

## 감자의 수침조건에 따른 전분의 호화 특성

정난희 · 김경애\* · 전은례

전남대학교 사범대학 가정교육과 강사

\*전남대학교 사범대학 가정교육과 교수, \*전남대학교 가정과학연구소 연구원

### Gelatinization Properties of Starch during Steeping Condition of Potato

Lan-Hee Jung, Kyung-Ae Kim\* and Eun-Ray Jeon

Dept. of Home Economics, College of Education Chonnam National University, 500-757, Korea

\*Home Economics Research Institute

#### Abstract

Gelatinization properties of potato starches which were prepared by steeping at  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  or  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  for 11 days were investigated. The pasting and initial gelatinization temperatures measured by rapid visco-analyzer (RVA) were increased, but the peak and trough viscosities of potato starch were decreased by steeping. The onset temperature, peak temperature, conclusion temperature, and enthalpy of gelatinization were increased by steeping as measured by DSC. The contents of hot-water-soluble carbohydrate and amylose in potato starch were decreased by steeping.

Key words: Potato Starch, Steeping, Gelatinization properties, RVA, DSC

## I. 서 론

감자 전분은 다른 전분들에 비해 같은 농도에서도 점도가 매우 높아 증점제로 이용하기 좋다. 전분의 입자 크기와 아밀로오스의 분자량이 다른 전분들에 비해 크고, 전분 입자에 공유 결합되어 있는 *o*-phosphate기가 음전하를 띠어 겔 형성과 노화가 잘 일어나지 않는다<sup>1)</sup>. 감자 전분은 옥수수, 밀 전분과 함께 유럽에서는 전분 산업의 기초로 자리잡고 있으며, 종이 제조에 사용하거나 그 자체로 조리에도 이용하며 양조용, 시럽이나 당면 제조, 시럽이나 소스의 증점제, 점착제로 가공 식품에 첨가하는 등 여러면에 사용되고 있다<sup>2)</sup>. 그러나 식품 가공 공정 중 호화와 노화 현상을 수반하여 식품 물성 변화의 중요한 인자로 작용하기 때문에 최근 전분의 이용 가능성을 높이기 위하여 전분의 물리·화학적 성질을 변화시킴으로써 바람직한 특성을 갖는 변성 전분을 만들어 부분적으로 사용하고 있다<sup>3)</sup>. 우리나라에서는 수침에 의한 변성 감자 전분의 제조 방법이 전통적으로 전해 내려오고 있으나 수침 과정 중 일어나는 성분 및 성질의 변화에 대하여는 생전분과  $30^\circ\text{C}$ 에서 수침한 감자 전분에 대한 연구<sup>4,7)</sup>만 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 감자의 수침 조건이 전분의 이화학적 성질에 어떤 영향을 미치는가를 알아

보고자 전통적으로 감자를 수침하여 여러 용도로 이용하고 있는 강원도 고냉지 지역의 수확 시기 기온인  $10^\circ\text{C}$ 와 실온인  $25^\circ\text{C}$  조건에서 감자를 수침하여 호화 특성을 측정하여 전분 겔의 형성을 위한 기초 자료로 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

감자는 강원도 대관령 원예 농협에서 1997년 6월에 수확한 수미(Superior) 품종을 사용하였다.

### 2. 실험방법

감자 증량 2배의 증류수를 부은 플라스틱 용기를 일정 온도( $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ )의 항온기에서 미리 온도를 평형시킨 다음 씻은 감자를 동째로 넣고 1일에서 11일간 수침하였다. 전분은 알칼리 침지법<sup>8)</sup>으로 제조하여 테스트케이터에 보관하면서 시료로 사용하였다.

가열에 의한 감자 전분 호화액의 점도 특성은 신속점도계(RVA-3D, Newport Sci., Australia)를 사용하여 측정하였다. 시료 2g(건량기준)을 증류수 25 ml에 분산(8%)시키고 0~1분은  $50^\circ\text{C}$ , 1~4.7분은  $95^\circ\text{C}$ 까지 상승, 4.7~7.2분은  $95^\circ\text{C}$  유지, 7.2~11분은  $50^\circ\text{C}$ 까지 냉각,

11~13분은 50°C를 유지하면서 점도를 측정하였다<sup>9)</sup>.

