 농사시험연구보고, (농공·잡업편), 13 : 51(1970)
4. 이미후, 김홍열 : 한국식품과학회지, 4 : 29 (1972)
5. 이미후, 김홍열 : 한국식품과학회지, 5 : 65 (1973)
6. 김성기, 박노풍 : 한국식품과학회지, 7 : 159 (1975)
7. 최혜미 : 한국식품과학회지, 8 : 80 (1976)
8. 김영수, 김성기 : 한국식품과학회지, 5 : 6 (1973)
9. 김영수, 이서래 : 한국식품과학회지, 5 : 16 (1973)
10. 이서래, 장구홍, 김호식 : 한국식품과학회지, 5 : 15 (1973)
11. European Association for potato Research:

- Methods of Assessment for Potatoes and Potato Products, Wageningen, p. 9.
12. 作物分析法委員會編 : 栽培植物分析測定法, 養賢堂, 東京, p. 35 (1976)
13. McCready, R.M., Guggolz, J., Siliveria, V. and Owens, H.S.: Analytical Chemistry, 20 : 1156(1950)
14. Wilson, A.M., Work, T.M., Bushway, A.A. and Bushway R.J.: J. Food Sci., 46 : 300 (1981)
15. Willigen, A.H.A.: Methods in Carbohydrate Chemistry, Whister, R.L.(ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p.9 (1964)
16. A.O.A.C: Official Methods of Analysis, 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.123 (1970)
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 Chemistry, Whistler, R.L. (ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p.61 (1964)
19. 福場博保, 具沼圭二 : 澱粉科學ハンドブック, 朝倉書店, 東京, p.174 (1977)
20. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P. and Snyder, H.E.: Cereal Chem., 55 : 661 (1978)
21. Smith R.J. and Caruso J.L.: Methods in Carbohydrate Chemistry, Whistler, R.L. (ed.), Academic Press, New York, Vol. 4, p.42 (1964)
22. 宮本成彦, 堤 忠一, 具沼圭二 : 澱粉科學, 23 : 91 (1976)
23. 作物分析法委員會編 : 栽培植物分析測定法, 養賢堂, 東京, p. 275 (1976).
24. Talburt, W.F. and Smith, O.: Potato Processing, The AVI Publishing Company, Inc., p. 252 (1967)
25. Moss, G.E.: Examination and Analysis of Starch and Starch Products, Radley, J.A. (ed.), Applied Science Publishers LTD London, p.9 (1976)
26. Waldt, L.M. and Kehoe, D.: Food Tech., 13 : 1(1959)

27. 吉町見一：澱粉科學ハンドブック，朝倉書店，東京，p. 346 (1977)
28. 堀内父彌，谷達雄：日農化，39：371 (1965)
29. 田端司郎，檜作進：澱粉科學，22：27 (1975)
30. 村上紀夫，淺間和夫：澱粉科學，25：177 (1978)
31. 具沼圭二，鈴木繁男：澱粉工誌，12：2 (1965)
32. Schoch, T.J. and Maywald, E.C.: Cereal Chem., 45：564 (1968)
33. 小倉徳重：食品工業，17：20 (1974)