

## Maltitol 첨가와 가래떡의 노화억제

박정욱 · 박현정\* · 송재철†

울산대학교 생활과학부  
\*다손푸드팜

### Suppression Effect of Maltitol on Retrogradation of Korean Rice Cake (*Karedduk*)

Jeong-Wook Park, Hyun-Jeong Park\* and Jae-Chul Song†

College of Human Ecology, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea

\*Dason Foodpharm Corp., Ulsan 681-200, Korea

#### Abstract

Effect of the addition of maltitol to Korean rice cake (*Karedduk*) on its retrogradation was examined. Degree of retrogradation was also examined in terms of recrystallinity of starch and color change with a differential scanning calorimeter. As a result, retrogradation was suppressed by the increasing addition of maltitol. In particular, enthalpy showed a tendency to decrease at 25°C rather than at 4°C during 4 days. In the gelatinization properties using DSC, onset temperature ( $T_o$ ) was shown to increase slightly according to storage time. Maximum peak temperature ( $T_p$ ) was shown to decrease by the addition of maltitol during 4 days. Melting enthalpy was decreased at 25°C and 4°C by the addition of maltitol. The analysis X-ray diffraction also revealed that retrogradation of the Korean rice cake was suppressed by the addition of maltitol because crystalline region did not appear. The addition of maltitol into the Korean rice cake was found to result in an increase of its quality or color stability.

**Key words:** suppression effect, maltitol, retrogradation, *Karedduk*

#### 서론

쌀소비를 촉진하기 위한 다양한 방법 중 새로운 형태의 쌀 가공품을 제조하기 위한 노력이 계속되고 있다. 특히 식생활의 급속한 변화와 더불어 주식인 밥으로 소비되는 쌀의 수요가 둔화되면서 간편하고 먹기에 편하고 관능적인 형태의 쌀가공품을 제조하기 위해 쌀가공식품의 개발과 연구가 동시에 활발히 이루어지고 있다. 그러나 실제 쌀의 이용 정도가 낮고 특별한 가공제품이 없어 쌀의 소비에 한계를 보여주고 있다. 그러나 일부에서는 젊은 층을 겨냥하여 쌀스낵, 햅반 그리고 떡볶기떡 등을 상품으로 내세워 쌀의 가공화를 꾀하고 있는 실정이다. 실제 떡볶기떡의 경우에는 점차 그 소비가 증가되고 있으나 아직 제품의 저장, 유통에 문제점을 가지고 있어 가공업자들이 이의 해결을 위해 부단히 노력하고 있는 실정이다. 그 문제의 핵심은 바로 떡의 노화이다. 떡 제조 후 시간이 지나면 떡은 조직이 거칠어지고 딱딱해지며 표면이 뒤뜰어지고 색깔도 변하여 전체적으로 관능과 기호상에 많은 문제점을 가지고 있다. 떡의 노화 진행은 상품 가치에 결정적 문제를 일으키는데 특히 떡볶기떡의 경우에는 노화로 인해 떡의 풍미가 저하되고 보수성이 떨어지며 결과적으로 식미감이 나쁘게 된다. 대부분의 식

품은 전분의 노화가 잘 일어나는 수분함량 범위에 속하고 있다. 떡의 경우에도 수분이 노화를 일으킬 수 있는 범위내에 들어있다. 따라서 가공업계에서는 떡의 노화를 억제하기 위해서 수분을 조절하는 방법을 사용하고 있는데 그 일부가 저장온도를 높여 보관하거나 또는 냉동시켜 보관하는 방법을 채택하고 있다. 그러나 실제로 유통할 때는 많은 어려움이 따르게 된다. 그래서 많은 가공 제조업자들은 떡에 적절한 식품첨가물을 혼입하여 떡의 노화를 억제하는 방안을 검토하고 있는 실정이다.

떡의 노화에 관한 연구로는 amylose 함량에 대한 연구가 많다. 즉 amylose 함량이 높을수록 노화는 촉진된다는 것이다. 따라서 종자를 개량하거나 재배방법을 변경하거나 찹쌀을 혼합하는 등 방법을 강구하였지만 만족할 만한 결과를 가지지는 못하였다. 최근의 연구 동향은 떡의 노화를 억제하여 제품의 조직감을 높여 주고 촉촉하고 부드러운 감촉을 향상시키면서 보존성과 보습성을 높이려는데 주안점을 두고 있다. 이에 따라 지방질(1), 명반(2), 여러 종류의 당(3,4), 셀룰로오스(5), 식이 섬유(6), 당알코올, 효소, 유화제, 천연발효 추출물 등을 사용하고 있다. 특히 지방산이나 계면활성제, 유화제 등은 amylose나 amylopectin과 복합체를 형성하기 때문에 노화를 억제하는 방

