

가교화 후 하이드록시프로필화한 복합변성 쌀전분의 이화학적 특성

최현욱 · 홍사훈 · 최성원¹ · 김창남² · 유승석³ · 김병용 · 백무열*
경희대학교 생명자원과학연구원 식품공학과, ¹오산대학교 호텔조리계열,
²혜전대학교 호텔제과제빵과, ³세종대학교 호텔관광대학 외식경영학과

Physicochemical Properties of Dual-Modified (Cross-linked and Hydroxypropylated) Rice Starches

Hyun-Wook Choi, Sa-Hoon Hong, Sung-Won Choi¹, Chang-Nam Kim², Seung-Seok Yoo³,
Byung-Yong Kim, and Moo-Yeol Baik*

Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University

¹Department of Food and Culinary Arts, Osan University

²Department of Hotel Baking Technology, Hyejeon University

³Department of Culinary and Food Service Management, Sejong University

Abstract

Physicochemical properties of dual-modified rice starches, cross-linked (with POCl_3) and hydroxypropylated (with propylene oxide) rice starches, were studied. Rice starch was cross-linked using POCl_3 (0.005%, 0.02% (v/w)) at 45°C for 2 hr and then hydroxypropylated using propylene oxide (2%, 6%, 12% (v/w)) at 45°C for 24 hr, respectively. Swelling power, solubility, thermal properties (DSC) and pasting properties (RVA) of cross-linked and hydroxypropylated (CLHP) rice starches were determined. Swelling power of CLHP rice starch increased at relatively lower temperature than native rice starch. Solubility of CLHP rice starch was lower than that of native rice starch. Peak viscosity of CLHP rice starch was lower than that of native starch while holding strength and final viscosity were increased with modification. Breakdown value was lower and setback value was higher than native rice starch. DSC thermal transitions of CLHP rice starch shifted toward lower temperature. Amylopectin-melting enthalpy of CLHP rice starch decreased, whereas it was not affected by the amount of POCl_3 .

Key words: dual-modified rice starch, swelling power, solubility, RVA, DSC

서 론

우리나라 국민의 쌀 소비량은 사회적 여건에 따른 식생활의 변화와 쌀 소비정책에 의하여 소비량은 많은 변화가 있었다. 쌀이 부족하였던 70년대 1인당 쌀 소비량이 136 kg으로 늘어나 쌀 소비량을 줄이기 위하여 혼분식을 장려한 결과 76년 120 kg으로 감소하였으나 79년 135 kg으로 늘어난 후 80년대 120 kg, 90년대 중반 110 kg, 2009년 기준 74 kg으로 급격한 소비량 감소를 나타내고 있다. 따라서 1986년 이후 급증한 재고미의 소진을 위하여 정부에서는 가공식품의 원료로 정부미의 사용을 허용하는 정책을 시도

하였고 1986년 혼식폐지에 이어 1990년 쌀 막걸리 생산 허용 및 1991년 증류식 소주제조 허용 등을 통해 쌀의 소비 촉진을 위한 많은 정책을 펼쳐 1994년 전체 쌀 소비량의 5% 수준인 210만석의 쌀이 가공용으로 이용되기도 했다. 그러나 이후 재고미의 감소와 공급가격 상승으로 공급물량도 급격히 감소하여 2000년 기준 60만석 수준에 그치고 있다(Kum, 2008).

전분은 식품소재의 영양원으로서 사용되고 있을 뿐만 아니라 식품에 원하는 물성을 부여하기 위해서 첨가하는 식품 첨가제로서도 사용되고 있다. 천연전분은 식품 가공 공정 중 가공 온도, 기계적 마찰, pH 등에 의한 안정성의 한계가 있기 때문에 식감과 저장성 향상 및 비용질감 등의 효과를 얻기 위한 목적으로 변성 전분(modified starch)이 개발되어 왔다. 변성 전분 중에 가장 널리 사용되고 있는 것 중 가교전분과 치환전분이 있는데 가교 전분은 전분의 점도와 조직 성질을 개선하기 때문에 전분의 산화반응, 에스테르화반응, 하이드록시알킬화반응 등과 동시에 복합적

