

감자의 수침에 따른 전분의 알칼리 호화 특성

김경애 · 김성곤* · 정난희** · 박영란***

전남대학교 사범대학 가정교육과, *단국대학교 식품영양학과
전남대학교 식품영양학과, *광주 하남중학교

Alkaline Gelatinization of Starch during Steeping of Potato

Kyung-Ae Kim, Sung-Kon Kim*, Lan-Hee Jung** and Young-Ran Park***

Department of Home Economics Education, Chonnam National University

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

**Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

***Kwangju Hanam Middle School

Abstract

The changes in physicochemical properties of potato were investigated while steeping in water for 7 days at $30 \pm 1^\circ\text{C}$. The shape of raw starch granules was round or oval, the starch granule showed birefringence distinctly under polarized light and it was kept clearly even after steeping. X-ray diffraction pattern of the starch was B-type and there was no change in the pattern after steeping. However, crystallinity was increased up to the 4th day and then decreased. Amylose contents of raw starch and the starch steeped for 7 days were 19.3% and 13.1%, respectively. When the potato starch was gelatinized in 0.15 N sodium hydroxide solution, the viscosity was decreased until the 3rd day, but increased thereafter. Gel volume of the starch in KSCN solution was decreased during steeping.

Key words: potato, steeping, birefringence, alkaline gelatinization

I. 서 론

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 남아메리카 안데스 산맥의 중부 고원 지대가 원산지인 가지과에 속하는 1년생 식물로서¹⁾, 우리나라에는 1824년 만주 간도 지방을 거쳐 도입된 저온성 작물이다²⁾.

감자의 성분 조성은 품종, 토양, 기후, 수확시기 등에 따라 차이가 있으나, 대개는 전분 15~20%, 단백질 2~3%, 수분 75~80%, 지방 0.1%, 회분 1.0~1.5%, 섬유소 0.5~1.0%를 함유하여 영양적 조성이 우수할 뿐 아니라 단위 면적당 에너지 생산량이 높고 생육 기간도 짧은 작물이다³⁾.

국내산 감자에 대한 연구로는 감자의 저장^{4,5)}, 지방질 성분^{6,7)}, 저장 중의 glycoalkaloid의 변화^{8,9)}, 품종별 가공 적성^{10,11)}이 주를 이루고, 감자의 고품분 중 대부분을 차지하는 전분에 대해서는 감자 전분의 이화학적 성질^{12,13)}, 감자 껍질 및 감자 전분의 무기질 함량¹⁴⁾, 수분-열처리한 감자 및 고구마 전분의 호화 특성에 관한 연구¹⁵⁾, 품종별 감자 전분의 특성¹⁶⁻¹⁹⁾이 있을 뿐이

다. 그러나 최근 국외에서는 감자 전분을 산처리^{20,21)}, 수분-열처리²²⁾, 탈지²³⁾하여 이화학적 성질을 변화시켜 바람직한 성질을 갖도록 하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

감자 전분 입자의 형태는 원형이나 타원형으로 힐럼(hilum)을 중심으로 하여 동심원의 층상 구조를 하고 있으며, 결정성 부분이 이러한 방향성의 복굴절성을 나타낸다²⁴⁾. Hizukuri 등²⁵⁾은 전분 입자의 X-선 회절도의 peak 위치와 높이에 따라 A형, B형 및 혼합형인 C형으로 분류하였는데 감자 전분은 B형에 속한다.

전분은 또한 요오드 반응에 의해 나타나는 색상의 차이를 응용하여 전분 입자 내의 amylose와 amylopectin의 구성비를 알 수 있는데 감자 전분의 amylose 함량은 19.5~21.0%로 보고되었다^{26,27)}.

감자의 가공 제품에는 potato chips, potato flour, potato flake, frozen french potato 등이 있어 이용 범위가 다양하며²⁸⁾, 감자 전분을 원료로 하여 증점제나 겔 형성제 등의 식품첨가제로 사용하는 외에 의약품, 점착제, 인쇄용 잉크, 화장품, 제지 등의 산업에 이용되

고 있다²⁹⁾.

