

## Gluten-Free 쌀빵의 제빵 특성에 대한 첨가 수분 온도 영향

김 상 숙 · \*정 혜 영\*

한국식품연구원 감각인지연구단, \*가천대학교 식품영양학과

### Effect of Added Water Temperature on Baking Characteristics of Gluten-Free Rice Bread

Sang Sook Kim and \*Hae Young Chung\*

*Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea*

*\*Dept. of Food and Nutrition, Gachon University, Seongnam 13120, Korea*

#### Abstract

Baking characteristics of gluten-free rice bread were investigated, when 20, 30, 40, 50 and 60°C water was added during mixing. The temperature of the dough before fermentation was affected by the temperature of the water and the mixing time. When 60°C water was added, the specific gravity of the dough was the highest before fermentation ( $p < 0.01$ ). The specific gravity of the dough after fermentation was 32~39% of the specific gravity of the dough before fermentation. When 50°C water was added, the volume and the specific volume of rice bread were higher than those in addition of water at other temperatures ( $p < 0.001$ ). In case of adding water of 50°C, the shape of the rice bread showed the largest volume, high appearance and a round shape. After storage for 2 and 24 hours, the addition of water of 50°C resulted in the lowest hardness and chewiness values of rice bread. The sensory descriptive analysis revealed that when 50°C water was added, the air cell size, springiness and hardness values of gluten-free rice bread were lower than those in addition of water at other temperatures. There was a difference in the appearance and texture of gluten-free rice bread, when 20, 30, 40, 50 and 60°C water was added during mixing.

Key words: gluten-free rice bread, water temperature, characteristics, sensory descriptive analysis

#### 서 론

밀가루로 만든 밀빵의 경우, 밀가루에 물을 첨가하여 반죽을 하면 물을 흡수한 글루텐은 점성과 탄성외에 늘어나는 신장성을 가지며, 이런 성질은 반죽 내에 망상구조를 형성하고, 발효 과정 중에 효모가 생성한 가스를 보유할 뿐만 아니라, 부피가 팽창할 수 있는 기능을 갖게 되므로 제빵 제품의 구조가 만들어진다(Kulp 등 1974, Shin 등 2008). 그러나 쌀가루를 이용한 쌀빵의 경우, 밀가루와 동일한 기계 및 공정을 적용하였을 때 반죽이 기계에 들러붙어 효율이 낮아질 뿐만 아니라, 발효, 정형, 성형, panning, baking 공정 등에서 불안정함을 볼 수 있다. 따라서 새로운 쌀 베이커리 제품의 대

량생산을 위해서는 쌀가루 소재에 적합한 작업의 효율성, 기계적 특성 및 품질향상 등을 고려한 개선된 공정이 도입되어야 한다.

현재 많은 연구들에서 쌀빵 제조 시 밀가루 빵과 달리 글루텐이 없어서 매우 불안정한 제조 공정을 그대로 사용하기 어려우므로, 보다 나은 제빵 품질을 개선하기 위해 다양한 검류(Lee 등 2001, Lee MH. 2007), 계면활성제 및 유화제(Lee 등 1999, Lazaridou 등 2007), 효소(Gujral & Rosell 2004, Caballero 등 2007) 및 전분(Kim & Chung 2015a) 등을 첨가하였으며, 그리고 쌀가루에 검류, 유화제 및 효소제를 복합 첨가함으로써 쌀빵의 부피가 증가시킬 수 있다고 하였다(Kim & Lee 2009). 그러나 쌀빵 제조 공정에 있어서 물리적 구조 및

\* Corresponding author: Hae Young Chung, Dept. of Food and Nutrition, Gachon University, Seongnam 13120, Korea. Tel: +82-31-750-5970, Fax: +82-31-750-5974, E-mail: hychung@gachon.ac.kr

시스템을 개선하여 적정 제조 조건을 확립하는 연구는 거의 없는 실정이며, 쌀가루를 주원료로 한 주요 공정의 기계적 적성을 향상시키기 위한 연구가 필요하다. 특히 순수한 쌀가루만으로 제조한 다양한 쌀 베이커리 제품의 연구가 쌀 소비 촉진을 위해서도 절실히 요구되는 실정이다.