시차주사열량기에 의한 감자 전분의 호화 흡열 곡선은 시차주사열량기(PL-DSC 700, Thermal Sci., U. K.)를 사용하여 Donovan<sup>10)</sup>의 방법에 따라 구하였다. 감자 전분 4~6 mg을 aluminium sample pan에 넣고 수분과의 비율이 1:2가 되게 증류수를 마이크로시린지로 가하여 sample encapsulating press로 밀봉하였다. 밀봉한 시료는 수분 확산을 위하여 1시간 동안 실온에서 방치한 후 30°C에서 130°C까지 10°C/min로 가열하였고, reference

로는 empty pan을 사용하였으며 기기의 보정은 용융 온도(156.4°C)를 정확히 알고 있는 인더움(In)을 표준 물질로 사용하였다.

열수 용해성 탄수화물과 아밀로오스 함량은 2% 감자 전분 현탁액 40 ml를 뚜껑이 있는 원심관에 넣고 항온수조에서 95°C로 30분간 가열한 후 얼음탕에서 급속히 냉동시키고 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여 상정액을 모아 여과지에 여과시킨 다음 시료액으로 사용하였다<sup>11)</sup>. 열수 용해성 탄수화물의 함량은 페놀-황산법<sup>12)</sup>으로, 열수

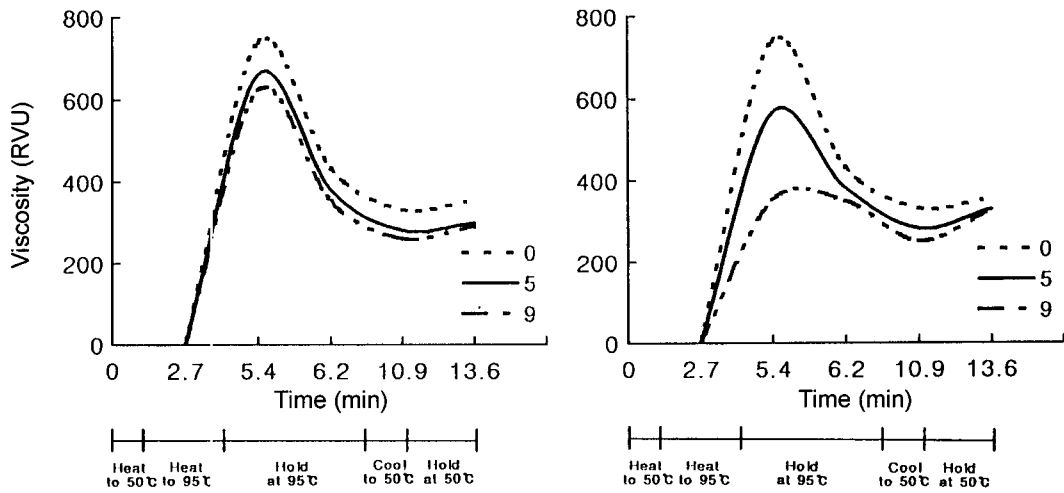


Fig. 1. Viscogram of 8% potato starch steeped at 10°C(left) and 25(right) by Rapid Visco Analyzer. The number indicates the steeping time(day).