우리나라 농가에서는 옛부터 손상된 감자나 상품 가치가 없는 감자를 수침시킨 다음 침전물만을 회수하여 부침이나 떡을 만들기도 하고 풀의 원료로 이용해 오고 있으나 수침 과정 중에 일어나는 성분 및 성질의 변화에 대하여는 감자의 썩힘 중 녹말의 성질 변화³⁰⁾에 대한 보고만 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 감자를 수침시켜 얻은 전분과 생전분을 분리하여 입자의 형태, X-선 회절도, 밀도, 아밀로오스 함량, 알칼리에 의한 호화 등을 조사하여 수침이 감자 전분 성질에 미치는 영향을 규명하기 위한 자료로 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

감자는 수원 농촌진흥청 작물 시험장에서 1996년 6월 30일에 수확(생육기간: 90일)된 수미(Superior)를 시료로 사용하였다.

2. 감자의 수침

감자를 물로 씻어 표면의 흙·먼지를 제거하고, 감자와 동량의 증류수를 가하여 30±1°C 항온기에서 7일간 수침하였다.

3. 전분의 분리

감자 전분의 분리는 알칼리 침지법³¹⁾을 이용하여 생감자를 물로 씻은 후 껍질을 벗기고 잘게 자른 다음 증류수를 가하여 와링 블랜더에서 1분간 마쇄하였다. 70 mesh와 140 mesh 체로 반복 통과시켜 침전물을 얻었고 노란색이 없어질 때까지 5배 가량의 0.2% NaOH 용액으로 반복 처리하고 중성이 될 때까지 증류수로 씻어 정제 전분을 얻었다. 전분은 실온에서 2일간 건조한 후 100 mesh 체로 분쇄하였다. 또한 기간별로 수침시킨 감자도 같은 방법으로 전분을 분리하여 P₂O₅ 데시케이터하에서 보관, 사용하였다.

4. 전분의 이화학적 성질 분석

(1) 입자 형태

전분을 50% 글리세롤 용액에 5%가 되도록 분산시키고 요오드 용액(0.2% I₂와 KI의 혼합물)으로 염색하여 광학 현미경과 편광 현미경(Nikon AFX II, Japan)으로 200배로 관찰하였다³²⁾.

(2) X-ray 회절도

전분의 X-ray 회절도는 X-ray Diffractometer(Rigaku

Co., Japan)로 회절 각도(2 θ) 40~4°까지 회절시켜 peak 위치와 전분의 결정도를 비교하였다³³⁾.

(3) 밀도

전분의 밀도는 25 ml 비중병을 사용하여 xylene 치환법³⁴⁾으로 측정하였다.

(4) 아밀로오스 함량

전분의 아밀로오스 함량은 Williams 등의 방법³⁵⁾으로 측정하였다. 전분 20 mg을 100 ml volumetric flask에 취하고 0.5 N KOH 용액 10 ml를 가하고 5분간 저어 전분을 분산시킨 다음 증류수로 100 ml로 희석시킨 용액 10 ml를 50 ml volumetric flask에 취하고 0.1 N HCl 5 ml와 요오드 용액(0.2% I₂와 KI의 혼합물) 0.5 ml를 가하고 증류수로 50 ml로 희석시켜 실온에서 5분간 방치한 다음 625 nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 구하였다.

(5) 알칼리 호화 특성 측정

① NaOH에 의한 호화

Maher의 방법³⁶⁾에 따라 전분 2 g을 특수 제작한 50 ml messcylinder에 취하여 증류수 1 ml를 가한 후 1분간 교반하고 1 N NaOH 용액 및 증류수로 최종 NaOH 농도가 0.15 N이 되도록 조절하면서 전체 부피가 50 ml가 되도록 하였다. 이것을 30초간 교반한 후 Brookfield 점도계(Brookfield viscometer, Model LVF)를 사용하여 Spindle 4번, 회전 속도 12 rpm에서 2분간 교반한 다음 25분간 점도의 변화를 측정하였다.

② KSCN에 의한 호화

Lindquist의 방법³⁷⁾에 따라 전분 0.3 g(d.b.)을 50 ml messcylinder에 취하고 증류수를 가하여 저은 후 4 M Potassium Thiocyanate(KSCN) 용액을 1.5~4.0 M이 되도록 조절하면서 첨가하여 50 ml가 되도록 한 후 28°C에서 20분간 방치한 후 형성된 겔의 부피를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 입자 형태

시료 전분을 광학 현미경과 편광 현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 전분 입자의 형태는 대부분 원형이나 타원형이었고, 한쪽으로 치우친 힐름(hilum)을 중심으로 하여 동심원의 선을 나타냈고, 복굴절성이 뚜렷하였다. 수침 기간별 전분 입자의 형태 변화는 없었으며 손상된 일부 전분 입자에서도 복굴절성을 나타냈다. 산이나 효소에 의한 전분 입자의 가수분해는 전분의 비결정 부분이 먼저 가수분해되므로 초기에는 복굴절성은 크게 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있다³⁸⁾.

