

## 시판 밀가루를 첨가한 가래떡의 노화 지연효과

권순성<sup>1</sup> · 오선민<sup>1</sup> · 김희윤<sup>1</sup> · 배지은<sup>1</sup> · 예상진<sup>1</sup> · 김병용<sup>1</sup> · 허남윤<sup>2</sup> · 최성원<sup>2</sup> · 김창남<sup>3</sup> · 백무열<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>경희대학교 생명자원과학연구원 식품생명공학과, <sup>2</sup>오산대학교 호텔조리계열, <sup>3</sup>혜전대학교 호텔제과제빵학과

### Effect of commercial wheat flour addition on retrogradation-retardation of rice cake (garaetteok)

Soon-Sung Kwon<sup>1</sup>, Seon-Min Oh<sup>1</sup>, Hui-yun Kim<sup>1</sup>, Ji-Eun Bae<sup>1</sup>, Sang-Jin Ye<sup>1</sup>, Byung-Yong Kim<sup>1</sup>,  
Nam-Yoon Hur<sup>2</sup>, Sung-Won Choi<sup>2</sup>, Chang-Nam Kim<sup>3</sup>, and Moo-Yeol Baik<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University

<sup>2</sup>Department of Food and Culinary Arts, Osan University

<sup>3</sup>Department of Hotel Baking Technology, Hyejeon College

**Abstract** The purpose of this study was to investigate the retardation effect of commercial wheat flours on starch retrogradation using a model system, the rice cake (garaetteok). Rice cakes were prepared with four different commercial wheat flours in various concentrations (0.1-0.7%). The rice cakes were vacuum-packed and stored for 4 days at room temperature. The rice cakes containing >0.3% wheat flour were not able to maintain their original appearance due to enzymatic decomposition, whereas the rice cakes containing 0.1% wheat flour did not reveal any retrogradation-retardation effect. Garaetteok containing 0.2% wheat flour maintained its shape well and showed considerably lower hardness than that of the control, thereby demonstrating a retrogradation-retardation effect. The commercial wheat flours clearly showed the retardation effect on starch retrogradation, and thus, it is important to use a proper amount. On the other hand, the retrogradation-retardation effect of the different wheat flours was not significantly altered possibly due to the same origin of wheat grain.

**Keywords:** retardation, retrogradation, rice cake, wheat flour

## 서 론

1인 가구, 맞벌이 부부의 증가 그리고 급격한 산업화로 인해 식품의 소비패턴이 빠르게 변화하고 있다(Ahn, 2017). 이에 따라 소비자들은 간편식에 대한 관심이 증가하고 있을 뿐만 아니라 건강한 식품에 대한 관심의 증가로 우리나라 고유 전통식품인 떡에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있다(Kim과 Lee, 2007).

떡은 곡식 가루를 찌거나 삶아 익힌 음식으로 한국에서 가장 오래된 전통 음식 중 하나로 고대 시대의 축제에서부터 주로 즐겨 섭취되어 왔다(Lee 등, 2014). 우리나라에서는 주로 쌀을 주 재료로 하여 만들어지고 있어 과거부터 손님 접대 음식으로 널리 쓰여온 관습이 현재까지 계승되어 밥을 대신할 수 있는 음식의 성격까지도 가지고 있다(Yoon, 2007). 떡에는 가래떡, 백설기, 인절미, 절편 등 다양한 종류가 만들어지고 있는데, 제조 방법과 원료에 따라 종류, 모양과 맛이 다양하게 분리된다(Lee와 Kim, 2010). 이렇게 다양한 떡의 종류 중 현재 가장 보편적으로 이용

하고 섭취되고 있는 떡은 가래떡이다. 하지만 가래떡과 같은 전분을 이용한 식품의 경우 제조 직후 노화 현상이 발생하게 되는데, 노화란 호화가 일어난 전분이 저장 기간 동안 물과의 상호작용으로 인해 그들 스스로 재배열하여 다시 결정형 구조를 형성하는 것을 말한다. 이러한 노화 현상으로 인해 경도가 증가하거나 소화율이 낮아지는 등 품질 저하를 초래하게 된다(Kim 등, 2014). 노화 현상은 떡 뿐만 아니라 다른 전분질 식품의 발전에서도 가장 큰 문제가 되고 있다(Wang 등, 2011).