†Corresponding author. E-mail: jcsong2002@yahoo.co.kr  
Phone: 82-52-259-2370. Fax: 82-52-259-2370

법으로 많이 사용하였다. 노화 억제에 관해서는 I'Anson 등(7)이 이미 glucose, sucrose, ribose 등과 같은 당류를 첨가한 연구를 실시한 바 있으며 Kohyama와 Nishinari(8)는 고구마 전분의 호화와 노화에 대한 당류의 효과에 대해서 연구하였다. 그들은 전분의 노화를 억제하는데 가장 효과적인 당이 sucrose라고 발표하였다. 그리고 Katsuta 등(9)은 creep 기기를 이용한 쌀전분질의 점탄성 측정에서 올리고당이 glucose나 sucrose보다 노화 억제 효과에 더 큰 영향을 미치는 것으로 발표하였다.

본 연구는 현재 기능성 당알코올류로 사용량이 증가될 것으로 기대되는 maltitol이 구조적으로 전분의 노화에 영향을 미칠 것으로 예상하고 이것의 사용여부를 결정하기 위해 실험을 시도하였다. Maltitol은 천연 탄수화물로부터 유래한 소재로 인체내 이용활성이 높고 저칼로리이며 비피더스균 증식인자로 사용되고 있다. 또 충치예방 등의 생리적 기능을 가지고 있으며 물리, 화학적으로 우수한 가공 적성을 가지고 있어 가공식품을 비롯한 일반 식품에 당, 당알코올, 설탕대용으로 널리 이용될 전망이다. 그 수요도 증가할 것으로 예상된다. 실제 maltitol의 노화에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 떡볶이떡인 가래떡의 저장성, 상품성 등을 향상시키기 위해 maltitol과 떡의 노화관계를 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에서 사용한 멥쌀은 한림 농협쌀을 사용하였고 maltitol은 삼양제넥스(주)에서 생산된, 식용의 것을 구입, 실험에 사용하였다.

### 가래떡의 제조 및 저장

한림 농협쌀 2 kg(수화전 쌀가루의 수분함량 13.9%, 단백질 6.8%, 총 amylose 17.8%)을 20°C의 물에 12시간 침지하여 충분히 수화시킨 후 건져낸 다음 과잉의 수분을 제거하였다. 이것을 방앗간 roll grinder를 이용, 분쇄하여 쌀가루를 만들었다. Maltitol 첨가량과 첨가시기는 쌀가루의 중량비로 대조구에 대해 1~10%(w/w) 범위내에서 쌀가루에 첨가하였다. 첨가물과 쌀가루는 잘 섞은 후 이것을 70°C의 온수(쌀가루 중량비로 25%)로 적당한 점성이 있도록 손으로 반죽하고 autoclave를 이용, 고압 증기기로 30분간 증자하여 호화시켰다. 가래떡은 압출성형기(Oscar A 03)를 이용, 일정한 크기인 2.5 cm×30 cm되도록 제조한 후 필요한 크기만큼 절단하여 시료로 사용하였다. 가래떡의 노화에 영향을 미치는 요인을 비교, 검토하기 위하여 냉장(4°C)과 실온(25°C)에서 0~4일간 랩(wrap)으로 기밀포장한 상태로 저장하면서 이것을 원하는 실험 시료로 사용하였다.

### X-ray 회절도에 의한 결정도

각 시료는 X-ray diffractometer(RAD-3C), Ri-gaku Co.,

Japan)를 사용하였으며 기기조건은 target: Cu-K $\alpha$ , filter: Ni, voltage: 40 kv, current: 20 mA, time constant: 1 sec, F.S.R:  $1 \times 10^3$  cp이었으며 회절각도( $2\theta$ )는 4~40°범위로 하여 회절시켜 X선 회절도를 결정하였다. 실험은 maltitol을 첨가하지 않은 대조구 가래떡과 첨가량을 달리한 가래떡을 비교하였는데 주로 회절도의 피크와 강도, 전체적인 회절모양을 보고 노화정도를 분석하였다.

### DSC에 의한 노화도 측정

노화도 측정은 시차주사열량기(DSC, Differential Scanning Calorimetry, TA Instruments, Inc. Dupont DSC 2910 module)를 이용하였다. 시료를 5 mg과 10 mg으로 절단하여 알루미늄 시료 팬에 넣고 2시간 동안 방치하여 시료를 균일하게 한 후 이것을 10°C/min의 가열속도로 20°C에서 180°C(10-12)까지 온도범위에서 처리한 후 노화된 전분의 endothermic peak를 얻었다. 이를 기초하여 초기온도( $T_0$ ), 종료온도( $T_c$ ) 및 엔탈피( $\Delta H$ ) 등을 구하였다.

