

## 가래떡 노화억제에 대한 밀가루첨가의 효과

김희선 · 김경미<sup>1</sup> · 한귀정<sup>1</sup> · 이현규<sup>2</sup> · 김명환\*

단국대학교 식품공학과, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, <sup>2</sup>한양대학교 식품영양학과

### Effect of Added Wheat Flour on Retardation of Retrogradation in *Garaetteok*

Hee-Sun Kim, Kyung-Mi Kim<sup>1</sup>, Gwi-Jung Han<sup>1</sup>, Hyeon-Gyu Lee<sup>2</sup>, and Myung-Hwan Kim\*

Department of Food engineering, Dankook University

<sup>1</sup>Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA

<sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, Hanyang University

#### Abstract

This study was performed to analyze the degree in the reduction of retrogradation in *Garaetteok* during 3 days at 4°C with the addition of 0.8% wheat flour. The water holding capacity of the control (CO) and *Garaetteok* with 0.8% wheat flour added (TR) after storage for 3 days was 45.8% and 76.0% respectively compared with that in the initial storage stage. The water solubility of TR showed higher values than that of CO throughout the storage period, and the difference between CO and TR increased as the storage period increased. For the X-ray diffraction (XRD) pattern, CO showed an A-type pattern and the peak was sharp with the peak size increasing as the storage period increased, whereas TR showed a single peak throughout the storage period. Enthalpy changes ( $\Delta E$ ) by differential scanning calorimeter (DSC) of CO and TR after storage for 3 days were 851.8 and 16.1 J/kg respectively with hardness of 96.3 and 4.0 N respectively, which were significantly different at the 0.1% level.

**Key words:** wheat flour, *Garaetteok*, retrogradation, DSC, texture property

## 서 론

떡은 만드는 방법에 따라 찌는 떡, 치는 떡, 빻는 떡, 지는 떡으로 나뉘며 가래떡은 치는 떡의 일종으로 전분질 가공식품으로서 전분의 노화가 잘 일어나는 수분함량의 범위에 속하기 때문에 저장유통과정에서 호화된 전분의 재결정화에 의한 노화현상으로 조직감 경화, 소화성 및 식미저하 등의 품질저하가 나타나게 된다. 실온저장 시 1-2 일의 짧은 저장수명을 가지며 떡 자체가 굳어져서 그대로 먹기 어려운 상태로 되며 이러한 노화된 떡을 재증숙 시 품질저하의 문제점을 안고 있다. 가래떡의 주재료인 쌀가루는 70-80%의 전분을 함유하고 있으며 전분노화는 전분의 종류 및 농도, 아밀로스나 아밀로펙틴의 비율과 구조, 전분 이외의 구성성분, 수분함량, 저장온도, 첨가물질 및 가공과정 등의 여러 가지 요인들에 의하여 복합적인 영향을 받는다

(Yu et al., 2009). 수분함량은 50-60%인 전분 겔이 최대의 결정성을 나타내며 20% 이하나 90% 이상일 때 결정화가 억제되고(Zeleznak & Hosene, 1986) 노화정도는 호화시에 사용된 수분함량보다 노화과정 중에 함유된 물에 의하여 영향을 받으며(Zelenak & Hosene, 1986; Lie & Thompson, 1998) 특히 용해된 아밀로펙틴이 크게 관여한다(Singh et al., 2012). 저장온도는 결정핵의 생성이 최대인 유리전이온도(Tg, glass transition temp.)와 결정핵의 생장이 최대인 용융점(Tm, melting point temp.)의 중간온도에서 노화가 잘 일어나며 Tm 이상의 온도나 Tg 이하의 온도에서 저장하면 결정화가 억제된다(Biliaderis CG, 1990). 첨가물을 이용한 가래떡의 노화억제에 관한 연구들로는 trehalose와 변성전분(Kim & Chung, 2010), maltitol(Song, 2002), 밀가루(Kim & Chung, 2009), 맷쌀비율(Shin et al., 2010), 생미강(Choi, 2009), 볶음미강(Choi & Lee, 2010), surfactant(Shin & Song, 2004), 올리고당(Shon et al., 1997) 등 다양한 물질들을 활용하였다.

