

고구마 수침에 의한 변성 전분의 호화와 노화 특성

이신경 · 신말식

전남대학교 식품영양학과

Gelatinization and Retrogradation Properties of Modified Starch by Steeping Sweet Potato

Shin-Kyung Lee and Mal-Shick Shin

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju

Abstract

Gelatinization and retrogradation properties of modified starches which were prepared by steeping sweet potato at 40°C for 2, 4, 7 and 10 days were investigated. The peak temperature of gelatinization and enthalpy of untreated starch by DSC were 53.9°C and 1.32 cal/g, respectively, but those of modified starch were increased by steeping. In gelatinization by alkali, starches with 2, 4 and 7 day steeping showed higher viscosities than untreated starch, whereas the viscosities of starches with 10 day steeping decreased. The clarities in paste decreased during storage in all starches and decreased in starches with steeping. The degrees of retrogradation by α -amylase-iodine method were higher in starches with steeping than untreated starch. The enthalpy of retrograded starches by DSC increased by steeping except 4 day steeping starch. The sweet potato extract containing sugar inhibited the retrogradation of starch paste and the degree were higher in residual starches than in untreated starch.

Key words: steeping, modified sweet potato starch, gelatinization properties, degree of retrogradation

서 론

생전분은 상온에서 물에 녹지 않으며 효소의 작용을 받지 않고 전분 고유의 특성 이외에 기능성도 가지지 못하므로 다양한 기능성과 적합한 물리화학적 성질을 갖는 변성 전분(modified starch)이 개발되고 있다⁽¹⁻⁶⁾.

최근까지 변성 전분은 주로 화학적인 방법을 이용하여 제조하였으나^(2,3,7-11), 화학적인 방법으로 처리한 전분의 사용에는 제한성이 있으므로, 물리적인 방법인 수분과 가열 조건을 조절한 전분⁽¹²⁾과 계면활성제를 첨가하는 방법^(13,14)이나 셀룰로오스 유도체⁽¹⁵⁾, 전수콜로이드⁽¹⁶⁾나 식이성 섬유^(17,18), 올리고당류를 첨가하는 방법⁽¹⁹⁾ 등이 연구되고 있다. 그외에 생전분에 효소 작용을 시키는 방법⁽²⁰⁾ 등도 시도되고 있으나 식품에 함유된 효소는 그 분해능이 약하며 미생물의 종류에 따라서도 생전분에 대해 분해 능력이 다르다고 알려져 있다.

식품 자체에 함유된 전분분해효소를 이용한 예로서는 수침한 찹쌀로 강정을 만든다든지^(21,22), 손상된 감자를 수침하여 떡을 만든 예⁽²³⁾ 등이 있으며 찹쌀이나 기장에 맥아를 섞어 사용하였을 때 노화를 지연시킨 것⁽²⁴⁾ 등이

있다. 이런 수침에 의한 변화에 대한 연구로 김 등⁽²⁵⁾은 감자를 30°C에서 7일간 침시켰을때 수침 기간이 길어질수록 수침액의 pH가 감소하였고 총당과 환원당은 증가하였으며, 밀도와 아밀로오스 함량은 감소되었다고 보고하였으며, 김 등⁽²⁵⁾은 수침시킨 찹쌀가루의 아밀로 그래프에 의한 최고 점도가 시간에 따라 직선적으로 증가하였다고 보고하였다. 백과 신⁽²⁶⁾은 고구마를 40°C에서 수침시켰을때 수침 기간이 길어질수록 전분의 이 화학적 성질이 달라져 결정 강도와 아밀로오스 함량은 감소하였고, 물결합 능력과 호화 온도 및 최고 점도가 증가하였다고 하였다. 그밖에 빵의 재료에 아밀라아제를 첨가하여 제조된 빵의 노화가 억제 된것에 대해서 Lin과 Lineback⁽²⁷⁾은 효소 작용에 의해 생성된 당이나 분지 저분자 물질 또는 잔여 전분의 영향으로 노화가 억제 된다고 제안하기도 하였다. 그러므로 본 연구에서는 전 보⁽²⁶⁾에서 보고한 고구마를 수침시키면서 수침 기간에 따라 다른 정도로 효소처리된 변성 전분의 호화와 노화 특성을 측정하였고 효소 활성이 있는 고구마 추출액을 전분에 작용시켜 생성된 당과 저분자 물질이 전분의 노화에 끼치는 영향에 대해 알아보았다.