Table 1. Effects of steeping temperature and time on RVA data

Steeping time (day)	Pasting temperature (°C)	Viscosity (R V U) <sup>1)</sup>						
		Peak (P)	Trough (T)	End (E)	Breakdown (P-T)	Consistency (E-T)	Setback (E-P)	
10	0	68.0 <sup>a</sup>	738 <sup>a</sup>	333	355 <sup>a</sup>	405 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	-383 <sup>a</sup>
	1	68.0 <sup>a</sup>	700 <sup>a</sup>	300	322 <sup>a</sup>	400 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	-378 <sup>a</sup>
	3	68.4 <sup>b</sup>	680 <sup>a</sup>	290	310 <sup>a</sup>	390 <sup>a</sup>	20 <sup>b</sup>	-370 <sup>a</sup>
	5	68.7 <sup>b</sup>	660 <sup>a</sup>	281	300 <sup>a</sup>	379 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	-360 <sup>a</sup>
	7	68.8 <sup>b</sup>	637 <sup>a</sup>	279	300 <sup>a</sup>	358 <sup>ab</sup>	21 <sup>a</sup>	-337 <sup>a</sup>
	9	69.1 <sup>c</sup>	622 <sup>a</sup>	261	291 <sup>a</sup>	361 <sup>ab</sup>	30 <sup>b</sup>	-331 <sup>a</sup>
11	70.0 <sup>c</sup>	612 <sup>a</sup>	253	289 <sup>b</sup>	359 <sup>ab</sup>	36 <sup>b</sup>	-323 <sup>a</sup>	
25	0	68.0 <sup>a</sup>	738 <sup>a</sup>	333	355 <sup>a</sup>	405 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	-383 <sup>a</sup>
	1	68.3 <sup>a</sup>	612 <sup>ab</sup>	290	327 <sup>a</sup>	322 <sup>ab</sup>	37 <sup>b</sup>	-285 <sup>a</sup>
	3	68.5 <sup>ab</sup>	586 <sup>ab</sup>	279	320 <sup>b</sup>	307 <sup>ab</sup>	41 <sup>c</sup>	-266 <sup>a</sup>
	5	68.9 <sup>abc</sup>	565 <sup>ab</sup>	283	330 <sup>a</sup>	282 <sup>ab</sup>	47 <sup>c</sup>	-235 <sup>ab</sup>
	7	69.7 <sup>bcd</sup>	471 <sup>bc</sup>	272	321 <sup>a</sup>	199 <sup>bc</sup>	49 <sup>c</sup>	-150 <sup>ab</sup>
	9	70.4 <sup>cd</sup>	352 <sup>c</sup>	251	327 <sup>a</sup>	101 <sup>c</sup>	76 <sup>d</sup>	-25 <sup>c</sup>
11	70.7 <sup>d</sup>	323 <sup>c</sup>	246	322 <sup>a</sup>	77 <sup>c</sup>	76 <sup>d</sup>	-1 <sup>c</sup>	
F value	temp. day	1.91	23.91 <sup>***</sup>	3.82	3.00	29.10 <sup>***</sup>	27.77 <sup>***</sup>	18.03 <sup>***</sup>
		2.38 <sup>*</sup>	2.70 <sup>*</sup>	1.55	2.10 <sup>*</sup>	3.55 <sup>**</sup>	5.10 <sup>***</sup>	2.18 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>RVU : Rapid Visco Units.

<sup>\*\*\*</sup> : P < 0.001, <sup>\*\*</sup> : P < 0.01, <sup>\*</sup> : P < 0.05.

용해성 아밀로오스 함량은 Williams<sup>13)</sup> 방법으로 측정하였다.

통계처리는 SAS package를 이용하여 ANOVA test 후 Duncan의 multiple range test를 실시하여 수침 기간별, 수침 온도별로 차이를 비교하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 신속점도계에 의한 호화

수침 온도에 따른 감자 전분의 신속점도계에 의한 호화 특성은 Fig. 1과 같고, 이들로부터 구한 특성치는 Table 1과 같다. 수침 온도에 따라 최고 점도, breakdown, consistency 및 setback에서 유의한 차이를 나타냈고 수침 기간에 따라서는 호화 개시 온도, 최고 점도, 최저 점도, breakdown, consistency 및 setback에서 유의한 차이를 나타냈다.

