

옥수수 전분과 찰옥수수 전분 첨가 비율에 따른 Gluten-free 제빵 특성

김 상 숙 · †정 혜 영*

한국식품연구원 감각인지연구단, *가천대학교 식품영양학과

Baking Properties of Gluten-free Rice Bread with Different Percentages of Corn Starch and Waxy Corn Starch

Sang Sook Kim and †Hae Young Chung*

Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Gachon University, Seongnam 461-701, Korea

Abstract

The baking properties of gluten-free rice bread with different percentages of corn starch and waxy corn starch were investigated. The specific gravity and color (L, a, b) of the dough as well as the appearance, color (L, a, b) and texture of the rice bread were analyzed. Replacement of rice flour with 1, 2.5, 5, 7.5 and 10% corn starch did not have a significant effect on the specific gravity and color of the dough. The volume and specific volume of the rice bread showed an increasing trend as the amount of added corn starch increased. The chewiness, gumminess and hardness of the rice bread showed a decreasing trend as the amount of added corn starch increased. Replacement of rice flour with 1, 5 and 10% waxy corn starch did not have a significant effect on the specific gravity and color of the dough. The color of the rice bread showed an increasing trend as the amount of added waxy corn starch increased. These results suggest that replacement of rice flour with 7.5% corn starch or 1% waxy corn starch is effective for gluten-free rice bread.

Key words: gluten-free rice bread, corn starch, waxy corn starch, appearance, color, texture properties

서 론

탄수화물의 급원인 쌀은 우리나라 사람의 주식으로 가장 많이 이용되고 있으며, 하루 칼로리 섭취량의 30% 이상을 차지하고 있다(Choi 등 2011). 그러나 최근 쌀의 소비는 식생활의 간편화, 식생활의 서구화, 인스턴트 식품 소비 증가, 체중 조절 및 아침 결식 등에 따른 식사패턴의 변화로 점차로 감소하고 있다(Kim YN 2002; Cho 등 2004). 따라서 전체 쌀 소비량 증대를 위해서 가공용 수요가 많은 밥, 떡, 면류 및 주류의 이용 증진을 위한 노력이 꾸준히 계속되어야 하겠지만, 그 외에 쌀을 이용한 베이커리 제품과 같은 다양한 쌀 가공식품의 개발이 필요하다.

쌀 베이커리 제품인 쌀빵에 대한 연구들(Kang 등 1997a;

Kang 등 1997b; Kang & Nam 1999; Kang & Han 2000; Lee & Lee 2006; Lee MH 2007; Lee 등 2008; Kim & Lee 2009a; Kim & Lee 2009b; Choi ID 2010; Im & Lee 2010; Lee YT 2011)에서 쌀가루를 대체한 식빵의 경우 최대 30%까지 쌀가루를 대체하여도 빵 품질에 유의적 차이가 없었으며(Choi ID 2010), 백미 또는 현미로 만든 쌀빵의 특성에서 현미의 경우에는 일반성분과 쌀빵의 특성 간에 유의적 차이가 없었으나, 백미의 경우에는 단백질 함량이 낮을수록 촉촉한 쌀빵이 되었고, 지질 함량이 높을수록 탄력성이 적은 쌀빵이 되었다고 하였다(Kang 등 1997a). 그리고 쌀가루를 제분하기 위해 사용되는 제분기의 종류 및 제분 방법은 쌀가루의 기능성에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Nishita & Bean 1981; Bean MM 1986; Park 등 1988; Kum 등 1993). 이와 같이 쌀가루의 종류,

† Corresponding author: Hae Young Chung, Dept. of Food and Nutrition, Gachon University, Seongnam 461-701, Korea. Tel: +82-31-750-5970, Fax: +82-31-750-5974, E-mail: hychung@gachon.ac.kr