재료 및 방법

실험 재료

농촌진흥청 전라남도 무안 작물시험장에서 1992년에

Corresponding author: Mal-Shick Shin, Department of Food and Nutrition College of Home Economics Chonnam National University Kwangju 500-757, Korea

수확한 울미 품종의 고구마를 사용하였다.

전분의 제조 및 일반성분

전분⁽²⁶⁾와 같은 방법으로 전분을 분리하였고, 이때 수분 함량은 11.47%, 단백질 0.11%, 회분 0.18%, 총지방질 0.23%였으며, 수침에 따라 회분 함량과 총지방질 함량이 증가하였다.

전분의 호화 특성 측정

전분의 호화는 시차주사열량기(PL DSC-700, PL Thermal Sci., U.K.)를 사용하여 신⁽²⁸⁾과 Krog 등⁽²⁹⁾의 방법에 따라 물과 전분의 비를 2:1로 30°C에서 120°C까지 10°C 분으로 가열하였다. reference는 empty pan을, 기기의 보정은 인디움(In., 156.4°C)을 사용하였다. 이때 얻어진 흡열 곡선으로부터 초기 온도(T.)와 종료 온도(T.) 및 호화 엔탈피(ΔH)를 구하였다.

알칼리 호화는 Maher⁽³⁰⁾와 김 등⁽³¹⁾의 방법에 따라 전분 3g을 50 ml 실린더에 취하고 적당량의 증류수를 넣어 1분간 교반시킨 다음 1.0 N NaOH 용액을 가하여 최종 농도 0.17 N NaOH의 7.5%(w/w) 전분 용액 40 ml가 되도록하여 실시하였다. 이것을 30초 동안 교반한 후, Brookfield 점도계(Brookfield viscometer, model LVF)를 사용하여 spindle No. 4, 회전속도 12 rpm으로 10분 간격으로 80분간 점도 변화를 측정하였다.

호화액의 투명도 측정

전분 호화액의 투명도 측정은 Chung와 Seib의 방법⁽³²⁾을 수정하여 실시하였다. 0.1% 농도의 전분 현탁액(w/w 건량기준)을 98~100°C의 항온수조에서 30분간 흔들어 주면서 가열 호화시킨 다음 찬물에 담가 빨리 실온으로 냉각시켰다. 저장에 따른 투명도의 변화를 보기 위해 0, 12, 72시간 냉장저장(4±1°C)시킨 후 분광광도계(8452A Diode array spectrophotometer, Hewlett-Packard, U.S.A.)로 650 nm에서 광투과도(%)를 측정하였다.

전분의 노화 특성 측정

시료의 제조는 10% 농도의 전분 현탁액(w/w 건량기준)을 98~100°C의 항온수조에서 20분 동안 가열하여 호화, 탈수, 감압 여과시켜 실온(18±1°C)에서 건조시킨 후 100메쉬 체를 통과시켜 호화 전분 시료로 사용하였고, 노화 전분은 저장 중에 수분증발을 막기 위하여 밀봉 용기에 전분겔을 넣어 냉장온도(4±1°C)에서 3일 동안 저장한 후 호화 전분과 같은 방법으로 탈수와 감압 여과하여 실온에서 건조시켰다.

α-아밀라아제-요오드법에 의한 노화도는 Tsuge 등⁽³³⁾의 방법을 수정하여 긴 유리컵에 증류수 50 ml와 전분 시료 250 mg을 가하고 균질기(Biohomogenizer, M133/1281-0, ESGE, Switzerland)를 이용하여 3분 동안 균질화시킨 전분 용액 5 ml에 증류수 3 ml, 0.1 M 인산 완충용액(pH 6.0, 0.3% NaCl) 2 ml를 가한 후, α-아밀라아제

(E.C. 3.2.1.1. TypeII-A from *Bacillus species*, 1,400 units/mg solid, Sigma, U.S.A.)용액 2 ml(약 7 unit)를 가하여 37°C 항온수조에서 10분 동안 반응시켰다. 4 N NaOH 용액 5 ml를 가하고 4 N HCl로 pH를 중성으로 맞춘 후 100 ml로 만들었다. 이 용액 10 ml와 요오드 용액(0.2% I₂-2% KI, w/v) 5 ml를 반응시킨 후 증류수를 가하여 100 ml로 만들었다. 20분 동안 실온에서 방치한 후 분광광도계를 이용하여 625 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전분의 노화도(degree of retrogradation)는 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{노화도(}\%) = 100 - \left\{ \frac{(a-b)}{(a-c)} \times 100 \right\}$$

이때, a는 총 전분 분획의 흡광도, b는 효소 반응시킨 후 전분 분획의 흡광도, c는 효소에 의해 완전히 분해된 후 전분 분획의 흡광도이다.