본 연구에서는 gluten-free(GF) 쌀빵 베이커리 제품의 안정적인 시스템을 지닌 쌀빵의 적합한 적정제조 조건을 확립하기 위해 글루텐 형성이 잘 안 되는 쌀가루만으로 제빵 반죽 시 첨가되는 수분의 여러 가지 온도에 대해 조사하였다. 일반 밀빵 제조와 다르게 하여 수분의 온도 20, 30, 40, 50 및 60°C에 따른 쌀빵의 제빵 특성 분석을 조사 비교하였으며, 쌀빵의 품질 개선에 대한 기초 자료 및 쌀 소비 촉진을 위한 자료로 사용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 쌀가루는 첨가물이 전혀 없는, 즉 쌀만을 반습식 제분방법에 의한 만든 쌀가루로 (주)대두식품(Gunsan, Korea)의 제품을 사용하였다. 설탕과 기름은 (주)CJ(Seoul, Korea), 난백 파우더는 (주)풍림푸드(Jincheon, Korea), 탈지분유는 (주)서울우유(Seoul, Korea), hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC)는 Dow Chemical Company(Midland, Michigan, USA), 소금은 삼표(Seoul, Korea), 인스턴트 이스트는 Societe Industrielle Lesaffre(Marcqen-Baroeul, France), 유화제 sorbitan fatty acid monostearate는 (주)일신웰스(Seoul, Korea), carboxy methyl cellulose(CMC)는 고려 CMC(Nonsan, Korea), hemicellulase는 Novozymes(Bagsverd, Denmark)의 제품을 사용하였다.

### 2. 반죽의 비중 및 쌀빵의 제조

반죽의 비중은 AACC method 10-15(2000)에 의해 측정하였다. GF 쌀빵은 Kim 등(2009)의 방법에 의해 제조하였으며, 쌀빵의 제조 시 사용된 실험재료의 배합비율은 Table 1과 같다. 건조 재료를 Hobart mixer(K5SS, Kitchenaid, Benton Harbor, MI, USA)를 사용하여 교반 속도 1에서 30초 동안 혼합한 다음, 수분의 온도 20°C의 물(90%, rice flour weight basis percentage)과 대두유(8%, rice flour weight basis percentage)를 첨가하여 교반 속도 2에서 90초간 혼합하였다. 다시 교반 속도 6에서 10분 동안 혼합하여 반죽을 만들었으며, 반죽 혼합물의 교반 시간 1~10분 동안 매 분마다 반죽 혼합물의 온도를 측정하였다. 그리고 수분의 온도 30, 40, 50 및 60°C의 물을 첨가하여 같은 방법으로 각각 반죽을 만들어 실험에 사용하였다. 반죽들은 300 g씩 팬(170×80×50 mm)에 분할하고, 온도 35°C, 상대습도 80~95%에서 60분간 발효시킨 후, 170°C로 예열한 오븐(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)에서 30분간 굽기를 하였다. 모든 시료는 1시간 동안 방냉시킨 다음 실험에 사용하였다.

### 3. 쌀빵의 물리적 특성

모든 시료의 부피(mL)는 AACC method 10-05(2000)에 의한 종자치환법으로 측정하였고, 비용적(mL/g)은 부피(mL)를 무게(g)로 나누어 계산하였다. 그리고 부피 지수(volume index), 좌우 대칭 지수(symmetry index) 및 균등 지수(uniformity index)는 AACC 10-91(2000)의 방법을 쌀빵에 적용하여 측정하였다.

### 4. 쌀빵의 텍스처 특성

GF 쌀빵의 텍스처 특성 경도(hardness), 부착성(adhesiveness),

Table 1. Formula for gluten-free rice bread

Ingredients	Amount (% , rice flour weight basis percentage)
Rice flour	100
Sugar	10.7
Salt	2
Egg-white powder	3
Nonfat dry milk powder	3
Hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC)	3
Instant yeast	1.5
Emulsifier	1
Carboxy methyl cellulose (CMC)	0.29
Hemicellulase	0.018
Water <sup>1)</sup>	90
Soybean oil	8

<sup>1)</sup> Distilled water at 20, 30, 40, 50 and 60°C, respectively.

탄성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness) 등은 Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 Bourne MC(1978)에 의해 기술된 방법으로 Table 2에 나타난 조건으로 분석하였다. TPA (texture profile analysis) 방법으로 3회 반복(5회 측정/실험), 총 15회 측정하여 결과값을 구하였다.

