

품종별 한국산 감자의 전분 특성 비교(II)
— 탈지한 감자전분의 이화학적 특성 —

김 경 애 · 김 선 민*

전남대학교 사범대학 가정교육과 · 전남대학교 대학원*

Comparison of Physicochemical Properties of
Several Korean Potato Starches
— Physicochemical Properties of Defatted potato starch —

Kyung, Ae, Kim, Sun Min Kim*

Dept. of Home Economics Education, Chonnam National University
Graduate School, Chonnam National University*

Abstract

Physicochemical properties on defatted potato starches, Irish Cobbler and Dejima, were investigated.

The average diameter of the Irish Cobbler and Dejima starch were 22.5-29.8 μm , and both the starches had birefringence. Irish Cobbler starch was lower than that of Dejima starch in water binding capacity, swelling power and solubility. Relative crystallinity of both the starches was decreased after defatted. The blue value of Irish Cobbler and Dejima starch was measured 0.37 and 0.35 respectively. Transmittance of 0.1% starch suspensions was higher on defatted starch than on untreated starch.

Differential Scanning Calorimetry of untreated potato starch showed higher gelatinization temperature in Irish Cobbler starch than in Dejima starch. The gelatinization enthalpy of untreated starch was higher in Irish Cobbler starch than in Dejima starch, but, after defatted, it was decreased.

서 론

최근 전분의 이용 가능성을 높이기 위하여 전분을 여러 가지 방법으로 처리하여 물리적 화학적 특성을 변화

시켜 바람직한 특성을 갖도록 연구하고 있다. 그 중 전분에 함유된 지질을 제거 또는 보충함으로써 전분의 이화학적 특성이 변화됨이 밝혀졌고¹⁻⁶⁾ 이것도 전분의 종류에 따라 다르다고 알려져 있다^{7,8)}.

감자전분에는 소량의 지질이 아밀로오스와 inclusion

compound를 형성하고 있으나⁹⁾ 우리나라에서는 감자 또는 감자분말의 지방질 성분에 관한 보고^{1,10,11)}가 있을 뿐 감자전분의 이화학적 특성과 관련된 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 감자전분 지질의 영향에 관한 기초적 연구의 일환으로서 탈지한 분질과 점질 감자전분의 이화학적 특성을 생전분과 비교하여 탈지 후 전분의 특성 변화를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

본 실험의 시료 감자는 1987년에 전라남도 지역에서 재배 수확한 분질인 남작과 점질인 데지마를 사용하였다.

2. 전분의 분리

감자전분은 알칼리 침지법¹²⁾에 의해 제조하였다.

3. 일반 성분

감자전분의 수분, 조단백, 조지방 및 회분은 AOAC 방법¹³⁾에 의하여 분석하였다.

4. 전분의 탈지

감자전분의 탈지는 Soxhlet 장치를 이용하여 먼저 ethyl ether로 24시간 동안 유리지질을 추출하고 85% methanol을 이용하여 48시간 동안 결합지질을 추출한 후 증류수로 씻고 실온에서 2일간 건조시킨 다음 100 mesh로 분쇄하여 탈지전분 시료로 사용하였다^{2,3)}.

5. 전분입자의 형태 및 크기

감자전분을 50% 글리세롤 용액에 섞어 1% 전분현탁액을 만든 다음 광학현미경과 편광현미경(Nikon AFX II, Japan)으로 200배 확대하여 관찰하였다¹⁴⁾.

전분입자의 표면 형태 및 크기는 Scanning Electron Microscope(JEOS JSM-35, Japan)를 이용하여 관찰하였다.

6. 이화학적 특성

1) 물결합 능력

전분의 물결합 능력은 Medcalf 및 Gilles의 방법¹⁵⁾에

따라 측정하였다.

2) 팽윤력과 용해도

전분의 팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법¹⁶⁾에 의해 측정하였다.