### 색도 분석

가래떡 샘플을 저장할 때 탈수로 인한 조직의 비틀림과 함께 표면 색깔이 변하기 때문에 색도 측정은 품질의 가치를 결정하는데 매우 중요하다. 가래떡의 원 색깔은 흰색에 가깝지만 저장 중에 경시적으로 색깔이 변하는 정도를 보고 내외부의 물성과 조직의 변화 정도를 가름하게 된다. 따라서 경시적 조직의 변화에 따른 색깔의 변화를 검토하고 이 색깔이 식미감과 조직에 영향을 미칠 것으로 사료하고 가래떡의 저장 중 색깔변화를 분석하였다. 시료는 냉장(4°C), 실온(25°C)에서 저장하면서 경시적으로 변하는 색도를 CIE색차계(Croma Meter CR-10, Minolta Co. Ltd., JAPAN)을 이용하여  $L^*$ [어둠(0)-밝음(100)],  $a^*$ [적색(60)-녹색(-60)],  $b^*$ [노랑(60)-파랑(-60)]값으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### Maltitol 첨가량과 가래떡의 노화도

가래떡의 노화를 억제하기 위하여 흡습성과 조직개량제로 사용되고 있는 당알코올류인 maltitol을 사용하였다. 실험은 maltitol을 첨가하여 만든 가래떡의 경시적 변화를 실온(25°C)과 냉장(4°C) 조건에서 행하였으며 이것을 0~4일간 저장하여 나타나는 노화정도를 DSC를 이용하여 측정하였다. 이 실험에 사용한 maltitol 첨가량은 쌀가루의 중량비로 0, 1, 2, 5, 10% (w/w)였다. 그 결과(Fig. 1, 2) 실온 및 냉장에서 저장한 가래떡의 경우 모두 98°C~110°C 이후의 높은 온도에서 amylose-maltitol complex가 붕괴되어 amylose결합체의 결정구조가 이완 또는 결합력이 약화되어 enthalpy가 모두 감소한 것으로 나타났다. Enthalpy의 감소는 노화에 영향을 미치는 분자간 결합력이 약하거나 결합을 절단하는데 소요되는 총에너지 함량이 적다는 것을 의미하므로 따라서 enthalpy의 증감은 노화

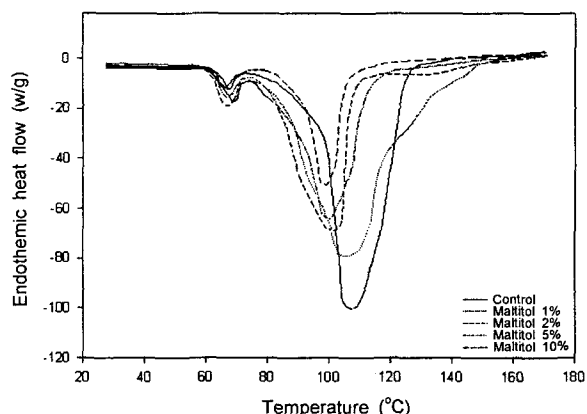


Fig. 1. Effect of heating rate on gelatinization temperature of a Korean rice cake (Karedduk) after 4 days at 25°C.

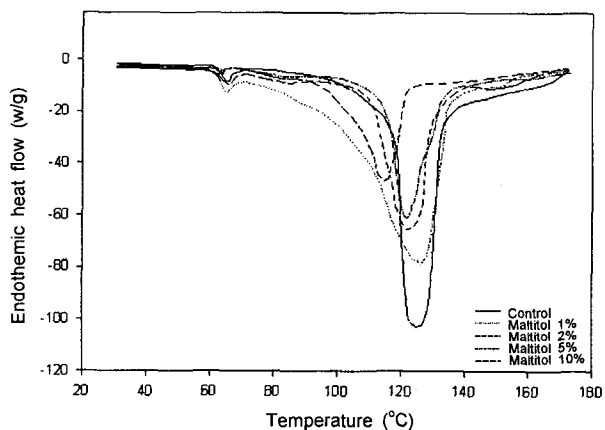


Fig. 2. Effect of heating rate on gelatinization temperature of a Korean rice cake (Karedduk) after 4 days at 4°C.

정도를 결정하는데 매우 중요한 지표가 되는 것이다. 또 결과에서 maltitol 첨가량이 증가함에 따라 enthalpy는 감소하는 경향을 나타내었다.