### 5. 관능적 묘사 특성 분석

GF 쌀빵의 관능적 특성을 위한 관능검사 방법은 정량적 묘사분석 방법(Stone & Sidel 1985)을 사용하였으며, Cross 등 (1978)의 방법에 의해 선발된 14명의 패널이 참여하였다. 외관 특성으로 빵껍질의 색(color of crust), 빵살의 색(color of crumb), 기공의 크기(air cell size), 기공의 균일성(air cell uniformity), 향 특성으로 쌀향(rice odor), 볶은 쌀가루의 향(roasted rice odor), 볶은 밀가루의 향(roasted flour odor), 이스트향(yeasty odor), 짠향(salty odor), 단향(sweet odor), 버터향(butter odor), 텍스처 특성으로 탄력성(springiness), 촉촉함(moistness), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 부서짐성(fracturability), 향미 특성으로 익힌 쌀가루 향미(cooked rice flavor), 볶은 쌀가루의 향미(roasted rice flavor), 익힌 밀가루 향미(cooked flour flavor), 이스트 향미(yeasty flavor), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness), 짠맛(salty), 계란맛(egg taste), 버터맛(butter taste), 우유맛(milk taste), 후미 특성으로 발효취(fermentation off odor), 단맛 후미(sweet aftertaste), 입안에 코팅된 느끼는 정도(mouth coating), 볶은 밀가루 후미(roasted flour aftertaste), 가루가 입에 남는 후미(powdery mouthfeel aftertaste) 등을 평가하였다. 시료 제시순서는 오차를 최소화하기 위해 랜덤화 완전 블록 실험계획법(randomized complete block design)을 사용하였고(Kim 등 1993), 각 시료의 개인용 사기 용기에는 난수표를 이용하여 숫자를 기입하였

**Table 2. Texture analyzer conditions for texture characteristics**

Parameter	Operating condition
Test type	TPA
Measuring type	2-bite compression test
Distance format	50% strain
Load cell	5 kg
Plunger diameter	35.0 mm
Test speed	1.7 mm/sec
Pre-test speed	5.0 mm/sec
Post-test speed	10.0 mm/sec
Sample size (width × length × height)	25×25×20 mm

으며, 시료의 크기는 가로×세로×높이(25×25×20 mm)로 텍스처 측정과 동일하였다. 관능검사에 사용된 척도는 15 cm 선 척도이고, 양쪽 끝에서 1.25 cm 들어간 지점에 양극의 강도(0=없음, 15=대단히 강함)를 표시하였으며, 척도 위에 각 특성별로 해당강도에 수직선을 긋고 시료 번호를 기입하도록 하였다.

### 6. 통계분석

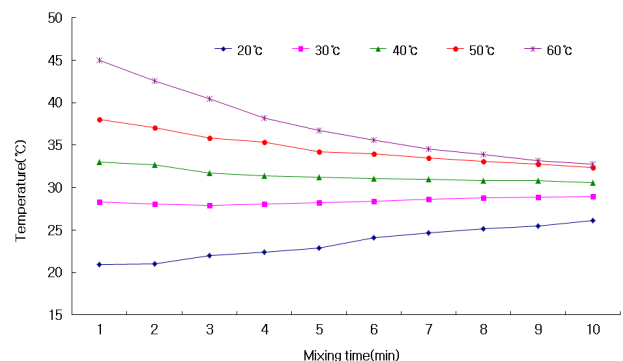
본 연구에서 실험한 분석 항목에서 실험군간 차이검증은 SAS(Statistical Analysis System, ver. 8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석을 실시하여 유의성을 검정하였다. 분산분석 결과, 실험군간 차이가 있는 특성의 경우, 실험군의 평균값 간의 차이수준 여부를 결정하기 위해 SNK(Student Newman Keul)의 다중비교 방법을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 수분 온도와 반죽 시간에 따른 GF 쌀빵 반죽의 온도 변화

GF 쌀빵 제조 시 첨가되는 수분의 온도 20, 30, 40, 50 및 60°C와 반죽의 교반 시간 1~10분 동안에 따른 쌀빵 반죽의 온도 변화는 Fig. 1에 나타나 있다.

쌀빵 제조 시 첨가되는 수분의 온도를 달리하였을 때 반죽 시간이 길어질수록 수분의 온도에 따른 발효 전의 반죽 간 온도의 차이는 점점 감소하는 경향을 보여 주었다. 그리고 수분의 온도 30, 40 및 50°C에서는 수분의 온도 20과 60°C에서 보다 반죽 시간이 길수록 초기의 반죽의 온도에 근접하는 것으로 조사되었다. 교반 속도 및 시간에 의한 gluten-free 쌀빵 반죽의 온도 변화 연구(Kim & Chung 2015b)에서도 반죽의 교반 시간이 길수록, 교반 속도가 높을수록 온도의 변화가 작았고, 초기의 반죽의 온도를 유지하는 경향을 보여 주었다.