전분의 노화를 지연시키기 위해 많은 연구들이 진행되어 왔다(Jung 등, 2011; Rogers 등, 1988; Yu 등, 2010; Yoshimura 등, 1999). 전분의 노화에는 다양한 요인들이 영향을 미치는데 그 요인으로는 전분의 종류(Kang 등, 1995), 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율 및 구조(Kum 등, 1996), 수분함량(Kim 등, 1996), 저장 조건(Jankowski와 Rha, 1986) 등이 있으며 냉장에서 상온보다 노화가 빠르게 진행되는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 1976). 이러한 노화를 지연시키기 위해 당류(Kim과 Chung, 2007), 계면활성제(Shin과 Song, 2004), 하이드로콜로이드(Kim과 Chung, 2007), 효소(Kim 등, 2012) 등의 첨가물을 이용한 연구가 진행되었다.

밀가루에는 amylase, protease, lipoxygenase, peroxidase를 비롯한 여러 효소를 포함하고 있다(Rani 등, 2001). 밀에 포함된  $\alpha$ -amylase의 경우 주로 밀의 외피에 존재하며 소량이 종피와 호분층에 존재한다(Kruger과 Tipples, 1980). 하지만 저장 과정에서는 밀과 밀가루에서 효소의 활성이 나타나지 않지만 수분이 공급되면 활성을 띄기 시작한다(Rani 등, 2001). 이러한 밀가루의 효소

\*Corresponding author: Moo-Yeol Baik, Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea  
Tel: +82-31-201-2625

Fax: +82-31-204-8116

E-mail: mooyeol@khu.ac.kr

Received December 7, 2018; revised December 31, 2018;

accepted January 4, 2019

활성을 이용하여 노화를 지연시킨 연구들이 진행되었다(Kim과 Chung, 2009; Kim 등, 2015; Lee 등, 2013; Lee 등, 2014). 하지만 현재까지 밀가루를 이용한 떡 제조는 대부분 냉장 온도에서 저장하며 관찰하거나 상온에서 하루 이틀 정도의 짧은 시간 동안만 관찰되어 상온에서 4일 동안의 저장에 대한 연구는 거의 진행되지 않은 상황이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 판매되고 있는 밀가루 제조사별 노화 지연 정도와 효소 활성도의 차이를 알아보고 냉장 저장이 아닌 상온 저장 시 밀가루를 첨가하였을 때의 노화 지연효과를 알아보고 밀가루 첨가의 최적 농도를 찾고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

가래떡을 제조하기 위해 습식맷쌀가루(수분함량 33.9%, Hanwool Food, Seoul, Korea)가 사용되었다. 밀가루는 B사(B flour), Q사(Q flour), G사(G flour) 그리고 W사(W flour)로부터 시판중인 중력분을 구입하여 사용하였다. Glucose (Sigma-Aldrich chemical Co., St. Louis, Mo, USA)는 환원당 정량법인 DNS method를 위한 standard curve에 사용되었다.

### 가래떡 제조 조건

가래떡 제조를 위해, 습식맷쌀가루 300 g을 수분함량이 45%가 되도록 증류수와 잘 섞어주었다. 잘 섞은 반죽을 12-mesh sieve 체에 통과시켜주었다. 반죽을 스티밍 팬 위에 잘 퍼준 후, 20분간 스티밍 쿠키(ARC-757SG, Aroma Houseware Co. San Diego, CA, USA)를 이용하여 완전히 호화시켜 주었다. 증자 처리 후 시료를 55°C까지 냉각시켜 준 후에 각 제조사의 밀가루를 각각 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7% (w/w) 첨가하고 2 분간 잘 섞어 주었다. 마지막으로 가정용 녹즙기(MS-30000, Oscarelectronic Co., Gimhae, Korea)를 이용하여 2회 반복 압출해주어 가래떡을 제조하였다(Kang 등, 2011). 모든 실험에서 밀가루를 첨가하지 않은 가래떡을 대조군(control)으로 이용하였다.

### 포장 및 저장

가래떡 시료는 미생물의 생육을 억제하고 수분증발을 억제하기 위하여 NYLON/TIE/PE로 적층된 Freshfield vacuum bags (CSE Co., Siheung, Korea)을 사용하여 포장하여 상온에서 4일간 저장하였다. 저장된 가래떡 시료들은 이후 각 저장 일 수 별로 분석을 진행하였다.

