

발아현미 가루 첨가비율에 따른 글루텐 프리 쌀 파운드케이크의 품질 및 저장특성

윤해라·김지명·신말식[†]

전남대학교 식품영양과학부 및 생활과학연구소

Quality and Storage Characteristics of Gluten-free Rice Pound Cakes with Different Ratios of Germinated Brown Rice Flour

Hae-Ra Yun · Ji Myoung Kim · Malshick Shin[†]

Department of Food and Nutrition and Human Ecology Research Institute, Chonnam National University, Gwangju, 61186, Korea

Abstract

Germinated brown rice (GBR) flour (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) was added to brown rice (BR) and white rice (WR) flours and the densities of pound cake batters, morphology, color value, textural properties, sensory preference test, and hardness during storage were investigated, in order to develop health functional gluten-free rice pound cakes with high nutritional value. The rice was milled with the newly developed rice milling method. The entire shape and cross section of all cakes were symmetrical and desirable. The density of pound cake batter and weight of cake increased with addition of increasing GBR. Specific volume was not significantly different (2.1-2.4 mL/g). Textural properties of cakes between WR-GBR and BR-GBR showed different trends with adding GBR. On the sensory test, overall quality of rice pound cake did not significantly differ between rice flour types. Hardness of rice pound cakes and brittleness decreased with increasing addition of GBR flour. The hardness and the peak intensity at $2\theta=17^\circ$ decreased with increasing addition of GBR. The results, that addition of GBR flour improved the nutrition value and functionality of gluten free rice pound cakes and prevented staling of rice pound cakes during storage.

Key words: gluten-free, pound cake, germinated brown rice flour, quality, storage

I. 서론

쌀은 전세계의 3대 식량작물 중의 하나로 우리나라를 비롯한 아시아 지역 국가에서 섭취하고 있으며 동아시아에서는 자포니카형의 쌀을, 그 밖의 국가에서는 인디카형의 쌀을 주로 섭취하고 있다. 쌀은 알리지 유발 가능성이 낮으며 흰색, 온화한 맛, 작은 전분입자, 소화성이 용이한 특징을 가지고 있다(Lu ZH 등 2005). 쌀에는 단백질이 6-8% 함유되어 있으나 글루텐 단백질이 없어 셀리악병에 걸린 환자의 글루텐 프리 식품 원료로 그 관심이 증가되고 있다(Heo S 등 2013, Kim Y 등 2014).

Celiac disease(CD)는 만성적이며 면역성에 의한 감염형 질환으로 밀, 보리 귀리에 함유된 글루텐이 원인으로 알려진 세계인구의 1~2%의 이환율을 갖는 유전적 질환

이다(Lionetti E 등 2010). 그런 질환은 소장외의 용털돌기에 염증으로 인해 영양소의 흡수가 제한되는 증상 이외에 영양소의 결핍, 골다공증, 성장 저해, 불임, 피부질환, 소장암 등의 질환과 연계되어 있다. 이 질환은 글루텐이 없는 식품을 섭취함으로써 정상적인 생활을 할 수 있기 때문에 글루텐 프리 식품의 개발이 활발하게 진행되고 있다(Laureati M 등 2012, Susanna S & Prabhasankar P 2013, Heo S 등 2013). 글루텐 프리 식품이라고 인증을 받기 위해서는 식품에 글루텐이 20 ppm 이하 함유되어 있어야 한다(US Food and Drug Administration 2013).

소비자들은 생체조절기능성 물질을 함유한 천연의 안전한 식품에 관심이 증가되고 있는데 곡류의 발아식품이 그 중에 속한다. 특히 발아현미는 영양소의 보고일 뿐만 아니라 식이섬유는 물론 감마 아미노부티르산(GABA), 감마 오리지놀, 페놀산, 토코페놀, 토코트리엔올, 파이토스테롤 등 바이오 활성화합물이 생성되어 매우 우수한 식품으로 알려지고 있다. 현미에는 백미보다 쌀눈과 쌀겨의 식이섬유, 단백질 및 미량영양소 등을 함유하고 있어 영양적으로 우수하나 현미로 밥을 지으면 색이 어두울

[†]Corresponding author: Malshick Shin, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, Korea
Tel: +82-62-530-1336
Fax: +82-62-530-1339
E-mail: msshin@chonnam.ac.kr

뿐만 아니라 단단하고 부슬부슬하여 밥맛이 나쁘기 때문에 그대로 섭취하기는 어렵다(Kim SL 등 2001). 밥맛을 개선하기 위해서 현미를 수침하여 0.5~1 mm 정도 발아시킨 발아현미가 개발되었는데 발아과정에서 항산화물질과 바이오 활성화합물이 증가되었으며 텍스처도 부드러워졌다(Fernandez-Orozco R 등 2008, Moongngarm A & Saetung N 2010, Kim HY 등 2012, Wu F 등 2013, Esa NM 등 2013, Chinma CE 등 2015, Cornejo F 등 2015). 현미나 발아현미를 가루로 제조하여 베이커리 제품을 제조하였을 때 백미와는 다른 가공성을 보일 것으로 생각되었다.

밀가루를 쌀가루로 대체하여 글루텐 프리 베이커리 제품을 제조하기 위해서는 기존의 2단계 습식제분이나 건식제분 및 반 습식제분과는 달리 쌀을 수침한 다음 낱알 상태로 저온에서 건조시켜 분쇄하는 방법을 사용하여 쌀가루를 제조하였고(Shin M 등 2007) 이를 통해 백미가루로 품질과 맛이 우수한 글루텐 프리 베이커리제품을 개발할 수 있었다(Shin M 등 2010, Park SJ 등 2012, Kim JM & Shin M 2014). 개발된 백미쌀가루는 밀가루에 비해 전분 함량이 많으며 밀가루 반죽의 글루텐이 수화되어 물을 흡수하고 있는 것과는 달리 단백질의 흡수력이 낮기 때문에 쌀에 함유된 전분이 모두 호화되기 위해서는 반죽 시 많은 물이 필요하다. 즉 쌀가루 반죽에는 밀가루 반죽에 필요한 가수량보다 많은 물을 가하여야 전분의 아밀로오스 용출에 의한 겔 매트릭스 형성, 쌀 단백질과 가교결합에 의한 단백질 네트워크, 달걀이나 우유 단백질의 구조적인 도움으로 밀가루로 만든 베이커리 제품과 유사한 제품을 개발하기 위해 가수량과 조리순서를 수정하여야 한다.