*Corresponding author: Moo-Yeol Baik, Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin, 446-701, Korea
Tel: +82-31-201-2625; Fax: +82-31-204-8116
E-mail: mooyeol@khu.ac.kr
Received October 5, 2011; revised November 11, 2011; accepted November 14, 2011

으로 반응 시켜 스프, 소스, 유아식품, 크림형태의 옥수수 푸딩 등의 산성식품 또는 고압살균 등이 요구되는 제품에 사용되고 있다(Kerr & Cleveland, 1957). 치환 전분의 경우 전분의 호화온도를 낮추는 효과와 호화 액의 안정화 효과가 크며, 특히 냉동 및 해동에 대한 안정성, 호화 액의 투명도 및 film 형성 능력이 증가되어 식품, 제지, 방직 등에 널리 사용되고 있다(Tuschhoff, 1987).

본 연구에서는 쌀의 주요 성분인 쌀전분을 가공하여 쌀 가공 산업에 도움을 줄 수 있는 방법을 모색하기 위하여 쌀전분에 가교화 후 하이드록시프로필화(이하 CLHP) 처리를 하여 복합변성 쌀전분을 제조하고, 이들의 물리화학적 성질을 분석하여 복합변성 쌀전분의 기초 특성을 제공하고 가공전분으로서의 활용 가능성을 알아보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용한 쌀은 2002년 경기도 안성에서 생산된 맬쌀(추청벼)을 시중에서 구입하여 시료로 사용하였다.

쌀전분의 분리

쌀전분은 알칼리 침지법(Yamamoto et al., 1873)을 이용하여 분리하였다. 즉 쌀에 0.4% NaOH용액을 1:1.5의 비율로 가하고 waring blender(51 BL 31, Torrington, CT, USA)를 이용하여 마쇄 후 24시간 동안 침지하여 상등액을 제거하였다. 단백질이 제거 될 때까지 24시간 마다 4-5회 알칼리 처리를 반복하였다. 현탁액의 pH가 중성이 될 때까지 증류수로 전분을 수세한 다음 탈수하여 35°C의 열풍건조기에서 건조시킨 후 분쇄하여 80 mesh 체를 통과시켜 시료로 사용하였다. 이 때 시료의 평균 수분함량은 13.6%이었다.

가교화 후 하이드록시프로필화(CLHP) 쌀전분의 제조

쌀전분을 고형분 대비 20% 현탁액으로 제조하여 shaking incubator에 넣고 45°C로 유지시킨 후 전분 고형분 대비 8%의 Na₂SO₄를 용해시킨 다음 1N NaOH를 이용하여 pH를 11.5로 조절하였다. Phosphorus oxychloride(이하 POCl₃)를 전분 고형분 대비 0.005% 및 0.02% 첨가하고 밀폐시킨 후 45°C shaking incubator에서 2시간 반응시켰다. 이 반응물에 propylene oxide(이하 PO)를 전분 고형분 대비 2%, 6% 및 12%를 첨가하고 밀폐시킨 후 45°C shaking incubator에서 24시간 반응시켰다. 반응이 끝난 시료는 1N HCl을 사용하여 pH 5.5로 중화하고 원심분리한 후 상등액을 제거하고 전분 고형분 대비 5배의 증류수로 수회 수세하여 건조시켜 분쇄 후 80 mesh 체를 통과시켜 시료로 사

용하였다. 이 때 시료의 평균 수분함량은 14.1%이었다.