시차주사열량기에 의한 노화 특성은 노화 전분을 위와 같은 방법으로 밀봉하여 40°C에서 70°C까지의 온도 범위에서 흡열 곡선을 얻었다.

수침 중 생성 물질이 노화에 미치는 영향

수침으로 얻은 전분의 노화에 수침 중 전분분해효소 작용에 의해 생성된 당이나 저분자 물질이 어떤 영향을 주는지 알아보기 위해 다음과 같은 실험을 실시하였다. 먼저 무처리 전분 10g에 증류수 또는 고구마 추출액(고구마 10g에 acetate buffer 90 ml를 첨가하여 여과 추출한 액)를 각각 90 ml씩 넣은 것과 둘째로 무처리 전분 10g에 고구마 추출액 90 ml씩 넣고 4일 반응시킨 전분(수침 4일 전분)에 증류수 또는 고구마 추출액을 각각 90 ml씩 넣은 전분 현탁액을 위와 같은 방법으로 호화시켜 호화 전분을 제조하고 호화액을 냉장조건에서 3일간 저장하여 노화 전분을 제조한 다음 α-아밀라아제-요오드법과 DSC를 이용하여 노화도를 비교하였다.

결과 및 고찰

전분의 호화 특성

시차주사열량기에 의한 호화 양상은 Fig.1과 같이 모두 50~85°C 범위에서 단일 피크의 흡열 반응(single endothermic transition)을 보였고, 이때 구한 특성치는 Table 1과 같이 무처리 전분의 호화개시온도는 59.8°C였으며 호화 엔탈피는 1.32 cal/g로 이와 신⁽⁶⁾이 보고한 2.1~2.5 cal/g보다 상당히 낮은 값을 보였다. 2, 4, 7, 10 일간 수침 시침에 따라 호화개시온도는 각각 59.0°C, 63.1°C, 63.3°C, 63.6°C로 점차 높아졌으며, 무처리 전분과 수침 2일 전분에서 보였던 폭넓은 피크가 수침 기간이 길어짐에 따라 점차 더 날카로워졌다. 호화개시온도는 전분⁽²⁶⁾에서 아밀로그래프에 의한 무처리 전분의 72.5°C와 10일 수침시킨 전분의 74.5°C보다 낮은 값을 보였으나 수침에 따라서는 증가하여 같은 경향을 나타냈다. 호화

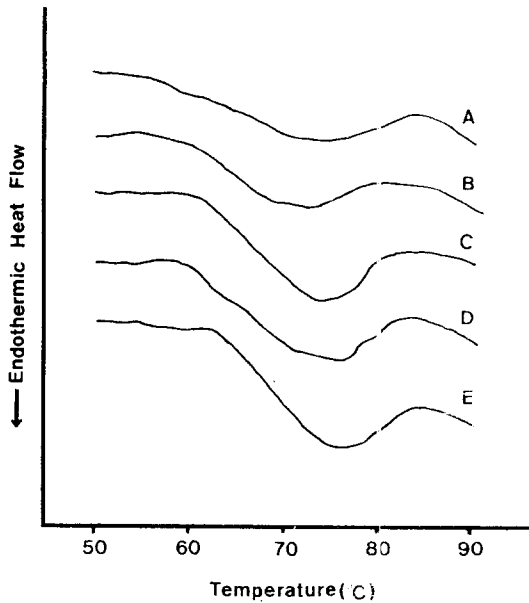


Fig. 1. DSC thermograms of starches during steeping of sweet potato (starch : water = 1 : 2)
 A: Untreated, B-E: Steeping for 2(B) 4(C), 7(D) and 10(E) days

Table 1. DSC characteristics of starches during steeping of sweet potato

Steeping period (day)	Gelatinization temperature			
	T _n (°C)	T _p (°C)	T _e (°C)	ΔH (cal/g)
0	59.8	73.7	83.9	1.32
2	59.0	71.7	82.9	1.05
4	63.1	74.1	82.3	1.65
7	63.3	76.6	85.3	1.74
10	63.6	77.4	84.3	1.83

엔탈피는 수침 2일 전분이 1.05 cal/g.으로 감소하다가 수침 기간이 증가함에 따라 1.65 cal/g, 1.74 cal/g, 1.83 cal/g으로 증가하였다. 호화에 엔탈피가 높으면 전분 입자가 호화되는데 저항을 갖으며 구조를 무정형으로 하는데 많은 에너지가 필요하므로 수침 기간이 길어짐에 따라 호화개시온도의 증가와 호화에 엔탈피의 증가는 상관관계가 있는 것으로 보인다.

