

## Trehalose의 노화 억제 효과

박정욱 · 정한모<sup>1</sup> · 송재철  
생활과학부 · <sup>1</sup>화학생명과학부

### <요약>

시차주사열량기와 색도계를 이용하여 Trehalose의 가래떡 노화에 미치는 영향을 검토하였다. 가래떡의 노화정도는 저장온도와 무관하게 경시적으로 증가하였는데 Trehalose가 노화를 억제하는 것으로 나타났다. 특히 저온에서 노화가 실온보다 심하게 일어났으며 저장 초기에 저장온도에 대한 영향이 큰 것으로 나타났다. 그리고 L\*값은 실온저장(25℃)시 냉장저장(4℃)의 경우보다 시간에 따른 변화가 컸으며, 냉동보관시 a\*값은 저장 1일째까지는 변화가 없다가 5%를 첨가한 가래떡을 실온에서 저장한 경우에는 가장 낮은 a\*값을 나타내었다. b\*값의 경우에는 Trehalose 첨가량과 저장온도에 따라 크게 변하지 않았다. 색깔안정화의 효과는 Trehalose 첨가농도가 증가할수록 큰 것으로 나타났으며, 특히 냉장보관시에 효과가 두드러지는 것으로 관찰되었다.

## Suppression Effect of Trehalose on Retrogradation

Park, Jeong-Wook · Jeong, Han-mo<sup>1</sup> · Song, Jae-Chul  
College of Human Ecology · <sup>1</sup>School of Chemistry and biological sciences

### <Abstract>

This studies were investigated to provide the influence of trehalose on retrogradation of Korean rice cake by differential scanning calorimeter and tristimulus values of CIE color Chroma Meter. Having no connection with storage temperature, degree of retrogradation of Korean rice cake was increased with storage time. Degree of retrogradation of Korean rice cake was decreased in case of addition of trehalose to the Korean rice cake paste. Degree of retrogradation of Korean rice cake stored at low

temperature(4°C) was higher than that of Korean rice cake stored at room temperature(25°C). In particular, degree of retrogradation of Korean rice cake was shown to be clearly influenced by storage temperature at the beginning of storage. The value of L of Korean rice cake at room temperature was indicated to be significantly changed compared with that of Korean rice cake at low temperature. The value of a of Korean rice cake was not changed until one day of storage, and shown to be minimized in storage at room temperature(25°C) in case of addition of 5% trehalose to the paste of Korean rice cake. The change of b value in general was not significantly observed even if storage temperature and amount of trehalose have been variable. However effects of trehalose in color stability of Korean rice cake was remarkably exhibited in storage at low temperature(4°C).

## I. 서론

최근 식품섭취의 변화, 가공식품의 다양한 개발과 더불어 쌀을 베이스로 한 가공식품들의 상품화가 급속하게 이루어 지고 있다. 그러나 이들 쌀가공식품들은 저장이나 유통과정에서 전분의 이화학적 변화인 노화에 의해 제품의 관능성과 상품성이 떨어지고 제품의 활용도가 적어지는 등 많은 문제점을 파생시키고 있다. 노화의 진행은 상품 가치에 결정적 문제를 일으키는데 쌀가공식품인 떡종류의 경우에는 노화가 풍미를 저하시키고 보수성을 떨어뜨려 식미감을 낮추는데 크게 영향을 미친다. 이에 따라 그동안 쌀을 베이스로 한 떡가공식품류에 노화를 억제시킬 수 있는 물질을 개발 응용하여 왔으며 이러한 목적으로 개발된 것이 지방질(1), 명반(2), 여러 종류의 당(3,4), 셀룰로오스(5), 식이섬유(6) 등이었다.

Trehalose는 비환원성 기능성 당으로 노화에 영향을 미치는 것으로 알려져 최근에는 설탕의 제한이 요구되는 환자와 열량 섭취를 감소시키려는 소비자를 대상으로 한 여러 식품에 설탕 대체로 이용하려는 연구가 시작되고 있다. 그러나 아직까지 이 당에 대한 노화억제 효과에 대해서는 확실한 결과가 없는 실정이다. 노화억제에 관해서는 I'Anson(7) 등이 이미 glucose, sucrose, ribose 등과 같은 당류를 첨가한 연구를 실시한 바 있으며 Kohyama와 Nishinari(8)는 고구마전분의 호화와 노화에 대한 당류의 효과에 대해서 연구하였다. 그들은 전분의 노화를 억제하는데 가장 효과적인 당이 sucrose라고 발표하였다. 그리고 Katsuta 등(9)은 creep 기기를 이용한 쌀전분겔의 점탄성 측정에서 올리고당이 포도당이나 설탕보다 노화억제 효과에 더 큰 영향을 미치는 것으로 발표하였다.