팽윤력 및 용해도

팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법(Biliaderis et al., 1980)에 의하여 측정하였다. 즉 전분 0.5g을 30mL의 증류수에 분산시켜 20-90°C까지 10°C 간격으로 30분간 가열하고 3000 rpm으로 30분간 원심분리 한 후 상등액은 120°C에서 4시간 건조시켜 가용성 전분의 무게를 측정하였고 침전물은 그대로 무게를 측정한 후 아래의 식들에 의하여 팽윤력 및 용해도를 각각 구하였다.

$$\text{용해도(\%)} = \frac{\text{가용성 전분무게} \times 100}{\text{시료 건물량}}$$

$$\text{팽윤력} = \frac{\text{침전물의 무게} \times 100}{\text{시료 건물량} \times (100 - \text{용해도\%})}$$

Pasting 특성

Pasting 특성은 Rapid Visco Analyzer(RVA-3D, Newport Scientific Pty. LTD, Narrabeen, N.S.W., Australia)를 이용하여 측정하였다. 알루미늄 용기에 쌀전분(14% 수분함량) 3.0g과 증류수 25mL를 가한 다음 플라스틱 회전축을 사용하여 완전하게 교반시켜 시료액을 제조하였다. 50°C로 맞추어 RVA에서 1분간 빠른 속도로 교반한 다음, 분당 12°C씩 올리면서 95°C까지 가열하고 이 상태에서 2.5분간 유지시킨 후 50°C로 냉각시켜서 pasting temperature, peak viscosity, final viscosity, breakdown 및 setback값을 구하였다.

열적 특성

열적특성을 알아보기 위해 밀봉된 빈 pan을 reference로 하여 Differential Scanning Calorimeter(DSC-7, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 수분함량 60%로 제조한 시료를 25°C부터 130°C까지 5°C/min의 속도로 가열하여 DSC thermogram상에 나타나는 흡열 곡선의 호화개시온도(T_o: onset temperature), 최대호화온도(T_p: maximum peak temperature), 호화종결온도(T_c: completion temperature)와 흡열엔탈피(ΔH: crystal melting enthalpy)를 각각 구하였다.

통계분석

모든 실험은 2회 이상 반복 측정된 다음 통계처리 프로그램인 Dbstat을 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며 SAS(Statistical Analysis System) 통계 프로그램을 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 평균간의 다중비교를 실시하였다.

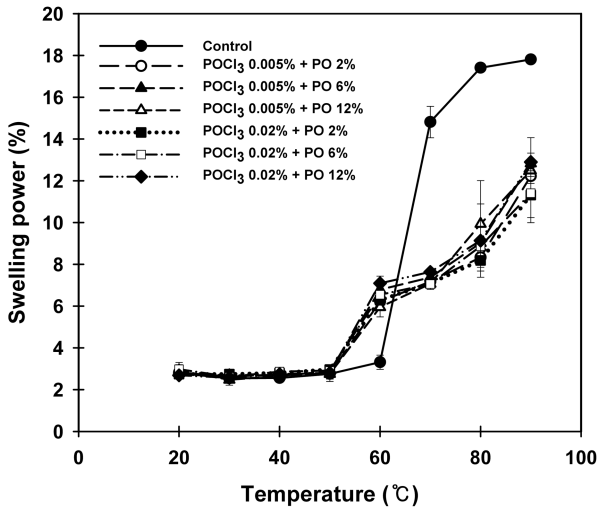


Fig. 1. Swelling power of CLHP rice starches.

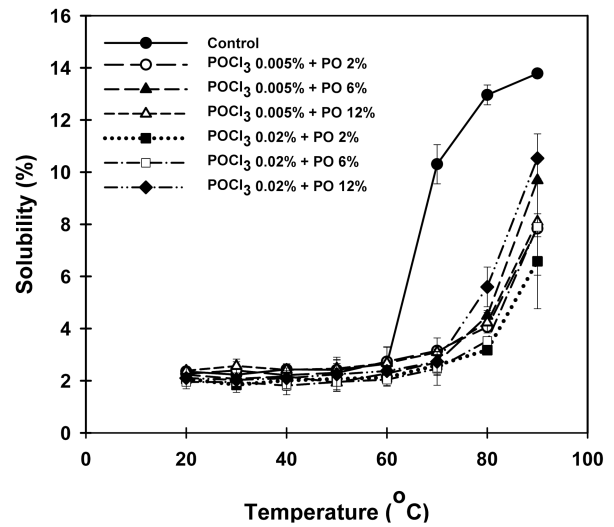


Fig. 2. Solubility of CLHP rice starches.