7.5% 전분 현탁액을 0.17 N NaOH 용액으로 실온에서 80분간 알칼리 호화시키면서 점도 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 무처리 전분은 시간이 지남에 따라 점도가 증가하여 30분 후에는 거의 일정한 점도 56×10^3 cp를 나타내었고, 2, 4, 7일간 수침시킨 전분은 60분이 지나서 각각 96.5×10^3 cp, 89.0×10^3 cp, 87.0×10^3 cp의 일정한 점도를 나타냈으며 수침 기간이 길어질수록 감소하였다. 수침 10일 전분의 경우는 시간이 지남에 따라 점도가

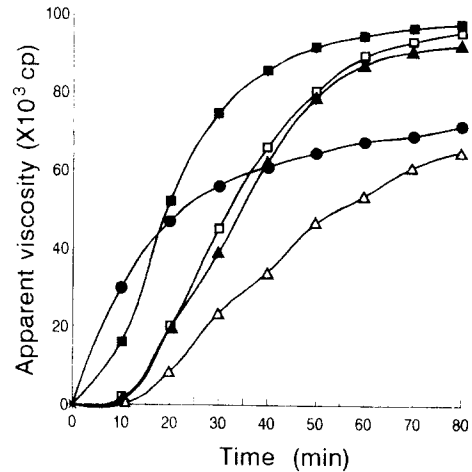


Fig. 2. Alkali gelatinization patterns of starches during steeping of sweet potato
 ●—●: 0 day, ■—■: 2 day, □—□: 4 day, ▲—▲: 7 day, △—△: 10 day

계속 증가하여 일정한 점도를 유지하는 시간이 80분 이상 소요됨을 알 수 있었다. 일정한 점도를 나타냈을 때의 점도는 무처리 전분에 비해 2, 4, 7일 수침 전분의 경우 더 높아 수침 2일 전분은 17.5분, 4일 전분은 37.5분, 7일 전분은 39분 후에 무처리 전분보다 높은 점도를 나타내었으나, 수침 10일 전분은 무처리 전분보다 계속 낮은 점도를 나타내었다. 알칼리에 의한 점도 변화에 있어서 무처리 전분과 수침 2, 4, 7일 전분, 수침 10일 전분이 다른 양상을 보였으나 아밀로그래프에 의한 냉각시 점도가 수침 2, 4, 7일 전분의 경우 무처리 전분보다 높은 점도를, 수침 10일 전분은 더 낮은 점도를 보인 것과 비슷한 경향이었다. Maher⁽³⁰⁾는 일반적으로 전분의 종류에 따라 알칼리 임계 농도 및 호화 양상이 다르다고 보고하였으며, Sato 등⁽³⁴⁾도 전분의 호화에 필요한 알칼리 농도는 전분에 따라 독특한 값을 갖는다고 하였다. 그러므로 수침시킨 전분은 무처리 전분과 다른 전분 구조를 가졌을 것으로 생각되고 수침 기간에 따라 성질이 다른 전분을 제조할 수 있을 것으로 생각되었다.

호화액의 저장에 따른 투명도 변화

투명도는 starch-thickened sauce 또는 filling의 중요한 특성치로서 이는 전분의 노화에 영향을 받아 노화 경향이 낮은 괴근, 괴경, 찹전분의 겔과 소스(sauce)가 더 투명하고, 노화가 되기 쉬운 곡류 전분의 겔과 소스는 상대적으로 불투명하며, 또한 이러한 투명도는 조리된 식품의 품질 뿐만 아니라 텍스처에도 영향을 준다⁽³⁵⁾.

0.1% 전분 호화액의 저장에 따른 투명도의 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 모든 전분 호화액에서 투명도는 저장에 따라 감소하였으며 저장 초기인 12시간까지 감소정도가 컸으며 그 후 완만한 변화를 보였다.