최근에 시차주사열량기(DSC, differential scanning calorimeter)를 이용하여 물질의 열특성에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있는데 특히 전분과 같은 중합체의 용융이나 결정성의 변화같은 물리적 상태의 변화와 분자수준의 반응에서 생기는 열의 수치 즉 흡·발열반응의 엔탈피를 정량적으로 측정하여 전분의 호화와 노화과정과 정도를 열역학적으로 해석하고 있다. 본 연구에서는 당류 중 비환원성당인 Trehalose를 이용, 쌀가래떡의 저장, 유통 중 일어나는 전분 노화정도를 Trehalose 농도별, 유통조건 등을 중심으로 측정하여 쌀가래떡의 노화억제 효과를 검증하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서 사용한 멥쌀은 1999년산 한림농협쌀이며 노화억제 목적으로 사용한 Trehalose는 (주) 林原에서 생산된 식용의 것을 구입, 사용하였다.

### 2. 샘플의 제조 및 저장

1999년산 한림농협쌀 2kg을 20℃의 물에 12시간 침지하여 건져낸 다음 방앗간에서 이를 분쇄, 쌀가루로 만들었다. Trehalose는 쌀가루의 중량비로 0, 2, 5, 10, 15%(w/w) 정도 첨가하고 총고형분과 수분의 중량 비율이 3 : 2가 되도록 물을 첨가하였다. 이 쌀가루는 70℃의 온수로 반죽, autoclave를 이용한 수증기로 30분간 상압 증자하여 호화시킨후 압출 성형기를 이용, 가래떡 샘플(지름 2.5cm×길이 30cm)을 제조하여 냉장(4℃)과 실온(25℃)에서 저장(3hr, 1, 2, 3, 4 days)하여 시료로 사용하였다.

### 3. DSC에 의한 노화도 측정

노화도 측정은 DSC(Differential Scanning Calorimetry, TA Instruments, Inc. Dupont DSC 2910 module)를 이용하였다. 시료를 5mg과 10mg으로 절단하여 알루미늄 시료 팬에 넣고 2시간동안 방치하여 시료가 균일하게 한 후 10℃/min의 가열속도로 20℃에서 180℃(10, 11, 12)까지 가열하여 반응곡선을 얻었다.

### 4. 색도 분석

색도는 가래떡 샘플을 저장할 때 탈수로 인한 조직의 비틀림과 함께 표면색깔이 변하여 상품적으로 문제가 되고 있음을 인지하고자 실제 유통제품의 상품성 개선을 위해 색도를 분석하였다. 시료는 냉장(4℃), 실온(25℃)에서 저장하면서 경시적으로 변하는 색도를 분석하였다. 색차계는 CIE색차계(Croma Meter CR-10, Minolta CO. LTD. JAPAN)을 이용하여 시료의 색도를 L\*[어둠(0)-밝음(100)], a\*[적색(60)-녹색(-60)], b\*[노랑(60)-파랑(-60)]값으로 나타내었다.

## III. 실험결과 및 고찰

### 1. Trehalose 첨가량과 가래떡의 노화도

가래떡의 노화에 미치는 Trehalose 수용액의 영향을 검토하기 위하여 Trehalose는 쌀가루의 중량비로 0, 2, 5, 10, 15% 첨가하여 가래떡을 만든 후 4℃, 25℃에서 일정기간(0, 1,

2, 3, 4 days) 저장한 다음 DSC를 이용하여 가래떡의 노화도를 측정하였다(Fig. 1). 실온에서 저장한 가래떡의 경우 Trehalose 첨가량에 관계없이 모두 114°C~120°C 이후의 높은 온도에서 amylose-trehalose complex가 붕괴되어 노화 엔탈피는 Trehalose 첨가량에 관계없이 모두 감소하였고, Trehalose 첨가 수준이 증가함에 따라 엔탈피는 감소하였으며 2% 첨가할 때보다 5%를 첨가한 경우가 엔탈피가 더 감소하였고 Trehalose량이 증가함에 따라 엔탈피 감소는 더 뚜렷하였다. 따라서 가래떡의 노화도는 Trehalose 첨가량이 증가함에 따라 엔탈피는 감소되어 저장온도와 저장기간에 관계없이 2%첨가시 노화도가 급격히 감소하며, Trehalose 첨가량이 증가함에 따라 노화도 감소효과가 컸다.

Fig. 2.에서는 냉장저장한 가래떡의 경우 실온저장한 가래떡보다 10°C정도 높은 온도에서 호화의 peak가 나타났다. 이 peak는 냉장저장중에 형성된 amylose-trehalose complex의 melting peak로서 120°C~130°C부근에서 나타났다. 실온과 냉장 두 peak가 보여주는 상전이 온도범위와 엔탈피는 Trehalose첨가량에 따라 비교했을 때 그 평균값에 있어서 큰 차이는 없었다.

실온저장한 가래떡은 control, 2%, 5%, 10%, 15%의 첨가량에 따라 71.93°C, 71.86°C, 71.68°C, 71.41°C, 71.01°C로 호화개시온도( $T_0$ )는 점차 낮아졌다. 그러나 냉장저장한 가래떡의 경우는 73.75°C, 73.66°C, 73.28°C, 73.10°C, 72.91°C로 냉장저장시 더 높은온도에서  $T_0$ 가 시작되었고, 실온, 냉장에서 저장기간이 길어짐에 따라서는  $T_0$ 는 증가하기 시작했다. 이는 쌀가루에 함유된 amylose가 형성하는 complex가 생성되었기 때문이라 생각된다.