결과 및 고찰

팽윤력과 용해도

가교화 후 하이드록시프로필화(CLHP) 쌀전분의 팽윤력을 Fig. 1에 나타내었다. 변성되지 않은 일반 쌀전분의 팽윤력은 20-60°C에서는 2.5-3.3%로 일정하다가 70°C에서 14.8%로 급격히 증가하였고 80°C에서 15.7%, 90°C에서 17.8%로 다소 완만해지는 경향을 나타내었다. CLHP 쌀전분은 20-50°C에서 2.5-3.0%로 일정하다가 60°C에서 5.9-7.1%로 증가하기 시작하여 90°C까지 11.3-12.9%로 완만히 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 1). CLHP 쌀전분 시료는 모두 변성되지 않은 일반 쌀전분보다 낮은 온도에서 팽윤이 시작되었고 70-90°C에서의 팽윤력은 낮은 것으로 나타났다. 팽윤력의 최고치가 일반 쌀전분보다 낮은 것은 POCl_3 로 인한 가교화가 진행되면서 전분 분자간 결합력이 강해졌기 때문으로 생각된다. 또한 가교 후 치환 정도에 따른 차이가 크게 보이지 않는 것은 가교화가 진행되면서 전분 분자간 결합력이 강해져 치환되기가 더욱 어려워졌기 때문인 것으로 판단된다(Yeh & Yeh, 1993).

CLHP 쌀전분의 용해도를 Fig. 2에 나타내었다. 변성되지 않은 일반 쌀전분의 용해도는 20-60°C까지 2.2-2.6%로 일정하다가 70°C에서 10.3%로 급격히 증가하기 시작해 80°C에서 13.0%, 90°C에서 13.8%로 증가하는 경향을 나타내었다. CLHP 쌀전분은 20-70°C에서 1.0-3.2%로 일정하다가 80°C에서 3.2-5.6%로 증가하기 시작하여 90°C까지 6.6-10.5%로 증가하는 경향을 나타내었고, PO 함량이 증가하면 용해도가 높아지는 경향을 보였으나 함량에 따른 차이는 크지 않았다. POCl_3 를 이용한 가교전분의 경우 전분 입자 구조를 강화시킬 뿐만 아니라 전분의 무정형 영역(amorphous region)에 수분 흡수를 제한시키기 때문에, 즉

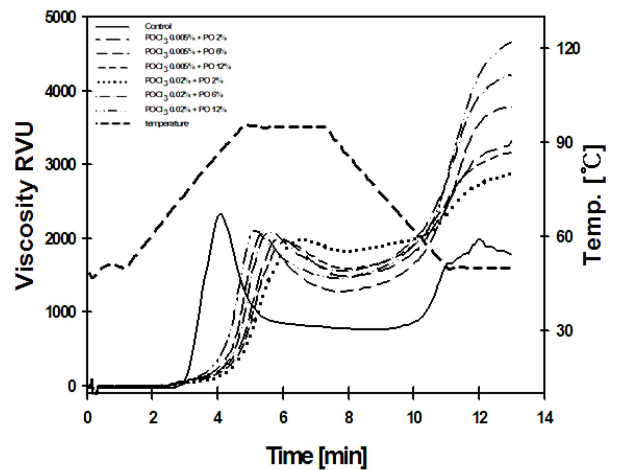


Fig. 3. RVA pasting curves of CLHP rice starches.

전분의 내부에 물의 침투를 방해하기 때문에 천연전분과 비교해 보았을 때 용해도의 감소를 일으킨 것으로 생각된다. 팽윤력과 용해도 모두 POCl_3 첨가량 및 PO 첨가량에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 따라서 가교화의 공유결합에 의해 팽윤력, 용해도가 낮아졌으며(Choi et al., 2006), 하이드록시프로필기가 증가할수록 쌀전분 분자 내부에 결합이 약해져 낮은 온도에서 팽윤이 시작된 것으로 판단된다(Choi et al., 2005).