또 maltitol 첨가량에 따른 노화정도를 보면 실온, 냉장 조건

모두 maltitol 첨가량이 증가할수록 노화가 억제되었는데 특히 실온에서는 냉장조건에서보다 enthalpy는 감소하는 경향을 나타내었다. Maltitol을 쌀가루에 1% 첨가한 경우를 보면 첨가하지 않은 대조구 가래떡과 비교했을 때 노화는 급격히 억제되었다. 또 첨가량을 2, 5, 10%로 증가시키는 경우에도 enthalpy는 뚜렷이 감소하는 경향을 나타내어 maltitol을 첨가한 시료는 첨가하지 않는 시료보다 노화 억제 효과가 좋은 것으로 나타났다. 이와 같이 maltitol의 노화지연 효과는 전분이 호화된 후 정상적인 전분분자의 재배열과정에서 maltitol의 -OH group이 전분분자들 사이에 끼어들어 amylose-amylopectin complex의 생성을 억제하고 amylose와 amylopectin 일부와 결합해서 전분분자들의 수소결합을 방해하기 때문으로 사료된다. Bello-perez와 Paredes-Lopez(13)는 전분에 당을 첨가하여 DSC를 측정한 결과 enthalpy가 당을 첨가하지 않는 시료에 비해 감소하였고 당 농도가 증가할수록 enthalpy도 감소했다고 보고하여 본 실험결과와 일치함을 보여 주고 있다. 또 이러한 결과는 당이나 당알코올이 antiplasticizer로 작용하여 starch gel matrix의 유리전이온도(Tg)를 더 높은 온도범위로 옮겨 주고 이렇게 높아진 유리전이온도는 결정핵의 성장률을 낮추는 결과를 가져오게 되므로 전분의 노화를 억제하게 되는 것으로 설명할 수 있다.

Amylose-maltitol complex의 용융엔탈피

Maltitol 첨가 수준을 달리한 가래떡의 노화 영향을 조사하기 위하여 가래떡의 저장조건에 따른 amylose complex의 용융으로 나타내는 DSC의 흡열곡선을 검토하였다. 흡열곡선은 호화개시온도(To : onset temperature), 최대호화온도(Tp : peak temperature), 그리고 용융엔탈피( $\Delta H$ )를 보여 주는데 그 결과는 Table 1, 2에 나타나 있다. 호화개시온도는 전분의 구성과 구조, 흡습과 팽윤정도, 전분의 수소결합 정도 등에 따라 달라지는데 amylose complex의 용융 또는 파괴 등을 예측하는데 도움이 되는 파라미터이다. 실험 결과 실온에 저장한 가래

Table 1. DSC properties of retrograded rice cakes stored at 25°C

Storage period (day)		0 hr	1 day	2 day	3 day	4 day
Control	To (°C)	65.52±0.56	65.98±0.85	66.65±0.81	67.94±0.81	69.21±0.25
	Tp (°C)	106.8±0.82	107.1±0.34	107.9±0.25	108.5±0.25	110.6±0.78
	$\Delta H$ (J/g)	19.26	19.64	19.84	20.17	21.58
Maltitol 1%	To (°C)	63.44±0.25	63.56±0.75	63.95±0.60	64.05±0.41	66.02±0.52
	Tp (°C)	105.1±0.82	105.6±1.25	106.7±0.34	107.2±0.25	109.9±0.88
	$\Delta H$ (J/g)	18.94	19.08	19.37	19.61	20.47
Maltitol 2%	To (°C)	63.14±0.85	63.69±0.49	63.86±0.35	64.52±1.01	66.32±1.27
	Tp (°C)	101.9±0.66	102.6±0.12	107.4±0.52	107.8±0.55	107.6±0.78
	$\Delta H$ (J/g)	18.81	18.94	19.21	19.32	20.34
Maltitol 5%	To (°C)	62.28±0.74	62.45±0.68	62.58±0.77	63.84±0.35	65.85±0.61
	Tp (°C)	100.1±0.34	102.6±0.74	107.2±0.10	106.9±0.35	106.2±0.71
	$\Delta H$ (J/g)	17.25	17.94	18.58	19.12	20.21
Maltitol 10%	To (°C)	62.00±0.94	62.11±0.64	62.23±0.31	63.88±0.94	64.21±0.45
	Tp (°C)	99.1±0.84	99.6±0.64	101.3±0.17	103.9±0.34	104.2±0.39
	$\Delta H$ (J/g)	17.20	17.60	17.97	18.55	19.81

To: Onset temperature. Tp: Peak temperature.