밀가루는 amylase, protease, lipoxygenase, polyphenol oxidase, peroxidase 등의 다양한 효소를 지니고 있다(Rani et al., 2001). 밀의 alpha-amylase는 주로 외피(pericarp)에 존재하며 소량이 종피(seed coat)와 호분층(aleurone layer)

\*Corresponding author: Myung-Hwan Kim, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan, 330-714, Korea  
Tel: +82-41-550-3563; Fax: +82-41-559-7868  
E-mail: kim1@dankook.ac.kr  
Received October 30, 2013; revised November 6, 2013; accepted November 11, 2013

에 존재한다(Kruger & Tipples, 1980). 밀 또는 밀가루의 저장과정에서는 효소활성이 나타나지 않으나 수분을 공급하면 활성을 띄게 된다. 준강력분 Punjab 종의 밀의 경우 롤 밀(roll mill)을 이용하여 밀 제분과정에서 alpha-amylase activity는 2.60-5.90 units/g protein으로 나타났으며 최종 밀가루제품의 alpha-amylase activity는 5.90 units/g protein이었다(Rani et al., 2001).

따라서 본 연구에서는 밀가루 자체에 포함되어있는 전분 가수분해효소를 이용하여 가래떡의 노화를 억제시키는 방법으로써 가래떡 제조과정에서 열처리공정이 끝난 다음 0.8%(w/w)의 밀가루를 첨가 후 제조된 가래떡을 4°C에서 3일간 저장하면서 노화억제정도를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 멥쌀가루는 충청남도 부여군에서 2011년 수확한 멥쌀(혼합 품종, 유촌농산미곡처리장)을 사용하였고, 소금은 천일염(Daesang, Seoul, Korea), 밀가루는 중력분(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea)을 구입하여 사용하였다.

### 가래떡제조

가래떡 제조 시 멥쌀을 2회 수세하여 3시간 동안 수침한 후, 체에 건져 30분간 물기를 제거한 다음 불린 쌀 무게의 1%(w/w)에 해당하는 소금을 첨가하여 roll mill(KM-18, Kyungchang Machine, Gyeonggi Gwangju, Korea)로 1차 분쇄한 다음 20 mesh 체에 통과시켜 사용하였다. 분쇄한 쌀 무게의 22%가 되도록 물을 첨가하여 다시 혼합한 후, roll mill로 2차 분쇄하였다. 가스레인지 화력의 중간 정도로 가열하여 물이 끓기 시작하면, 찜기에 실리콘 시루 밀을 깔고 쌀가루를 담아 25분 동안 가열하였다. 일반 가래떡제조는 가열이 끝난 시료를 녹즙기(NJE-3570, NUC, Daegu, Korea)로 사출시켜 가래떡 모양으로 성형하였고, 밀가루를 첨가한 가래떡제조는 가열이 끝난 후 시료의 내부온도가 70°C 이하가 되도록 방냉한 후 불린 쌀 무게의 0.8%에 해당하는 중력분을 첨가하여 골고루 섞은 다음 녹즙기를 통해 가래떡 모양으로 성형하여 분석시료로 사용하였다. 밀가루의 함량은 예비실험을 통하여 0.1% 간격으로 0-0.9%(w/w) 범위에서 첨가하여 저장실험을 한 결과 경도(hardness)가 가장 작은 결과의 함량인 0.8%로 첨가량을 결정하였다. 동결건조시료는 -70°C의 deep freezer(DF8517, Ilshin Lab Co. Ltd. Nanyangju, Korea)에서 얼린 후 동결건조기(SFDSM24L, Samwon Freezing Engineering Co., Seongnam, Korea)를 사용하여 동결 건조하였다.

### 포장 및 저장

시료는 PET/AL/PE의 수증기투과(water vapor penetration)

를 제어할 수 있는 적층필름 파우치를 사용하여 상압 밀봉하였다. 포장된 시료는 4°C의 온도조건에서 3일간 저장하였다.

### 수분함량

가래떡의 수분함량은 상압가열건조법(AOAC, 1995)으로 시료 1g을 105°C에서 3회 반복하여 측정 후 평균값으로 나타내었다.