호화 개시 온도는 생감자 전분의 경우 68.0°C였으며, 이는 Kim 등<sup>14)</sup>이 보고한 66.3°C보다는 약간 높았다. 10°C 수침 전분에서는 수침 1일에 68.0°C, 11일에 70.0°C였고, 25°C 수침 전분에서는 수침 1일에 68.3°C, 11일에 70.7°C로 수침 기간이 길어질수록 호화 개시 온도가 높아졌다. 호화 개시 온도는 아밀로오스 함량 및 무정형 부분에서의 분자간 회합 정도 등이 영향을 미치며 전분 입자의 내부 구조가 치밀할수록 가열시 느리게 팽윤되어 높은 호화 온도를 갖는다<sup>15)</sup>. Franco 등<sup>16)</sup>은 입자 크기가 작을수록 호화 개시 온도는 높아서 효소적 가수분해는 호화 개시 온도를 증가시킨다고 하였다. 따라서 수침 기간이 길어짐에 따라 호화 개시 온도가 증가한 것은 전보<sup>7)</sup>에서 발표한 것과 같이 수침에 의해 아밀로오스 함량의 감소와 전분의 크기가 작아진 것과 관련된 것으로 보인다.

전분 입자의 팽윤 정도 및 열이나 전단에 대한 팽윤된 입자의 저항 정도를 나타내는 최고 점도는 생감자 전분이 738RVU였고 수침 전분 모두 수침 기간이 길어질수록 감소하는 경향이였다. 10°C 수침 전분에서는 수침 기간에 따라 감소하였으나 큰 변화가 없었고 25°C 수침 전분에서는 수침 1일부터 계속 감소하여 수침 7일과 9일에 점도 변화가 나타나 각각 471RVU, 352RVU였다. 생감자 전분은 온도 상승에 따라 매우 급격히 점도가 증가하는데, 이는 호화 중 아밀로오스와 복합체를 이루어 팽윤을 억제하는 지질의 결여, 점성이 강한 분자량이 큰 아밀로오스 분자의 존재와 *o*-phosphate기에 의한 팽윤력의 증가에 기인하는 것이다<sup>17-19)</sup>. Haase와 Detmold<sup>1)</sup>는 감자 전분의 최고 점도가 아밀로오스의 함량과 인의 함량에 의해서도 영향을 받는다고 하였다. 따라서 전보<sup>7)</sup>에

서 발표한 것과 같이 수침에 의해 아밀로오스와 인 함량의 감소로 인해 최고 점도가 감소됨을 확인할 수 있었다. 전분 호화액의 점도는 전분 입자의 팽윤 정도와 팽윤된 전분 입자의 열과 전단에 대한 저항도, 가열 중 입자로부터 용출된 가용성 전분의 존재, 팽윤된 입자 사이의 마찰 또는 팽윤된 입자의 가용성 전분과의 응집성 등에 의하여 좌우된다<sup>20)</sup>.

최저 점도와 최종 점도는 생감자 전분이 각각 333 RVU, 355RVU였고 수침 전분은 10°C와 25°C 모두 수침 기간이 길어질수록 감소하는 경향이였다.

Breakdown은 전분립의 깨어지는 정도를 나타내어 호화액의 안정성을 나타내는데, 생감자 전분은 405RVU였고 수침 전분은 11일에 10°C에서 359RVU, 25°C에서 77RVU로 수침 기간이 길어질수록 감소하는 경향이였으며 25°C에서 11일 수침한 전분은 현저한 감소를 나타내었다. 95°C에서 15분간 가열한 다음의 점도 변화는 paste의 안정성이나 깨짐성을 나타내고, 50°C의 냉각 점도는 노화 경향을 반영하며, 호화액의 냉각시 아밀로오스 분자들이 분자간의 보다 많은 수소 결합을 통해 회합체를 이룸으로써 점도가 증가하게 된다<sup>21)</sup>.

Consistency는 생감자 전분이 22RVU였고, 수침 전분은 수침 기간이 길어질수록 증가하는 경향으로 10°C에서는 11일에 36RVU였고, 25°C에서는 수침 9일에 크게 증가하였으며 그 이후에는 변화가 없었다.