### 환원당 정량

가래떡에서 저장 기간 동안 생성된 환원당의 양은 Lee 등(2014)의 방법을 약간 변형한 3,5-dinitrosaldinitros acid (DNS) method를 이용하여 측정하였다. 가래떡 1 g을 증류수 100 mL와 함께 잘 분쇄한 후, 3000 rpm으로 5분간 원심 분리하였다. 이 후 원심분리된 상층액을 환원당 측정에 사용하였다. 상층액 750 µL를 phosphate buffer 150 µL와 혼합한 후 10분간 흔들지 않고 방치하였다. 그 후 DNS 시약 1,500 µL를 첨가하고 발색을 위해 10분간 끓는 수조에서 가열한 후 실온에서 냉각시켜주었다. 발색된 용액 1 mL를 UV-VIS spectrophotometer (UV-1200 Spectrophotometer, Labn-tech, Incheon, Korea)를 이용하여 575 nm에서 흡광도를 측정해 주었다. 환원당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 표준곡선 만들어 진행하였으며, 결과는 reducing equivalents (g/g garaetteok)로 나타내었다.

### 경도 분석

가래떡의 경도 분석은 Rheometer (CR-200D & CR-1150, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 진행하였다. 실온에서 가래떡 시료의 크기를 지름 1.8 cm, 높이 2 cm로 잘라 분석을 진행하였다. 경도 분석은 full scale force 20 kg에서 수행되었으며, 지름 2cm의 프로브를 사용하여 300 mm/min의 cross head speed와 300 mm/min의 chart speed로 가래떡 시료를 원래 높이의 60%까지 압축하였고 이 때의 결과 차트를 이용하여 경도(N)를 구해 주었다. 경도 분석은 가래떡 시료의 중심부에서 수행되었다.

### 통계 처리

모든 실험은 최소 3 반복으로 진행되었다. 모든 데이터들은 평균±표준편차(SD)로 나타내었다. Duncan's multiple range test는 실험 평균값 사이의 유의성 차이를 평가하기 위해 사용되었다 ( $p < 0.05$ ). 모든 통계 계산 및 분석은 SAS version 8.02 for Windows (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 수행되었다.

## 결과 및 고찰

### 서로 다른 제조사의 밀가루를 첨가한 가래떡의 경도 분석

제조사별 밀가루의 차이를 알아보기 위해 Lee 등(2014)의 방법을 참고하여 Q사, B사, W사 그리고 G사의 4가지 제조사에서 나온 밀가루 0.7% (w/w)를 첨가하여 가래떡을 제조하였다. 각 시료의 저장 기간 동안의 경도 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 경도란 어금니를 이용하여 시료를 씹기 위해 필요한 힘을 의미한다(Lyon 등, 2000). 예비실험에서 스티밍 처리를 하기 전에 밀가루를 넣었을 때는 대조군 시료와의 경도 차이가 나타나지 않았다(data not shown). 이는 밀가루에 포함되어 있는 효소가 열처리에 의해 불활성화되었기 때문으로 생각된다. 따라서 이후 시료부터는 밀가루를 가열 및 냉각 후 첨가하였다. 밀가루를 첨가하지 않고 제조한 대조군 시료의 경우, 저장 초기에 빠른 노화현상으로 녹말 분자들과 물과의 상호작용으로 재결정화가 이루어져 경도가 급격하게 증가하였다. 반면에 밀가루를 첨가한 나머지 시료들은 저장 초기의 경도 증가율이 대조군에 비해 급격히 떨어진 것을 관찰할 수 있었으며 오히려 2일 후부터 몇몇 시료는 만든 직후의

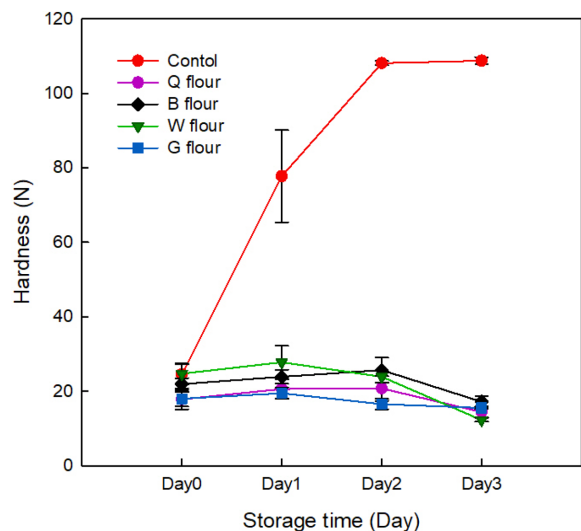
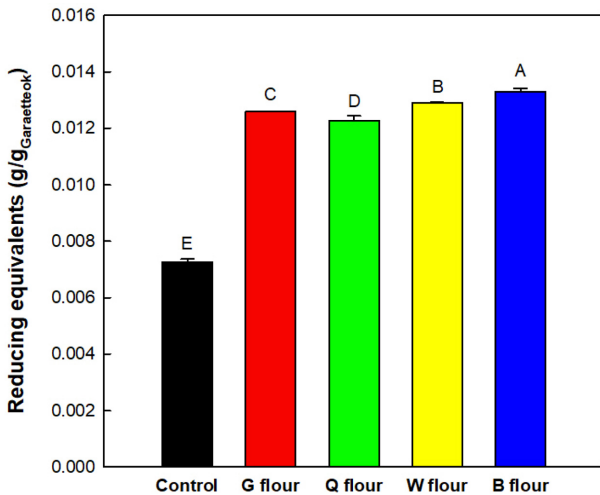