이러한 Trehalose 첨가효과는 전분이 호화된 후 정상적인 전분분자의 재배열을 하는 과정에서 가래떡의 전분분자 입자들 사이에 끼어들어 complex 형성을 방해하며, 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 일부와 결합해서 전분분자들의 amylose-amylopectin complex가 생성되어 수소결합을 방해하기 때문으로 사료된다.

그리고 Bello-perez와 Paredes-Lopez(13)는 전분에 당을 첨가하여 DSC를 측정한 결과 엔탈피가 당을 첨가하지 않는 시료에 비해 감소하였고 당 농도가 증가할수록 엔탈피도 감소했다고 보고하여 본 실험결과와 일치함을 보여주었다.

이는 당이 Antiplasticizer로 작용하여 전분젤 매트릭스의 유리전이온도( $T_g$ )를 더 높은 온도범위로 옮겨주고 증가된 유리전이온도는 결정핵의 성장률을 낮추는 결과를 가져오게 되어 전분의 노화를 억제한다는 보고로부터 설명될 수 있으며 Trehalose 첨가량이 증가될수록 노화억제효과는 더 클 것으로 생각된다.

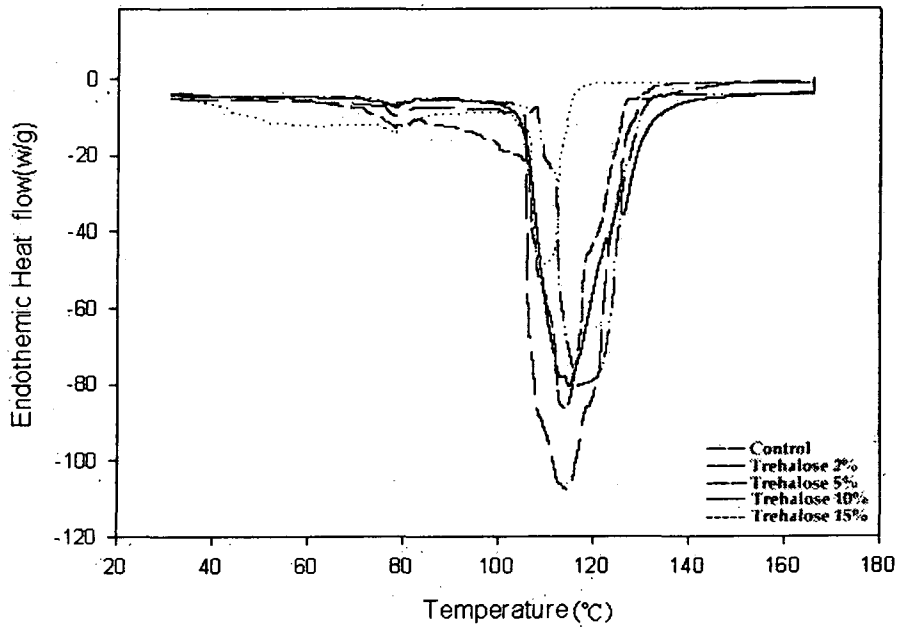


Fig. 1. Effect of heating rate on gelatinization temperature of a korean rice cake(Karedduk) during the storage at 25°C

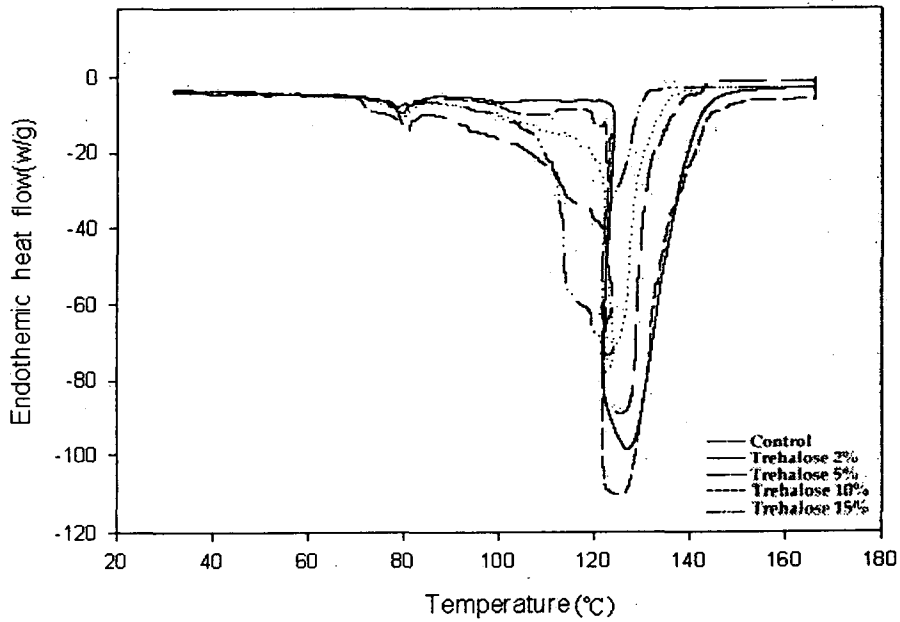


Fig. 2. Effect of heating rate on gelatinization temperature of a korean rice cake(Karedduk) during the storage at 4°C