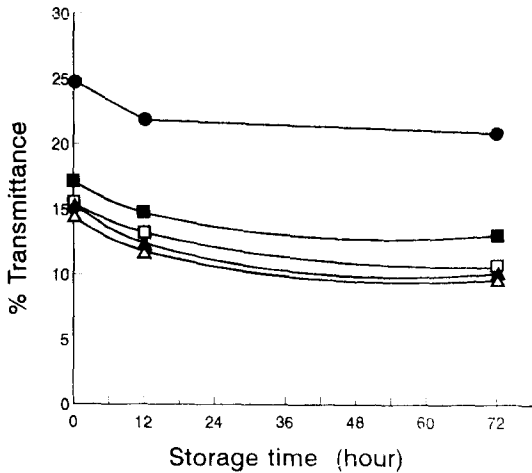


Fig. 3. Changes in transmittance of 0.1% starch suspensions during steeping of sweet potato
 ●; 0 day, ■; 2 days, □; 4 days, ▲; 7 days, △; 10 days

Table 2. Degree of retrogradation of starches during steeping of sweet potato by α -amylase-iodine method

Steeping period(day)	Degree of retrogradation(%)
0	20.3
2	22.7
4	23.1
7	23.5
10	24.6

무처리 전분의 호화 직후 투명도는 24.9%였으며 2일 수침시 17.1%로 많은 감소를 보였으나 4일, 7일, 10일 수침한 전분은 15.4%, 15.3%, 14.4%로 감소 폭이 적어 졌다. Chung과 Seib⁽³²⁾는 밀전분과 옥수수 전분의 투명도는 31.6%와 31.7%이었으며, 전분을 산과 oxide로 변성시켰을 때 투명도는 76.5~95.7%로 증가하였고, 하이 드록시 프로필화시킨 전분은 모두 97% 이상으로 증가한다고 보고하여 화학적인 방법으로 변성시킨 전분의 투명도가 무처리 전분에 비해 매우 증가하였다고 보고하였다.

전분의 노화 특성

효소를 이용하여 전분의 노화도를 측정하는 방법 중에서 BAP(beta-amylase-pullulanase) 방법⁽³⁶⁾이 사용되어 왔으나 실험과정이 복잡하여, 최근 Tsuge 등⁽³³⁾이 α -아밀라아제를 사용함으로써 간단하고 정확한 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 변성 전분의 10% 호화액을 3일간 냉장저장하여 얻은 노화 전분의 노화도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 무처리 전분겔의 노화도는 20.3%로 10% 쌀전분겔을 3일간 냉장저장시킨 노화 전분의 노화도가 16.8%였다는 보고⁽³⁷⁾보다 높은 결과를 보였다.

Table 3. DSC characteristics of retrograded starches during steeping of sweet potato

Steeping period (day)	Endothermal peak		
	T _o (°C)	T _c (°C)	Δ H (cal/g)
0	48.1	68.5	0.24
2	49.5	73.2	0.42
4	45.5	54.4	0.09
7	45.9	65.3	0.24
10	48.0	61.1	0.30

수침에 따른 전분의 노화도는 수침 2, 4, 7, 10일에 각각 22.7%, 23.1%, 23.5%, 24.6%로 수침 기간이 길어 질수록 노화도는 증가하여 수침에 의해 변성된 전분이 더 쉽게 노화됨을 볼 수 있었다. 이는 수침에 의해 변성된 전분의 투명도가 감소된 결과와 일치하였다.

10% 호화액을 사용한 것은 주로 전분을 조리나 가공 중에 점증제, 접착제 등으로 사용할 때 저농도의 호화액으로 쓰일 것을 고려한 것이나 회석된 전분겔은 노화가 적게 일어나 뚜렷한 차이를 위해서는 고농도 호화액의 실험이 뒤따라야 할 것이다. Zeleznak과 Hoseney⁽³⁸⁾는 전분과 전분질 식품이 적당한 수분함량인 50~60%일 때 노화가 가장 잘 일어나며 20% 이하이거나 90% 이상일 때는 결정화가 일어나지 않으며, 이러한 수분이 전분겔의 결정화에 매우 중요한 인자임을 보고하였다.

전분의 노화 특성 연구에 시차주사열량기를 이용하는 것은 호화되어 무정형상태의 전분이 다시 결정화되는데 아밀로오스 뿐만 아니라 아밀로펙틴도 참여함으로써 40~60°C 근처에서 결정화된 아밀로펙틴이 용융되어 그 엔탈피에 따라 결정화도를 예측할 수 있기 때문이다.