Fig. 1. Changes in hardness of garaetteok with 0.7% (w/w) of different wheat flours during storage at room temperature.



**Fig. 2.** Reducing equivalents of garaetteok with 0.7% (w/w) wheat flours after storage at room temperature for 4 days. Different letters above the bar indicates that they are significantly different ( $p < 0.05$ ).

경도보다 더 낮아지는 현상이 나타났다. 이렇게 밀가루를 첨가하였을 때 대조군 시료보다 경도 증가 속도가 낮아지는 이유는 밀가루에 포함되어 있는 다양한 효소 중 amylase계통의 효소에 의한 것으로 생각되는데 이러한 결과는 밀가루를 이용하여 노화를 지연시킨 Kim과 Chung(2009)과 Kim 등(2015)의 연구 결과와 일치하였다. 효소의 작용으로 인해서 오히려 저장 3일차부터는 너무 물러져서 떡의 질감을 잘 유지하지 못하였다. 4일차 때는 떡의 분해가 심해서 경도를 측정할 수 없었다. 따라서 0.7% (w/w) 밀가루 첨가는 상온 저장 시 3일차부터 떡의 형태를 잘 유지하지 못하였기 때문에 적정 농도로 판단되지 않았다. 따라서 이후 적정 첨가량을 찾는 실험을 진행하였다.

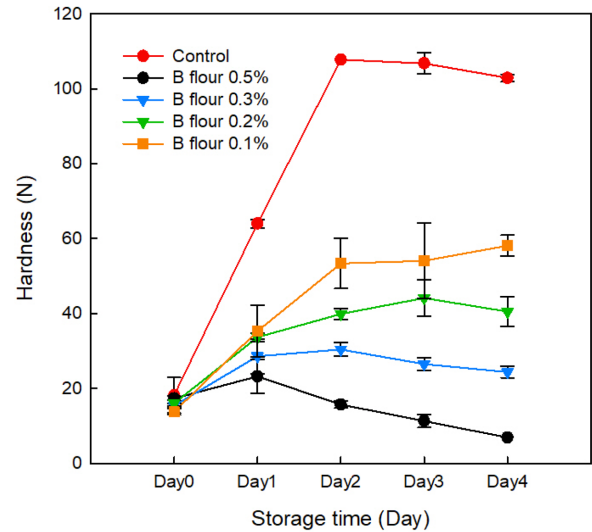
#### 저장기간 동안 가래떡에서 생성된 환원당의 변화

4가지 제조사에서 나온 밀가루 0.7% (w/w)를 첨가하여 가래떡을 제조하고 상온에서 4일간 저장한 후의 환원당 생성 특성을 Fig. 2에 나타내었다. 대조군 시료의 경우 환원당의 양이 0.0073 g/g garaetteok으로 가장 낮게 나타난 반면에 시판 밀가루를 첨가한 가래떡 시료들의 경우는 B, W, Q, G 순으로 높게 나타났다. 시판 밀가루를 첨가한 가래떡 시료들간의 환원당량은 통계적으로 유의차는 나타났지만 대조군 시료를 제외한 샘플들의 환원당량은 0.0133, 0.0129, 0.0126, 0.0123 g/g garaetteok으로 차이가 그리 크지는 않았다. 이러한 결과는 시판 밀가루 안에 있는 다양한 녹말 분해 효소들의 활성으로 인해 가래떡 내부의 녹말 사슬들을 끊어주어 생긴 것으로 판단된다.