### 입자분포

시료의 입자분포는 particle size analyzer(Mastersizer 2000G, Malvern Instrument, Worcester, England)를 이용하여 습식방법으로 측정하였다. 입도측정은 94.5% 에탄올을 용매로 사용하여 분석과정에서 입자의 팽윤을 방지하였다.

### 표면미세구조

시료표면의 미세구조는 주사전자현미경(Scanning electron micrographs, S-4300, Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다. 시료에 coater(Ion sputter, E-1030, Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용하여 gold-palladium으로 10-30 nm의 두께로 코팅하여 측정하였고 가속전압 10 kV에서 500 배율로 관찰하였다.

### 물 결합능력

물 결합능력은 Medcalf & Gilles(1968)의 방법에 따라서 시료 2g에 증류수 40 mL을 가하고 실온에서 1시간 동안 잘 저어준 다음 3,000 rpm의 속도로 20분간 원심분리한 후 1분간 거꾸로 세워 상등액을 제거하고 증가된 수분함량과 시료의 중량비로부터 물 결합능력을 구하였다.

### 용해도

용해도는 Schoch(1964)의 방법을 변형하여 시료 1g과 물 50 mL를 원심분리 관에 담아 잘 분산시킨 후 90°C의 온도에서 30분간 가열한 다음 4,500 rpm에서 30분간 원심분리하였다. 미리 항량하여 건조시킨 용기에 상등액을 부어 105°C 드라이 오븐에서 항량된 건조무게로 다음의 식을 이용하여 용해도를 계산하였다.

### 결정구조

시료의 결정구조는 X-ray diffractometer(XRD, Ultima IV, Rigaku, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였으며 40 kV, 40 mA에서 Cu tube를 사용하여  $\theta$ -2 $\theta$ 법으로 5-40°의 구간에서 8.00 deg/min의 속도로 측정하였다.

### 열적거동

열적거동측정은 differential scanning calorimeter(DSC, 2010, TA Instrument, Newcastle, USA)를 이용하였으며

Cho(2007)의 방법에 준하여 측정하였다. 노화정도를 알아보기 위하여 4°C에서 3일간 저장한 시료를 즉시 동결건조시킨 다음 gold hermetic pan에 시료 3 mg을 넣고 시료 대 증류수의 비율이 1:2.5가 되도록 증류수를 첨가하고 즉시 밀봉한 후 pan을 실온에서 2시간 방치한 다음 분석을 진행하였다. 실험조건으로는 측정온도 구간은 10-140°C, 가열속도는 10°C/min이었다. 이 조건으로부터 얻은 DSC thermogram 통하여 각 시료의 호화개시온도( $T_0$ ), 호화정점온도( $T_p$ ) 및 호화엔탈피( $\Delta E$ ) 값을 산출하였다. 이 때, reference에는 empty pan을 이용하였다.

**조직감**

Texture Analyzer(TA-XT<sub>2</sub>, Stable micro system, Surrey, England)를 이용하여 상온(25°C)에서 10 회 반복 측정하였다. 시료의 직경은 12 mm, 높이는 10 mm 이었으며 직경이 25 mm의 probe를 사용하였다. Strain은 30%이었고 probe속도는 1.0 mm/sec이었다.

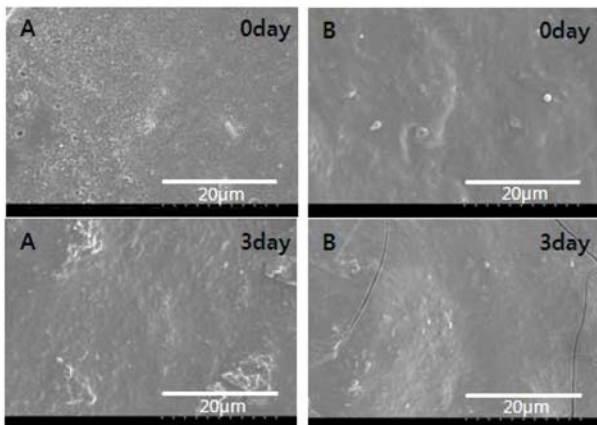
**통계처리**

자료 분석은 SAS(Statistical Analysis System, version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program을 이용하여 t-검정을 실시하였고, 통계적 분석을 위한 유의수준은  $p < 0.05$ 로 설정하여 대조군과 처리군 간의 차이를 검증하였다.