3) X-선 회절도

X-선 회절도는 X-ray diffractometer(Rigak Co., Japan)를 사용하여 target: Cu-K α , filter: Ni, voltage: 35 kv, time constant: 1 sec, F.S.R.: 1×10^3 cps 조건으로 회절각도(2θ) $4^\circ \sim 40^\circ$ 까지 회절시켜 회절 각도에 따른 peak 위치와 그림 1과 같이 결정부분과 비결정부분의 peak 면적으로부터 각 전분입자의 결정형과 상대적 결정도를 비교하였다(Fig. 1)^{17,18)}.

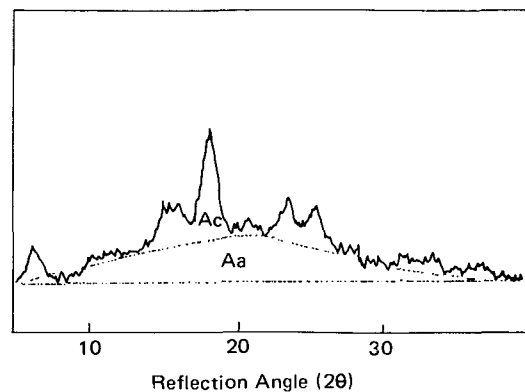


Fig. 1. X-ray diffraction pattern for relative crystallinity.

Ac: Crystalline area
Aa: Amorphous area

4) Blue value

시료 전분의 blue value는 Gilbert와 Spragg의 방법¹⁹⁾으로 측정하였다.

5) 전분의 호화온도 측정

시료 전분의 호화온도는 광투과도와 Differential Scanning Calorimetry(Dupont Instruments 910, DSC)를 이용하여 측정하였다.

전분 현탁액의 광투과도는 Willson 등의 방법¹²⁾으로 측정하였다.

DSC는 Donovan방법^{20~22)}에 따라 시료에 증류수를 1:1의 비율로 하여 현탁액을 만들고 실온에서 1시간 동안 방치한 다음 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 가열하여 endothermic peak를 얻었다.

Table 1. Proximate composition of potato starches

Component	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)
Irish Untreated	15.04	0.31	0.22	0.12
Cobbler Defatted	14.87	0.27	0.20	0.02
Dejima Untreated	15.85	0.25	0.19	0.10
Dejima Defatted	15.52	0.20	0.16	0.02

III. 결과 및 고찰

1. 전분의 일반 성분

남작과 데지마 전분은 표 1과 같이 조단백질이 0.31%, 0.25%, 조지방이 0.12%, 0.10%, 회분이 0.22, 0.19%이었다. 탈지 후에는 조지방이 남작과 데지마 전분 모두 0.02%로 나타났다(Table 1).

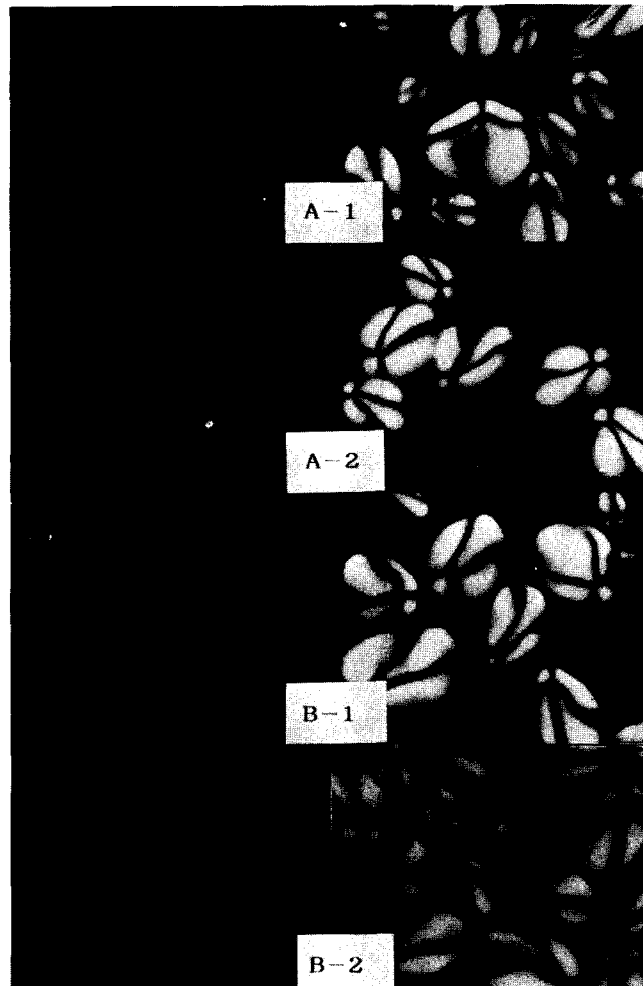


Fig. 2. Light (left) and polarized (right) micrographs of potato starches.