소비자가 좋아하는 케이크 제품 중에서 수분을 따로 첨가하지 않는 제품으로 파운드케이크가 있다. 이 파운드케이크와 관련한 연구로는 당귀 파운드케이크에 쌀가루 첨가량을 달리하거나(An SH & Park GS 2012) 아마란스 분말을 첨가한 저 열량 파운드케이크(Capriles VD 등 2008), 아마씨분말을 첨가하여 항산화활성을 확인한 연구(Chung HS 등 2014)와 글루텐 프리 백미 파운드케이크에 압출성형한 쌀가루를 첨가한 연구(Jeong S 등 2013) 등이 있다. 발아현미가루는 백미보다 영양적으로 우수할 뿐만 아니라 생체조절기능 물질도 함유되어 있으며 발아과정에서 전분과 단백질의 분해로 인해 케이크의 노화억제나 색의 변화 및 텍스처를 개선할 수 있을 것으로 생각하였다(Moongngarm A & Saetung N 2010, Chinma CE 등 2015, Cornejo F 등 2015).

따라서 본 연구에는 백미와 현미가루로 만든 쌀 파운드케이크의 안전 및 안정성과 생체조절기능성을 높여 소비자가 원하는 글루텐 프리 쌀 파운드케이크의 품질을 개선하고자 발아현미가루를 각각에 일정 비율 대체하였

다. 쌀 파운드케이크는 수분 보수력이 낮아 케이크가 잘 부서지고 촉촉한 텍스처를 가지지 못하므로 백미와 현미 쌀가루 및 발아현미가루만으로 쌀 파운드케이크를 제조하여 평가하고 백미와 현미 쌀가루에 발아현미쌀가루를 일정 비율 혼합하여 글루텐 프리 쌀 파운드케이크를 제조하여 품질과 저장 특성을 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재료

백미(WR, white rice), 현미(BR, brown rice)와 발아현미(GBR, germinated brown rice)는 유기농 재배한 삼광벼를 현미 및 백미로 도정한 것과 현미를 발아시켜 저온압건조(CTD, cold temperature drying method)하여 제조한 것을 미실란(곡성군, 전남)에서 구입하여 사용하였다. 저염버터(Lotte Samkang, Seoul, Korea), 슈거파우더(Bread Garden, Busan, Korea)는 각각 시판 제품을 사용하였고, 우유(Seoul Milk, Seoul, Korea), 달걀(E-Mart, Gwangju, Korea)은 시험 당일 구입하여 신선한 것으로 이용하였다.

2. 쌀가루의 제조

쌀가루의 제조는 백미와 현미를 수세하여 18°C에서 6시간과 12시간 수침한 후 물기를 빼고 18°C에서 수분함량 12%가 되도록 건조시킨 백미와 현미 및 구입한 발아현미를 건식제분 하였다(Shin M 등 2010, Kim JM & Shin M 2014). 건식제분은 120 mesh 표준체가 내장된 핀밀(Poongjin Co., Ltd, Seoul, Korea)을 사용하였으며 쌀가루입자는 모두 125 μm 이하이었다. 모든 쌀가루는 냉장고(DY-1142RF, Daeyong E&B CO., Ltd, Gyeonggi, Korea)에 저장하면서 시료로 사용하였다.

3. 쌀 파운드케이크의 제조

글루텐 프리 쌀 파운드케이크는 르 꼬르동 블루 방법을 수정한 Jeong S 등(2013)의 방법으로 다음과 같이 제조하였다. 쌀가루는 백미와 발아현미 쌀가루를 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100으로 혼합하여 사용하였다. 재료는 쌀가루 혼합물(128 g), 슈거파우더(90 g), 저염버터(90 g), 달걀(100 g)과 우유(15 g)를 사용하였다. 밀가루를 사용한 파운드케이크 배합비율에 비교하여 예비실험을 통한 쌀 파운드케이크의 최적배합비율은 슈거파우더와 버터수준이 감소되어 쌀 파운드케이크는 저 열량 파운드케이크임을 알 수 있었다. 버터를 믹서(800-J, Spar Food Machinery MFG, Co., Ltd, Ta-Li, Taiwan)에 넣고 부드러워질 때까지 30초간 고속으로 혼합하였다. 슈거파우더를 첨가하고 다시 2분간 혼합하였고 전란을 7번으로 나누어 조금씩 첨가하고 고속으로 13분간 혼합하였다. 쌀가루 혼합물을 보

울에 넣고 30초간 잘 섞은 다음 우유를 넣어 다시 30초간 혼합하였다. 쌀가루 batter는 10분간 휴지하였고 파운드케이크 팬(150×75×60 mm³)에 360 g을 패닝하였다. 윗불 210°C, 아랫불 160°C로 조절된 전기용 데크오븐(FDO-7104B, Daeyung Co., Ltd, Seoul, Korea)에 넣어 17분간 베이킹 하였다. 케이크의 표면이 노랗게 변하면 케이크 표면 중앙에 칼집을 내었고 다시 오븐에서 철판을 뒤집어서 뚜껑을 만들어 30분간(160/160°C) 구운 후 뚜껑을 제거하고 오븐(180/160°C)에서 5분간 더 구웠다. 다 구워진 파운드케이크는 팬에서 빼어 실온에서 4시간 냉각하였다.

4. 파운드케이크의 품질 특성 측정

1) 비중, 부피와 비체적 측정

쌀 batter 반죽의 비중은 부피와 무게를 측정하여 비로 계산하였고 파운드케이크를 전기용 데크오븐(Daeyung Co., Ltd)에서 굽고 실온에서 4시간 냉각 후 무게를 측정하였으며 부피는 AACC Method 72-10의 종자치환법(AACC 2000)으로 측정하였다. 케이크가 들어갈 수 있는 상자에 좁쌀을 채우고 그 좁쌀을 메스플라스크에 옮겨 부피를 재었다(a). 상자에 파운드케이크를 넣은 후 남은 공간에 좁쌀을 채우고 케이크를 꺼낸 후 상자에 남은 좁쌀을 측정하였다(b). 이때 케이크의 부피(mL)는 a-b(a:좁쌀만 채운 부피, b:케이크를 채우고 남은 좁쌀의 부피)로 나타내었다. 파운드케이크의 비체적은 무게에 대한 부피의 비로 계산하였다.

2) 파운드케이크의 형태적 특성 측정

구워진 쌀 파운드케이크의 형태적 특성은 실온에서 4시간 식힌 다음 파운드케이크의 윗면, 옆면, 단면을 디지털 카메라로 찍어 비교하였다. 파운드케이크의 형태를 비교하기 위해 32 cm 높이에서 카메라(Cybershot 5.0 megapixels, Sony, Tokyo, Japan)를 고정시킨 다음 아래에 시료를 놓고 촬영하였다.

3) 쌀 파운드케이크의 색도 측정

제조한 쌀 파운드케이크의 색도는 케이크의 crumb 부분을 색도계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter의 L(lightness) 값, ±a(redness/greenness) 값 및 ±b(yellowness/blueness) 값을 3회 반복 측정해서 그 평균 값을 나타냈다. L=96.54, a=0.07, b=1.90인 표준 백색판(standard white plate)으로 보정하여 사용하였다.