**Fig. 1. Temperature change of gluten-free dough by water temperature and mixing time.**

## 2. 수분 온도에 따른 반죽 및 GF 쌀빵의 물리적 특성 분석

GF 쌀빵 제조 시 첨가되는 수분의 온도 20, 30, 40, 50 및 60°C에 따른 반죽의 비중, 쌀빵의 외관, 부피 지수, 좌우 대칭 및 균등 지수 등 물리적 특성은 Table 3에 나타나 있고, 수분 온도에 따른 쌀빵의 외관 모양 사진은 Fig. 2에 나타나 있다.

쌀빵 제조 시 첨가되는 수분의 온도에 따라 발효 전과 후 반죽의 비중은 유의적 차이가 있었다( $p < 0.01$ ). 발효 전 60°C의 수분을 첨가한 경우, 반죽의 비중이 높았으며, 30°C의 수분을 첨가한 반죽의 비중이 가장 낮았다. 발효 후 수분의 온도에 따른 비중에서도 유의적 차이가 있었으나( $p < 0.01$ ), 발효 전 수분의 온도에 따른 비중의 차이보다 크지 않은 것으로 조사되었으며, 발효 후 반죽의 비중은 발효 전 반죽의 비중의 32~39% 수준이었다.

쌀빵의 외관 특성에서 첨가되는 수분의 온도 50°C일 때 쌀빵의 부피는 1,116, 비용적은 4.18로 가장 높았고, 그 다음으로 수분의 온도 40°C일 때 쌀빵의 부피는 1,050, 비용적은 4.00으로 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 쌀빵의 무게는 첨가되는 수분의 온도에 따른 큰 차이는 없었으나, 수분의 온도 20°C일 때 가장 높게 조사되었다( $p < 0.05$ ). 쌀가루에 활성 글루텐 17%를 첨가하여 상온의 수분 온도로 반죽하여 제조한 쌀빵의 비용적은 3.55로 본 실험의 수분의 온도 20°C일 때의 결과값 3.56과 유사한 것으로 조사되었다(Lee 등 2008).

쌀빵의 부피 지수, 좌우 대칭 및 균등 지수 측정 결과, 부피 지수는 수분의 온도 50°C일 때 25.6으로 가장 높게 나타났고( $p < 0.001$ ), 좌우 대칭 지수는 수분의 온도 60°C일 때 0.58로, 균등 지수는 수분의 온도 40°C일 때 0.16으로 가장 높게 조사되었으나, 유의적 차이는 없었다.

수분 온도별 쌀빵의 모양은 수분의 온도 50°C일 때 다른 실험군에 비해 부피가 크고, 좌우 대칭의 모양이 높고 둥그런

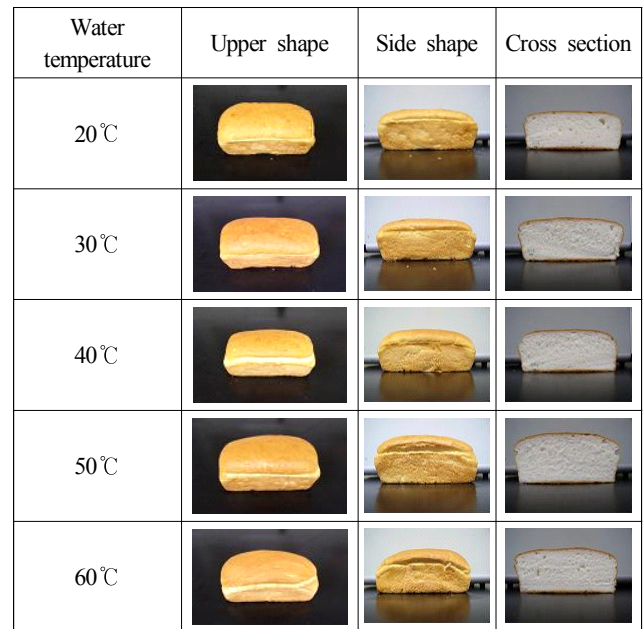


Fig. 2. Effect of water temperature on the shape of gluten-free rice bread.