RVA pasting 특성

CLHP 쌀전분의 RVA pasting curve를 Fig. 3에 나타내었고, RVA pasting curve로 부터 구한 RVA pasting 특성 값은 Table 1에 표시하였다. 변성되지 않은 쌀전분의 경우 호화개시온도가 71.3°C로 나타났고 CLHP 쌀전분은 POCl_3

Table 1. RVA pasting properties of CLHP rice starches.

Sample	Pasting temp	Peak		Holding strength	Final viscosity	Break down	Setback
		RVU**	Time(min)				
Control	71.3±0.4 ^c	190.4±4.7 ^a	4.0±0.0 ^d	62.7±0.8 ^e	150.4±2.5 ^f	127.7±4.0 ^a	87.7±3.3 ^c
POCl ₃ (%) PO(%)							
0.005 2	84.8±1.2 ^b	168.9±2.3 ^{cd}	5.9±0.0 ^b	123.9±0.7 ^e	272.8±4.9 ^d	45.0±1.6 ^d	148.9±5.5 ^e
0.005 6	86.9±0.6 ^a	163.9±1.5 ^d	6.0±0.1 ^b	131.0±1.7 ^b	265.4±3.0 ^d	32.83.2	13.4±4.7 ^c
0.005 12	83.2±0.1 ^c	171.9±2.3 ^{bc}	5.5±0.1 ^c	127.6±3.1 ^{bc}	353.0±2.3 ^b	44.3±0.8 ^d	225.4±5.4 ^b
0.02 2	82.8±0.5 ^c	171.9±0.6 ^{bc}	5.3±0.6 ^b	105.0±1.7 ^d	313.3±2.8 ^e	66.9±23.2 ^b	208.2±1.1 ^b
0.02 6	87.3±0.1 ^a	165.3±0.1 ^d	6.4±0.2 ^a	150.0±3.4 ^a	249.0±13.0 ^e	15.3±3.2 ^f	99.0±16.3 ^d
0.02 12	80.0±0.0 ^d	175.3±0.7 ^b	5.20±0.1 ^d	122.7±1.8 ^e	387.52.4 ^a	52.6±2.5 ^c	264.8±4.2 ^a

* Means with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$)

** Rapid viscosity unit

0.005% 반응 후 PO 함량 2%, 6%, 12%로 첨가했을 때 84.8°C, 86.9°C, 83.2°C의 pasting 온도를 각각 나타냈고 POCl₃ 0.02% 반응 후 PO 함량 2%, 6%, 12%로 첨가했을 때 82.8°C, 87.3°C, 80.0°C의 pasting 온도를 각각 나타내어 변성에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았다(Table 1). 일반 쌀전분보다 pasting 온도가 높게 나타난 것은 전분의 점도 상승은 낮은 온도에서 시작되었으나 급격히 증가하기 시작하는 점을 pasting 온도로 측정했기 때문으로 생각된다.

일반 쌀전분은 peak time이 4분으로 나타났고 CLHP 쌀전분은 POCl₃ 0.005% 반응 후 PO 함량 2%, 6%, 12%로 첨가하면 5.9, 6.6, 5.5분으로 나타났고 POCl₃ 0.02% 반응 후 PO 함량 2%, 6%, 12%로 첨가하면 5.3, 6.4, 5.2분으로 나타나 변성에 따른 일정한 경향성은 보이지 않았고 일반 쌀전분보다는 높은 값을 나타내었다. 이는 CLHP 쌀전분이 일반 쌀전분보다 팽윤력 결과에서 변성 처리에 따른 유의적인 차이가 없고 천천히 상승하는 것과 같은 결과라고 할 수 있다.

일반 쌀전분의 최고 점도는 190.4 RVU로 나타났고 CLHP 쌀전분의 경우 163.9-175.3 RVU로 모두 일반 쌀전분보다 낮은 수치를 나타냈다. 이는 CLHP 쌀전분의 최고팽윤력이 일반 쌀전분보다 낮은 것과 같은 결과로 판단된다.