4) 텍스처 측정

파운드케이크의 텍스처 측정은 구워낸 케이크를 실온에서 4시간 냉각 시킨 후 crumb 부분을 1×1×1 cm³ 크기로 잘라 레오메타(Compac-100, Sun Sci. Co., Tokyo, Japan)를

이용하여 compression test를 실시하였다. Load cell force 2 kg, deformation 50%, mode 21 probe, diameter 10 mm이었다. 시료는 10회 반복하여 측정된 후 평균값을 계산하였다. 텍스처 측정치는 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 부서짐성(brittleness)을 구하였다.

5) 관능 평가

발아현미 쌀가루를 일정 비율 첨가한 백미 및 현미 쌀 파운드케이크에 대한 관능평가는 실온에서 4시간 식힌 샘플로 실시하였다. 두께 1.5 cm 슬라이스 하여 가로 3 cm, 세로 3 cm의 crumb 부분을 시료로 제공하였으며 외관 평가는 쌀 파운드케이크를 자르지 않고 전체를 제공하여 평가하게 하였다. 훈련된 전남대학교 식품영양학과 대학원생 15명을 선정하여 실험의 목적을 설명하고 시료와 평가방법 및 평가 특성에 익숙해지도록 훈련을 한 후 관능검사를 수행하였다. 평가항목은 냄새, 외관, 맛, 텍스처와 전반적인 품질 선호도 검사로 9점 채점법에 의해 실시하였다. 9점은 '대단히 좋다', 1점은 '대단히 나쁘다'로 3회 반복 평가하였다.

5. 저장 중 노화 특성 측정

쌀 파운드케이크의 저장 중 품질 변화인 노화를 경도의 변화와 x-선 회절도에 의한 노화피크로 알아보았다. 오븐에서 빼낸 케이크는 실온에서 4시간 정도 냉각 시킨 다음 1×1×1 cm³로 잘라서 지퍼백에 넣어 보관하면서 compression test로 경도를 측정하였다. 저장 중의 변화는 crumb의 중간부분을 취하여 수분변화가 적도록 지퍼백에 넣어 실온에서 0, 1, 3, 7일 저장하면서 텍스처와 x-선 회절도(D/Max-1200, Rigaku Co., Tokyo, Japan)를 측정하였다. 또한 저장에 따른 노화도를 알아보기 위해 파운드케이크 시료를 에탄올로 탈수시켜 건조한 다음 분쇄하여 100 mesh에 내려 x-선 회절도의 노화피크로 확인하였다.

6. 통계처리

모든 실험은 3회 반복하였으며, 결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 통계처리는 SPSS 12.0(SPSS 17, IBM, New York, NY, USA)를 이용하여 ANOVA에 의해 분산분석을 실시하였고 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의적 차이를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 쌀 파운드케이크의 형태적 특성

WR 및 BR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 0%, 25%, 50%, 75%, 100% 대체하여 제조한 파운드케이크의 batter 반죽의 비중, 무게, 부피 및 비체적은 Table 1과 같았다. 제조

Table 1. Specific gravity of pound cake batter and specific volume of rice pound cakes prepared from white, brown, and germinated brown rice flours

Rice mixture samples ¹⁾	Pound cake batter		Physical properties of rice pound cake	
	Specific gravity (g/mL)	Weight (g)	Volume (mL)	Specific volume (mL/g)
4WR	0.75±0.01	323.9±0.0 ^{c2)}	729.5±34.7	2.3±0.1
3WR1GBR	0.76±0.00	326.7±1.7 ^{cd}	771.5±43.1	2.4±0.1
2WR2GBR	0.76±0.00	326.4±0.2 ^{de}	777.5±14.9	2.4±0.0
1WR3GBR	0.77±0.01	327.9±0.6 ^{bcd}	783.0±10.5	2.4±0.2
4GBR	0.78±0.02	327.0±0.8 ^{cd}	775.0±1.4	2.4±0.0
3GBR1BR	0.78±0.02	330.7±1.0 ^a	735.5±58.7	2.2±0.2
2GBR2BR	0.79±0.03	329.0±1.2 ^{abc}	699.0±17.0	2.1±0.1
1GBR3BR	0.78±0.05	329.6±1.2 ^{ab}	704.0±9.9	2.1±0.0
4BR	0.75±0.00	325.8±0.8 ^e	748.5±7.8	2.3±0.0

¹⁾ Pound cakes are prepared from rice flour mixtures, white rice (WR), brown rice (BR), and germinated brown rice (GBR) flours with different mixing ratios (w/w), 3WR1GBR means 75% white rice flour and 25% germinated brown rice flour mixture.

²⁾ Presents mean±SD and values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

한 쌀 파운드케이크 반죽의 비중은 0.75~0.79로 스펀지케이크의 반죽보다 무거웠지만, 밀가루로 제조한 파운드케이크 반죽의 밀도인 0.75±0.05 g/mL의 것과 유사하였다. 파운드케이크 반죽의 비중은 가루 종류, 믹싱 조건, 팽창제 종류 등에 영향을 받으며 종류에 따라 0.8-1.0 등 다양한 차이를 보이고 있다(Park GS & An SH 2012, Yoo SS & Jeong HC 2012). 일반적으로 쌀가루는 밀가루보다 비중이 높아 쌀가루 첨가량이 많을수록 케이크 반죽의 비중이 증가하는 경향을 보였다(An SH & Park GS 2012). 전분함량이 밀가루보다 높고 제분 방법에 따라 수분흡수력에 차이가 있어 본 실험에서 사용한 쌀가루는 파운드케이크를 제조하는데 적당한 가루로 생각되었다. 쌀 파운드케이크의 무게는 GBR 가루 첨가여부에 따라 유의적인 차이를 보였다. WR 쌀가루에 GBR 쌀가루 첨가 비율은 아래로 갈수록 증가하였고 BR쌀가루에 GBR 쌀가루의 첨가비율은 아래쪽에서 위로 갈수록 증가하였다(Table 1). 같은 column에서 유의성 검정을 통하여 두 쌀가루에 GBR 쌀가루 첨가했을 때 경향을 비교할 수 있었고 GBR 쌀가루의 첨가비율이 증가하면 케이크의 무게가 증가하는 경향을 보였으며 GBR을 첨가하지 않은 WR, BR쌀가루 보다는 모두 증가하였다. 또한 BR쌀가루에 GBR 쌀가루를 혼합한 시료들이 WR에 GBR 쌀가루를 혼합한 시료들보다 더 높은 값을 갖는 결과를 보였다(Table 1). 이는 BR와 GBR쌀가루가 WR 쌀가루에 비해 식이섬유 함량이 더 많아 물의 흡수량 증가했으며 친수적인 성질로 굽는 과정에서 수분 손실이 적었기 때문이라고 생각되었다. WR과 BR 쌀가루에 GBR를 일정량 첨가하여 파운드케이크를 만들 경우 GBR 쌀가루의 첨가로 인해 모두 반죽의 밀도와 케이크의 무게는 증가하였으나, 부피는 WR와 BR