모양을 보여 주었다. 수분의 온도 60°C일 경우, 좌우 대칭 지수는 높게 나타났으나(Table 3), 수분의 온도 50°C일 때보다 부피가 작은 관계(Table 3)로 비교적 평평한 모양을 볼 수 있었고, 수분의 온도 40°C일 때에서도 마찬가지로 부피가 작고 평평한 모양을 나타내었다. 따라서 쌀빵의 모양에서 첨가하는 수분의 온도 50°C일 때 부피가 가장 크고 단면의 외관이 높으며, 둥그런 모양을 보여 주는 것으로 조사되었다(Fig. 2).

쌀빵 반죽 시 첨가하는 수분 온도별에 따른 쌀빵의 2와 24 시간 저장 후 텍스처 특성 정도, 부착성, 탄성, 응집성 및 씹힘성 등 분석 결과는 Table 4에 나타나 있다. 쌀빵 제조 2시

Table 3. Effect of water temperature on the baking characteristics of gluten-free dough and rice bread

Characteristics <sup>1,2)</sup>	Water temperature					
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	
Specific gravity of dough	Before fermentation <sup>**</sup>	0.99 <sup>bc</sup>	0.95 <sup>c</sup>	1.02 <sup>abc</sup>	1.04 <sup>ab</sup>	1.06 <sup>a</sup>
	After fermentation <sup>**</sup>	0.39 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>
Appearance of bread	Weight (g) <sup>*</sup>	269 <sup>a</sup>	267 <sup>ab</sup>	263 <sup>bc</sup>	267 <sup>ab</sup>	262 <sup>b</sup>
	Volume (mL) <sup>***</sup>	959 <sup>c</sup>	1,024 <sup>b</sup>	1,050 <sup>b</sup>	1,116 <sup>a</sup>	1,022 <sup>b</sup>
	Specific volume (mL/g) <sup>***</sup>	3.56 <sup>c</sup>	3.84 <sup>b</sup>	4.00 <sup>b</sup>	4.18 <sup>a</sup>	3.90 <sup>b</sup>
Volume index <sup>***</sup>	22.8 <sup>c</sup>	23.5 <sup>c</sup>	24.8 <sup>b</sup>	25.6 <sup>a</sup>	23.0 <sup>c</sup>	
Symmetry index	0.43	0.28	0.48	0.32	0.58	
Uniformity index	0.03	0.00	0.16	0.02	0.00	

<sup>1)</sup> Mean of three replications with five repeated measurements per replication.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>\*</sup> Significant at  $p < 0.05$ , <sup>\*\*</sup> Significant at  $p < 0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> Significant at  $p < 0.001$ .

Table 4. Effect of water temperature on the texture characteristics of gluten-free rice bread after 2 and 24 hours

Characteristics <sup>1,2)</sup>	Water temperature					
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	
After 2h	Hardness <sup>***</sup>	379 <sup>a</sup>	319 <sup>b</sup>	279 <sup>c</sup>	275 <sup>c</sup>	363 <sup>b</sup>
	Adhesiveness <sup>***</sup>	-7.61 <sup>b</sup>	-6.99 <sup>b</sup>	-9.71 <sup>b</sup>	-10.05 <sup>b</sup>	-2.47 <sup>a</sup>
	Springiness	0.91	0.91	0.91	0.88	0.84
	Cohesiveness <sup>***</sup>	0.74 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.68 <sup>b</sup>
	Chewiness <sup>***</sup>	257 <sup>a</sup>	218 <sup>b</sup>	192 <sup>bc</sup>	176 <sup>c</sup>	208 <sup>bc</sup>
After 24h	Hardness <sup>*</sup>	834 <sup>ab</sup>	712 <sup>ab</sup>	763 <sup>ab</sup>	636 <sup>b</sup>	892 <sup>a</sup>
	Adhesiveness	2.03	0.01	-2.31	-3.36	-2.05
	Springiness	0.82	0.85	0.83	0.82	0.88
	Cohesiveness	0.45	0.45	0.45	0.47	0.46
	Chewiness <sup>***</sup>	289 <sup>b</sup>	263 <sup>b</sup>	281 <sup>b</sup>	234 <sup>b</sup>	358 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean of three replications with five repeated measurements per replication.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ).

\* Significant at  $p < 0.05$ , \*\*\* Significant at  $p < 0.001$ .

간 저장 후 결과, 반죽 시 첨가된 수분의 온도에 따른 Texture analyzer에 의해 측정된 쌀빵의 경도, 부착성, 응집성 및 씹힘성에 유의적 차이가 있었다( $p < 0.001$ ). 수분의 온도 20°C일 경우, 쌀빵의 측정된 경도 및 씹힘성이 가장 높았고, 수분의 온도 50°C 실험군의 경우, 쌀빵의 경도, 부착성 및 씹힘성이 가장 낮게 측정되었다.