Table 2. DSC properties of retrograded rice cakes stored at 4°C

Storage period (day)		0 hr	1 day	2 day	3 day	4 day
Control	To (°C)	63.74±0.40	64.85±0.24	65.84±0.85	67.95±0.83	68.55±0.74
	Tp (°C)	125.9±0.62	127.8±0.82	128.6±0.75	129.8±0.74	129.2±0.53
	ΔH (J/g)	21.04	21.54	22.58	22.25	24.12
Maltitol 1%	To (°C)	65.12±0.87	65.87±0.34	65.84±1.81	66.75±0.35	67.32±0.33
	Tp (°C)	126.7±0.71	128.1±0.04	128.7±0.37	128.9±0.52	129.4±0.74
	ΔH (J/g)	20.54	22.10	22.75	22.82	24.04
Maltitol 2%	To (°C)	63.54±0.73	63.82±0.42	64.97±0.66	65.50±0.42	66.50±0.26
	Tp (°C)	122.5±1.20	124.3±0.94	125.7±0.24	126.2±0.56	127.8±0.57
	ΔH (J/g)	20.17	21.84	21.85	22.85	23.86
Maltitol 5%	To (°C)	63.15±0.78	63.48±0.87	64.82±0.36	65.85±0.64	66.14±0.27
	Tp (°C)	122.4±1.28	123.5±1.12	124.8±0.25	125.5±0.93	127.0±0.36
	ΔH (J/g)	19.34	21.05	21.19	22.14	23.81
Maltitol 10%	To (°C)	62.34±0.28	62.68±0.95	63.81±0.75	65.14±0.85	66.05±0.77
	Tp (°C)	117.6±0.84	119.2±0.35	120.9±0.73	121.7±0.95	122.8±0.74
	ΔH (J/g)	18.25	18.95	19.24	21.76	22.08

To: Onset temperature. Tp: Peak temperature.

떡의 경우 대조구와 함께 maltitol을 1, 2, 5, 10% 첨가한 경우 호화개시온도( $T_o$ )는 각각 65.52°C, 63.44°C, 63.14°C, 62.28°C, 62.00°C로 점점 낮아지는 경향을 나타내었으며 실온 및 냉장에서 저장기간이 길어짐에 따라 경시적으로 호화개시온도는 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 즉 maltitol 첨가량을 증가시킬 때 노화억제 지연효과가 크게 나타나며 특히 maltitol 10%일 때 노화억제효과가 두드러지게 나타났다. Ward 등(14)에 의하면 호화된 amylose의 노화는 개시온도가 저장기간이 길어짐에 따라 감소된다고 하였다. Levine과 Slade(15)는 노화된 amylopectin 결정질의 용융온도는 전분의 호화온도보다 수분에 의한 결정질 부분의 가소화에 영향을 미칠 수 있는 전분입자 구조의 차이 때문이라고 하였다. 그러나 Ring과 Lelievre(16)는 amylopectin gel을 1°C에서 30일 저장하여도 호화개시온도와 최대호화온도는 변화하지 않는다고 하였다. 최대호화온도( $T_p$ )의 경우에는 maltitol 첨가량을 증가할수록 최대호화온도는 낮아졌다. 실온저장한 가래떡의 최대호화온도는 대조구가 106.8°C이었으며 maltitol을 1, 2, 5, 10% 첨가할 경우에는 각각 105.1°C, 101.9°C, 100.1°C, 99.1°C로 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 전분의 호화 후 저장 과정에서 쌀가루 내의 전분분자들이 서로 재결합하지만 본래의 전분분자 구조보다 약한 분자결합 구조를 형성하기 때문으로 해석된다.

그리고 용융enthalpy는 실온, 냉장조건에서 complex의 melting peak의 enthalpy 함량은 maltitol을 첨가한 경우가 다소 감소한 경향을 나타내었다(Table 1, Table 2). 또 저장기간이 길어질수록 전분분자들이 재결합하므로 나타나는 가래떡의 노화는 용융enthalpy를 증가시키는 것으로 나타났다. 즉 경시적으로 전분겔의 crystallinity는 계속적으로 서서히 진행되면서 노화가 진행되는 데 이 때 maltitol은 전분의 amylose complex 형성을 억제하는 기능을 가졌기 때문에 노화를 억제하는 것으로 추측된다. 이는 Jankowski와 Rha(17)가 보고한

4°C와 21°C에서 조리된 밀을 2일 저장했을 때 4°C에서 저장한 밀의 enthalpy가 더 컸다는 사실과 일치하며 trehalose와 당류의 경우에도(18) 비슷한 결과를 나타내었다. 결론적으로 maltitol 첨가 수준을 증가시키면 노화진행이 지연되는 것으로 밝혀졌으며 첨가량이 10%일 때 노화 억제효과가 두드러지게 나타나는 것으로 밝혀졌다.