쌀가루에 따라 다른 양상을 보였다. WR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 첨가하는 양이 증가할수록 부피는 늘어난 반면, BR 쌀가루에는 0%, 25%, 50%, 75%를 첨가하였을 때 748, 704, 699, 735 mL로 같은 경향을 보이지 않았다. 파운드케이크는 팽창에 의한 부피증가가 거의 없는 제품으로 밀도의 증가는 부피를 감소할 수 있으나 BR 쌀가루에 함유된 식이섬유나 전분 분해물 등이 구조형성에 다른 영향을 준 것으로 생각되었다. 제과와 제빵에 있어서 그 품질은 여러 가지 요인을 고려해야 하지만 제품에 따라 부피가 가장 중요한 품질특성을 나타낼 수 있다(Kim OK 1981). 하지만 파운드케이크의 경우 팽창에 의한 영향이 적으므로 쌀가루 종류와 상관없이 어느 것으로 제조하여도 외관상의 부피 변화가 크지 않기 때문에 발아현미에 함유된 분해된 전분에 의한 흡수력 증가는 가공적성을 개선할 수 있다고 할 수 있다. 식이섬유 첨가로 인해 부피가 감소했다는 선행연구(Shudha ML 등 2006)와는 다른 결과이며 GBR 쌀가루를 첨가한 쌀 파운드케이크가 부피 감소 없이 식이섬유가 증가된 케이크란 점에서 의미가 있다고 생각되었다.

WR, BR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 일정량 첨가한 쌀 파운드케이크의 윗면, 옆면 및 단면을 관찰한 결과는 Fig. 1과 같았다. 굽는 과정 중에 파운드케이크가 불규칙하게 갈라지는 것을 방지하고 일정하게 부풀도록 하기 위해 반죽의 윗면의 겹질이 형성되면(210/160°C 17분) 윗면에 칼집을 내주었다. 갈라짐은 100% WR가루로 케이크를 만들 경우 가장 매끄러운 표면은 보였으며, WR에 GBR 쌀가루를 첨가함에 따라 윗면의 갈라짐이 점점 심해짐을 볼 수 있었다. BR 쌀가루로 만들 경우 WR 쌀가루에 비해 더 심하게 갈라지는 것을 볼 수 있었는데 이는 파운드

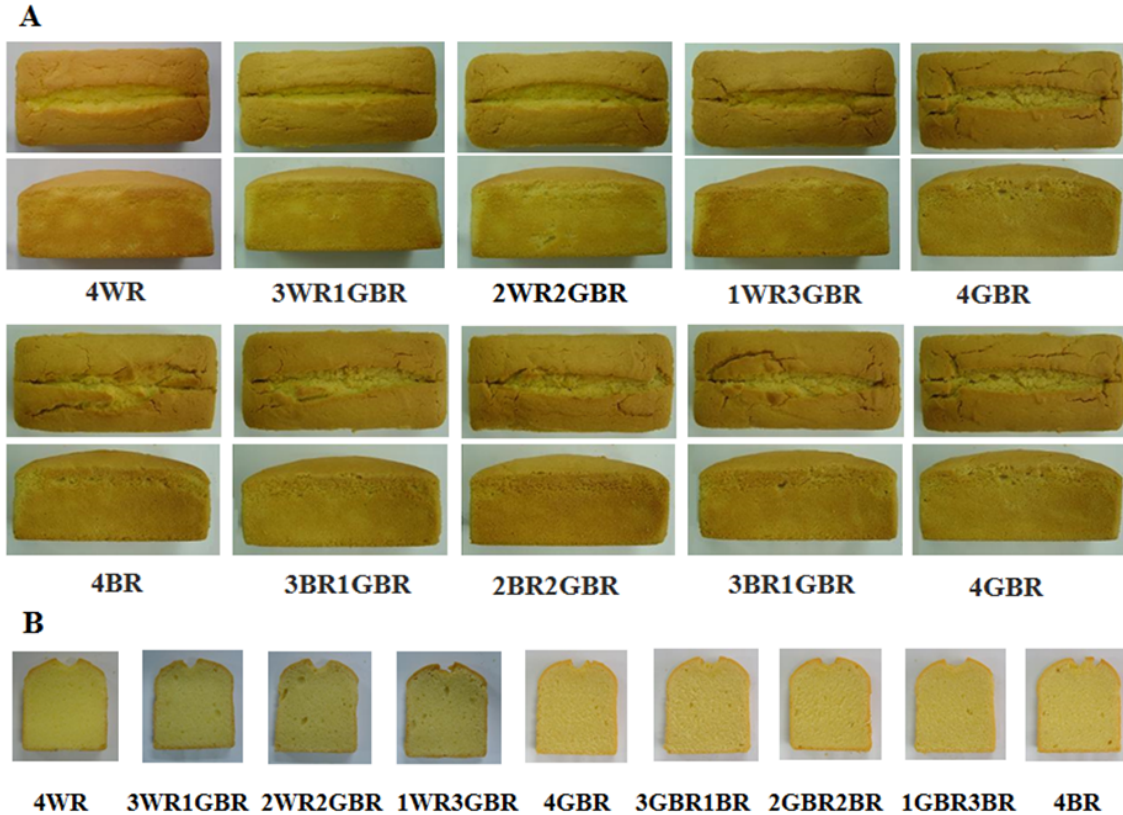


Fig. 1. Top, side, and cross-sectional shapes of rice pound cakes prepared from rice flour mixtures, white rice (WR) flour and germinated brown rice (GBR) flour mixture (up) and brown rice (BR) flour and germinated brown rice (GBR) flour mixture (down). The pound cakes were made with different rice flour mixing ratios, 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100, respectively.

케이크의 표면이 구워지면서 표면과 내부의 수분 손실 차이에 의하며, GBR 쌀가루를 첨가하면 표면의 갈라짐도 더 넓어졌다. 즉 BR과 GBR 쌀가루는 수분 흡수력이 커서 내부와 표면의 수분손실이 차이를 보이기 때문으로 생각되었다. 따라서 BR과 GBR 쌀가루를 혼합한 파운드 케이크를 제조 할 때는 1차 굽는 시간을 줄이고 윗면에 칼집을 내주는 시간은 앞당김으로써 갈라짐 현상을 보완할 수 있을 것으로 생각되었다. 본 실험에서 외관상으로 볼 경우 WR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 혼합하는 것이 BR 쌀가루에 혼합한 것보다 더 좋은 외형의 형태를 보였다. GBR 쌀가루는 분해된 전분으로 인해 첨가량이 증가하면 갈색화 반응이 더 잘 일어날 것으로 생각되며, BR 쌀가루는 기본적으로 갈색을 띠고 있어 첨가비율에 따른 색 변화는 크지 않음을 알 수 있었다. 기공의 균일함은 WR+GBR와 BR+GBR에 따라 차이를 보였고 WR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 첨가할 경우 BR에 GBR를 첨가하는 경우보다 더 크고 불규칙적인 기공이 발견되었으며, GBR 쌀가루 첨가량에 따른 큰 차이는 보이지 않았다.