쌀빵 제조 24시간 저장 후 결과, 반죽 시 첨가하는 수분의 온도에 의해 쌀빵의 경도( $p < 0.05$ )와 씹힘성( $p < 0.001$ )에서 유의적인 차이가 있었으며, 50°C 수분을 첨가한 경우, 쌀빵의 경도와 씹힘성이 가장 낮게 나타났다. 특히 60°C 수분을 첨가한 경우, 쌀빵의 경도와 씹힘성이 가장 높게 조사되었다. 쌀빵 제조 2와 24시간 저장 모두에서 첨가하는 수분의 온도 50°C 실험군의 경우에서 경도가 가장 낮게 나타났다.

### 3. 수분 온도에 따른 GF 쌀빵의 관능적 묘사 특성 분석

GF 쌀빵 제조 시 첨가되는 수분의 온도에 따른 쌀빵의 외관, 향, 텍스처, 향미 및 후미 등을 훈련된 관능 패널에 의해 관능적 묘사 특성을 측정하여 비교하였으며, 결과값은 Table 5에 나타나 있다.

관능 패널이 평가한 쌀빵의 외관 특성에서 crust 색과 기공의 크기에서 실험군 간에 유의적 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ ). 쌀빵의 crust 색은 50°C 수분을 첨가한 경우의 쌀빵이 9.31로 가장 높았고, 그 다음은 40°C 수분을 첨가한 경우의 쌀빵이 8.63으로 높게 나타났으며, 쌀빵의 외관 모양 사진 Fig. 2에서도 쌀빵의 crust 색은 50°C 수분을 첨가한 경우의 쌀빵이 가장 진한 것으로 나타났다. 쌀빵 기공의 크기는 30°C 수분을 첨가한 실험군이 가장 크며, 그 다음 20°C 수분을 첨가한 경우의

쌀빵의 순으로 크게 나타났다.

쌀빵의 향 특성에서 짠향에서 50°C 수분을 첨가한 경우의 쌀빵이 가장 높았고( $p < 0.05$ ), 나머지 특성 쌀향, 볶은 쌀가루의 향, 볶은 밀가루의 향, 이스트향, 단향 및 버터향 등에서는 유의적 차이가 없었다. 텍스처 특성에서 탄력성은 50°C 수분을 첨가한 경우의 쌀빵이 가장 낮게 측정되었고( $p < 0.001$ ), 나머지 특성에서는 유의적 차이가 없었다. 쌀빵의 경도에서 50°C 수분을 첨가한 경우의 실험군이 가장 낮게 조사되었다.

쌀빵 제품들의 향미 특성에서 짠맛에서 유의적 차이를 나타내었고( $p < 0.05$ ), 나머지 특성에서는 유의적 차이가 없었다. 쌀빵의 향 특성 짠향과 마찬가지로 50°C 수분을 첨가한 경우의 쌀빵이 가장 높게 나타났다. 쌀빵 제품들의 후미 특성에서도 유의적 차이가 없게 조사되었다.

전문 패널들의 반죽 시 첨가한 수분의 온도에 따른 쌀빵의 정량적 묘사 특성 분석 결과, 쌀빵의 외관과 조직감에서 차이가 있다고 하였다. 패널 요원들은 첨가한 수분의 온도에서 50°C 까지 수분의 온도가 높을수록 쌀빵의 crust의 색이 진하고, 기공의 크기가 적으며, 탄력성과 경도가 낮다고 하였다.

결론적으로 GF 쌀빵 제조 시 첨가하는 수분의 온도가 50°C 일 때 쌀빵의 부피와 비용적은 가장 높았고, 쌀빵의 모양에서도 다른 실험군에 비해 부피가 크고 좌우 대칭의 모양에서 높고 둥그런 모양을 보여 주었다. 그리고 첨가하는 수분의 온도 50°C일 때 기계적 측정에서 쌀빵의 경도와 씹힘성이 가장 낮았으며, 관능적 묘사 특성에서도 경도가 가장 낮게 조사되었다. 향후 쌀빵 제품 수요 증대를 확대하기 위해서 쌀빵 제조 시 첨가하는 수분의 온도 이외에 여러 가지 물리적 공정 개선에 대한 종합적인 연구를 기초로 제빵에 대한 철저한 분