## 2. Amylose-Trehalose complex의 용융엔탈피

가래떡이 DSC 열적특성에 미치는 Trehalose 첨가수준의 영향을 조사하기 위하여 가래떡의 저장조건에 따른 Amylose-trehalose complex의 용융으로 나타내는 DSC의 흡열곡선 즉 호화개시온도( $T_o$  : onset temperature), 최대호화온도( $T_p$  : peak temperature), 그리고 용융엔탈피는 Table 1, 2에 나타난 바와 같다.

Table 1. 에서는 실온에서 Trehalose를 첨가하지 않은 호화개시온도( $T_o$ )는 71.93°C로 가장 높았고, Trehalose 2%, 5%, 10%, 15%를 첨가하였을 경우, 71.86°C, 71.68°C, 71.41°C, 71.01°C로 조금씩 감소되었다. 따라서 Trehalose 첨가수준이 증가할수록 호화개시온도( $T_o$ )는 조금씩 감소되었고 저장기간이 경과할수록  $T_o$ 는 증가하였다.

Ward(14)들에 의하면 호화된 amylose의 노화는 개시온도가 저장기간이 길어짐에 따라 감소된다고 하였다. Slade(15)들은 노화된 아밀로펙틴 결정질의 용융온도는 전분의 호화온도보다 수분에 의한 결정질 부분의 가소화에 영향을 미칠 수 있는 전분입자 구조의 차이 때문이라고 하였다. 그러나 Ring(16)들의 아밀로펙틴젤을 1°C에서 30일 저장시에 개시온도, 피크온도가 변화되지 않는다고 하였다.

반면 최대호화온도( $T_p$ )는 Trehalose 첨가수준이 증가할수록  $T_p$ 는 감소하였으며, 용융엔탈피는 Trehalose를 첨가하지 않은 control보다 Trehalose 첨가수준이 증가함에 따라 엔탈피는 감소하였다.  $T_p$ 는 control 116.9°C에 비해 Trehalose 2%, 5%, 10%, 15% 첨가 시에 115.8°C, 115.5°C, 115.2°C, 114.5°C로 점차 감소하였다. 이는 호화후 쌀가루 내의 전분분자들이 저장기간중 재결합하지만 본래의 전분분자 구조보다 약한 분자구조를 형성하기 때문이다.

그리고 용융엔탈피( $\Delta H$ )는 실온(Fig.3)보다는 냉장(Fig.4)조건일 때 더 컸으며, 저장기간이 경과할수록 전분분자들이 재결합하여 가래떡의 노화현상이 나타나 용융엔탈피는 증가하게 되는데, 이 작용은 가열중 용출된 아밀로오스에 의해 이루어지며 아밀로펙틴이 결합하여 전분젤의 crystallinity가 저장후 계속적으로 서서히 진행되어 노화가 진행되는데 Trehalose 첨가에 의해 용융엔탈피가 감소되었음은 물론 이들 Trehalose가 전분의 amylose가 형성하는 complex를 저지한다. Trehalose의 첨가는 가래떡의 노화를 지연시키는 효과가 있음을 알수 있었다.

이는 Jankowski와 Rha(17)가 보고한 4°C와 21°C에서 조리된 밀을 2일 저장했을 때 4°C에서 저장한 밀의 엔탈피가 더 컸다는 사실과 일치하였다.

그리고 Trehalose 첨가에 따른 전분의 노화억제는 Slade와 Levine(18)이 당류가 전분질 식품에 대해 노화억제 효과를 나타낸다고 보고한 것과는 일치하였다.

이상의 결과로써 Trehalose 첨가수준을 증가시킬 때 노화억제 지연효과가 크게 나타나며, 15%일 때 노화억제효과를 두드러지게 나타내었다.