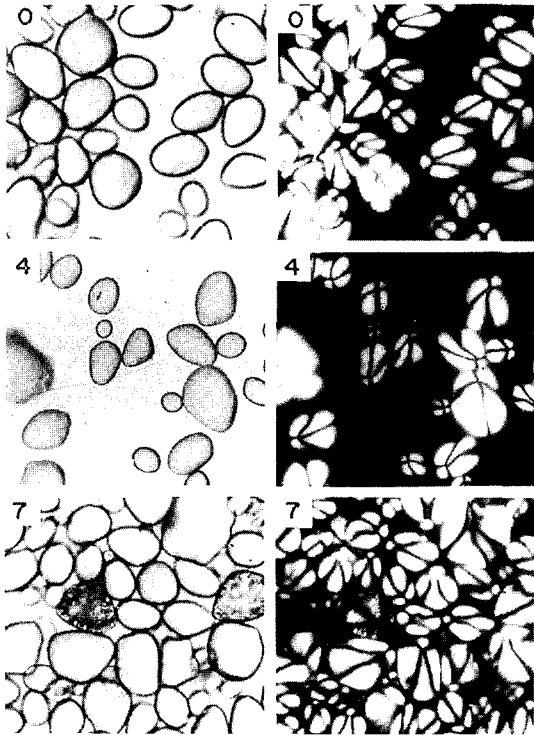


Fig. 1. Light (left) and polarized (right) micrographs of starch granule during steeping of potato ($\times 200$). Numbers are the steeping time (day).

2. X-ray 회절도

전분의 X-선 회절도는 Fig. 2와 같으며 각각 회절 각도(2θ)가 16.9° 에서 강한 peak를 보였으며 22.2° , 23.5° 에서 중간 peak를, 19.3° 에서 약한 peak를 보여 전형적인 B형의 peak를 보여 주었다³³⁾. 수침 기간에 따라 peak 위치의 이동은 없었으나 회절 각도 16.9° 에서 높이의 차이를 나타내어 수침 기간이 경과할수록 peak 높이가 낮아졌다. 결정 부분과 비결정 부분의 peak 면적으로부터 계산되는 상대 결정도는 생전분이 0.321로서 Komiya 등²⁰⁾이 보고한 0.343과 비슷하였다. 상대 결정도는 Fig. 3과 같이 수침 2일 이후 증가하여 수침 4일에 0.365로서 최고값을 보였고 수침 5일에는 크게 감소하여 그 이후에는 거의 변화가 없었다.

수침 4일까지는 전분의 비결정 부분이 가수분해되며 수침 7일에는 결정 부분의 일부가 가수분해됨으로써 상대적인 결정도의 변화로 생각된다.

3. 밀도

전분의 밀도는 Fig. 4와 같이 1.54 g/cc 으로서 문헌의 값(1.50 ± 0.01)³⁹⁾과 비슷하다. 수침에 따른 전분의

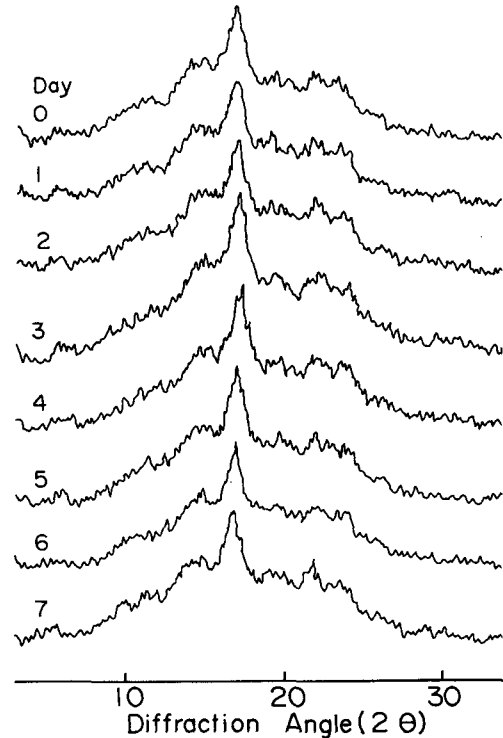


Fig. 2. Changes of X-ray diffraction patterns of starch during steeping of potato.