A-1: Untreated Irish Cobbler starch.

A-2: Defatted Irish Cobbler starch.

B-1: Untreated Dejima starch.

B-2: Defatted Dejima starch.

2. 전분 입자의 형태 및 크기

생전분과 탈지전분을 광학현미경과 편광현미경으로 관찰한 결과는 그림 1와 같다. 남작과 데지마 생전분의 입자 크기는 균일하지 않았으며, hilum의 중심은 한쪽으로 치우쳐 있었다.

편광 현미경을 통해서 관찰한 결과 탈지전분도 생전분과 같이 십자형의 복굴절 현상이 명확하게 나타났다 (Fig. 2).

전분의 입자의 표면은 그림 3과 같이 탈지전분과 생전분이 모두 매끄러웠으며 형태는 원형이나 타원형이었다 (Fig. 3).

남작 전분 입자의 크기는 12.7~40 μm , 데지마 전분 입자는 18.2~45.5 μm 로 남작전분 입자가 데지마 전분 입자보다 더 작았으며 입자의 평균 직경은 22.5~29.8 μm 이었다. 석 등²³⁾은 감자 전분 입자의 평균 직경이 25~26.9 μm 이었다고 보고하였으며, Moss²⁴⁾는 12.5~35.5 μm 이라고 보고하여 남작과 데지마 전분 입

자도 같은 크기에 속하였다.

3. 이화학적 특성

1) 물결합 능력

시료 전분의 물결합 능력은 표 2와 같다. 남작 전분이 82.4%, 데지마 전분이 88.2%로 데지마 전분의 물결합 능력이 더 높았다.

물결합 능력은 전분의 종류에 따라 다르며 두류 전분이 83.9%²⁵⁾, 밥 전분이 85%²⁶⁾, 쌀 전분이 100~134%²⁷⁾, 고구마 전분 가운데 분질인 원기는 69%,

Table 2. Water binding capacities of potato starches

Samples		Water binding capacity (%)
Irish Cobbler	Untreated	82.4
	Defatted	67.7
Dejima	Untreated	88.2
	Defatted	76.2

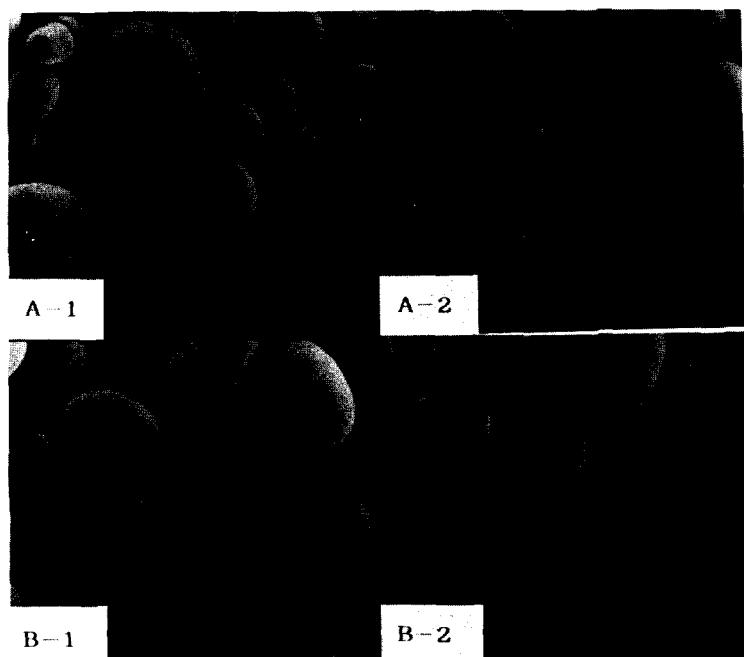


Fig. 3. Scanning electron micrographs of potato starches.