2. 쌀 파운드케이크의 색도

WR, BR, GBR 쌀가루로 만든 파운드케이크의 crumb

부분의 색도는 Table 2와 같았다. 명도인 L값은 WR, BR, GBR 쌀가루로 만든 파운드케이크가 각각 77.30, 72.40, 69.52로 WR>BR>GBR 순이었으며, a값도 같은 경향을 보였다. 황색도인 b값은 WR, BR, GBR로 만든 케이크에서 각각 32.03, 28.11, 26.56으로 나타나 WR 쌀가루로 만든 케이크가 더 밝고 노란색이 진한 색을 GBR는 WR나 BR보다 더 어둡고 황색도가 낮았다. 이는 발아현미 가루가 첨가되면 분해된 아미노산이나 당류에 의해 갈색반응이 나타나기 쉽기 때문에 색 차이가 보인 것으로 생각되었다. BR과 GBR 쌀가루는 외피로 인해 WR 쌀가루의 색과는 달랐고 이런 색깔의 차이는 사용한 BR과 GBR 쌀가루 특징으로 건강에 도움을 주는 성분을 함유한다는 생각을 갖게 할 것으로 생각되었다. 이런 색도의 차이는 혼합 쌀가루로 사용하였을 때 그 첨가비율에 따라 뚜렷하게 나타났으며 오히려 소비자의 선호도를 증가시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

3. 쌀 파운드케이크의 텍스처 특성

WR, BR, GBR 쌀가루로 만든 파운드케이크의 텍스처 특성치는 crumb 부분을 1×1×1 cm³로 잘라 rheometer(Sun Sci. Co.)로 측정하였으며 결과는 Table 3과 같았다. 쌀가

Table 2. Hunter L, a, b values of rice pound cake prepared from WR, BR and GBR flours

Rice flour mixtures ¹⁾	Crumb color		
	L	a	b
4WR	77.30±0.88 ^{a2)}	-5.15±0.12 ^f	32.03±0.65 ^a
3WR1GBR	73.48±0.43 ^b	-3.81±0.17 ^e	30.32±0.6 ^b
2WR2GBR	71.51±1.32 ^c	-2.91±0.21 ^d	29.14±0.52 ^c
1WR3GBR	69.88±0.62 ^d	-1.93±0.07 ^b	27.44±0.53 ^{de}
4GBR	69.52±0.51 ^d	-1.48±0.06 ^a	26.56±0.70 ^f
3GBR1BR	69.82±0.92 ^d	-2.11±0.09 ^b	26.82±0.47 ^{ef}
2GBR2BR	69.65±0.88 ^d	-2.10±0.11 ^b	27.36±0.55 ^{def}
1GBR3BR	72.20±0.94 ^c	-2.58±0.20 ^c	27.35±0.53 ^{def}
4BR	72.40±1.04 ^{bc}	-2.71±0.13 ^c	28.11±0.53 ^d

¹⁾ Pound cakes are prepared from rice flour mixtures, white rice (WR), brown rice (BR), and germinated brown rice (GBR) flours with different mixing ratios (w/w), 3WR1GBR means 75% white rice flour and 25% germinated brown rice flour mixture.

²⁾ Presents mean±SD and values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

루의 종류에 따라 경도, 부착성, 응집성, 탄성, 검성, 부서짐성은 유의적인 차이를 보였다. 경도는 GBR 쌀가루로 만든 파운드케이크가 가장 낮았으며 WR 쌀가루로 만든 것이 BR 쌀가루로 만든 것보다 더 낮았다. 부착성은 BR가 가장 컸고 GBR, WR의 순이었으며, 응집성은 GBR가 가장 컸으며 WR와 BR는 큰 차이가 없었다. 부서짐성은 WR, GBR보다 BR로 만든 경우 더 컸다.

혼합 쌀가루로 만든 파운드케이크의 경우, WR와 BR

쌀가루에 GBR 쌀가루를 첨가함에 따라 경도는 감소하였다. 응집성은 WR에 GBR 쌀가루를 첨가했을 때 감소하였으며, 그 첨가량과는 무관한 결과를 보였다. 반면 BR에 GBR를 첨가하여 만든 파운드케이크는 응집성에 변화가 없었다. 100% WR, BR, GBR 쌀가루로 파운드케이크를 만들 경우 탄성이 좋은 케이크가 만들어졌으며, WR에 GBR 쌀가루 첨가는 탄성에 영향을 미치지 못했지만, BR는 GBR 쌀가루 첨가에 의해 감소하였다. 쌀가루의 종류에 따른 파운드케이크의 부서짐성은 WR과 BR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 첨가할 때 모두 부서짐성이 유의적으로 감소하였다.

GBR 쌀가루로 만든 케이크는 낮은 경도와 높은 응집성을 보였으며 이는 GBR 쌀가루가 케이크의 부서짐이나 거친 정도를 개선할 수 있을 것으로 생각되었다. 즉, WR에 GBR을 혼합한 쌀가루는 경도가 GBR만을 사용한 것과 유사하였으며 응집성도 WR 쌀가루를 사용한 것보다 증가하였다. WR와 GBR 쌀가루만 사용하였을 때와 달리 혼합쌀가루에서는 검성이나 부서짐성이 감소하였다. BR에 GBR가루를 혼합한 경우에도 경도가 감소하였으며 응집성이 증가하였고 부서짐성이 감소하였다. 이런 텍스처 측정치의 변화는 WR나 BR가루로 만든 파운드케이크에서 나타나는 부서짐과 거친 텍스처 등을 GBR 쌀가루를 첨가함으로 개선할 수 있음을 보여주었다.

4. 쌀 파운드케이크의 관능적 특성

다양한 종류의 쌀가루로 제조한 글루텐 프리 쌀 파운드케이크에 대한 선호도 조사결과는 Table 4에 나타내었으며, 향기와 외관에서만 유의적인 차이를 보였다. 향기는 100% GBR 가루로 만든 파운드케이크를 제외하고는

Table 3. Textural properties of rice pound cakes prepared using rice flour mixtures