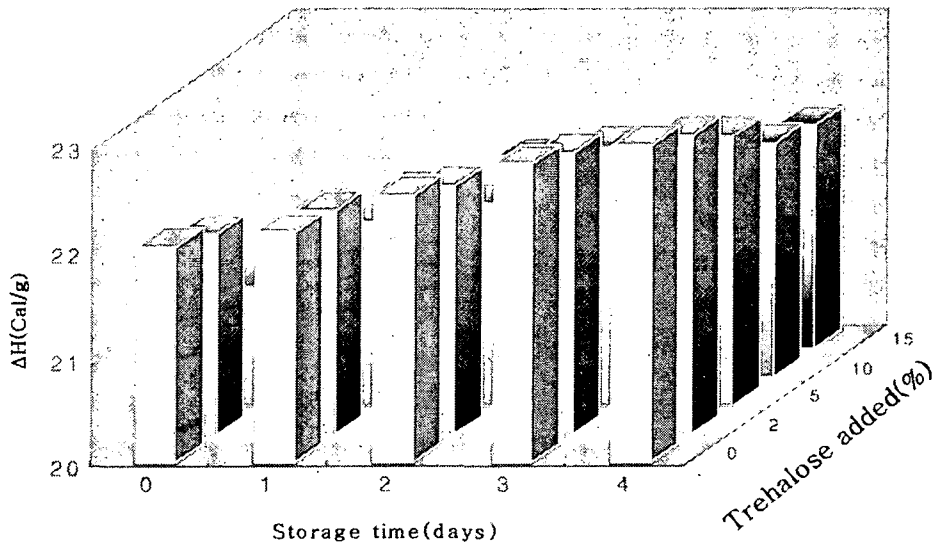


Fig. 3. DSC properties of retrograded rice cakes stored at 25°C

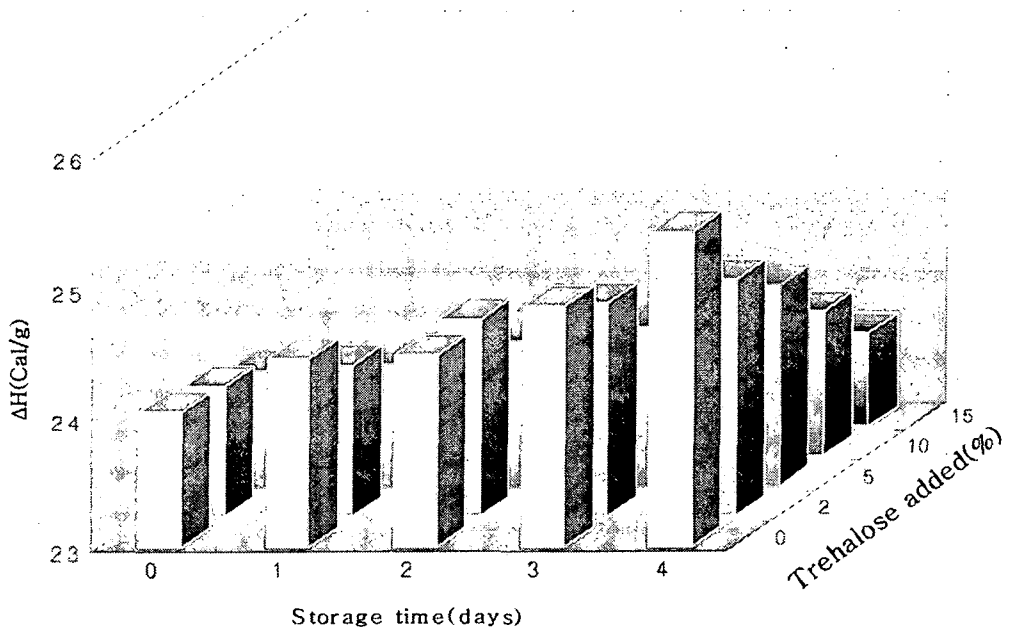


Fig. 4. DSC properties of retrograded rice cakes stored at 4°C

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

Storage period(day)		3hr	1day	2day	3day	4day
Control	To (°C)	71.93±0.60	74.54±1.01	74.61±0.65	74.35±1.21	74.62±1.35
	Tp (°C)	116.9±0.24	117.2±0.64	117.6±0.35	117.8±0.70	117.9±0.12
	Δh (J/g)	22.03	22.17	22.52	22.82	23.02
Trehalose 2%	To (°C)	71.86±0.85	72.97±0.44	73.85±0.91	73.97±0.51	74.02±0.22
	Tp (°C)	115.8±1.05	116.9±0.98	116.2±0.30	116.5±0.65	116.9±0.77
	Δh (J/g)	21.88	22.11	22.34	22.66	22.82
Trehalose 5%	To (°C)	71.68±0.38	72.69±0.48	73.39±0.41	73.80±10.0	73.89±1.20
	Tp (°C)	115.5±0.66	115.9±0.12	116.0±0.52	116.3±0.55	116.7±0.78
	Δh (J/g)	21.12	21.73	21.91	22.45	22.54
Trehalose 10%	To (°C)	71.41±0.35	72.59±0.86	72.98±0.19	73.35±0.85	73.55±0.28
	Tp (°C)	115.2±1.41	115.6±0.51	115.8±0.82	116.1±0.45	115.5±0.42
	Δh (J/g)	22.23	21.66	22.09	22.12	22.21
Trehalose 15%	To (°C)	71.01±0.25	72.28±0.47	72.76±0.82	72.84±0.46	72.94±0.38
	Tp (°C)	114.5±1.04	114.2±0.52	113.7±0.10	113.4±0.27	113.5±0.54
	Δh (J/g)	21.04	21.10	21.24	21.75	22.11

To : onset temperature.

Tp : peak temperature.