Setback은 생감자 전분이 -383RVU였고, 수침 전분은 10°C와 25°C 모두 수침 기간이 길어질수록 증가하여 10°C에서는 11일에 -323RVU였고 25°C에서는 9일에 현저하게 증가하여 -25RVU였고 11일에 -1RVU로 25°C 수침 전분이 수침에 의해 consistency와 setback이 증가하여 겔이 잘 형성될 수 있음을 시사하였다. Consistency와 setback은 점도의 변화로써 노화도를 설명할 수 있으며 점도가 증가하면 노화가 잘 된다고 하는데, setback의 증가로 모든 경우의 노화 경향을 설명할 수는 없으나<sup>22)</sup>, setback은 아밀로오스 분자들의 회합으로 인하여 얻어진 것이다<sup>23)</sup>. 따라서 수침 전분은 수침 기간이 길어질수록 높은 온도에서 호화되었고, 점도는 낮아졌는데 이는 수침에 의해 전보<sup>7)</sup>에서 발표한 것과 같이 작은 입자의 분포가 많아졌고, 물결합능력의 증가, 팽윤력 및 용해도의 감소와 상관이 있는 것으로 생각되었다.

#### 2. 시차주사열량기에 의한 호화

생감자 전분과 수침 기간에 따른 수침 전분의 DSC thermogram은 Fig. 2와 같이 모두 62.3~82.9°C 범위에서 흡열 반응을 보이는 단일 피크(single endothermic transition)를 나타냈다. 이 그림으로부터 구한 호화 특성

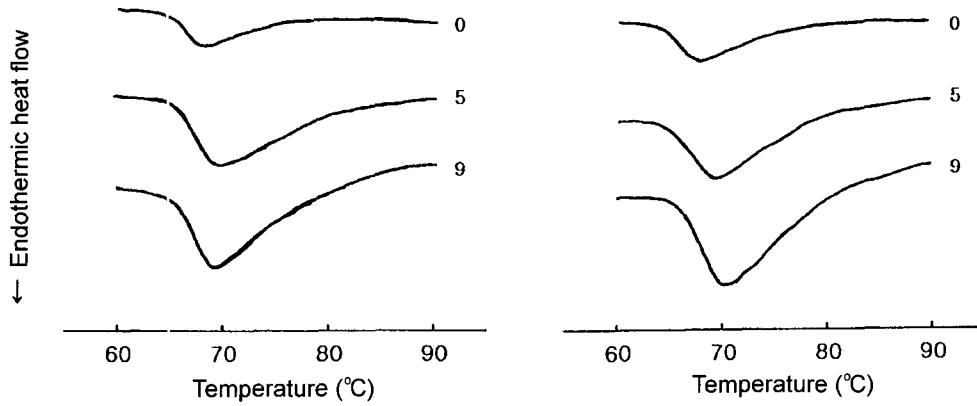


Fig. 2. DSC thermograms of starch during steeping of potato at 10°C(left) and 25°C(right). The number indicates the steeping time(day).

Table 2. DSC characteristics of starch during steeping of potato at 10°C and 25°C

Steeping time (day)	Gelatinization temperature (°C)				
	T <sub>o</sub> (°C)	T <sub>p</sub> (°C)	T <sub>c</sub> (°C)	ΔH (J/g)	
10	0	62.3 <sup>a</sup>	67.8 <sup>a</sup>	77.0 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>
	1	62.9 <sup>b</sup>	65.9 <sup>b</sup>	77.4 <sup>b</sup>	3.00 <sup>b</sup>
	3	63.0 <sup>c</sup>	67.6 <sup>c</sup>	79.1 <sup>c</sup>	3.15 <sup>c</sup>
	5	63.3 <sup>d</sup>	68.1 <sup>d</sup>	79.6 <sup>d</sup>	3.09 <sup>d</sup>
	7	63.4 <sup>d</sup>	68.1 <sup>d</sup>	80.3 <sup>e</sup>	3.85 <sup>e</sup>
	9	63.9 <sup>e</sup>	68.9 <sup>e</sup>	80.9 <sup>f</sup>	4.00 <sup>f</sup>
11	64.7 <sup>f</sup>	70.8 <sup>f</sup>	81.9 <sup>g</sup>	4.13 <sup>g</sup>	
25	0	62.3 <sup>a</sup>	67.8 <sup>a</sup>	77.0 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>
	1	63.0 <sup>b</sup>	68.5 <sup>b</sup>	78.2 <sup>b</sup>	3.06 <sup>b</sup>
	3	63.4 <sup>b</sup>	69.7 <sup>d</sup>	79.4 <sup>c</sup>	3.28 <sup>c</sup>
	5	64.1 <sup>c</sup>	69.3 <sup>c</sup>	80.4 <sup>d</sup>	3.54 <sup>d</sup>
	7	64.3 <sup>d</sup>	69.7 <sup>d</sup>	81.6 <sup>e</sup>	4.00 <sup>e</sup>
	9	64.3 <sup>d</sup>	70.2 <sup>e</sup>	82.8 <sup>f</sup>	4.70 <sup>f</sup>
11	64.6 <sup>e</sup>	70.3 <sup>e</sup>	82.9 <sup>f</sup>	4.72 <sup>g</sup>	
F value	temp.	36.8 <sup>***</sup>	44.9 <sup>***</sup>	40.2 <sup>***</sup>	37.60 <sup>***</sup>
	day	39.1 <sup>***</sup>	22.0 <sup>***</sup>	44.1 <sup>***</sup>	23.55 <sup>***</sup>