최고 점도와 95°C에서 2.5분간 유지시킨 후의 점도간 차이를 나타내는 breakdown값으로 팽윤된 후에 아밀로오스가 얼마나 용출되는지를 알 수 있다. 그 결과, 일반 쌀전분이 127.7 RVU로 나타났고 CLHP 쌀전분은 15.3-66.9 RVU로 일반 쌀전분과 큰 차이를 보였는데 이는 가교 결합에 의해 전분 분자간 결합이 강화되어 팽윤이 억제되면서 최고 점도는 낮아지고 holding strength는 높아졌기 때문이다(Choi et al., 2006).

냉각 후 점도가 상승하는 정도를 나타내는 setback의 경우 일반 쌀전분은 87.7 RVU로 나타났고 CLHP 쌀전분은 99.0-264.8 RVU로 높아졌는데 holding strength가 높은 값을 나타냈음에도 final viscosity가 많이 증가하여 이러한

결과를 나타낸 것으로 판단된다.

일반 쌀전분보다 breakdown 이 낮아지고 setback이 상승하는 것은 가교화의 강력한 결합으로 팽윤 된 전분 입자의 파괴가 줄었기 때문이라고 생각 되어지며(Choi et al., 2006), PO나 POCl₃의 첨가량의 차이에 따른 경향성을 나타내지 않는 것은 가교화에 의해 하이드록시프로필화가 원활히 이루어지지 않은 것이라고 생각된다. 따라서 CLHP 쌀전분의 RVA점도 특성은 POCl₃ 첨가량, 즉 가교화에 따른 영향이 하이드록시프로필화의 영향보다 큰 것으로 확인 되었다.

열적 특성

CLHP 쌀전분의 열적 특성을 나타내는DSC thermogram을 Fig. 4에 나타내었고, DSC thermogram에서 구한 열적 특성 값은 Table 2에 표시하였다. 일반 쌀전분의 경우 호

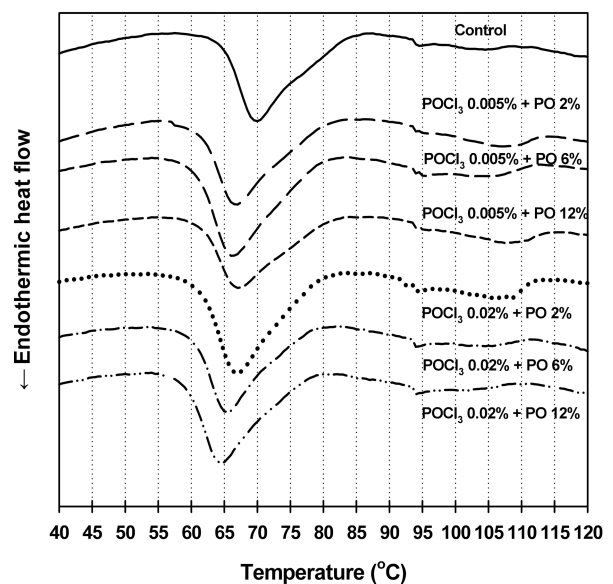


Fig. 4. DSC thermograms of CLHP rice starches.

Table 2. Differential scanning calorimetric characteristics of CLHP rice starches.

Sample	Melting temperature (°C)			$\Delta T(^{\circ}C)$	ΔH
	$T_o^{1)}$	$T_p^{2)}$	$T_c^{3)}$		
Control (rice starch)	58.5±0.4 ^a	69.2±0.5 ^a	87.5±1.1 ^a	29.0±1.5 ^a	11.9±0.6 ^a
POCl ₃ 0.005%+PO 2%	56.6±0.2 ^c	67.1±0.1 ^b	83.4±0.8 ^b	26.8±1.0 ^{ab}	10.90±.1 ^b
POCl ₃ 0.005%+PO 6%	55.0±0.4 ^d	66.2±0.3 ^c	82.9±0.0 ^b	27.9±0.4 ^a	10.1±0.0 ^{cd}
POCl ₃ 0.005%+PO 12%	57.2±0.4 ^b	67.0±0.0 ^b	83.5±0.0 ^b	26.3±0.4 ^{ab}	10.0±0.4 ^d
POCl ₃ 0.02%+PO 2%	55.0±0.4 ^d	67.0±0.0 ^b	83.1±0.0 ^b	28.1±0.4 ^a	10.5±0.1 ^c
POCl ₃ 0.02%+PO 6%	55.3±0.0 ^{cd}	65.6±0.4 ^d	80.9±0.0 ^c	25.6±0.0 ^b	10.2±0.0 ^{cd}
POCl ₃ 0.02%+PO 12%	53.6±0.4 ^c	64.7±0.1 ^c	80.2±0.0 ^c	26.7±0.4 ^{ab}	10.1±0.1 ^{cd}