Rice flour mixtures ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
4WR	368.4±66.2 ^{b2)}	-1.9±0.6 ^a	32.0±4.1 ^c	77.5±5.7 ^a	56.9±11.1 ^{cd}	44.4±10.5 ^{bc}
3WR1GBR	275.3±19.2 ^c	-2.5±0.5 ^{abc}	40.0±2.4 ^b	78.0±2.0 ^a	47.2±5.6 ^c	36.9±4.9 ^d
2WR2GBR	240.9±13.7 ^{cd}	-2.24±0.9 ^a	42.3±3.0 ^{ab}	78.3±2.1 ^a	47.6±3.8 ^c	37.3±3.7 ^d
1WR3GBR	223.2±30.6 ^c	-2.5±0.9 ^{abc}	40.8±2.7 ^b	79.1±3.0 ^a	51.0±5.1 ^{de}	40.4±5.1 ^{cd}
4GBR	263.6±19.5 ^c	-2.4±0.7 ^{ab}	44.2±2.5 ^a	79.2±1.4 ^a	56.5±3.9 ^{cd}	44.7±3.3 ^{bc}
3GBR1BR	366.0±28.5 ^b	-3.2±1.0 ^{cd}	32.3±3.0 ^c	72.9±5.1 ^b	58.8±3.9 ^c	42.9±4.6 ^{bcd}
2GBR2BR	408.0±23.5 ^a	-3.2±0.8 ^{cd}	33.2±3.4 ^c	72.5±3.4 ^b	67.5±6.5 ^b	48.8±4.2 ^{ab}
1GBR3BR	424.2±75.6 ^a	-3.1±0.9 ^{bcd}	35.0±5.5 ^c	71.0±3.1 ^b	73.7±9.7 ^a	52.4±7.9 ^a
4BR	442.8±45.6 ^a	-3.3±0.7 ^d	31.6±2.8 ^c	78.2±4.3 ^a	66.8±7.5 ^b	52.4±8.3 ^a

¹⁾ Pound cakes are prepared from rice flour mixtures, white rice (WR), brown rice (BR), and germinated brown rice (GBR) flours with different mixing ratios (w/w), 3WR1GBR means 75% white rice flour and 25% germinated brown rice flour mixture.

²⁾ Presents mean±SD and values with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$.

Table 4. Sensory evaluation data for preference test of rice pound cake prepared from rice flour mixtures

Rice flour mixtures ¹⁾	Flavor	Appearance	Taste	Texture	Overall eating quality
4WR	6.3±1.6 ^{a2)}	6.6±1.8 ^a	6.0±1.5	5.8±1.8	5.5±2.0
3WR1GBR	5.5±1.8 ^{ab}	6.2±1.4 ^a	5.3±1.5	5.6±1.8	5.7±1.9
2WR2GBR	5.6±1.5 ^{ab}	5.4±1.5 ^{abc}	5.6±1.5	6.5±1.5	6.6±1.3
1WR3GBR	5.4±1.7 ^{ab}	4.4±1.6 ^{bc}	4.9±1.3	6.1±1.6	5.8±1.3
4GBR	4.4±1.6 ^b	4.2±1.9 ^c	4.1±2.2	5.3±2.1	5.8±1.8
3GBR1BR	5.9±0.8 ^a	5.3±2.2 ^{abc}	5.2±2.0	5.6±1.6	6.1±1.8
2GBR2BR	5.2±1.3 ^{ab}	5.7±1.7 ^{abc}	5.7±1.2	5.8±1.3	5.8±1.5
1GBR3BR	6.2±1.3 ^a	5.9±1.8 ^{ab}	5.4±1.6	5.9±1.2	5.8±1.3
4BR	5.5±0.9 ^{ab}	6.5±2.2 ^a	5.0±1.6	4.9±1.6	5.0±1.8

¹⁾ Pound cakes are prepared from rice flour mixtures, white rice (WR), brown rice (BR), and germinated brown rice (GBR) flours with different mixing ratios (w/w), 3WR1GBR means 75% white rice flour and 25% germinated brown rice flour mixture.

²⁾ Presents mean±SD and values with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

9 point scoring test was used from 9- excellent to 1- worst.

높은 선호도를 보였다. 100% GBR을 사용한 파운드케이크는 발아과정에서 발생하는 특유의 향으로 인해 낮은 점수를 가졌지만, WR와 BR에 75%까지 대체했을 때에는 선호도가 좋아졌다. 외관에서는 WR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 50%까지 첨가한 파운드케이크에서 좋은 점수를 받았으며, BR 쌀가루에는 GBR 쌀가루 첨가량이 75%까지 선호도가 좋게 나타났다. GBR 쌀가루 첨가에 의해 윗면의 갈라짐이 넓어졌지만 갈라짐의 크기가 관능평가에서 외관의 품질에 영향을 주지 않았으며 전체적인 모양이 차이가 적고 갈색이 더 진해진 GBR 쌀가루 첨가 비율 50%와 75%가 더 좋은 평가를 받은 것으로 생각된다. 이 두 유의적인 결과값으로 볼 때 GBR 쌀가루의 첨가는 향기와 외관에서 WR 쌀가루에는 50%까지, BR 쌀가루에는 75%까지 첨가가 가능하다고 생각되었다. 일반적으로 관능평가요원들이 밀가루로 만든 파운드케이크의 외관이나 색에 익숙해져 있어 WR쌀가루에 비해 BR이나 GBR 쌀가루 색으로 인한 갈색의 파운드케이크에 대해 낮은 점수를 주었지만 맛과 질감에서는 유의적인 차이는 보이지 않았다. 전반적인 평가에서는 WR 및 BR 쌀가루로만 만든 케이크에 비해 GBR 쌀가루를 첨가한 경우 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전반적으로 백미, 현미 및 발아현미 쌀가루로 제조한 파운드케이크의 선호도 평가결과 향기와 외관에서 GBR 쌀가루로만 만든 파운드케이크는 향기와 외관에서 가장 낮은 점수를 주었지만 전체적인 평가에서는 유의한 차이를 보이지 않았으므로 백미와 현미쌀가루에 영양적, 생체조절기능물질이 풍부한 GBR 쌀가루를 50~75%까지 대체한 제품도 품질이 만족스럽다고 할 수 있다. 대부분 관능평가 점수가 각 항목에서 9점 만점에 5점 이상의 점수로 관능적으로 긍정적인 제품으

로 백미와 현미보다 GBR 쌀가루의 우수성이 부가된 파운드케이크의 생산이 가능함을 확인하였다.

5. 쌀 파운드케이크의 저장 중 변화

WR 쌀가루로 만든 파운드케이크에 영양적이고 생체조절기능을 높여 품질을 개선하고자 미강 성분을 포함한 BR 쌀가루로 만든 파운드케이크와 비교하였고 특정 바이오 활성소재가 생성된 GBR 쌀가루로 더 우수한 품질을 갖도록 GBR 쌀가루를 첨가한 쌀 파운드케이크를 제조하여 실온에서 저장 중 staling 변화를 경도와 x-선 회절도 양상으로 검토한 결과 Table 5와 Fig. 2와 같았다. 일반적인 케이크의 저장 중 staling은 전분의 노화로 인한 경도의 증가와 노화도 증가, 수분의 재분포 등의 변화에 기인된다. 시간이 지남에 따라 경도 증가하였으며 100% WR 및 BR 쌀가루로 만든 파운드케이크는 3일에 증가한 반면 100% GBR 쌀가루로 만든 파운드케이크는 7일이 되어 경도가 증가하였다. 이는 10% 발아현미 쌀가루를 포함한 식빵이 대조군에 비해 3일 동안 더 부드러웠으며 전분의 노화가 지연되었다는 연구결과와 일치하였다(Michiyo W 등 2004). GBR 쌀가루를 첨가한 백미 및 현미 파운드케이크의 경우 GBR 쌀가루 비율이 증가할수록 저장에 따라 경도가 감소하였다. 케이크는 저장 중에 경도가 증가하면서 품질이 저하되는데 GBR 쌀가루를 첨가하면 경도 증가가 감소하여 저장 중의 품질을 개선함을 확인하였다. 저장 1일까지는 GBR 쌀가루만으로 만든 케이크의 경도가 가장 낮았으나 저장 3일에는 GBR 쌀가루를 75% 첨가한 WR과 BR 쌀가루로 만든 케이크의 경도가 더 낮음을 알 수 있었다. WR 쌀가루에 GBR 쌀가루를 첨가한 케이크 경우에 전반적으로 낮은 경도를 나타냈으며 저장