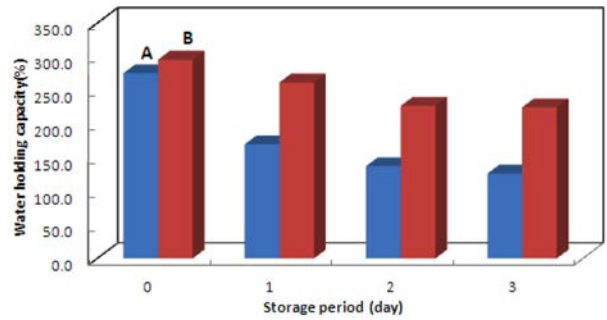
**결과 및 고찰**

**표면미세구조**

Fig. 1은 일반 가래떡과 0.8% 밀가루를 첨가한 가래떡을 4°C에서 3일간 저장한 후 저장기간에 따른 표면미세구조를 SEM으로 500 배 확대한 다음 촬영한 사진으로 저장초기 일반 가래떡의 경우 표면에 미세한 기공이 관찰되었으며 표면이 거친 반면 밀가루 첨가 가래떡의 경우는 표면이 매



**Fig. 1.** Scanning electron micrograph (SEM) of 0.8% wheat flour added Garaetteok during storage for 3 days at 4°C (X500). A: control, B: 0.8% wheat flour added Garaetteok.



**Fig. 2.** Water holding capacities of 0.8% wheat flour added Garaetteok during storage for 3 days at 4°C. A: control, B: 0.8% wheat flour added Garaetteok.

끄럽게 나타났다. 저장 3 일 후 시료 모두가 전반적으로 치밀한 표면구조를 나타내었으며 0.8% 밀가루 첨가 가래떡의 표면이 대조구보다 굴곡이 없었다. 가래떡 제조 시 천연첨가물로서 사용된 밀가루의 평균입자 크기와 수분함량은 각각 64.26 µm와 7.53%이었으며 사출공정 전 멍쌀가루의 평균입자 크기는 172.57 µm이었으며 수분함량은 45.39%이었다.

**물 결합능력**

호화 또는 호화와 노화과정을 거친 가래떡을 동결건조한 다음 분말 화하여 물 결합능력을 비교분석한 결과(Fig. 2) 저장기간이 길어짐에 따라서 노화현상에 의하여 물 결합능력은 작아졌으며 대조구의 경우 4°C에서 저장 3 일 후 저장초기 대비 45.8% 수준이었으나 0.8% 밀가루첨가 군에서는 76.0% 수준으로 높게 나타났다. 물 결합능력은 전분입자의 표면에 흡착되거나 내부로 침투되는 물의 양을 측정하는 것으로써 비결정성부분에서 거의 이루어지며 비결정성비율이 증가할수록 분자내부의 치밀도가 낮을수록 증가한다(Wang & Lelievre, 1982).

**용해도**

용해도는 가열과정에서의 수용 액상으로 분리 용출되어지는 수용성성분을 의미하며 0.8% 밀가루첨가 가래떡이 대조구에 비하여 가열온도에 관계없이 전반적으로 높은 용해도 값을 나타내었으며 저장기간이 길어짐에 따라서 대조구와 0.8% 밀가루첨가 군 간의 용해도 차이는 커졌다(Fig. 3). 0.8% 밀가루첨가 가래떡의 용해도가 큰 이유는 전분입자내의 직쇄 상 부분의 용출이 원인으로 amylose와 amylopectin의 비율, 분자량과 전분 입자내의 micelle 구조의 강도와 특성이 영향을 미치는데(Kim & Shin, 1992) 이러한 현상은 밀가루에 들어있는 amylase 효소에 의하여 떡 제조과정과 저장 중 가수분해가 됨으로 나타나는 현상이라 사료된다. 대조구와 0.8% 밀가루첨가 가래떡 모두 70°C 부근부터 용해도의 급격한 증가를 보였다. 온도가 증가함에 따라서 아