밀도는 수침 3일에 1.30 으로 급격히 감소하였고 그 이후에는 완만하게 감소하여 수침 7일에는 1.19 g/cc 이었다.

4. 아밀로오스 함량

생전분의 아밀로오스 함량은 19.3% 로 다른 감자 전분의 아밀로오스 함량 $19.5\sim 21.0\%$ 범위^{26,27)}와 비슷하였고 수침 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7일의 아밀로오스 함량은 각각 15.3 , 14.9 , 14.6 , 14.0 , 13.6 , 13.3 , 13.1% 로 수침 기간이 경과함에 따라 감소하였다.

5. 알칼리 호화 특성 측정

(1) NaOH에 의한 호화

전분의 호화는 물리적 방법, 효소 작용 또는 화학 물질의 처리 등에 의하여 일어날 수 있으며 화학 물질, 특히 알칼리에 의한 전분의 호화는 실온에서도 이루어 질 수 있다³⁶⁾.

0.15 N NaOH 용액에서 전분을 25분간 호화시키면서 점도 변화를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 생전분이 수침한 전분보다 초기 점도가 높았으며 생전분과 수침 1일 전분은 시간이 지남에 따라 점차 감소하였고

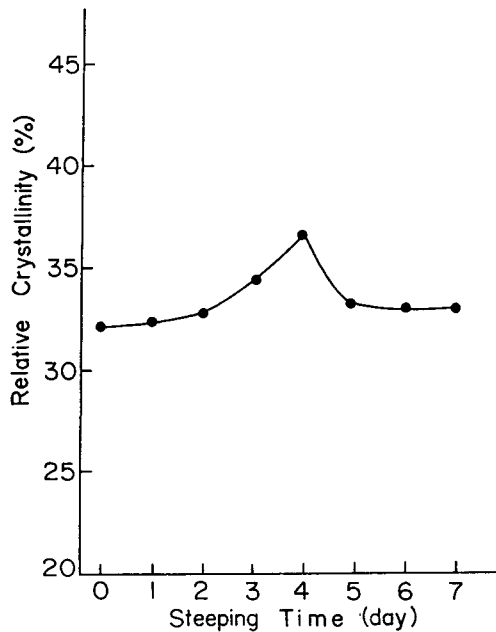


Fig. 3. Changes in relative crystallinity of starch during steeping of potato.

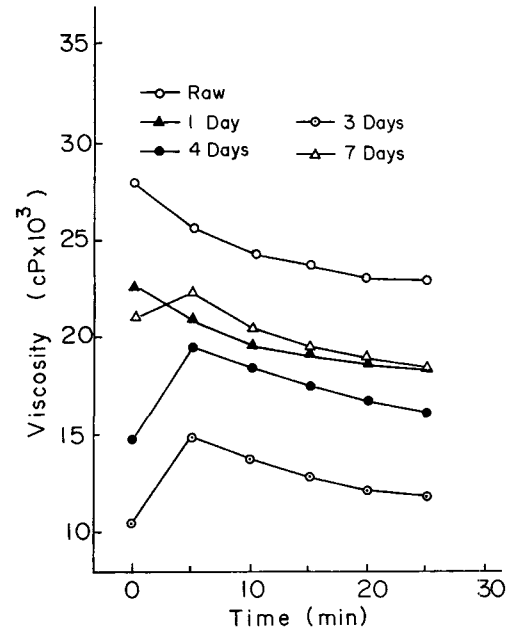


Fig. 5. Changes in viscosity of 3% potato starch during steeping of at 0.15 N sodium hydroxide solution.