* Means with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$)

1) T_o : Onset temperature

2) T_p : Peak temperature

3) T_c : Completion temperature

4) ΔT : $T_c - T_o$

5) ΔH : Crystal melting enthalpy

화개시온도(T_o)는 58.5°C이었으나, CLHP 쌀전분의 경우 가교화 POCl₃ 0.005% 반응 후 PO 함량 2%, 6%, 12%로 첨가하면 56.6°C, 55.0°C, 57.2°C로 나타났고, POCl₃ 0.02% 반응 후 PO 함량 2%, 6%, 12%로 첨가하면 55.0°C, 55.3°C, 53.6°C로 나타나 일반 쌀전분보다 낮은 결과를 보였다. 이는 앞에서 언급한 팽윤이 일찍 시작되는 특성과 일치하는 경향을 나타내었다. 가교화로 인해 전분 분자의 구조가 단단해 지지만, 가교화 과정 중 45°C, 알칼리 상태에서 반응을 시키기 때문에, 약간의 열에 의한 영향과 알칼리 환경의 영향을 받아 T_o 값이 일반 쌀전분보다 낮게 나타난 것으로 판단된다.

최대호화온도(T_p)의 경우 일반 쌀전분은 69.2°C이고 CLHP 쌀전분은 POCl₃ 0.005% 반응 후 PO첨가량 2%에서는 67.1°C, 6%에서는 66.2°C, 12%에서는 67.0°C로 감소하였고, POCl₃ 0.02% 반응 후 PO첨가량 2%에서는 67.0°C, 6%에서는 65.6°C, 12%에서는 64.7°C로 감소하였다.

호화종결온도(T_c)의 경우 일반 쌀전분은 87.5°C이고 CLHP 쌀전분은 POCl₃ 0.005% 반응 후 PO 2%에서는 83.4°C, 6%에서는 82.9°C, 12%에서는 83.5°C로 감소하였고, POCl₃ 0.02% 반응 후 PO 2%에서는 83.1°C, 6%에서는 80.9°C, 12%에서는 80.2°C로 감소하였다. 이는 CLHP 쌀전분의 모든 피크가 낮은 온도 쪽으로 이동하였음을 보여주는 데 이는 가교 후 치환으로 인해 전분 분자의 구조가 약해졌기 때문으로 판단된다.

호화엔탈피(ΔH) 역시 CLHP 쌀전분이 일반 쌀전분보다 낮은 값을 나타내었고, PO함량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 전분 중 아밀로펙틴의 이중 나선 구조가 풀어지는데 더 적은 에너지를 필요로 하는 것을 의미한다. 일반 쌀전분은 11.9 J/g, CLHP 쌀전분은 POCl₃ 0.005% 반응 후 PO 2%에서는 10.9 J/g, 6%에서는 10.1 J/g, 12%에서는 10.0 J/g로 감소하였고 POCl₃ 0.02%와 반응 후 PO 2%를 첨가한 전분에서는 10.5 J/g, 6% 첨가한 전분

에서는 10.2 J/g, 12% 첨가한 전분에서는 10.1 J/g로 감소하였다. 많은 연구자들이 하이드록시프로필화한 전분의 경우 호화 엔탈피 값이 감소가 된다고 보고하였는데(Hoover et al., 1989; Seow & Thevamaralar, 1993; Kim & Eliasson, 1993), 가교화 후 하이드록시프로필화한 교차변성의 경우에도 하이드록시프로필화의 영향이 일부 있기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 하이드록시프로필기에 의한 호화개시온도, 최대호화온도, 호화종결온도와 호화엔탈피를 낮출 수 있음을 보여주었으나 가교화가 먼저 일어남으로써 강한 공유결합을 형성하여 하이드록시프로필화가 덜 이루어진 것으로 생각된다.