Table 5. Changes of hardness of rice pound cakes prepared using different ratios of WR, BR and GBR flours (g/cm²)

Rice flour mixtures ¹⁾	Storage days			
	0	1	3	7
4WR	368.4±66.2 ^{b2)}	429.7±46.8 ^a	1150.4±92.1 ^{a3)}	1476.2±147.3 ^a
3WR1GBR	275.3.3±19.2 ^c	316.2±0.7 ^{bc}	510.2±26.5 ^b	1071.8±144.9 ^b
2WR2GBR	240.9±13.7 ^{cd}	289.1±37.9 ^c	306.4±42.3 ^c	821.5±107.4 ^{cd}
1WR3GBR	223.2±30.6 ^c	223.4±21.3 ^d	273.4±29.9 ^c	786.2±128.1 ^d
4GBR	263.6±19.5 ^c	297.8±26.0 ^c	411.1±77.5 ^{bc}	984.8±112.1 ^{bc}
3GBR1BR	366.0±28.5 ^b	361.6±61.7 ^b	395.7±97.5 ^{bc}	1050.8±81.0 ^b
2GBR2BR	408.0±23.5 ^a	460.5±63.5 ^a	480.7±75.3 ^{bc}	1134.7±117.0 ^b
1GBR3BR	424.2±75.6 ^a	474.2±58.1 ^a	514.5±73.1 ^{bc}	1538.2±85.4 ^a
4BR	442.8±45.6 ^a	551.8±50.0 ^a	1249.9±87.8 ^a	1606.3±33.0 ^a

¹⁾ Pound cakes are prepared from rice flour mixtures, white rice (WR), brown rice (BR), and germinated brown rice (GBR) flours with different mixing ratios (w/w), 3WR1GBR means 75% white rice flour and 25% germinated brown rice flour mixture.

²⁾ Presents mean±SD and values with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

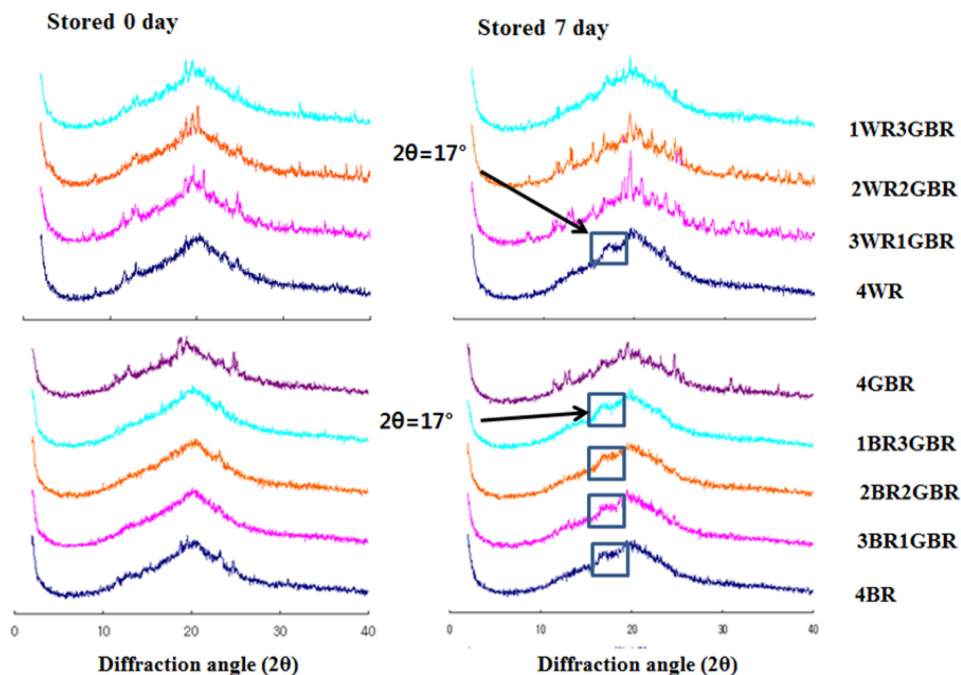


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of rice pound cakes prepared from rice flour mixtures, white rice (WR) flour and germinated brown rice (GBR) flour mixture (up) and brown rice (BR) flour and germinated brown rice (GBR) flour mixture (down) stored for 0 (left side) and 7 (right side) days.

기간이 길어지면 GBR 쌀가루를 첨가할 때 WR 쌀가루에 첨가한 케이크의 경도가 BR 쌀가루에 첨가한 케이크보다 더 낮음을 알 수 있었다.

WR, BR 및 GBR 쌀가루로 만든 파운드케이크의 전분의 결정성으로 노화정도를 비교하기 위해 x-선 회절도를 측정하였다. 제조 직후와 실온에서 7일 저장한 케이크를 각각 에탄올로 탈수 한 다음 100 mesh 체를 통과시켜 x-

선 회절도로 결정성을 살펴본 결과 Fig. 2와 같았다. 제조 직후에는 모든 시료에서 $2\theta=20^\circ$ 에서 피크를 보이는 전분의 호화패턴을 보였으나, 7일 저장한 다음에는 $2\theta=16\sim 18^\circ$ 에서 생쌀가루에서는 볼 수 없었던 피크가 증가하였고 $2\theta=17^\circ$ 에서 피크를 보이는 B형의 결정형 형태로 호화된 전분이 노화과정에서 결정화되어 나타나는 피크임을 알 수 있었으며 저장 중에 케이크에 함유된 전분이 노화되

있음을 알 수 있었다.