A-1: Untreated Irish Cobbler starch.

A-2: Defatted Irish Cobber starch.

B-1: Untreated Dejima starch.

B-2: Defatted Dejima starc.

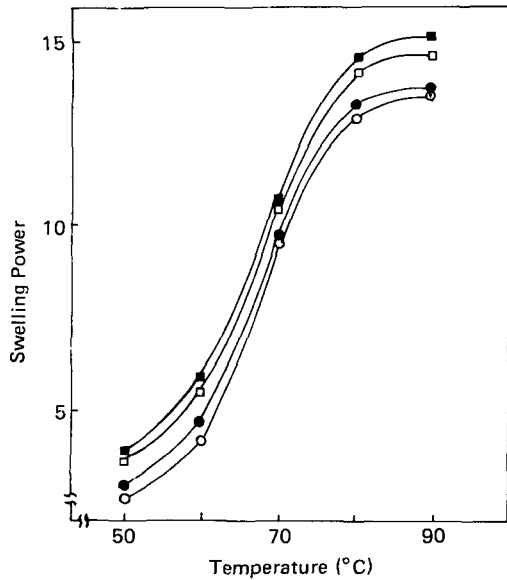


Fig. 4. Swelling power of potato starches.

- : Untreated Irish Cobbler starch.
- : Defatted Irish Cobbler starch.
- : Untreated Dejima starch.
- : Defatted Dejima starch.

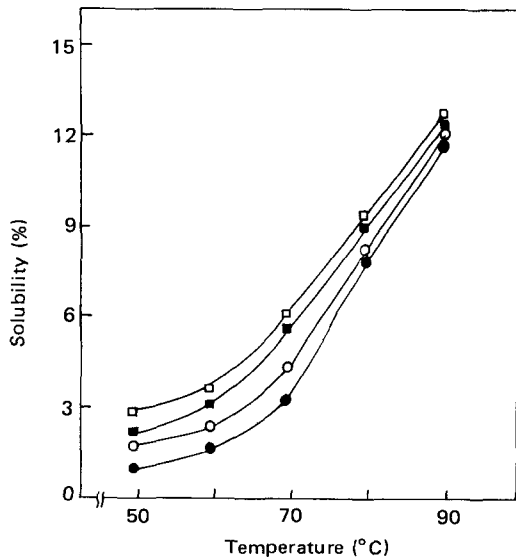


Fig. 5. Solubility of potato starches.

- : Untreated Irish Cobbler starch.
- : Defatted Irish Cobbler starch.
- : Untreated Dejima starch.
- : Defatted Dejima starch.

점질인 천미는 75%²⁸⁾로서 감자 전분이 고구마 전분보다 높은 경향을 보였다.

두 전분 모두 탈지전분이 생전분보다 물결합 능력이 감소하였으며 이는 Lorenz등⁹⁾이 탈지 후 감자 전분의 물결합 능력이 감소한다는 보고와 일치하였다.

쌀이나 밀 전분은 감자 전분과 마찬가지로 탈지에 의해 물결합 능력이 감소하지만 보리, triticale, rye같은 곡류의 탈지전분의 물결합 능력이 증가하는 것으로 보고되었다⁸⁾.

2) 팽윤력과 용해도

생전분과 탈지전분의 팽윤력은 그림 4와 같다. 생전분의 경우 데지마 전분의 팽윤력이 남작 전분보다 높았다.

그러나 온도 상승에 따른 변화 양상은 남작과 데지마 전분이 거의 동일하였다. 즉, 60°C 이하에서는 서서히 팽화되었으나 그 이후에는 급격히 증가하기 시작하여 90°C에서는 팽윤력이 약 15에 이르고 있다.