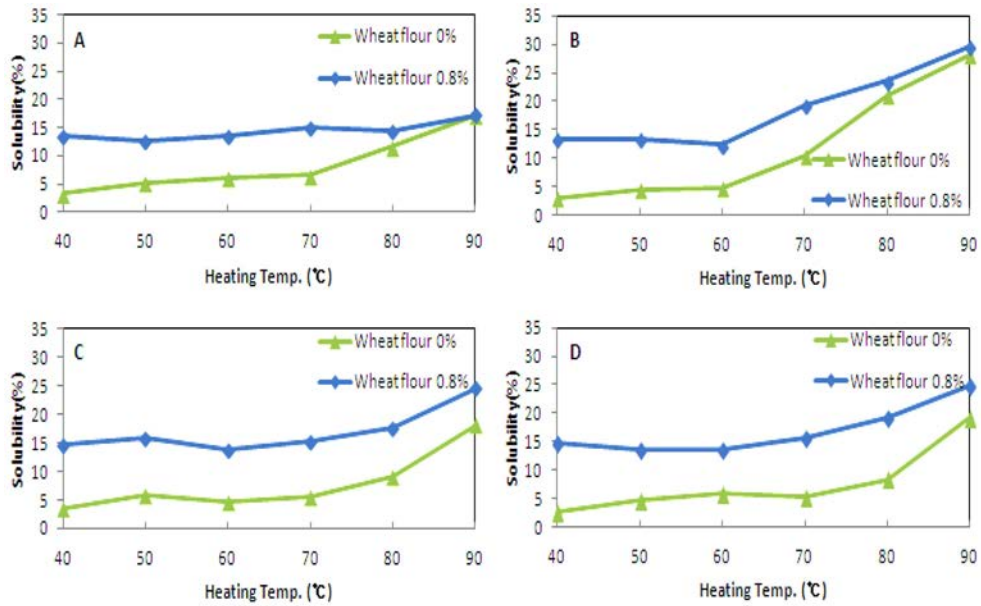


Fig. 3. Solubilities of 0.8% wheat flour added *Garaetteok* during storage for 3 days at 4°C. A: 0 day, B: 1 day, C: 2 day, D: 3 day.

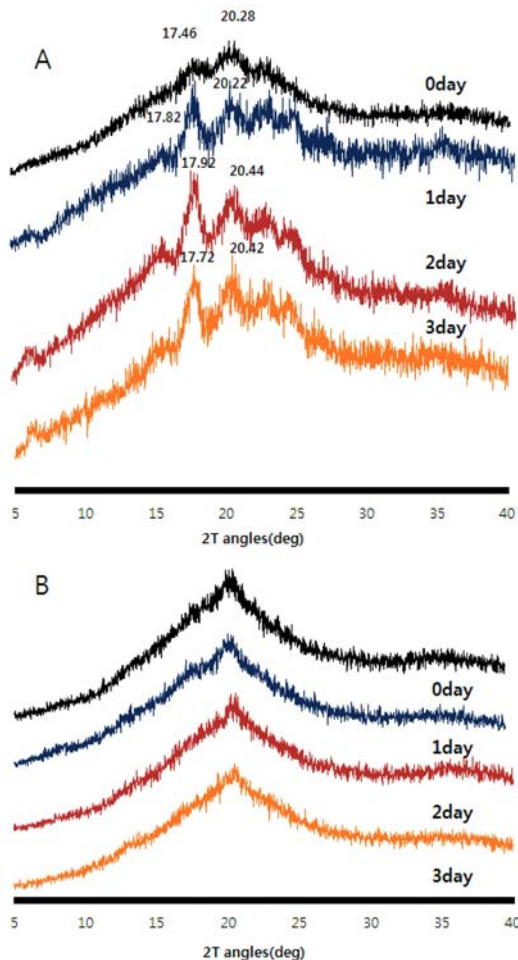


Fig. 4. X-ray diffraction (XRD) patterns of 0.8% wheat flour added *Garaetteok* during storage for 3 days at 4°C. A: control, B: 0.8% wheat flour added *Garaetteok*.

밀로스가 용출되기 때문에 용해도는 아밀로스함량에 비해 한다고도 하였다(Lorenz, 1995).