요 약

POCl₃ 농도(0.005%, 0.02%)를 달리한 가교화 쌀전분에 PO(2%, 6%, 12%)를 처리하여 가교화 후하이드록시프로필화(CLHP) 쌀전분을 제조하고, 변성된 CLHP 쌀전분의 용해도, 팽윤력, RVA, DSC 특성을 연구하였다. 팽윤력은 일반 쌀전분 보다 다소 낮은 온도에서 일찍 증가되기 시작하였으나 그 이후에 모두 낮은 수치를 보여 CLHP 쌀전분이 일반 쌀전분보다 완만한 상승을 나타내었고 용해도는 CLHP 쌀전분이 일반 쌀전분보다 전체적으로 낮은 결과를 나타내었다. RVA 분석결과 CLHP 쌀전분의 최고점도는 일반 쌀전분보다 낮아졌고 holding strength와 final viscosity는 높은 경향을 나타내었고, breakdown은 낮아지고 setback 은 높은 것으로 나타났다. DSC 분석 결과 CLHP 쌀전분의 T_o , T_p , T_c 가 일반 쌀전분보다 낮게 나타났으며, ΔH 역시 작은 값을 보였으며 POCl₃ 함량에 따른 차이, 즉 가교화에 의한 차이는 크지 않았다. 따라서 가교화 후 하이드록시프로필화 한 쌀전분의 경우 RVA점도 특성은 가교화에 의한 영향이 크고 하이드록시프로필화에 따른 영향이 작다고 볼 수 있었으며, DSC열적특성은 가교화

에 의한 영향으로 하이드록시프로필화가 원활하지 않았던 것으로 생각된다. 즉 인산기에 의해 강해진 전분 입자에 의해 하이드록시프로필기의 치환이 덜 일어난 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 경희대학교 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J. Food Sci.* 45:1669-1674.
- Choi HW, Koo HJ, Kim CT, Hwang SY, Kim DS, Choi SW, Hur NY, Baik MY. 2005. Physicochemical properties of hydroxypropylated rice starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 44-49.
- Choi HW, Chung KM, Kim CH, Moon TH, Park CS, Baik MY. 2006. Physicochemical properties of cross-linked rice starches. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 49: 49-54.
- Gunaratne, A., Corke. 2007. H. Functional properties of hydroxypropylated cross linked, and hydroxypropylated cross linked tuber and root starches. *Cereal Chem.* 84: 30-37.
- Hoover R, Hannouz D, Sosulski FW. 1988. Effect of hydroxypropylation on thermal properties, starch digestibility and freeze-thaw stability of field pea (*Pisum sativum* cv Trapper) starch. *Starch* 40: 383-387.
- Kerr RW, Cleveland FC. 1957. Process for the preparation of distarch phosphate and the resulting product. US Patent NO. 2801242.
- Kim HR, Eliasson A. 1993. Changes in rheological properties of hydroxypropyl potato starch pastes during freeze-thaw treatments. II. Effect of molar substitution and cross-linking. *J. Texture Stud.* 24: 199-213.
- Kum JS. 2008. Globalism and commercialization of Korean traditional rice products. *Food Ind. Nutr.* 6(3):11-22.
- Seow CC, Thevamalar K. 1993. Internal plasticization of granular rice starch by hydroxypropylation: Effects on phase transitions associated with gelatinization. *Starch* 45: 85-88.
- Tuschhoff JV. 1987. Hydroxypropylated starches. In "Modified starches: Properties and uses". Wurzburg OB (ed). CRS press, Florida, USA, pp. 92-95.
- Yamamoto K, Sawada S, Onogaki T. 1973. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku.* 20: 99-104.
- Yeh AI, Yeh SL. 1993. Some Characteristics of hydroxypropylated and cross-linked rice starch. *Cereal Chem.* 70: 596-601.