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

Storage period(day)		3hr	1day	2day	3day	4day
Control	To (°C)	73.75±0.60	77.86±0.10	77.89±0.64	77.92±0.24	77.96±0.94
	Tp (°C)	116.7±1.68	125.8±0.25	126.6±0.95	126.5±1.02	127.0±0.65
	Δh (J/g)	24.04	24.15	24.48	24.85	25.02
Trehalose 2%	To (°C)	73.66±0.85	77.27±0.64	77.62±1.58	77.75±1.75	77.82±1.65
	Tp (°C)	117.2±1.24	127.8±0.20	128.9±0.38	129.0±0.51	129.5±0.31
	Δh (J/g)	24.01	24.17	24.52	24.64	24.82
Trehalose 5%	To (°C)	73.28±0.38	77.14±0.74	77.42±0.71	77.50±0.44	77.65±1.06
	Tp (°C)	117.9±1.67	127.6±0.94	127.8±0.94	126.5±0.51	128.9±0.32
	Δh (J/g)	23.90	23.95	24.12	24.23	24.54
Trehalose 10%	To (°C)	73.10±0.35	77.06±0.86	77.35±0.19	77.46±0.85	77.50±0.28
	Tp (°C)	118.7±1.28	126.8±0.12	125.8±0.84	125.7±0.63	128.9±0.72
	Δh (J/g)	23.26	23.39	23.69	24.09	24.11
Trehalose 15%	To (°C)	72.91±0.25	76.88±0.47	76.90±0.82	76.98±0.46	77.04±0.38
	Tp (°C)	120.5±1.74	125.8±0.81	125.9±0.93	126.8±0.64	126.2±0.28
	Δh (J/g)	23.04	23.18	23.24	23.49	23.71

To : onset temperature.

Tp : peak temperature.



### 3. Trehalose 첨가에 따른 가래떡의 색도비교

실온 및 냉장보관시 시간의 경과에 따른 Trehalose를 함유한 가래떡의 L\*값의 변화는 Fig. 3. 에 나타난 바와 같이 Trehalose를 첨가시 저장온도 및 기간에 따른 L\*값의 변화를 보여주고 있는데, 실온저장(25℃)시 Trehalose를 첨가하지 않은 control군과 2%, 5%, 10%, 15%첨가에 따른 L\*값의 변화는 89.3, 88.6, 88.9, 89.4로 Trehalose를 첨가한 가래떡이 L\*값이 높았으며 저장 초기에는 L\*값이 급격히 낮아지나, 저장기간중 2일째부터는 L\*은 크게 변하지 않았다. 냉장저장의 경우에는 보관 1일째까지는 초기상태를 유지하다 2일째부터는 L\*값이 조금씩 감소하였다. L\*값의 증가폭을 비교해볼 때 실온저장시 Trehalose의 첨가는 냉장시보다 다소 높은 변화를 나타내었다. Fig. 2. 에 서 a\*값은 실온에서 저장한 경우 냉동보관시 a\*값은 저장 1일째까지는 변화가 없다가 2일째부터는 낮아졌으며 Trehalose 첨가는 Trehalose를 첨가하지 않는 대조군보다 낮은 수치를 보였으며 직선적으로 감소하였다. 5%를 첨가한 가래떡을 실온에서 저장한 경우에는 보존기간에 따라 가장 낮은 a\*값을 보였다. b\*값의 경우에는 Fig. 3. 에 나타난 바와 같이 실온보관의 경우에는 1일까지는 초기수준을 유지하다 2일째부터 높아지는 양상으로 기간의 경과에 따라 또는 Trehalose 첨가에 따라 냉장보관시보다 변화는 약간 크나 전체적으로 아주 완만한 것으로 나타났다. 단지 냉장보관시에는 Trehalose 첨가가 저장 1일까지는 변화하였으나 2일째 부터는 변화가 조금있을뿐 저장기간에 영향을 미치지 못하였다.

Trehalose 첨가에 따른 가래떡의 색도는 Trehalose를 첨가하지 않은 시료보다 보관 기간 전반에 걸쳐서 냉장과 실온보관시 모두 낮은 변화율을 보이므로 전체적으로 Trehalose 첨가는 가래떡의 관능적 품질의 안정화에 기여하는 것으로 나타났다. 색깔안정화의 효과는 Trehalose 첨가농도가 증가할수록 그 효과가 큰 것으로 나타났으며, 특히 냉장보관시에 효과가 두드러지는 것으로 관찰되었다.

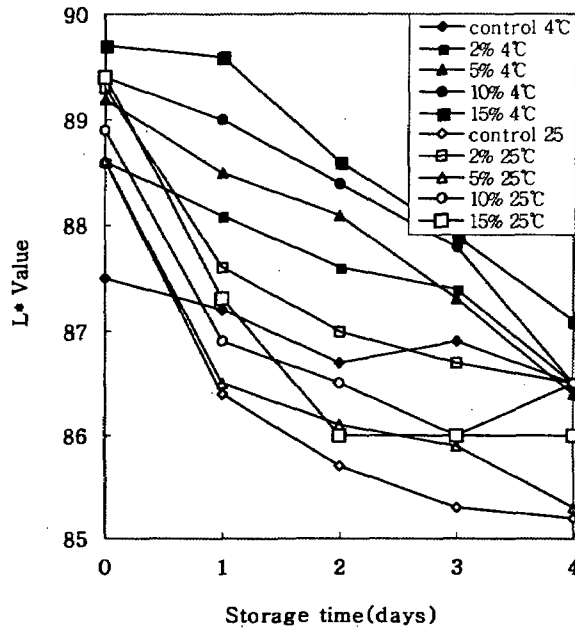


Fig. 5. L\* value of Trehalose(0%~15%) of a Korean rice cake during the storage at 4°C or 25°C for 4day.