탈지전분의 팽윤력은 두 전분 모두 생전분에 비해 약간 증가하였는데 이는 지방성 성분들이 직쇄상의 amylose와 복합체를 형성하여 입자의 팽창을 제한시키기 때문에 탈지전분의 팽윤력이 더 높게 나타난 것으로 생각되며, 田村 등²⁹⁾도 지방이 amylose와 복합체를 형성함으로써 micell이 견고하게 되는 한편 전분팽윤에 필요한 물의 침입을 직접 저해한다고 보고한 바 있다(Fig. 4).

그림 5는 생전분과 탈지전분의 용해도를 나타낸 것이다. 생전분의 경우 데지마 전분의 용해도가 남작 전분보다 높게 나타났으며 온도가 상승함에 따라 각 전분의 용해도는 점차 증가하였다. 그러나 탈지 후에는 남작과 데지마 전분 모두 용해도가 감소하였다(Fig. 5).

생전분과 탈지한 감자 전분의 팽윤력과 용해도의 관계는 Fig. 6과 같다. 남작과 데지마 전분 모두 생전분은 탈지전분보다 동일 팽화력에서 높은 용해도를 보였으며, 이러한 결과는 보리, triticale, HRS wheat에서도 나타났다(Fig. 6)⁹⁾.

3) X-선 회절도

각 시료 전분의 X-선 회절도는 그림 7과 같다. 남작과 데지마 생전분은 각각 회절각도 (2θ) 17.1°, 16.9°에서 강한 peak를 보였으며, 5.6°, 22.2°, 24.0°에서 중간 peak를 보여 모두 B형을 나타냈으며 상대적 결정도는 남작 전분이 36.7, 데지마 전분이 34.5를 나타냈다. 탈지전분도 생전분과 같은 결정형을 유지하였으나 상대적

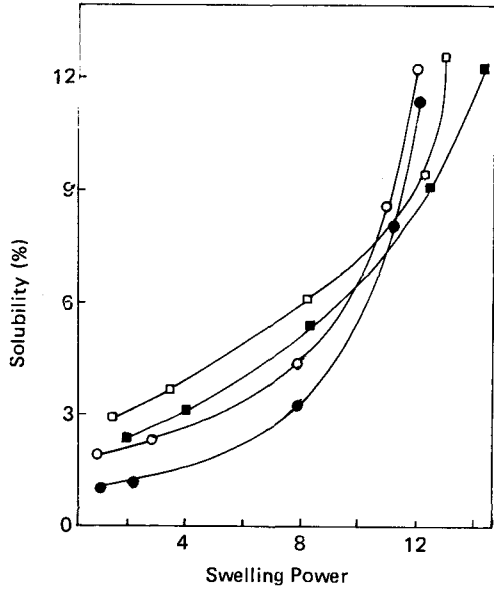


Fig. 6. Relationship between swelling power and solubility of potato starches.

- : Untreated Irish Cobbler starch.
- : Defatted Irish Cobbler starch.
- : Untreated Dejima starch.
- : Defatted Dejima starch.

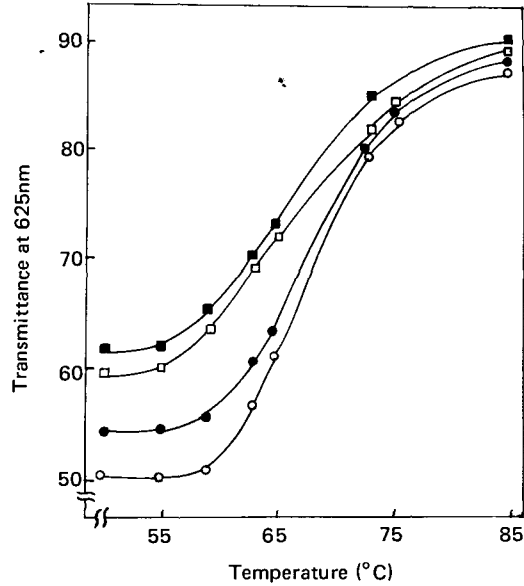


Fig. 8. Changes in transmittance of 0.1% potato starch suspensions.

- : Untreated Irish Cobbler starch.
- : Defatted Irish Cobbler starch.
- : Untreated Dejima starch.
- : Defatted Dejima starch.