\*\*\*: P < 0.001

T<sub>o</sub>: onset temperature

T<sub>p</sub>: peak temperature

T<sub>c</sub>: conclusion temperature

ΔH: enthalpy for gelatinization

치는 Table 2와 같이 수침 온도와 수침 기간에 따라 호화 개시 온도, 호화 정점 온도, 호화 종료 온도, 호화 엔탈피에서 유의한 차이를 나타냈다.

생감자 전분의 호화 개시 온도가 62.3°C로 이는 Kim 등<sup>24)</sup>이 제시한 62.8°C와 비슷하였고 Kim 등<sup>14)</sup>이 보고한 65.4°C보다는 낮았으며 신속검도계에 의한 호화 개시 온도보다는 낮았다. 수침 전분의 호화 개시 온도는 10°C와 25°C 모두 수침 기간이 길어질수록 높아졌고 25°C에서 수침 전분이 10°C 수침 전분보다 호화 개시 온도가 다

소 높은 경향이였다.

생감자 전분의 호화 정점 온도는 67.8°C, 호화 종료 온도는 77.0°C, 호화열은 2.91 J/g이었다. 수침 전분의 호화 정점 온도, 호화 종료 온도는 10°C와 25°C 모두 수침 기간이 길어질수록 높아지는 경향이었고 수침 기간이 길어질수록 호화 온도 범위도 넓어졌다.

endothermic peak의 면적을 측정하여 구한 호화 엔탈피는 수침 전분 모두 수침 기간이 길어질수록 생감자 전분보다 높은 값을 나타내어 전분 입자가 호화되는데 저항을 가지며 구조를 무정형으로 하는데 많은 에너지가 필요함을 나타내었다. 따라서 수침 기간이 길어질수록 호화 온도가 높아져 호화하는데 저항을 받음을 알 수 있었는데 이는 RVA에 의한 호화 개시 온도가 높아지는 것과 일치하는 결과로 수침이 전분의 구조와 특성에 영향을 미침을 알 수 있었다.

### 3. 열수 용해성 탄수화물과 아밀로오스 함량

수침 조건을 달리한 감자 전분 호화액 중 95°C에서의 열수 용해성 탄수화물 함량은 Fig. 3과 같이 생감자 전분은 0.71 mg/ml이었고, 10°C 수침 전분은 완만하게 감소하여 11일에 0.68 mg/ml였고, 25°C 수침 전분은 9일에 0.57 mg/ml로 급격히 감소하였고 그 이후에는 거의 변화가 없었다. 이는 김 등<sup>25)</sup>의 찹쌀을 수침하였을 때 수침에 의해 98°C에서의 가용성 물질의 양이 감소한 결과와 일치함을 보여 수침으로 인하여 전분 분해 효소의 작용으로 작은 입자들이 빠져 나가서 당 함량이 감소한 것으로 생각되며 25°C 수침 전분 중 수침 9일에 감소의 폭이 큰 것은 RVA에 의한 점도 변화에서 25°C 수침 전분이 9일에 현저한 점도의 변화가 나타난 것과 일치하