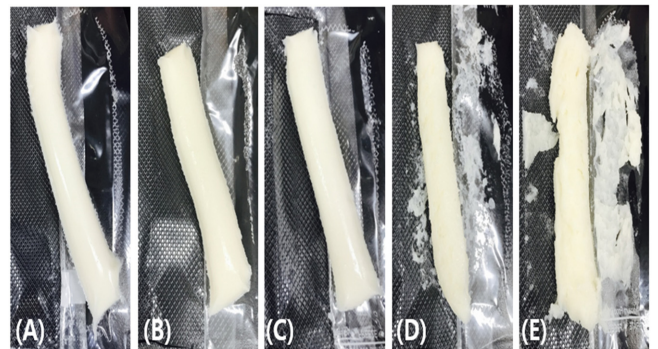
B사의 밀가루를 이용하여 만든 가래떡이 4일차까지 초기의 경도를 잘 유지하였고, 밀가루 제조사 별 환원당 생성량은 대조군을 제외하고는 큰 차이가 없었기 때문에 그 중 환원당의 값이 가장 높은 B사 밀가루를 이용하여 첨가량에 따른 가래떡의 노화 지연효과를 알아보았다.

#### 밀가루 첨가량에 따른 가래떡의 경도와 외관 변화

밀가루 첨가량을 달리하여 제조한 가래떡을 상온에서 저장하면서 측정된 경도의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 밀가루를 첨가한 시료의 경도는 모든 저장기간 동안 모두 대조군 시료보다 낮게 나타났다. 또한 경도는 밀가루의 첨가량에 반비례하여 밀가루



**Fig. 3.** Changes in hardness of garaetteok with different wheat flour levels during storage at room temperature.



**Fig. 4.** Appearance of garaetteok with different what flour levels after 4 days of storage. (A) Control (B) Garaetteok with B flour 0.1% (C) Garaetteok with B flour 0.2% (D) Garaetteok with B flour 0.3% (E) Garaetteok with B flour 0.5%.

의 첨가량이 낮아질수록 경도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

밀가루 첨가량을 달리하여 제조한 가래떡을 4일간 상온에서 저장했을 때의 가래떡의 사진을 Fig. 4에 나타내었다. 대조군, 0.1% (w/w) 첨가 및 0.2% (w/w) 첨가한 가래떡은 상온 저장 4일에도 형태가 변하지 않고 처음 만들었을 때와 마찬가지로 외관을 잘 유지하고 있었다. 한편 0.3% (w/w) 첨가한 가래떡의 경우 표면 부분이 많이 분해되어 포장지에 떡이 묻어 나오는 현상이 발생하였다. 0.5% (w/w) 첨가한 가래떡은 0.3% (w/w) 첨가한 가래떡보다 더욱 심하게 분해되어 표면 부분이 대부분 포장지에 붙어 버렸고 떡의 형태를 거의 유지하고 있지 못하였다. 이러한 결과로 보아 상온에서 4일 이상 보관할 경우, 0.3% (w/w) 이상의 밀가루 첨가는 밀가루에 포함되어 있는 다양한 효소의 활성에 의해 형태를 유지하지 못할 것으로 생각되며, 0.2% (w/w)의 밀가루 첨가가 떡의 외관을 유지하면서 노화 지연효과를 나타낼 수 있는 효과적인 농도라 판단된다.

## 요 약

시판 밀가루 들을 가래떡에 첨가하여 노화를 지연시키는 최적

농도를 확인하였다. 밀가루 첨가에 따른 가래떡의 노화 지연효과는 모든 시판 밀가루에서 거의 유사하게 나타나 큰 차이를 보이지 않았다. 한편 가래떡의 노화를 지연시킬 수 있는 밀가루의 최적 첨가량으로 알려져 있는 0.7% (w/w)는 냉장 혹은 냉동 보관이 아닌 상온 보관 시 3일 이후부터는 가래떡의 형태를 유지하지 못하고 분해되는 문제로 인해 적합하지 못한 첨가량으로 나타났다. 추가적으로 최적 첨가량을 확인한 결과 0.2% (w/w) 첨가가 경도와 외관을 종합적으로 고려하였을 때 상온 저장 시 가장 적합한 농도로 판단되었다.

## 감사의 글

본 연구는 “양영재단”의 연구비 지원으로 이루어진 것으로 이에 감사 드립니다.