결정구조

XRD pattern은 전분입자의 결정구조를 나타내는 것으로 대조구의 경우에는 A형태의 XRD pattern을 나타낸 반면 0.8% 밀가루 첨가 가래떡은 단일 피크를 보임(Fig. 4)으로서 전분의 결정성일부에서 변화가 진행되었다고 사료된다 (Lee et al., 2004). 대조구의 경우 저장기간이 길어짐에 따라서 결정형성이 증가됨으로서 peak가 날카로워지면서 크기가 커지는 것을 알 수 있다. 반면에 0.8% 밀가루 첨가 가래떡의 경우에는 저장 중에도 저장초기의 XRD pattern을 그대로 유지하고 있었다. 이는 저장 중 밀가루에 포함되어 있는 amylase의 가수분해작용에 의한 것으로 사료된다. 전분입자의 결정화도도는 입자 내부의 치밀도와 연관되는데 치밀도가 높을수록 수분흡수율이 낮으며 노화가 빨리 진행되는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 1999).

열적거동

대조구와 0.8% 밀가루 첨가 가래떡의 4°C 저장 중 노화 양상을 분석하기 위하여 전분과 같은 중합체의 용융이나 결정성의 물리적 상태의 변화, 분자수준의 반응에서 생기는 enthalpy를 정량적으로 측정하는 시차주사열량기(DSC)를 이용하여 측정한 결과는 Table 1과 같다.

대조구와 0.8% 밀가루 첨가 가래떡의 제조 직후에 호화 개시온도(T)는 전분구조의 겔화가 일어나는 임계온도로 전분입자자체의 결합강도, 다공성, 결정성영역의 성질과 크기, 팽윤정도 등 전분입자구조의 형상을 짐작할 수 있다(Song

**Table 1. DSC endothermic properties of 0.8% wheat flour added Garaetteok during storage for 3 days at 4°C.**

Storage Temp. (°C)	Wheat flour (%)	Storage period (days)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>p</sub> (°C)	ΔE (J/kg)
4	0	0	64.68	71.14	80.1
		1	60.65	70.58	810.9
		2	59.70	67.85	829.0
	0.8	3	58.08	64.85	851.8
		0	67.56	73.76	62.4
		1	64.06	73.13	74.3
		2	68.21	69.54	25.8
		3	64.04	66.67	16.1

et al., 2006). 저장기간에 관계없이 대조구에 비하여 0.8% 밀가루 첨가 가래떡의 호화계시온도와 최대호화온도(T<sub>p</sub>)가 높게 나타났다. 이와 유사한 결과는 Kim 등(1997)의 연구에서도 나타났으며 첨가 밀가루의 보수력에 의하여 물과 펙셀전분이 이용될 자유수의 감소 때문에 나타나는 현상이다. 저장초기 대조구와 0.8% 밀가루 첨가 가래떡의 용융엔탈피(ΔE) 값은 각각 80.1과 62.4 J/kg으로 처리 군이 약간 낮았으며 저장 3 일 후를 비교할 때 각각 851.8과 16.1 J/kg으로 매우 큰 차이를 나타내었다. 이는 대조구의 경우는 저장기간이 진행됨에 따라서 전분분자들이 재결합하여 노화가 많이 진행되었다는 것을 의미하며 처리군은 노화가 거의 진행되지 않아 상변화에 필요한 에너지가 그만큼 작게 필요하다는 것을 의미한다. 이러한 현상은 0.8% 밀가루 첨가 가래떡의 경우 4°C저장 중 밀가루에 포함되어있는 amylase의 가수분해작용에 의한 것으로 사료된다.

**조직감**

저장초기 대조구와 밀가루를 0.8%첨가 시 가래떡의 경도(hardness)는 각각 2.3과 2.0 N로서 대조구가 약간 높게 나타났으나(Table 2) 4°C저장 3 일 후에는 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡의 경도(4.0 N)는 대조구(96.3 N)의 4.1% 수