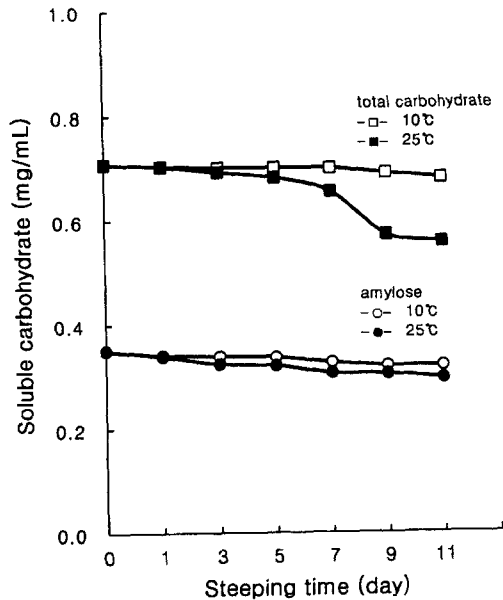


Fig. 3. Changes in total carbohydrate and amylose contents of hot water solubles of starch during steeping of potato at 10°C and 25°C.

는 결과였고 수침으로 인해 전분의 구조와 특성이 변화하였음을 알 수 있었다.

열수 용해성 아밀로오스 함량은 Fig. 3과 같이 수침 기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이였다. 생감자 전분은 0.35 mg/ml이었고, 10°C 수침 전분은 수침 11일에 0.32 mg/ml이었으며, 25°C 수침 전분은 수침 11일에 0.30 mg/ml으로 큰 변화가 없었다. 이<sup>11)</sup>는 용해성 탄수화물 중에 아밀로오스를 제외한 나머지 부분은 아밀로펙틴이나 아밀로펙틴에서 가수 분해되어 나온 작은 분자들 또는 분자상의 아밀로오스일 것이라고 하였다. 또 Montgomery와 Senti<sup>26)</sup>는 낮은 온도에서는 선상의 분자가 먼저 용출되어 나오고 온도가 증가함에 따라 가지를 가지고 있는 분자량이 비교적 큰 아밀로오스가 용출된다고 하였으며 용출시키는 온도가 증가할수록 용출량은 증가하고 아밀로오스의 순도는 낮아진다고 하였다.

#### IV. 결 론

감자를 10(±1)°C와 25(±1)°C에서 11일까지 수침하여 전분의 호화 특성을 측정 한 결과는 다음과 같다.

신속점도계에 의한 전분의 호화 개시 온도, 최고 점도, 최저 점도, breakdown, consistency 및 setback은 수침 온도와 수침 기간에 따라 유의한 차이를 보였다. 호화 개시 온도는 생감자 전분이 68.0°C였으며, 수침 전분은

수침 기간이 길어질수록 높아졌고 최고 점도는 생감자 전분이 738RVU이었으며 최저 점도는 355RVU이었다. 수침 기간이 길어질수록 수침 전분의 최고 점도, 최저 점도, 최종 점도는 감소하였다. breakdown은 생감자 전분이 405RVU이었고 수침 기간이 길어질수록 낮아졌으며 consistency와 setback은 수침 기간이 길어질수록 증가하였다.

시차주사열량기에 의한 전분의 호화 개시 온도는 생감자 전분이 62.3°C이었고, 수침 기간이 길어질수록 호화 개시 온도, 호화 정점 온도, 호화 종료 온도가 높아졌으며 호화열은 생전분이 2.91 J/g이었고 수침 기간이 길어질수록 높아졌다.

열수 용해성 탄수화물 함량은 생감자 전분이 0.71 mg/ml였고, 수침 전분은 수침 기간이 길어질수록 감소하였으며, 열수 용해성 아밀로오스 함량은 생감자 전분이 0.35 mg/ml였고, 수침 전분은 수침 기간이 길어질수록 감소하였다.