**Table 5. Effect of water temperature on the sensory descriptive analysis of gluten-free rice bread**

Characteristics <sup>1,2)</sup>		Water temperature				
		20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
Appearance	Color of crust <sup>***</sup>	6.66 <sup>c</sup>	6.36 <sup>c</sup>	8.63 <sup>ab</sup>	9.31 <sup>a</sup>	8.13 <sup>b</sup>
	Color of crumb	3.80	3.84	3.47	3.13	3.35
	Air cell size <sup>***</sup>	5.57 <sup>ab</sup>	6.34 <sup>a</sup>	4.72 <sup>b</sup>	4.74 <sup>b</sup>	4.37 <sup>b</sup>
	Air cell uniformity	7.60	7.33	7.60	7.89	8.75
Odor	Rice odor	7.36	7.47	8.00	7.59	8.42
	Roasted rice odor	4.99	5.08	5.24	5.33	4.12
	Roasted flour odor	3.09	3.16	2.75	2.65	1.86
	Yeasty odor	8.42	8.61	8.84	9.01	8.21
	Salty odor <sup>*</sup>	4.46 <sup>ab</sup>	4.52 <sup>ab</sup>	4.46 <sup>ab</sup>	4.92 <sup>a</sup>	3.23 <sup>b</sup>
	Sweet odor	3.60	3.89	3.94	3.33	2.96
	Butter odor	2.40	2.36	2.18	2.07	1.66
	Springiness <sup>***</sup>	7.83 <sup>a</sup>	7.34 <sup>a</sup>	6.44 <sup>ab</sup>	5.49 <sup>b</sup>	7.44 <sup>a</sup>
Texture	Moistness	8.59	9.25	9.00	8.94	8.44
	Hardness	6.39	5.99	6.00	5.98	6.53
	Adhesiveness	6.46	6.40	6.64	6.70	6.32
	Cohesiveness	7.32	7.35	7.56	7.50	7.59
	Chewiness	7.92	7.39	7.86	7.58	7.25
	Fracturability	5.74	6.13	5.43	5.43	6.63
	Flavor	Cooked rice flavor	8.22	7.97	8.40	8.47
Roasted rice flavor		5.15	5.48	5.40	5.23	3.89
Cooked flour flavor		3.03	2.94	3.23	3.31	2.68
Yeasty flavor		7.44	7.91	8.16	8.72	8.04
Sweetness		6.10	5.21	5.36	5.01	3.90
Bitterness		2.59	2.85	2.90	3.17	1.79
Salty <sup>*</sup>		3.25 <sup>ab</sup>	3.52 <sup>a</sup>	3.64 <sup>a</sup>	4.08 <sup>a</sup>	2.32 <sup>b</sup>
Egg taste		2.19	2.02	1.87	1.93	1.41
Butter taste		2.28	2.10	2.08	2.11	1.54
Milk taste		2.78	2.66	2.50	2.34	1.90
Aftertaste	Fermentation off odor	6.44	6.94	7.24	7.64	7.16
	Sweet aftertaste	4.32	4.66	4.45	4.12	3.62
	Mouth coating	3.17	3.00	3.37	3.01	2.36
	Roasted flour aftertaste	3.18	2.71	3.24	2.79	2.46
	Powdery mouthfeel aftertaste	4.80	4.83	5.04	4.88	4.49

<sup>1)</sup> Mean values of three replicates with 14 panels measurements; 0=none, 15=extremely.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>\*</sup> Significant at  $p<0.05$ , <sup>\*\*\*</sup> Significant at  $p<0.001$ .

석을 하여 밀가루 빵과 차별화된 쌀 가공제품의 다양화 및 제품의 개발의 필요성이 절실히 요구된다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 GF 쌀빵의 적합한 적정제조 조건 확립을 위해 쌀빵 제조 시 첨가되는 수분의 온도 20, 30, 40, 50 및 60°C에 따른 쌀빵의 제빵 특성을 조사하기 위하여 수분의 온도에 따른 반죽의 온도 변화 및 비중, 쌀빵의 외관, 텍스처