#### X-ray diffraction에 의한 회절도 측정

전분의 내부의 미셀구조를 형성하고 있는 amylose나 amylopectin분자들은 부분적으로 규칙적인 배열을 하고 있기 때문에 전분의 노화에 관한 전분내부의 변화에 대해서는 비교적 뚜렷한 X-선 회절도 또는 회절곡선을 나타낸다. 회절곡선의 경우에 peak의 위치는 결정면의 간격을, 높이는 결정의 크기를, 기저선으로부터 회절곡선까지의 높이는 amorphous region의 크기를 나타내기 때문에 전분의 노화 정도에 관한 정보를 이해하는 데는 매우 유익한 분석자료이다. 따라서 가래떡의 노화에 관한 보다 확실한 정보를 얻기 위하여 maltitol을 첨가한 것 과 대조구를 서로 비교, 회절곡선 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 그 결과 실온에서 저장한 X-ray의 회절도는 maltitol을 첨가하지 않은 가래떡이 회절각도 15°, 17.6°, 23°에서 피크를 보이는 전형적인 A형을 나타내어 crystalline region을 나타내었고 그 이후에는 peak의 차이가 거의 나타나지 않는 amorphous region으로 나타났다. Maltitol을 1, 2% 첨가한 경우에는 X-선 회절양상이 회절각도 15°, 20°에서 피크를 보이는 전형적인 A형을 나타내었고, maltitol을 5% 첨가한 가래떡의 경우, 19.4~19.9°에서 V형을 보이면서 16.8°~17.1°에서 B형 피크가 강해지는 전형적인 노화 전분의 결정형 양상을 보였다. 그러나 10%의 maltitol을 첨가했을 때 가래떡은 crystalline region이 나타나지 않아 가래떡의 노화가 억제하고 있음을 알 수 있었다.

냉장에서 저장한 경우에는 maltitol을 첨가하지 않은 경우 9.5°, 14.2°, 17.3°, 22°, 37.2°에서 피크를 보여 실온조건에서

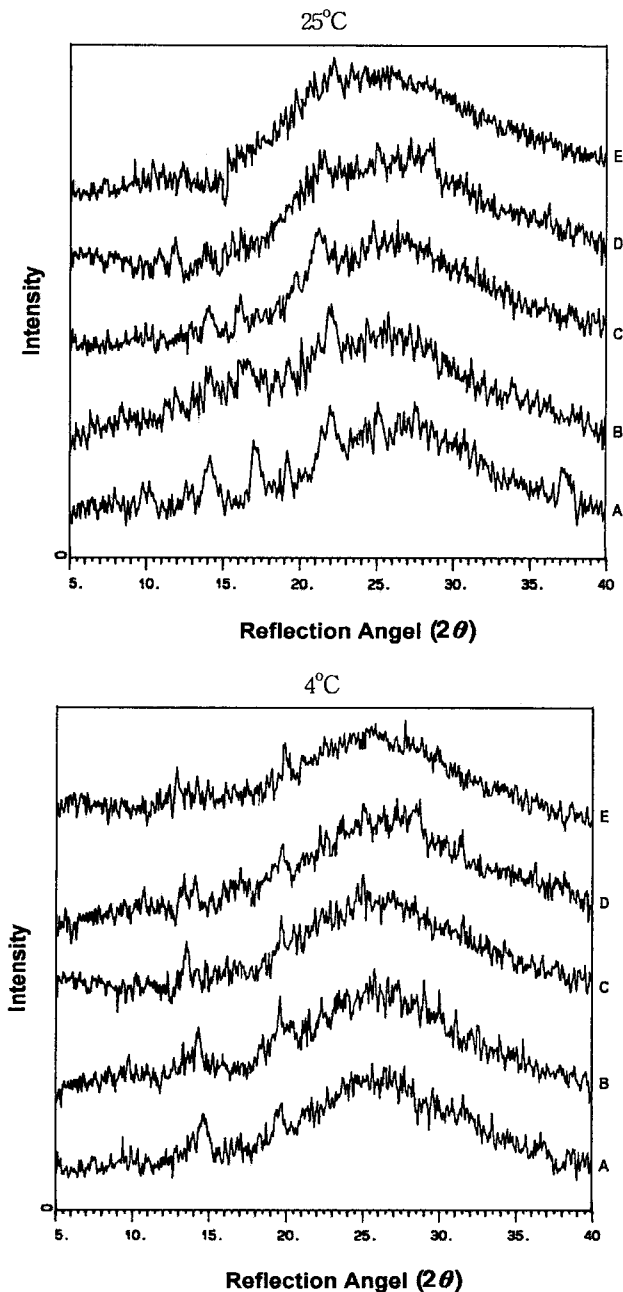


Fig. 3. X-ray diffraction patterns of Korean rice cake (*Karedduk*) after 4 days at 25°C and 4°C respectively. A: 0%, B: 1%, C: 2%, D: 5%, E: 10%.