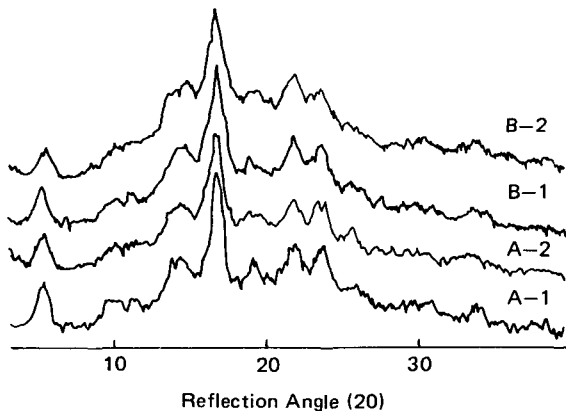


Fig. 7. X-ray diffraction patterns of potato starches.

- A-1: Untreated Irish Cobbler starch.
- A-2: Defatted Irish Cobbler starch.
- B-1: Untreated Dejima starch.
- B-2: Defatted Dejima starch.

결정도는 남작 전분이 35.1, 데지마 전분이 33.8로 탈지 후 두 전분 모두 감소하였는데 이는 Lorenz 등⁸⁾이 보

고한 탈지 후 감자 전분의 상대적 결정도가 감소한다는 보고와 일치하였다(Fig. 7).

4) Blue value

남작과 데지마 전분의 blue value는 0.37과 0.35이었으며, 탈지 후에는 blue value가 낮아져 각각이 0.29와 0.28이었다. 분질인 남작 전분이 점질인 데지마 전분보다 blue value가 높게 나타난 것은 전분 중 amylose 함량이 높은 것을 나타내며¹⁹⁾ 이는 고구마 가운데 분질인 원기 전분이 점질인 천미 전분보다 amylose 함량이 높다는 보고와 같았다²⁹⁾.

탈지 후 두 전분 모두 blue value가 낮아진 것은 탈지 과정 중에 요오드와 결합할 수 있는 amylose 함량이 줄어들었거나, 또는 구조의 변화가 생긴 것이라고 생각된다. 그러나 어떤 원인으로 blue value가 낮아졌는지는 좀 더 연구되어야 할 것이다.

5) 전분의 호화 온도

0.1% 전분 현탁액의 광투과도를 측정된 결과는 그림 8과 같이 생전분의 경우 데지마는 57°C, 남작은 59°C 이후 급격히 광투과도가 증가하기 시작하였으며, 탈지전

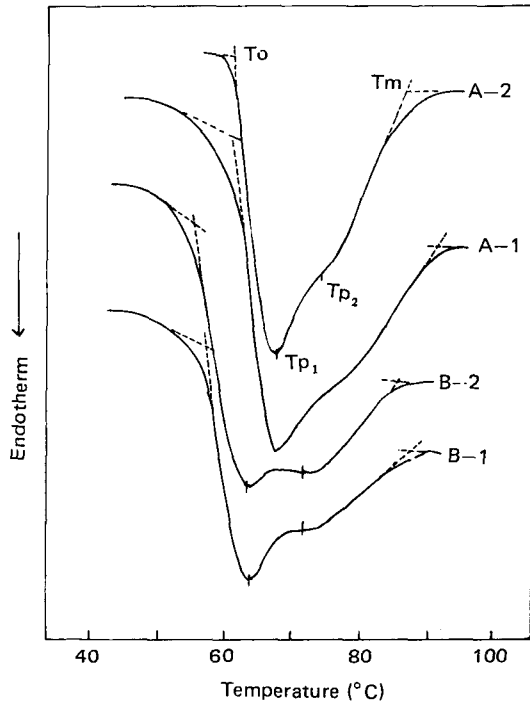


Fig. 9. Differential scanning calorimetry thermograms of potato starches.

- A-1: Untreated Irish Cobbler starch.
 A-2: Defatted Irish Cobbler starch.
 B-1: Untreated Dejima starch.
 B-2: Defatted Dejima starch.

분은 각각 56°C와 58°C에서부터 증가하였다. 대체로 탈지전분의 광투과도가 더 높게 나타났다(Fig. 8).