#### 참고문헌

- Haase, N. and Detmold, J. P. : Properties of potato starch in relation to varieties and environmental factors 1, *Starch*, **48**:167, 1996
- 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
- 백만희 : 수침에 의한 변형 고구마 전분의 이화학적 특성. 전남대학교 석사 학위논문. 1994
- 김경애 : 감자의 싹힘에 따른 전분 특성의 변화. 한양대학교 박사 학위논문. 1988
- 김경애, 김성곤, 정난희, 박영란 : 감자의 수침에 따른 전분의 알칼리 호화 특성. *한국조리과학회지*, **14**:207, 1998
- 정난희, 김경애, 김성곤, 서복영, 전은례 : 감자의 수침에 따른 전분의 열 호화 특성. *한국조리과학회지*, **14**:213, 1998
- 정난희, 김경애 : 감자의 수침조건에 따른 전분의 이화학적 특성, 전남대학교 가정과학연구소 논문집. **9**:55, 1999
- Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T. : Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku*, **20**:99, 1973
- Harm, J. and Peter, A. M. : Comparison of the Brabender Viskograph and the Rapid Visco Analyzer. 1. Statistical evaluation of the pasting profile. *Starch*, **49**:89, 1997
- Donovan, J. W. : Phase transitions of the starch-water system. *Biopolymers*, **18**:263, 1979
- 이상금 : 탈지 및 첨가 물질이 녹두와 옥수수 전분 겔

- 특성에 미치는 영향. 전남대학교박사 학위논문. 1995
12. Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J. K., Revers, P. A. and Smith, F. : Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**:350, 1956
  13. Williams, P. C., Kuzira, F. D. and Hlynka, I. : Rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours, *Cereal Chem.*, **47**:411, 1970
  14. Kim, Y. S., Wiesenbor, D. P., Orr, P. H. and Grant, L. A. : Screening potato starch for novel properties using differential scanning calorimetry, *J. Food Sci.*, **60**:1065, 1995
  15. Shetty, R. M., Lineback, D. R. and Seib, P. A. : Determining the degree of starch gelatinization, *Cereal Chem.*, **51**:364, 1974
  16. Franco, C. M. L. and Ciacco, C. F. : Factors that affect the enzymatic degradation of natural starch granules effect of the size of the granules. *Starch*, **44**:422, 1992
  17. Swinkeis, J. M.: Composition and properties of commercial native starches. *Starke*, **37**:1, 1985
  18. Rutenberg, M. W. and Solarek, D. : X. Starch derivatives : Production and uses. In *Starch Chemistry and Technology*, 2nd ed., Whistler, R. L., BeMiller, J. N. and Paschall, E. F. (Ed.), Academic press, New York, N. Y., p. 324, 1984
  19. Wurzburg, O. B. : Introduction. In *Modified starches : Properties and Uses*, Wurzburg, O. B. (Ed.), CRC Press, FL, p. 12, 1987
  20. Hood, L. F. : Current concepts of starch structure. In *Food Carbohydrates*, Lineback, D. R. and Inglelett, G. E.(Ed.), AVI Publishing Co., Westport, CT, p. 231, 1982
  21. Kugimiga, M. and Donovan, J. W.: Calorimetric determination of amylose content of starches based on formation and melting of amylose-lysolecithin complex. *J. Food Sci.*, **46**:765, 1981
  22. 신말식 : 수분과 계면활성제가 밀 전분의 호화와 노화에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **23**:116, 1991
  23. Biliaderis, C. G. : Differential scanning calorimetry in food research-A review. *Food Chem.*, **10**:239, 1983
  24. Kim, K. A., Lee, S. W. and Kim, S. K. : Changes of starch properties during steeping of potato. *Korean J. Food Sci. Tech.*, **21**:691, 1989
  25. 김 관, 이용현, 강길진, 김성곤 : 수침이 찹쌀의 이화학적 성질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **25**:535, 1993
  26. Montgomery, E. M. and Senti, F. R. : Separation of amylose from amylopectin of starch by extraction-sedimentation procedure. *J. Polymer Sci.*, **28**:1, 1958

---

(2000년 9월 1일 접수)