보다 crystalline region이 더 많이 나타났다. 그리고 1, 2, 5% 첨가했을 때는 16°~22°에서 crystalline region이 나타났고 이후에는 약한 peak가 나타내었다. 1, 2, 5% 첨가량에서 약한 peak가 나타나는 것은 당알코올의 -OH기가 amylose와 결합하여 결정성의 영역이 무정형으로 변화되기 때문에 첨가량이 증가할수록 X-ray peak는 점차 소실되는 것으로 생각된다. 즉 amylose와 maltitol이 결합했을 경우에는 V도형 회절선이 나타나 전분의 노화 정도에 변화가 왔음을 확인할 수 있었다. 松本(13)은 amylose-maltitol의 복합체가 형성되어도 호화 직후에는 X-ray 회절선이 완전한 V도형으로는 나타나지 않는

다고 보고한 바 있다.

결과적으로 maltitol을 가래떡에 첨가하면 전분의 노화를 억제하였고, 억제 정도는 첨가수준에 따라 차이를 보였으며, 냉장저장보다 실온저장시 더욱 억제효과가 큼을 알 수 있었다.

Maltitol 첨가에 따른 가래떡의 색도비교

가래떡을 저장할 경우 표면변화가 일어난다. 그 변화는 우선 표면조직의 변화를 동반한 색깔의 변화로 나타난다. 특히 명도의 변화는 수분함량, 전분의 노화 정도, 저장온도 등에 따라 달라진다. 본 연구에서는 maltitol 첨가에 따른 가래떡 색깔 변화를 검토하여 상미적 가치를 결정하기 위하여 저장기간, maltitol 첨가량에 따른 가래떡의 색도를 측정하였다. 그 결과 (Table 3) 실온의 경우 대조군의 경우 경시적으로 L\*값은 감소하여 다소 어두운 표면을 나타내었다. 특히 저장 1일 후에는 L\*값의 감소가 두드러졌으며 그 이후에는 큰 변화를 나타내지 않았다. 그러나 maltitol을 첨가한 경우에는 첨가량이 많을수록 오히려 L\*값이 다소 증가하는 경향을 나타내었으며 경시적으로는 L\*값이 조금씩 감소하는 경향을 나타내었다. 그 정도는 대조군에 비교해서 다소 색깔의 변화가 둔화되는 것으로

Table 3. Changes in the colorimeter parameters of *Karedduk* stored at 4°C and 25°C for 4 days

Stoage period (day)	Temp.	Color value	Maltitol addition			
			Control	2%	5%	10%
0	25°C	L*	85.9	88.0	88.1	89.5
		a*	0.4	0.4	0.3	0.4
		b*	8.55	9.56	9.99	10.22
	4°C	L*	86.5	87.9	87.6	88.7
		a*	0.7	0.7	0.5	0.8
		b*	8.86	9.68	9.79	10.70
1	25°C	L*	83.2	83.6	83.9	84.6
		a*	0.3	0.2	0.2	0.1
		b*	10.88	10.35	10.87	11.35
	4°C	L*	84.3	84.5	85.7	85.7
		a*	0.6	0.4	0.3	0.7
		b*	11.35	10.49	10.60	11.34
2	25°C	L*	82.5	82.8	82.8	84.6
		a*	-0.3	0.1	-0.1	-0.1
		b*	11.51	10.42	10.93	11.38
	4°C	L*	82.9	83.1	84.2	84.7
		a*	-0.2	-0.1	0.1	0.1
		b*	12.11	10.99	11.61	12.61
3	25°C	L*	82.7	82.4	83.6	83.9
		a*	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1
		b*	13.49	13.31	11.11	12.44
	4°C	L*	83.1	83.5	83.6	85.0
		a*	-0.4	-0.5	-0.2	-0.1
		b*	12.44	13.61	13.81	14.11
4	25°C	L*	82.2	81.3	81.3	84.7
		a*	-0.6	-0.4	-0.5	-0.4
		b*	13.92	13.93	12.41	14.22
	4°C	L*	82.1	83.4	82.3	83.4
		a*	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4
		b*	12.66	13.99	14.11	14.29

나타났다.

냉장저장의 경우에도 실온저장의 경우와 비슷한 경향을 나타내었는데 저장 2일째부터는 L\*값이 급격히 감소하였다. 또 첨가량에 따른 L\*값의 변화 정도를 보면 대조군과 비교했을 때 훨씬 적은 폭으로 일어났으며 첨가할수록 가래떡 표면의 색깔 밝기는 좋은 것으로 나타났다. a\*값의 경우는 실온과 냉장저장에서 maltitol을 첨가할수록 증가하였으나 경시적으로는 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 가래떡의 색깔이 maltitol 첨가로 색깔변화 억제되었으나 시간이 갈수록 색깔의 변화는 크게 나타났다. 예를 들면 대조군의 a\*값(실온저장의 경우)은 0.4이지만 4일후 -0.6으로, maltitol을 첨가한 경우의 -0.4와는 다르게 나타났다. b\*값의 경우에는 실온저장의 경우 1일까지는 변화하지 않았으나 2일째부터는 변화하는 것으로 나타났다. 전체적으로 보면 경시적 및 maltitol 첨가량에 따라 완만한 변화를 나타내었다. 이와 같이 가래떡에 대한 maltitol 첨가 효과는 표면 색깔의 변화를 다소 억제하는 것으로 나타났으며 이것은 maltitol에 의한 흡수능력과 점조성의 유지로 인한 수분의 이탈방지과 내부 성분간의 반응력이 약화된 데 기인한 것으로 사료된다. 따라서 전체적으로 maltitol 첨가는 가래떡의 관능적 품질의 안정화 즉 색깔안정화에 기여하는 것으로 사료된다.