및 관능적 묘사 특성을 측정하여 비교 분석하였다. 쌀빵 제조 시 첨가되는 수분의 온도와 반죽 교반 시간 1~10분 동안에 따른 반죽의 온도 변화에서 수분의 온도 30, 40 및 50°C에서 반죽 시간이 길수록 초기의 반죽의 온도에 근접하는 경향을 보여 주었다. 수분의 온도에 따라 발효 전과 후 반죽의 비중은 유의적 차이가 있었다( $p<0.01$ ). 발효 전 60°C의 수분을 첨가한 경우, 반죽의 비중이 높았으며, 발효 후 반죽의 비중은 발효 전 반죽의 비중의 32~39% 수준이었다. 쌀빵의 외관 특성에서 첨가되는 수분의 온도 50°C일 때 쌀빵의 부피는 1,116, 비용적은 4.18로 가장 높게 나타났으며( $p<0.001$ ), 쌀빵의 모양에서도 수분의 온도 50°C일 때 부피가 가장 크고 외관이 높으며, 둥그런 모양을 보여 주었다. 쌀빵 제조 24시간 저장 후 결과, 반죽 시 첨가하는 수분의 온도에 의해 쌀빵의 경도( $p<0.05$ )와 씹힘성( $p<0.001$ )에서 유의적인 차이가 있었으며, 쌀빵 제조 2와 24시간 저장 시 수분의 온도 50°C 실험군에서 경도와 씹힘성이 가장 낮게 나타났다. 훈련된 관능 패널들의 반죽 시 첨가한 수분의 온도에 따른 쌀빵의 정량적 묘사 특성 분석 결과, 쌀빵의 외관과 조직감에서 차이가 있다고 하였다. 패널 요원들은 첨가한 수분의 온도에서 50°C까지 수분의 온도가 높을수록 쌀빵의 crust의 색이 진하고, 기공의 크기가 적으며, 탄력성과 경도가 낮다고 하였다. 결론적으로 GF 쌀빵 제조 시 첨가하는 수분의 온도가 50°C일 때 쌀빵의 부피와 비용적은 가장 높았고, 쌀빵의 모양에서도 다른 실험군에 비해 부피가 크고, 좌우 대칭의 모양에서 높고 둥그런 모양을 보여 주었다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원의 고부가가치 식품기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

## References

- AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. 10<sup>th</sup> ed. Methods 10-05 and 10-91. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA
- Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technol* 32: 62-72
- Caballero PA, Gomez M, Rosell CM. 2007. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *J Food Eng* 81:42-53
- Cross HR, Moen R, Stanfield MS. 1978. Training and testing judges for sensory analysis of meat quality. *Food Technol* 32:48-54
- Gujral HS, Rosell CM. 2004. Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Res Int* 37: 75-81
- Kim GE, Lee YT. 2009. Combined effects of vital gluten, gum, emulsifier, and enzyme on the properties of rice bread. *Food Eng Prog* 13:320-325
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. 1993. Sensory Evaluation Method and Application. pp.161-169. Sinkwang. Seoul. Korea
- Kim SS, Chung HY 2015a. Baking properties of gluten-free rice bread with different percentages of corn starch and waxy corn starch. *Korean J Food & Nutr* 28:586-593
- Kim SS, Chung HY 2015b. Effects of mixing speed and time on the dynamics viscoelasticity of dough and the baking properties of gluten-free rice bread. *Korean J Food & Nutr* 28:1011-1018
- Kim SS, Kim DC, Kim WO, Kim H, Park JH. 2009. Development of novel rice bakery products with high quality. Agricultural Research Promotion Center. Seoul. Korea
- Kulp K, Hepburn FN, Lehmann TA. 1974. Preparation of bread without gluten. *Baker's Digest* 42:24-27
- Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N, Biliaderis CG. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *J Food Eng* 79:1033-1047
- Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Kim SM. 2001. Effect of gums added in making frozen dough on the characteristics of bread-making. *Korean J Food Sci Technol* 33:190-194
- Lee MH. 2007. Effects of food gums, emulsifiers, and enzymes on the quality characteristics of rice breads. MS Thesis. Kyungwon University, Seongnam, Korea
- Lee MH, Chang HG, Lee YT. 2008. Effects of enzymes and emulsifiers on the loaf volume and crumb hardness of rice breads. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:761-766
- Lee MJ, Mok CK, Chang HG. 1999. Effect of sucrose-fatty acid ester on baking properties of white bread. *Korean J Food Sci Technol* 31:994-998
- Shin SK, Lee SW, Lee SJ, Joo NY, Choi NS. 2008. Food Processing & Preservation. pp.219. Powerbook. Seoul. Korea
- Stone H, Sidel JL. 1985. Descriptive Analysis. In: Sensory Evaluation Practices. pp.194. Academic press. Orlando. FL. USA

Received 21 July, 2017

Revised 28 August, 2017

Accepted 20 September, 2017