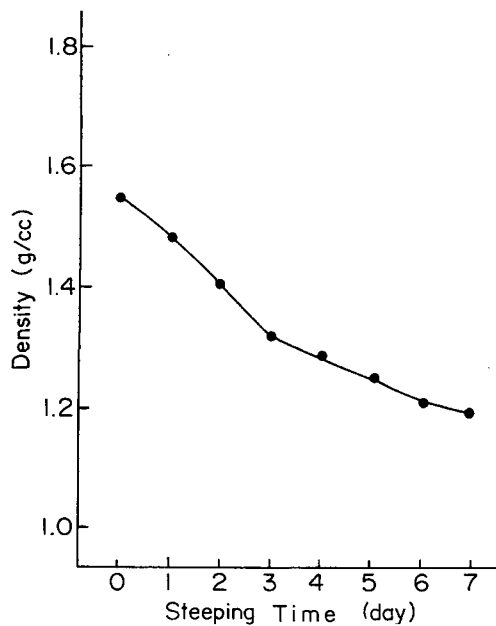


Fig. 4. Changes in density of starch during steeping of potato.

수침 1일 이후에서 급격히 감소하였다가 증가하고 다시 감소하는 경향을 보였다. 수침 기간이 증가함에 따라 전분의 점도가 수침 3일에서 가장 낮아지는 경향을 보였으나 수침 4일 이후에서는 다시 증가하였다.

Georing 등^{40,41)}은 전분의 가열에 의한 호화 점도와 복굴절 소실 온도(birefringence end point temperature)와는 상관관계를 보이지 않는다고 하였다. Maher³⁶⁾는 보리, 감자, 옥수수 및 밀 전분의 복굴절 소실 온도에서의 호화 정도는 알칼리에 의한 호화 정도와는 일치하지 않는다고 보고하였다. Sato 등⁴²⁾은 전분의 호화에 필요한 알칼리의 농도는 전분에 따라 독특한 값을 갖는다고 하였다.

수침 기간에 따라 감자 전분의 아밀로오스 함량은 감소하였으나 같은 농도의 알칼리 용액에 의한 점도의 변화는 비슷한 양상을 보이지 않았다. Maher³⁶⁾가 보고한 전분의 아밀로오스 함량이 높은 경우 알칼리 호화에 대한 저항성이 작다고 하였으나 김 등⁴³⁾은 아밀로오스 함량만으로는 전분의 알칼리에 의한 호화 양상은 충분히 설명할 수 없다고 하였다. 전분의 알칼리 호화는 전분의 분자 구조, 입자 구조 등에도 영향을 받게 되므로 전분 입자의 호화와 전분 구조, 호화 온도, 점도 증가 등과의 상관은 더욱 연구되어야 할 것이다.

(2) KSCN에 의한 호화

전분(0.3 g)을 여러 농도의 KSCN용액(1.5~4.0 M) 50 ml에서 처리한 다음 28°C에서 20시간 방치 후 측정된 겔 부피의 변화는 Table 1과 같다. 수침 4일까지는 겔 부피는 3.0 M KSCN 농도에서 최고값을 보였고

Table 1. Gel volume of potato starch treated with various concentrations of KSCN solution

Concentration of KSCN (M)	Steeping time (day)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1.5	16.2	16.2	16.0	16.0	15.8	15.0	14.8	13.5
2.0	21.5	20.8	20.1	20.8	18.8	18.2	18.2	17.3
2.5	23.9	23.5	23.5	23.0	21.0	21.0	20.8	20.0
3.0	24.2	24.2	24.0	24.1	23.0	23.0	23.0	23.0
3.5	23.1	23.8	23.9	23.2	22.5	24.1	23.2	23.8
4.0	21.2	19.2	15.2	17.1	17.0	18.5	16.9	14.8

5일 이후부터는 3.5 M KSCN 농도에서 최고값을 보였으며 KSCN 농도가 3.5 M까지 증가할수록 겔의 부피가 증가하였으나 그 이상(4.0 M KSCN)에서는 급격히 감소하였다. 3.0 M KSCN 이하의 농도에서는 수침 기간이 경과할수록 겔의 부피는 작아졌으나 그 이상의 농도에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

KSCN에 의한 겔화 현상은 아밀로오스가 전분 입자 밖으로 용출되어야 일어날 수 있으며 아밀로펙틴도 겔 형성에 중요한 인자라고 알려져 있다³⁷⁾. 따라서 수침 기간이 경과함에 따라 겔의 부피가 감소되는 것은 수침에 따라 아밀로오스 함량이 감소되었기 때문으로 생각된다. Lindquist³⁷⁾는 감자 전분의 경우 1.6 M KSCN 용액에서의 겔의 부피가 22 ml, 3.2 M KSCN 용액에서 29 ml이며 4.8 M KSCN 용액에서 20 ml라고 보고하여 본 실험 결과와 비슷한 양상을 보였다.