준에 불과하였으며 0.1% 수준에서 유의성차이를 나타내었다. 부착성(adhesiveness)의 경우 저장초기 대조구와 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡은 각각 -387.5과 -418.9 erg의 유사한 값으로 5% 내에서 유의성차이가 없었으나 저장 3 일 후에는 대조구의 부착성은 나타나지 않은 반면 0.8% 첨가한 가래떡은 -1283.1 erg로 저장초기보다 증가한 것을 알 수 있었다. 이러한 현상은 저장 중 밀가루에 포함되어있는 amylase의 가수분해작용에 전분의 구조변화와 함께 저분자화 된 것에 기인되었다고 사료된다. 탄력성(springiness)의 경우 저장초기 대조구와 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡은 각각 1.0과 0.9의 유사한 값이었으며 저장 3 일 후에는 모두 0.9로 저장기간에 관계없이 5% 내에서 유의성차이가 없었다. 대조구와 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡 모두 저장이 진행됨에 따라서 탄력성의 감소현상을 보였다. 응집성(cohesiveness)에서는 시료내부의 결합력으로 정의되는데 저장초기 대조구와 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡 모두 0.9로 같은 값이었으며 저장 3 일 후에는 각각 0.8과 0.9로 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡은 저장초기와 유사한 값을 보인반면 대조구의 경우는 저장 중 감소가 나타나 0.1% 수준에서 유의성차이를 나타내었다. 이러한 현상은 저장 중 밀가루에 포함되어있는 amylase의 전분가수분해작용에 의하여 저분자화가 이루어졌기 때문이라고 사료된다. 씹힘성(Chewiness)변화는 경도변화와 유사하게 나타났으며 4°C에서 저장 3 일 후에는 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡의 씹힘성(3266.7 erg)은 대조구(72379.2 erg)의 4.5% 수준으로서 큰 차이를 보였으며 0.1% 수준에서 유의적 차이를 나타내었다.

**요 약**

본 연구는 0.8%(w/w)의 밀가루를 첨가한 후 제조된 가래떡을 4°C에서 3일간의 저장과정 중 노화억제정도를 분석하였다. 저장기간 중 노화현상에 의하여 물 결합능력은 작아

**Table 2. Texture properties of 0.8% wheat flour added Garaetteok during storage for 3 days at 4°C.**

Storage period (days)	Texture parameter	Wheat flour (%)		T value	Pr>t
		0	0.8		
0	Hardness (N)	2.3±0.2	2.0±0.2	3.17	0.0053
	Adhesiveness (erg)	-387.5±194.2	-418.9±104.0	0.47	0.6469
	Springiness	1.0±0.02	0.9±0.0	0.86	0.3988
	Cohesiveness	0.9±0.0	0.9±0.0	1.81	0.0874
	Chewiness (erg)	2019.9±228.6	1754.0±141.3	3.13	0.0058
3	Hardness (N)	96.3±7.6	4.0±0.6	38.47	<.0001
	Adhesiveness (erg)	-	-1283.1±527.8	7.69	<.0001
	Springiness	0.9±0.0	0.9±0.0	1.52	0.1464
	Cohesiveness	0.8±0.0	0.9±0.0	6.64	<.0001
	Chewiness (erg)	72379.2±6911.1	3266.7±511.1	31.54	<.0001