남작과 데지마 전분의 DSC에 의한 호화 양상은 그림 9와 같이 두 전분 모두 endotherm이 관찰되었으며, 남작 전분의 peak가 더 예리하고 면적도 넓었다(Fig. 9).

DSC에 의한 호화 온도와 호화엔탈피는 표 3과 같이 생전분의 호화 개시 온도는 남작이 58.39°C로 데지마의 56.68°C보다 높았으며, 호화 엔탈피도 남작이 3.84 cal/g, 데지마가 3.58 cal/g으로 남작 전분이 더 컸다. 호화 엔탈피가 높으면 전분 입자가 호화되는데 저항이 크고 구조를 무정형으로 하는데 많은 에너지가 소모된다. Donovan²¹⁾은 호화엔탈피는 적은 수분함량에서는 전분 내 결정부분의 용해를 고려한 값을 나타낸다고 하였다. 따라서 남작 전분 입자의 결정성이 더 크기 때문에 결정이 용해되기 위해 더 많은 열이 필요한 것으로 생각된다. Wada 등³⁰⁾도 호화 개시 온도가 낮고 호화 엔탈피가

Table 3. Gelatinization temperature and enthalpy of potato starches by DSC

Samples	Gelatinization temperature(°C)				ΔH (cal/g)	
	T_0	T_{p_1}	T_{p_2}	T_m		
Irish Cobble	Untreated	58.39	65.47	72.96	87.64	3.84
	Defatted	58.28	65.01	71.11	83.20	3.26
Dejima	Untreated	56.68	63.32	71.13	86.72	3.58
	Defatted	54.68	62.86	70.96	84.15	3.19

적은 것은 전분 입자의 결정성이 작기 때문인 것으로 보고하였다.

탈지 후에 남작 전분은 호화 종료 온도와 호화 엔탈피가 감소하였으며, 데지마 전분은 모두 호화 온도와 호화 엔탈피가 감소하였다. 탈지 후 호화 엔탈피는 남작 전분이 더 많이 감소하여 탈지로 인한 전분 입자의 변화가 더 심한 것으로 생각된다. 그러나 Donovan²¹⁾은 감자 전분을 열 처리 없이 탈지만하면 호화 온도와 호화 엔탈피에 아무변화가 없다고 보고하였다(Table 3).

IV. 요약

탈지한 분질과 점질 감자전분의 형태 및 크기, 이화학적 성질, 호화 특성을 생전분과 비교하였다.

감자전분 입자는 복굴성을 갖는 원형이나 타원형으로 평균 크기가 22.5~29.8 μm 이었다. 물결합 능력, 팽윤력 및 용해도는 남작 전분이 데지마 전분보다 낮게 나타났으며 탈지 후에는 두 전분 모두 물결합 능력과 용해도는 감소하였으나 팽윤력은 약간 증가하였다. X-선 회절도에 의한 상대적 결정도는 탈지 후에 다소 감소하였다. 남작과 데지마 생전분의 blue value는 각각 0.37과 0.35이었으나 탈지 후 0.29 및 0.28로 낮아졌다. 광투과도는 생전분보다 탈지전분이 더 높았다. DSC에 의한 호화 개시 온도는 생전분의 경우 남작 전분이 데지마 전분보다 높게 나타났으며 생전분의 호화엔탈피도 남작 전분이 더 컸으나 탈지후에는 두 전분 모두 호화 엔탈피가 감소하였다.