IV. 요약 및 결론

개발된 제분 방법으로 백미와 현미쌀가루로 영양적이며 생체조절기능을 갖는 글루텐 프리쌀 파운드케이크를 제조하고자 발아현미가루를 일정 비율 혼합하여 쌀 파운드케이크를 제조하였다. 반죽의 밀도, 형태, 색도, 텍스처 특성치 및 선평도 평가를 비교하여 파운드케이크의 품질을 비교하였고 저장 중의 변화는 경도변화와 x-선 회절도에 의한 전분의 노화피크를 조사하여 비교하였다. 모든 쌀 파운드케이크는 균형 잡힌 형태를 보였으며, GBR 쌀가루가 증가하면 반죽의 밀도와 케이크 무게는 증가하였다. GBR 쌀가루만으로 파운드케이크를 제조하였을 때 보다는 GBR 쌀가루를 백미나 현미에 첨가하였을 때 백미나 현미로 제조한 파운드케이크와 품질이 유사한 결과를 보였다. 파운드케이크의 저장 중의 경도는 BR>WR>GBR 쌀가루 순으로 GBR 쌀가루로 만든 케이크가 가장 낮았으며 부서짐성은 GBR 쌀가루를 첨가함에 따라 감소하였다. 저장 중 경도변화는 GBR가루를 첨가하면 낮아졌으며 x-선 회절도에 의한 노화피크의 강도도 낮았다. 선평도 조사에서 쌀가루에 따른 파운드케이크는 향기와 외관에서 유의적인 차이를 보였으나 맛, 텍스처 전반적인 선평도는 유의 차이가 없었다. 쌀 파운드케이크은 전반적인 선평도에서 발아현미가루만으로 제조한 경우를 제외하고 9점 만점에 5.5 이상을 나타냈다. 위의 결과로부터 글루텐 프리 쌀 파운드케이크를 제조할 때 백미와 현미에 발아현미 쌀가루를 50-75%까지 첨가할 수 있으며 발아현미 쌀가루 첨가로 인해 영양 및 기능성의 증가 및 저장 중 노화 억제가 가능함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 연구개발특구 연구소기업전략육성사업(APPL-201502-00443)에 의해 이루어진 결과의 일부이므로 이에 감사드립니다.

References

AACC. 2000. Approved AACC method 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA
 An SH, Park GS. 2012. Quality characteristics of pound cake containing *Angelica gigas* Nakai with various levels of rice flour. *Korean J Food Cook Sci* 28(6):763-772
 Capriles VD, Almeida EL, Ferreira RE, Arêas JAG, Steel CJ, Chang YK. 2008. Physical and sensory properties of regular and reduced-fat pound cakes with added amaranth flour. *Cereal Chem* 85(5):614-618

Chinma CE, Anuonye JC, Simon OC, Ohiare RO, Danbaba N. 2015. Effect of germination on the physicochemical and antioxidant characteristics of rice flour from three rice varieties from Nigeria. *Food Chem* 185:454-458
 Chung HS, Lim JA, Lee JH. 2014. Quality and antioxidant properties of pound cakes supplemented with flaxseed powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(12):1959-1963
 Cornejo F, Caceres PJ, Martinez-Villaluenga C, Rosell CM, Frias J. 2015. Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads. *Food Chem* 173:298-304
 Esa NM, Kadir K-K A, Amom Z, Azlan A. 2013. Antioxidant activity of white rice, brown rice and germinated brown rice (*in vivo* and *in vitro*) and the effects on lipid peroxidation and liver enzymes in hyperlipidaemic rabbits. *Food Chem* 141(2):1306-1312
 Feranndez-Orozco R, Frias J., Zielinski H, Piskula MK, Kozłowska H, Vidal-Valverde C. 2008. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. emmerald, *Glycine max* cv. jutro and *Glycine max* cv. merit. *Food Chem* 111(3):622-630
 Heo S, Lee SM, Shim JH, Yoo SH, Lee S. 2013. Effect of dry- and wet-milled rice flours on the quality attributes of gluten-free dough and noodles. *J Food Eng* 116(1):213-217
 Jeong S, Kang WS, Shin M. 2013. Improvement of the quality of gluten-free rice pound cake using extruded rice flour. *Food Sci Biotechnol* 22(1):173-180
 Kim OK. 1981. A three way contribution of wheat flour lipids, shortening and surfactants to bread-making. *Korean J Food Sci Technol* 13(1):74-89
 Kim HY, Hwang IG, Kim TM, Woo KS, Park DS, Kim JH, Kim DJ, Lee J, Lee YR, Jeong HS. 2012. Chemical and functional components in different parts of rough rice (*Oryza sativa* L.) before and after germination. *Food Chem* 134(1):288-293
 Kim JM, Shin M. 2014. Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. *LWT-Food Sci Technol* 59(1):526-532
 Kim SL, Son YK, Rok J, Hur HS. 2001. Effect of germination condition and drying methods on physicochemical properties sprouted brown rice. *Korean J Crop Sci* 46(3):221-228
 Kim Y, Kee JI, Lee S, Yoo SH. 2014. Quality improvement of rice noodle restructured with rice protein isolate and transglutaminase. *Food Chem* 145:409-415
 Laureati M, Giussani B, Pegliarini E. 2012. Sensory and hedonic perception of gluten-free bread: Comparison between celiac and non-celiac subjects. *Food Res Int* 46(1):326-333
 Lionetti E, Francavilla R, Pavone P, Pavone L, Francavilla T, Pulvirenti A, Giugno R, Ruggieri M. 2010. The neurology of coeliac disease in childhood: What is the evidence? A systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol* 52(8):700-707

- Lu ZH, Li LT, Min WH, Wang F, Tatsumi E. 2005. The effects of natural fermentation on the physical properties of rice flour and the rheological characteristics of rice noodles. *Int J Food Sci Technol* 40(9):985-992
- Michiyo W, Tomoko M, Kikuichi T, Hiroshi K, Naofumi M. 2004. Application of pregerminated brown rice for breadmaking. *Cereal Chem* 81(4):450-455
- Moongngarm A, Saetung N. 2010. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chem* 122(3):782-788
- Park GS, An SH. 2012. Quality characteristics of pound cake added with *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Food Cook Sci* 28(4):463-471
- Park SJ, Ha K-Y, Shin M. 2012. Properties and qualities of rice flours and gluten-free cupcakes made with higher-yield rice varieties in Korea. *Food Sci Biotechnol* 21(2):365-372
- Shin M, Gang DO, Song J. 2010. Effects of protein and transglutaminase on the preparation of gluten-free rice bread. *Food Sci Biotechnol* 19(4):951-956
- Shudha ML, Baskaran V, Leelavathi K. 2006. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem* 104(2):125-132
- Susanna S, Prabhasankar P. 2013. A study on development of gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. *LWT-Food Sci Technol* 50(2):613-621
- US Food and Drug Administration. 2013. FDA defines “gluten-free” for food labeling. Available from: <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm363474.htm>. Accessed November 30, 2015
- Wu F, Yang N, Touré A, Jin Z, Xu X. 2013. Germinated brown rice and its role in human health. *Critical Rev Food Sci Nutr* 53(5):451-463
- Yoo SS, Jeong HC. 2012. Quality characteristics of pound cake with added mulberry fruit powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 22(2):239-245

Received on Aug.5, 2015/ Revised on Dec.29, 2015/ Accepted on Dec.29, 2015