IV. 결 론

감자의 수침이 전분의 성질에 미치는 영향을 규명하기 위하여 감자를 30±1°C에서 7일간 수침 시켜 수침 기간별 감자 전분의 이화학적 및 알칼리 호화 특성을 생전분과 비교하였다.

1. 전분 입자의 형태는 원형이나 타원형이었고, 복굴절성이 뚜렷하였으며 수침 기간이 경과하여도 복굴절성을 유지하였다.

2. X-ray 회절도에 의한 생전분과 수침 전분의 결정형은 B형 이었고, 결정도는 수침 3일까지는 변화가 없다가 수침 4일에 가장 컸으며 그 이후에는 변화가 없었다.

3. 전분의 밀도는 1.54 g/cc에서 점차 감소하여 수침 7일은 1.19 g/cc로 크게 감소하였다.

4. 아밀로오스 함량은 생전분이 19.3%, 수침 7일 전분이 13.1%로 수침 기간이 경과함에 따라 감소하였다.

5. 수침 기간별 전분의 0.15 N NaOH 용액에 의한 알칼리 호화는 수침 3일까지 감소하다가 그 이후부터 증가함을 보였다. KSCN 용액에서의 겔 부피는 수침

4일까지는 3.0 M에서, 그 이후에는 3.5 M에서 겔 부피가 최고값을 보였으며 수침 기간이 경과할수록 겔 부피는 작아졌다.

참고문헌

1. 조덕현, 유태중, 고영수, 이상건: 식품화학, 수확사, p. 78 (1985).
2. 이성우: 한국식품문화사, 교문사, p. 230 (1984).
3. 조재선: 식품재료학, 아카데미서적, p. 186 (1979).
4. 김성기, 박노풍: 방사선 및 화학약품 겸용처리에 의한 감자의 저장 연구, 한국식품과학회지, 7, 159 (1975).
5. 우상규: 감자 저장 중에 일어나는 생리화학적 변화에 관한 연구, 한국영양식량학회지, 12, 297 (1983).
6. 이상영, 이효선: 감자의 지방질 성분에 관한 연구, 한국식품과학회지, 11, 291 (1979).
7. 윤정환, 홍범식, 양한철, 김동훈: 감자 분말의 지방질 조성 및 저장 중의 변화에 관한 연구, 한국식품과학회지, 10, 320 (1978).
8. 황춘선, 이성우: 감자의 품종 부위 및 중량별 Glycoalkaloids 함량, 한국식품과학회지, 16, 383 (1984).
9. 안승요, 최은옥, 박정자: 저장 중 감자의 α -solanine 함량의 변화, 한국농화학회지, 26, 177, (1983).
10. 이승교, 안홍석: 감자의 품종과 농도에 따른 수우프의 점도의 변화 및 식미 기호에 관한 연구, 한국조리과학회지, 1, 45 (1985).
11. 김영수, 김성기: 국산 원료를 활용한 복합분 및 제품 개발에 관한 연구, 한국식품과학회지, 5, 6 (1973).
12. 이상영, 함승시, 이해익: 감자 전분의 이화학적 성질에 관한 연구, 강원대학교 논문집, 제11집, (1977).
13. 석분호, 박용근, 남영중, 민병용: 품종별 감자 전분의 이화학적 특성, 한국농화학회지, 30, 133 (1987).
14. 이상영, 이해익: 감자 괴경 및 감자 전분의 무기질에 관한 연구, 강원대학교 논문집, 제12집 (1978).
15. 김성곤, 이신영, 박영곤: 수분-열처리한 감자 및 고구마 전분의 호화 특성, 한국식품과학회지, 19, 435 (1987).
16. 김경애, 김선민, 정난희: 품종별 한국산 감자의 전분 특성 비교, 한국조리과학회지, 5, 53 (1989).
17. 김경애, 정난희: 품종별 감자 전분의 호화도 측정, 한국조리과학회지, 6, 15 (1990).