졌으며 대조구(CO)는 저장 3 일 후 저장초기대비 45.8% 수준이었으나 밀가루를 0.8% 첨가한 가래떡(TR)은 76.0% 수준으로 상대적으로 높게 나타났다. 용해도는 TR이 CO에 비하여 가열온도에 관계없이 전반적으로 높은 값을 나타내었으며 저장기간이 길어짐에 따라서 CO와 TR 간의 차이는 커졌다. 저장초기 CO의 경우에는 A형태의 XRD pattern을 나타낸 반면 TR은 단일 피크를 보임으로서 밀가루첨가에 의하여 전분의 결정성일부에서 변화가 진행되었으며 CO의 경우 저장기간이 길어짐에 따라서 결정형성이 증가됨으로서 peak가 날카로워지면서 크기가 커진 반면에 TR은 저장 3 일 후에도 저장초기의 XRD pattern을 그대로 유지하고 있었다. 저장 3 일 후 CO와 TR의 가래떡 용융엔탈피( $\Delta E$ ) 값은 각각 851.80과 1.61 J/kg으로 나타났으며 경도 또한 각각 96.33 and 3.96 N로 큰 차이를 보였고 0.1% 수준에서 유의적 차이를 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ008540022 013)의 지원에 의한 연구결과로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (No. 920.39). Washington DC, USA.
- Biliaderis CG. 1990. Thermal analysis of food carbohydrates. In Thermal analysis of food. Harwalkar VR, Ma CY (ed). Elsevier Applied Science, London, UK. pp. 168-220.
- Cho KR. 2007. Quality characteristics of *Baiksulgi* with germinated brown rice flour. Korean J. Food Nutr. 20: 185-194.
- Choi EH, Lee JH. 2010. Quality characteristics of *Garaedduk* with roast rice bran. Korean J. Culinary Res. 16: 277-286.
- Choi EH. 2009. Quality characteristics of *Garaettuk* with raw rice bran. Korean J. Culinary Res. 15: 94-104.
- Kim HY, Lee BY, You HS, Choi JK, Ham SS. 1999. Properties of rice flour prepared with roll mill and pin mill after tempering. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 313-318.
- Kim SK, Shin MS. 1992. Physicochemical properties of defatted nonwaxy and waxy rice starches. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 347-352.
- Kim SS, Chung HY. 2009. The effects of wheat flour addition on retarding retrogradation of Korean rice cake (*Karedduk*). Korean J. Food Nutr. 22: 185-191.
- Kim SS, Chung HY. 2010. Retarding retrogradation of Korean rice cake(*Karedduk*) with a mixture of trehalose and modified starch analyzed by avrami kinetics. Korean J. Food Nutr. 23: 39-44.
- Kim YS, Ha TY, Lee SH, Lee HY. 1997. Effect of rice bran dietary fiber extract on gelatinization and retrogradation of wheat flour. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 464-469.
- Kruger JE, Tipples KH. 1980. Relationships between falling number, amylograph viscosity and  $\alpha$ -amylase activity in Canadian wheat. Cereal Res. Commun. 8: 97-105.
- Lee MY, Kim Jo, Shin MS. 2004. Properties of nonwaxy rice flours with different soaking time particle size. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 268-275.
- Liu Q, Thompson DB. 1998. Effect of moisture content and gelatinization heating temperatures on retrogradation of waxy-type maize starches. Carbohydr. Res. 314: 221-235.
- Lorenz K. 1995. Physicochemical characteristics and functional properties of starch from a high  $\beta$ -glucan waxy barley. Starch/Starke. 47: 14-18.
- Medcalf F, Gilles KA. 1965. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem. 42: 558-568.
- Rani KU, Prasada Rao UJS, Leelavathi K, Haridas Rao P. 2001. Distribution of enzymes in wheat flour mill streams. J. Cereal Sci. 34: 233-242.
- Schoch TJ. 1964. Swelling power and solubility of granular starches. In: Methods in Carbohydrate Chemistry. Whistler RL. (ed). Academic Press, NY, USA. pp. 106-108.
- Shin DS, Park HY, Han GJ, Kim MH. 2010. Quality characteristics of *Garaetteok* with different ratios of non-glutinous germinated brown rice flour. Korean J. Food Cookery Sci. 26: 853-859.
- Shin WC, Song, JC. 2004. Suppression functions of retrogradation of Korean rice cake by various surfactants. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1218-1233.
- Shon HS, Park SO, Hwang HJ. 1997. Effect of oligosaccharide syrup addition on the retrogradation of Korean rice cake (*Garaedduk*). Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1213-1221.
- Singh H, Lin JH, Huang WH, Chang YH. 2012. Influence of amylopectin structure on rheological and retrogradation properties of waxy rice starches. J. Cereal Sci. 56: 367-373.
- Song JC. 2002. Suppression effect of maltitol on retrogradation of Korean rice cake (*Karedduk*). Food Eng. Prog. 6: 344-354.
- Song WC, Park HJ, Song JC. 2006. Optimization of modified starches on retrogradation of Korean rice cake (*Garaeduk*). Korean J. Food and Nutr. 19: 279-287.
- Wang RBK, Lelievre J. 1982. Comparison of the crystallinities of wheat starches with different swelling capacities. Starch/Starke. 34: 159-164.
- Yu S, Ma Y, Sun DW. 2009. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. J. Cereal Sci. 50: 139-144.
- Zelezna KJ, Hosney RC. 1986. The role of water in retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. Cereal Chem. 63: 407-411.