## 요 약

Maltitol 첨가가 가래떡의 노화에 어떤 영향을 미치는지를 검토하였다. 노화현상은 시차주사열량기(differential scanning calorimeter), 전분의 재결정화, 색깔의 변화 정도를 측정, 비교하였다. 그 결과 maltitol 첨가량이 증가할수록 노화가 억제되었는데 특히 실온에서는 냉장조건에서보다 엔탈피는 감소하는 경향을 나타내었다. DSC 흡열곡선의 경우 호화개시온도는 전반적으로 높은 경향을 나타내었으며 저장기간이 길어짐에 따라 경시적으로 증가하였다. 최대호화온도(Tp)의 경우에는 maltitol 첨가량을 증가할수록 최대호화온도는 낮아졌다. 용융 엔탈피의 경우는 실온, 냉장조건에서 maltitol을 첨가했을 때 다소 감소한 경향을 나타내었다. 또 X-ray의 회절도 실험에서도 maltitol을 첨가했을 때 가래떡은 crystalline region이 나타나지 않아 가래떡의 노화가 억제하고 있음을 알 수 있었다. Maltitol 첨가에 따른 가래떡 색깔변화를 보면 maltitol을 첨가한 경우에는 가래떡의 관능적 품질의 안정화 즉 색깔안정화에 기여하는 것으로 밝혀졌다.

## 문 헌

- Hibi Y, Kitamura S, Kuge T. 1990. Effect of lipids on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem* 67: 7-11.
- Lee SY, Lee SG, Kim KJ, Kwon IB. 1993. Effect of alum on the physicochemical properties. *Korean J Food Sci Tech* 25: 355-359.
- Cairns P, l'Anson KJ, Morris VJ. 1991. The effect of added sugars on the retrogradation of wheat starch gels by X-ray diffraction. *Food Hydrocolloids* 5: 151-155.
- Kohyama K, Nishinari K. 1991. Effect of soluble sugars on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J Agri Food Chem* 39: 1406-1410.
- Kohyama K, Nishinari K. 1992. Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J Food Sci* 57: 128-133.
- Ranholta C, Gelroth J. 1998. Soluble and insoluble fiber in soda crackers. *Cereal Chem* 65: 159-163.
- l'Anson KJ, Miles MJ, Morris VJ, Besford LS, Jarvis DA, Marsh RA. 1990. The effects of added sugars on the retrogradation of wheat starch gels. *J Cereal Sci* 11: 243-248.
- Kohyama K, Nishinari K. 1992. Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J Food Sci* 57: 128-132.
- Katsuta K, Miura M, Nishimura A. 1992. Effect of saccharides on stabilities of rice starch gels. 2. Oligosaccharides. *Food Hydrocolloids* 6: 399-404.
- Donovan JW, Lorenz K, Kulp K. 1983. Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starch. *Cereal Chem* 60: 381-385.
- Wada K, Takahashi K, Shirai K, Kawamura A. 1980. Differential thermal analysis (DTA) applied to examining gelatinization of starches in foods. *J Food Sci* 44: 1366-1370.
- Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J Food Sci* 45: 1669-1673.
- Bello-perez LA, Paredes-Lopez O. 1995. Effects of solutes on retrogradation of stored starches and amylopectins: A calorimetric study. *Starch* 47: 83-88.
- Ward SS, Colonna P, Buleon A. 1991. Influence of amylose-amylopectin ratio on gel properties. *J Cereal Sci* 13: 1-5.
- Levine H, Slade L. 1987. Water as a plasticizer. Physicochemical aspects of low-moisture polymeric systems. In *Water Science Review*. Franks F, ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. Vol 3, p 179-185.
- Ring RBK, Lelievre J. 1982. Comparison of the crystallinities of wheat starches with different swelling capacities. *Starch* 34: 159-163.
- Jankowski T, Rha CK. 1986. Differential scanning calorimetry study of the wheat grain cooking process. *Starch/Starke* 38: 45-49.
- Slade L, Levine H. 1991. Beyond water activity; Recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Crit Rev Food Sci Nutr* 30: 115-120.

(2002년 10월 16일 접수; 2003년 2월 17일 채택)