시차주사열량기에 의한 노화된 변성 전분의 노화특성치는 Table 3과 같다. 노화 흡열곡선은 45.5~73.2°C에 걸쳐 매우 폭넓은 모양을 보였고, 노화 고구마 전분의 엔탈피는 무처리 전분의 경우 0.24 cal/g으로 노화된 쌀 전분의 엔탈피가 0.27 cal/g이었다는 보고⁽³⁷⁾보다 약간 낮은 결과였다. 수침에 따른 노화 전분의 엔탈피는 수침 2일에는 0.42 cal/g으로 증가하다가 수침 4일에는 0.09 cal/g으로 감소한 후 수침 7, 10일에는 0.24 cal/g, 0.30 cal/g으로 다시 증가하였다. α -아밀라아제에 의한 노화도는 수침에 따라 계속 증가하여 DSC와 다른 결과를 보였다.

전분의 재결정화에 의한 노화는 유리전이온도(Tg)와 용융점(Tm) 사이에서 일어나는데⁽³⁹⁾ 물이 가소제(plasticizer)로 작용하므로 수분함량이 많을 때는 더 낮은 온도로 유리전이온도가 내려가서 수분함량에 따라 다르고 수분이 35~65%인 빵, 떡이나 밥은 냉장조건에서 가장 노화가 잘 일어난다고 하였다⁽³⁷⁾.

수침 중 생성된 물질이 노화에 미치는 영향

Lin과 Lineback⁽²⁷⁾은 전분질 식품에 α -아밀라아제를

Table 4. Degree of retrogradation of sweet potato starches by α -amylase-iodine method

Starches	Degree of retrogradation(%)
SOD	20.3
SOE	20.3
S4D	23.5
S4E	22.7

SOD: Untreated starch gelatinized with distilled water
 SOE: Untreated starch gelatinized with sweet potato extract
 S4D: 4 day reacted starch gelatinized with distilled water
 S4E: 4 day reacted starch gelatinized with sweet potato extract

첨가하면 효소 작용에 의해 노화가 억제된다고 하였으며 그것이 효소 작용에 의해 생성된 당과 저분자 물질 또는 남은 잔여 전분 중 어느 것에 의해 억제되는지를 보기 위해 무처리 전분과 추출액 처리 전분에 증류수와 고구마 추출액을 각각 넣어 제조한 노화 전분의 결과는 Table 4와 같다. 무처리 전분에 증류수를 사용한 호화액과 고구마 추출액을 사용한 호화액의 노화도는 큰 차이가 없었고, 무처리 전분과 고구마 추출액을 1일 동안 반응시킨 전분에 고구마 추출액을 첨가하여 제조한 노화 전분보다 무처리 전분에 고구마 추출액을 첨가하여 제조한 전분보다 고구마 추출액 첨가에 의한 노화 억제효과가 더 큰 것으로 보아 수침 중 효소 작용에 의해 잘려진 당과 분해되고 남은 잔여 전분이 함께 노화를 억제하는 작용이 있는 것으로 여겨진다. 또한 무처리 전분에 비해 고구마 추출액과 4일 동안 반응시킨 전분의 노화도가 더 높아, 4일 반응시킨 전분은 그 자체기 더 쉽게 노화되는 것으로 생각된다. 그리고, 4일 반응시킨 전분에 증류수와 고구마 추출액을 첨가시켜 비교해 보았을 때, 증류수를 첨가하여 제조한 전분보다 고구마 추출액을 첨가하여 제조한 전분의 노화가 더 억제되었다.

무처리 전분과 고구마 추출액 처리 전분 각각에 증류수와 고구마 추출액을 첨가하여 제조한 노화전분의 DSC에 의한 결과는 Table 5와 같다. 노화 흡열 곡선에 의하면 구한 엔탈피는 무처리 전분의 증류수 호화액, 추출액 처리 전분 호화액, 고구마 추출액을 첨가한 두 전분 호화액 순으로 당에 의한 노화억제 효과가 뚜렷함을 볼 수 있었고, 고구마 추출액으로 처리한 전분이 무처리 전분에 비하여 엔탈피가 낮아 α -아밀라아제에 의한 결과와 차이가 있었다. 이는 두 방법이 노화를 측정하는 기본 원리가 다르기 때문에 시차주사열량기를 이용한 노화도는 노화된 전분 분자중의 재결정화된 아밀로펙틴이 용융될 때 나타나는 상전이에 필요한 엔탈피의 변화를 측정한 것이며 α -아밀라아제-요오드법에 의한 노화도는 노화전분에 α -아밀라아제를 작용시켜 전분이 가수분해되는 정도로 전분의 노화도를 측정하는 것이다.