## References

- Ahn SC. A study on the effect of brand images and purchase intention about HMR selection attributes of university students. *Food-Service Industry J.* 13: 163-175 (2017)
- Jankowski T, Rha C. Retrogradation of starch in cooked wheat. *Starch-Starke* 38: 6-9 (1986)
- Jung KW, Kim YK, Lee GC. Changes in Quality characteristics of jeungpyun containing different levels of malt extract during storage. *Korean J. Food Cult.* 26: 521-529 (2011)
- Kang HJ, Kum JS, Jung JH, Lim JK. Effect of number of extrusions on Topokkidduk quality. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1612-1616 (2011)
- Kang KJ, Kim K, Kim SK. Relationship between molecular structure of rice amylopectin and texture of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 105-111 (1995)
- Kim JO, Choi CR, Shin MS, Kim SK, Lee SK, Kim WS. Effects of water content and storage temperature on the aging of rice starch gels. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 552-557 (1996)
- Kim SS, Chung HY. Texture properties of a Korean rice cake (Karedduk) with addition of carbohydrate materials. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 1205-1210 (2007)
- Kim SS, Chung HY. The effects of wheat flour addition on retarding retrogradation in Korean rice cakes (Karedduk). *Korean J. Food Nutr.* 22: 185-191 (2009)
- Kim S, Ciacco C, D'apponia B. A research note kinetic study of retrogradation of cassava starch gels. *J. Food Sci.* 41: 1249-1250 (1976)
- Kim HS, Kim KM, Han GJ, Lee HG, Kim MH. Effect of steamed rice powder temperature added to wheat flour on retrogradation retardation in Garaetteok. *Food Eng. Prog.* 18: 235-241 (2014)
- Kim HS, Kim KM, Han GJ, Lee HG, Kim MH. Effect of wheat flour addition on retardation of retrogradation in waxy rice cake. *Ingeolmi. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 58: 285-291 (2015)
- Kim Y, Kim YL, Trinh KS, Kim YR, Moon TW. Texture properties of rice cakes made of rice flours treated with 4- $\alpha$ -glucanotransferase and their relationship with structural characteristics. *Food Sci. Biotechnol.* 21: 1707-1714 (2012)
- Kim CH, Lee JH. The study on the consumers' perception and purchasing behavior of rice cake as a meal. *Culinary Society of Korea* 13: 59-68 (2007)
- Kruger J, Tipples K. Relationships between falling number, amylograph viscosity and  $\alpha$ -amylase activity in Canadian wheat. *Cereal Res. Commun.* 8: 97-105 (1980)
- Kum JS, Lee SH, Lee HY, Lee C. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 1052-1058 (1996)
- Lee JW, Bae IY, Oh IK, Kim MH. Preparation of garaedduk with buckwheat flour using retrogradation-retardation technology. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 460-465 (2013)
- Lee GH, Kim MK. A study on the quality characteristics of jeolpyun with bamboo leaf powder. *Korean J. Food Cult.* 25: 770-778 (2010)
- Lee JW, Kim HS, Bae IY, Lee KY, Kim MH, Han GJ, Lee HG. Antistaling of rice starch in a gel model system and Korean rice cake: the role of wheat flour in retrogradation-retardation technology. *Food Sci. Biotechnol.* 23: 781-786 (2014)
- Lyon BG, Champagne ET, Vinyard BT, Windham WR. Sensory and instrumental relationships of texture of cooked rice from selected cultivars and postharvest handling practices. *Cereal Chem.* 77: 64-69 (2000)
- Rani KU, Prasada Rao UJS, Leelavathi K, Haridas Rao, P. Distribution of enzymes in wheat flour mill streams. *J. Cereal Sci.* 34: 233-242 (2001)
- Rogers D, Zeleznak K, Lai C, Hosney R. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chem.* 65: 398-401 (1988)
- Shin A, Song J. Suppression functions of retrogradation in Korean rice cake (garaeduk) by various surfactants. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 1218-1223 (2004)
- Wang TC, Lin SC, Shen YP, Wang-McCall TL, Chin MH, Lan KP, Cheng PY, Yang CC. Studies of retarding agent for decreasing starch retrogradation in wankao (rice curd). *J. Food Quality* 34: 268-277 (2011)
- Yoon SJ. Quality characteristics of Sulgitteok added with lotus leaf powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 23: 433-442 (2007)
- Yoshimura M, Takaya T, Nishinari K. Effects of xyloglucan on the gelatinization and retrogradation of corn starch as studied by rheology and differential scanning calorimetry. *Food Hydrocolloid.* 13: 101-111 (1999)
- Yu S, Ma Y, Sun DW. Effects of freezing rates on starch retrogradation and textural properties of cooked rice during storage. *LWT-Food Sci. Technol.* 43: 1138-1143 (2010)