REFERENCES

- 1) 윤정원, 홍범식, 양한철, 김동훈: 감자 분말의 지방

- 질 조성과 저장중의 변화에 관한 연구, 한국식품과학회지, **10**:320-330, 1978
- 2) 전혜경, 이서래 : 한국산 보리가루의 지방질 조성, 한국식품과학회지, **16**:51-58, 1984
 - 3) Takashi Komiya, tetsuya Yamada, Shunro, Kawakishi and shozo Nara: Effect of linseed oil on the phycochemical properties of potato and corn starches during Gamma-Irraditation. *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, **29**:1-6, 1982
 - 4) Ito, S., Sato, S. and Fujino, Y.: Internal lipid in rice starch, *Starke*, **31**:217, 1979
 - 5) Meredith, P., Dentage, H.W. and Morrison, W.R.: The lipid of various sizes of wheat starch granule, *Starke*, **30**:119, 1978
 - 6) Scoch, T.J.: Non-carbohydrate substances in the cereal starches, *L. Am. Chem. Soc.* **64**:2954, 1942
 - 7) Lorenz, K. and Kulp, K.: Physicochemical properties of defatted heat-moisture treated starches, *Starke*, **35**:123-129, 1983
 - 8) Lorenz, K.: Physicochemical properties of lipid-free cereal starches, *J. Food Sci.*, **41**:1357-1359, 1976
 - 9) 三國二郎 : 澱粉科學 핸드북, 朝倉書店, **38**, 1977
 - 10) 이상영, 신호선 : 감자의 지방질 성분에 관한 연구, 한국식품과학회지, **11**:291-313, 1979
 - 11) 이상영 : 감자의 지질성분에 관한 연구, 강원대학 연구논문집, **11**:105-111, 1977
 - 12) Wilson, L.A., birmingham, V.A., Moon, D.P. and Synder, H.E.: Isolation and characterization of starch from mature and soybeans, *Cereals Chem.*, **55**(5):661, 1978
 - 13) A.O.A.C.: Method of analysis of A.O.A.C. 14th ed., *The Association of Official Analytical Chemists*, Washington, 249, j1984
 - 14) Macmaster, M.M.: Microscopic techniques for determining starch granule properties, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*. ed by R.L. Whistler, Vol. **4**, 233-240, 1964
 - 15) Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat starches I. Comparison of physicochemical properties, *Cereal Chem.*, **42**, 558-568, 1965
 - 16) Schoch, T.J.: Swelling power and solubility of granular starches, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*. ed by R.L. Whistler, Vol. **4**, 106-108, 1964
 - 17) Zobel, H.F.: X-ray analysis of starch granules, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*. ed by R.L. Whistler, Vol. **4**, 109, 1964
 - 18) Komiya, T. and Nara, Tsu, Mie, S.: Changes in crystallinity and gelatinization phenomena of potato starch by acid treatment, *Starch*, **38**:10-11, 1986
 - 19) Gilbert, G.A. and Spragg, S.P.: Iopdimetric determination of amylose, in *Methods in Carbohydrate Chemistry*. ed by R.L. Wistler, Vol. **4**, 168, 1964
 - 20) Donovan, J.W., Lorenz, K. and Kulp, K.: DSC of heat-moisture treated wheat and poltato starches, *Cereal Chem.*, **60**:381-383, 1983
 - 21) Donovan, J.W.: Phase transition of the starch-water system, *Biopolymers*, **18**:263, 1979
 - 22) Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. and Vose, J.R.: Starch gelatinization phenoimena study by differential scanning calorimetry, *J. Food Sci.*, **45**:1669-1674, 1980
 - 23) 석호문, 박용근, 남영중, 민병용 : 품종별 감자전분의 이화학적 특성, 한국농화학회지, **30**:133-140, 1987
 - 24) Moss, G.E.: Examination and analysis of starch and starch products. Radley, J.A. ed., 9, Applied Science Publishers LTD., London, 1976
 - 25) 김완수, 김혜수, 김성곤 : 녹두전분의 특성, 한국농화학회지, **23**:166, 1980
 - 26) Swinkels, J.J.M., Veendam.: Compositoin and properties of commercial native straches, *Starke*, **37**:1, 1985
 - 27) 정혜민, 안승요, 김성곤 : 아끼바레 및 밀양 23호 쌀전분의 이화학적 성질 비교, 한국농화학회지, **25**:67, 1982
 - 28) 신말식 : 분질과 점질 고구마의 텍스처 및 전분 특성, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 1987
 - 29) 田村大郎, 半野敬夫, 鈴木繁男 : 澱粉工業誌, **33**:615, 1957
 - 30) Wada, K., Takahashi, K. Shiral, K. and Kawamura, A: DTA applied to examing gelatinization of starches in foos, *J. Food Sci.*, **44**:1366-1368, 1979