Table 5. DSC characteristics of retrograded sweet potato starches

Starches	Endothermal peak		
	T _o (°C)	T _c (°C)	ΔH (cal/g)
SOD	48.9	67.6	0.33
SOE	54.1	68.4	0.03
S4D	51.1	65.7	0.24
S4E	49.9	58.4	0.06

SOD: Untreated starch gelatinized with distilled water
 SOE: Untreated starch gelatinized with sweet potato extract
 S4D: 4 day reacted starch gelatinized with distilled water
 S4E: 4 day reacted starch gelatinized with sweet potato extract

요 약

조리와 식품 산업에 고구마 전분의 이용 가능성을 높이기 위해 고구마를 40°C 항온기에서 2, 4, 7, 10일간 수침시킨 후 전분을 분리 제조하고 이들 전분의 호화 특성과 노화 특성을 측정하였다.

시차주사열량기에 의한 호화 양상에서 무처리 전분의 피크 온도와 엔탈피는 각각 73.7°C, 1.32 cal/g으로서 폭 넓은 피크를 보였으며, 수침 전분은 피크 온도와 엔탈피가 증가하였다. 알칼리 호화 양상은 초기에 급격한 점도의 증가를 보이다 완만해졌으며 무처리 전분에 비해 2, 4, 7일 수침 전분의 점도는 증가하였으나 10일 수침 전분은 감소하였다. 호화액의 투명도는 모든 전분에서 저장에 따라 감소하였으며 수침 시간이 길어질수록 투명도는 낮아졌다. α -아밀라아제-요오드법에 의한 노화도는 무처리 전분에 비해 수침 전분은 증가하였고, 노화 전분의 시차주사열량기에 의한 엔탈피도 4일 수침시킨 전분을 제외하고 수침에 의해 증가하였다. 무처리 전분과 분해 후 잔여 전분에 고구마 추출액을 첨가하여 호화시키면 노화도가 낮아졌으며 노화 억제 정도는 분해 후 잔여 전분이 더 컸다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 1993년 핵심전분과제 연구비 지원(과제번호: 931-0600-018-1)으로 수행된 연구결과와의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. French, D.: Organization of starch granule. In *Starch Chemistry and Technology*, 2nd ed., Whistler, R.L. and Paschall, E.F.(ed), Academic Press, New York, p.183 (1984)
2. Pessa, E., Suortti, T., Autio, K. and Poutanen, K.:

- Molecular weight characterization and gelling properties of acid-modified maize starches. *Stärke*, **44**, 64 (1992)
3. Wurzburg, O.B.: Cross-linked starches. In *Modified starches: properties and uses*, Wurzburg, O.B.(ed), CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, p.41(1987)
 4. 육철, 백운화, 박관화: 하이드록시프로필화 옥수수전분의 이화학적 특성. *한국식품과학회지*, **23**, 175(1991)
 5. 송은, 신말식, 홍운호: 수분-열처리에 따른 고구마 전분의 이화학적 성질. *한국농화학회지*, **30**, 242(1987)
 6. 이신경, 신말식: 탈지와 지방질첨가에 따른 고구마 전분의 특성. *한국식품과학회지*, **23**, 341(1991)
 7. Lim, S. and Seib, P.A.: Preparation and pasting properties of wheat and corn starch phosphates. *Cereal Chem.*, **70**, 137(1993)
 8. Wu, Y. and Seib, P.A.: Acetylated and hydroxypropylated distarch phosphates from waxy barley: Paste properties and freeze-thaw stability. *Cereal Chem.*, **67**, 202(1990)
 9. Kim, H.R., Hermansson A.M. and Eriksson, C.E.: Structural characteristics of hydroxypropyl potato starch granules depending on their molar substitution. *Stärke*, **44**, 111(1992)
 10. Henriksnas, H. and Bruun, H.: Molecular weight distribution in starch solution when hydrolyzed with alpha-amylase and when oxidized with sodium hypochlorite. *Stärke*, **30**, 233(1978)
 11. Robin, T.P., Macia, C., Charbonniere, R. and Guilbot, A.: Lintnerized starches gel filtration and enzymatic studies of insoluble residue from prolonged acid treatment of potato starch. *Cereal Chem.*, **51**, 389(1974)
 12. 김수경, 신말식: 수분-열처리한 쌀전분의 이화학적 특성. *한국농화학회지*, **33**, 1(1990)
 13. 이신경, 신말식: Surfactant 처리한 고구마 전분의 물리화학적 특성. *한국조리과학회지*, **8**, 255(1992)
 14. Eliasson, A.C. and Ljunger, G.: Interactions between amylopectin and lipid additives during retrogradation in a model system. *J. Sci. Food Agric.*, **44**, 3(1988)
 15. Kohyma, K. and Nishinari, K.: Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Food Sci.*, **57**, 128(1992)
 16. Chrisianson, D.D., Hedge, J.E., Osborne, P. and Detroy, R.W.: Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum and cellulose gum. *Cereal Chem.*, **58**, 513(1981)
 17. 강규찬, 백상봉, 이규순: 식이성 섬유질의 첨가가 케익의 노화에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **22**, 19(1990)
 18. Chen, H., Rubenthalor, G.L. and Schanus, E.G.: Effects of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J. Food Sci.*, **53**, 302(1988)
 19. 박관화: 탄수화물 신소재의 개발. *식품과학과 산업*, **73**, 25(1993)
 20. Hoover, R. and Sosulski, F.: Studies on the functional characteristics and digestibility of starches from *Phaseolus vulgaris* biotypes. *Stärke*, **37**, 181(1985)
 21. 임영희, 이현유, 장명숙: 유과제조시 찹쌀의 침지중 이화학적 성분 변화에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **25**, 219(1993)
 22. 박영미, 오명숙: 찹쌀의 수침이 감정의 팽화 부피에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **17**, 425(1985)
 23. Kyung-Ae Kim, Sung-Woo Lee and Sung-Kon Kim: Changes of starch properties during steeping of potato. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 691(1989)
 24. 김희정, 이혜수: 기장노치 제조방법에 관한 연구. *한국조리과학회지*, **7**, 75(1991)
 25. 김관, 이용현, 강길진, 김성곤: 수침이 찹쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **25**, 535(1993)
 26. 백만희, 신말식: 수침에 의한 변형 고구마 전분의 이화학적 특성. *한국식품과학회지*, **25**, 736(1993)
 27. Lin, W. and Lineback, D.R.: Changes in carbohydrate fractions in enzyme-supplemented bread and potential relationship to staling. *Stärke*, **42**, 385(1990)
 28. Shin, M.S.: Influence of water and surfactants on wheat starch gelatinization and retrogradation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 116(1991)
 29. Krog, N., Olesen, S.K., Toernaes, H. and Joensson, T.: Retrogradation of the starch fraction in wheat bread. *Cereal Foods World*, **34**, 281(1989)
 30. Maher, G.G.: Alkali gelatinization of starches, *Stärke*, **35**, 226(1983)
 31. 김성곤, 정혜민, 조만희: 쌀, 옥수수, 칩 및 생강 전분의 알칼리호화. *한국농화학회지*, **27**, 214(1984)
 32. Chung, K.M. and Seib, P.A.: Thin-boiling and nongelling adhesive prepared from maize and wheat starches. *Stärke*, **43**, 441(1991)
 33. Tsuge, H., Hishida, M., Watanabe, S. and Goshima, G.: Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in food and foodstuffs. *Stärke*, **42**, 213(1990)
 34. Sato, S., Oka, S. and Shigeta, S.: Pasting behavior of starches from different origin in sodium hydroxide solution. *Agr. Biol. Chem.*, **33**, 12134(1969)
 35. Bean, M.M. and Setser, C.S.: Polysaccharides, sugars and sweeteners. In *Food Theory and Applications*, Bowers, J.(ed), Macmillan, New York, p.95(1992)
 36. Kainuma, K., Matsunaga, A., Itagawa, M. and Kobayashi, S.: New enzyme system-beta-amylase-pullulanase to determine the degree of gelatinization and retrogradation of starch or starch products. *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, **28**, 235(1981)
 37. 김정옥: 저장온도와 수분함량이 쌀 전분겔의 노화에 미치는 영향. 전남대학교 석사학위논문 (1994)
 38. Zeleznak, K.J. and Hosney, R.C.: The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chem.*, **63**, 407(1986)
 39. Levine, H. and Slade, L.: Influence of glassy and rubbery states on the thermal, mechanical and structural properties of doughs and baked products. In *Dough Rheology and Baked Product Texture: Theory and Practice*. Faridi, H. and Faubion, J.M., van Nostrand Reinhold AVI, NY.(1989)

(1994년 8월 27일 접수)