18. 김경애, 정난희, 김선민: 품종별 감자 전분의 알칼리 호화 특성 비교, 전남대학교 논문집, **34**, 97 (1989).
19. 정난희, 김경애: 품종별 감자 전분 호화액의 리올로지 특성, 한국조리과학회지, **7**, 15 (1990).
20. Komiya, T., Nara, S. and Tsu, M.: Changes in crystallinity and gelatinization phenomena of potato starch by acid treatment, **38**, 9 (1986).
21. Ali, S.Z., Mysore and Kempf, W. Detmold: On the degradation of potato starch during acid modification and hypochlorite oxidation, *Stärke*, **38**, 83 (1986).
22. Donovan, J.W., Lorenz, K. and Kulp, K.: DSC of heat moisture treated wheat and potato starch, *Cereal Chem.*, **60**, 381 (1983).
23. Lorenz, K. and Kulp, K.: Physicochemical properties of defatted heat-moisture treated starches, *Stärke*, **35**, 123 (1983).
24. Nakamura, D.T.: Form and structure of starch granules, in "Starch Science Handbook" 4th ed. by Nakamura, D.T. and Suzuki, S.O., p. 138, Asakura Book Store Co., Japan (1980).
25. Hizukuri, S., Fujii, M. and Nikuni, Z.: Effect of temperature during germination on the crystalline type of starch in soybean seeding, *Nature*, **192**, 239 (1961).
26. Young, A.H.: Fractionation of starch in "Starch Chemistry and Technology", 2nd ed. by Whistler, R.L., Belimier, J.N. and Paschall, E.F., Academic Press, p. 251 (1984).
27. Swinkels, J.M.: Sources of starch, its chemistry and physics in "Starch Conversion Technology", ed. by Van Beynum, G.M.A., Roels, J.A., Marcel Dakker INC. N.Y., p. 27 (1985).
28. Smith, D.G.: Potatoes, Production Storing Processing, AVI Pub. Co., p. 254 (1975).
29. Mitch, E.L.: Potato Starch, Production and used in Starch, Chemistry and Technology, ed by Whistler, R. L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F., 14, 479, Academic Press, New York (1984).
30. Kim, K.A., Lee, S.W. and Kim, S.K.: Changes of Starch Properties during Steeping of Potato, *Korean J. Food Sci. Tech.*, **21**, 697 (1989).
31. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.P. and Synder, H.E.: Isolation and characterization of starch from mature and soybeans, *Cereal Chem.*, **55**, 661 (1978).
32. MacMaster, M.M.: Microscopic techniques for determining starch granule properties, in "Method in Carbohydrate Chemistry", ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p. 233, Academic Press: New York, N.Y. (1964).
33. Zobel, H.F.: X-ray analysis of starch granules, in "Methods in carbohydrate Chemistry", ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p. 109, Academic Press: New York, N.Y. (1964).
34. Smith, R.J.: Determination of absolute density, in Methods in carbohydrate Chemistry, ed. by Whistler, R.L., Vol. 4, p. 109, Academic Press: New York, N.Y. (1964).
35. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I.: Rapid calorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours, *Cereal Chem.*, **47**, 411 (1970).
36. Mather, G.G.: Alkali gelatinization of starches, *stärke*, **35**, 226 (1983).
37. Lindquist, I.U.: Cold gelatinization of starch, *Stärke*, **31**, 195 (1975).
38. Varriano-Marston, E.: Polarization microscopy: application in ureal science. in New Frontiers in Food Microstructure, Bethel, D.B. (ed.), American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn., U.S.A., p. 71 (1983).
39. French, D.: Organization of starch granules. in Starch Chemistry and Technology, ed by Whistler, R.L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F., Academic Press, Inc., New York, N.Y. p. 183 (1984).
40. Georing, K.J., Ritts, O.H. and Allen, K.G.: Comparison of loss of birefringence with the percent gelatinization and viscosity on potato, wheat, rice, corn, cow cockle and several barley starches. *Cereal Chem.*, **51**, 764, (1974).
41. Georing, K.J., Jackson, L.L. and DeHaas, B.W.: Effect of some nonstarch components in corn and barley starch granules on the viscosity of heated starch-water suspension. *Cereal Chem.*, **52**, 493 (1975).
42. Sato, S., Oka, S. and Shigeta, S.: Pasting behavior of starches from different origin in sodium hydroxide solution. *Agr. Biol. Chem.*, **33**, 12134 (1969).
43. 김성곤, 정혜민, 조만희: 쌀, 옥수수, 칩 및 생강 전분의 알칼리 호화, 한국농화학회지, **27**, 214 (1984).

(1998년 6월 25일 접수)