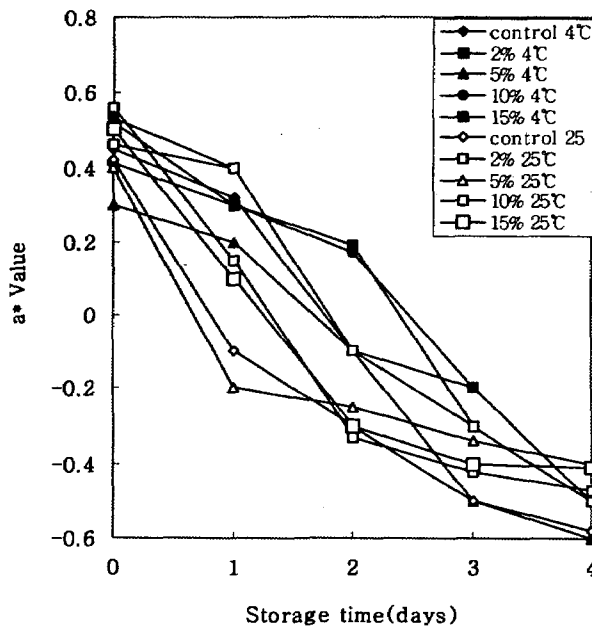


Fig. 6. a\* value of Trehalose(0%~15%) of a Korean rice cake during the storage at 4°C or 25°C for 4day

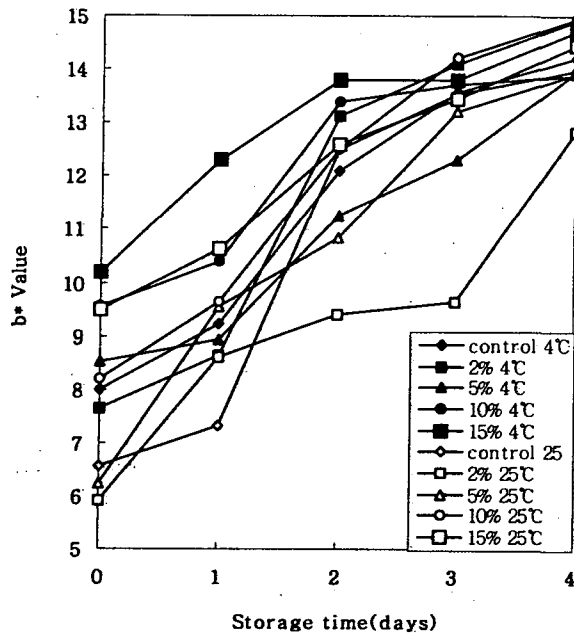


Fig. 7.  $b^*$  value of Trehalose(0%~15%) of a Korean rice cake during the storage at 4°C or 25°C for 4day.

Table 3. Changes in the colorimeter parameter of karedduk stored at 4°C and 25°C for 4 days:

Stoage Period(day)	Temp	Color value	Trehalose addition				
			control	Trehalose 2%	Trehalose 5%	Trehalose 10%	Trehalose 15%
3hr	25°C	L*	88.6	89.3	88.6	88.9	89.4
		a*	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5
		b*	6.54	5.9	6.23	8.2	9.5
	4°C	L*	87.5	88.6	89.2	89.4	89.7
		a*	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5
		b*	7.98	7.65	8.52	9.56	10.2
1day	25°C	L*	86.4	87.6	86.5	86.9	87.3
		a*	-0.1	0.1	-0.2	-0.1	0.1
		b*	7.32	8.6	9.56	9.6	10.6
	4°C	L*	87.2	88.1	88.5	89	89.6
		a*	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4
		b*	9.21	8.65	8.93	10.4	12.3
2day	25°C	L*	85.7	87	86.1	86.5	86
		a*	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.3
		b*	12.5	9.4	10.84	12.5	12.6
	4°C	L*	86.7	87.6	88.1	88.4	88.6
		a*	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.1
		b*	12.11	13.11	11.26	13.4	13.8
3day	25°C	L*	85.3	86.7	85.9	86	86
		a*	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4
		b*	13.5	9.6	13.22	14.1	13.4
	4°C	L*	86.9	87.4	87.3	87.8	87.9
		a*	-0.5	-0.2	-0.5	-0.2	-0.3
		b*	13.56	14.1	12.3	13.7	13.8
4day	25°C	L*	85.2	86.5	85.3	86.5	86
		a*	-0.6	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4
		b*	13.9	12.8	13.9	14.9	14.4
	4°C	L*	86.5	86.5	86.4	86.5	87.1
		a*	-0.6	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5
		b*	14.2	14.91	13.95	13.9	14.7

## IV. 결 론

Trehalose 첨가가 가래떡의 호화 및 노화에 미치는 영향을 조사하기 위해 Trehalose를 첨가하여 노화현상을 시차주사열량기(differential scanning calorimeter)를 이용, 전분의 재결정화로 노화정도를 비교하였다. 가래떡의 노화도는 저장온도(25℃, 4℃)와 관계없이 저장기간(1hr, 1, 2, 3, 4day)에 따라 경시적으로 증가하였으며 저장기간 중 Trehalose의 첨가량에 따라 노화도는 감소하였다. 저장온도에 관해서는 Trehalose 첨가량에 관계없이 실온(25℃)보다 냉장(4℃)에 저장한 것의 노화도가 컸으며 저장초기에 그 차이가 뚜렷하였고 시간이 길어지면 점차 정도는 완화되었다. 또한 Trehalose 첨가수준이 증가하면 노화도 감소효과가 컸다.

Trehalose 첨가에 따른 가래떡의 색도는 Trehalose를 첨가하지 않은 시료보다 보관기간 전반에 걸쳐서 냉장과 실온보관시 모두 낮은 변화율을 보이므로 전체적으로 Trehalose 첨가는 가래떡의 관능적 품질의 안정화에 기여하는 것으로 나타났다. 색깔 안정화의 효과는 Trehalose 첨가농도가 증가할수록 그 효과가 큰 것으로 나타났으며, 특히 냉장보관시에 효과가 두드러지는 것으로 관찰되었다. 따라서, Trehalose는 전분을 함유하고 있는 식품에 첨가할 경우 가래떡의 품질을 저하시키는 노화현상을 지연시킴으로써 제품의 품질안정화와 식품의 조직감 특성의 향상에 도움이 될 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Hibi, Y., Kitamura, S. and Kuge, T.: Effect of lipids on the retrogradation of cooked rice. *Cereal Chem.*, 67, 7(1990)
2. 이신영, 이상귀, 김광중, 권익부 : 쌀전분의 이화학적 성질에 미치는 명반첨가의 영향, 한국식품과학회지, 25, 4(1993)
3. Cairns, P., I'Anson, K.J. and Morris, V.J.: The effect of added sugars on the retrogradation of wheat starch gels by X-ray diffraction. *Food Hydrocolloids*, 5, 151(1991)
4. Kohyama, K. and Nishinari, K.: Effect of soluble sugars on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Agri Food Chem.*, 39, 1406(1991)
5. Kohyama, K. and Nishinari, K.: Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Food Sci.*, 57, 128(1992)
6. Ranholta, C. and Gelroth, J.: Soluble and insoluble fiber in soda crackers. *Cereal Chem.*, 65, 159(1988)
7. I'Anson, K.J., Miles, M.J., Morris, V.J., Besford, L.S., Jarvis, D.A. and Marsh, R.A.: The effects of added sugars on the retrogradation of wheat starch gels. *J. Cereal*

- Sci.*, 11, 243(1990)
8. Katsuta, K., Miura, M. and Nishimura, A.: Effect of saccharides on stabilities of rice starch gels. 2. Oligosaccharides. *Food Hydrocolloids*, 6, 399(1992)
  9. Katsuta, K., Nishimura, A. and Miura M.: Effect of sacchrides on stabilites of rice starch gels. 2. Oligosaccharides. *Food Hydrocolloids*, 6, 399(1992)
  10. Donovan, J.W., Lorenz, K. and Kulp, K.: Differential scanning calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starch. *Cereal Chem.*, 60, 381(1983)
  11. Wada, K., Takahashi, K., Shirai, K. and Kawamura, A.: Differential thermal analysis(DTA)applied to examining gelatinization of starches in foods. *J. Food Sci.*, 44:366(1979)
  12. Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. and Vose, J.R.: Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J. Food. Sci.*, 45, 1669(1980)
  13. Bello-perez, L.A. and Paredes-Lopez, O.: Effects of solutes on retrogradation of stored starches and amylopectins; A calorimetric study. *Starch*, 47, 83(1995)
  14. Hoover, R., Vsanthan, Tl, Senanayake, N.,J. and Martin, A.M.: The effects of defatting and heat-moisture treatment on the retrogradation of starch gels from wheat, oat, potato and lentil. *Carbohydr. Res.*, 261, 13(1994)
  15. Levine, H., and Slade, L.: Water as a plasticizer. Physicochemical aspects of low-moisture polymeric systems In *Water Science Review* Vol. 3, Franks, F. (ED.), -Cambridge Univ. Press, p.79-185(1987)
  16. iliaderis, C.G., Page, C.M., Maurice, T.J. and Juliano, B.O.: Thermal characterization rice starches; a polymeric approach to phase transitions of granular starch. *J. Agric. Food Chem.*, 34, 6(1986)
  17. Jankowski, T. and Rha, C.K.: Differential Scanning calorimetry study of the wheat grain cooking process *Starch/Starke* 38, 45(1986)
  18. Slade, L. and Levine, H.: Beyoned water activity; Recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.*, 30(2-3), 115(1991)