함량 및 제조방법에 따른 쌀빵의 특성에 대해 연구된 바 있으나, 쌀가루에 다른 전분을 첨가하거나, 첨가 비율을 달리하여 제조한 쌀빵의 차이를 분석한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 전체 쌀가루 함량에 옥수수 전분, 찰옥수수 전분 및 타피오카 전분을 20% 수준으로 대체하여 제조한 gluten-free 쌀빵의 특성을 조사하였고, 또한 국내산 전분의 소량 첨가에 의한 효과를 조사하기 위해 옥수수 전분은 쌀가루 함량의 1%, 2.5%, 5%, 7.5% 및 10% 수준으로, 아밀로펙틴의 함량이 많은 찰옥수수 전분은 쌀가루 함량의 1%, 5% 및 10% 수준으로 대체하여 제조한 gluten-free 쌀빵의 특성을 조사 비교하여 쌀 소비 촉진을 위한 기초 자료로 사용되고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 gluten-free 쌀빵의 제조에 사용된 쌀가루는 (주)대두식품(Gunsan, Korea), 옥수수 전분과 찰옥수수 전분은 삼양제넥스(Seoul, Korea), 타피오카 전분은 (주)대명제분(Kyunggi Pochon, Korea)에서, 그 외에 사용된 쌀빵의 재료는 설탕과 기름은 (주)CJ(Seoul, Korea), 난백 파우더는 (주)풍림푸드(Jincheon, Korea), 탈지분유는 (주)서울우유(Seoul, Korea), HPMC는 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), CMC는 고려 CMC(Nonsan, Korea), hemicellulase는 Novozymes(Bagsverd, Denmark)에서 구입하여 사용하였다.

2. 반죽의 비중 및 색도 측정

반죽의 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter값인 L(lightness), a(redness) 및 b(yellow-ness)값으로 측정하였다. 이때 사용한 표준판은 L=92.67, a=0.83, and b=0.86의 값을 가진 백색판이었다. 반죽의 발효 전 후 비중은 AACC method 10-15(2000)에 의해 측정되었다.

3. Gluten-free 쌀빵의 제조

옥수수 전분, 찰옥수수 전분 및 타피오카 전분을 쌀가루 20% 수준으로 대체하여 gluten-free 쌀빵을 제조하여 조사하였고, 쌀가루에 옥수수 및 찰옥수수 전분의 첨가 수준별 gluten-free 제빵 특성 실험을 위해 옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 1%, 2.5%, 5%, 7.5% 및 10% 수준으로 대체하였고, 찰옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 1%, 5% 및 10% 수준으로 대체하여, Kim 등(2009)의 방법에 의해 쌀빵을 제조하여 실험을 수행하였다. 제빵에 사용된 건조 재료의 배합비율은 Table

1과 같다. 건조 재료를 Hobart mixer(K5SS, Kitchenaid, Benton Harbor, MI, USA)를 사용하여 speed 1에서 30초 동안 혼합한 후, 건조 재료에 물(90%, rice flour and corn starch weight basis percentage)과 기름(8%, rice flour and corn starch weight basis percentage)을 가하여 speed 2에서 90초간 혼합하고, 다시 speed 6에서 10분간 혼합하였다. 혼합물 300 g을 팬(170×80×50 mm)에 분할하고, 온도 35°C, 상대습도 80~95%에서 60분간 발효시킨다. 170°C로 예열한 오븐(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)에서 30분간 굽기를 하였다.

4. Gluten-free 쌀빵의 비용적 및 색도 측정

쌀빵의 비용적 및 색도 특성은 구운 후 1시간 동안 방냉시킨 다음 측정하였다. 쌀빵의 비용적(mL/g)은 쌀빵의 부피(mL)를 무게(g)로 나누어 계산하였으며, 쌀빵의 부피(mL)는 AACC method 10-05(2000)에 의한 종자치환법으로 측정하였다. 쌀빵의 빵겉질 crust과 빵살 crumb의 색도는 원통형 지름×높이(40×10 mm) 용기에 담아 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다.

5. Gluten-free 쌀빵의 텍스처 특성

쌀빵의 텍스처 특성은 Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 Bourne MC(1978)에 의해 기술된 방법으로 분석하였다. TPA(texture profile analysis) 방법으로 3회 반복(5회 측정/실험), 총 15회 측정하여 평균값으로 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 부착성(adhesiveness), 파쇄성(fracturability) 및 경도(hardness) 값을 구하였다. 이때 쌀빵은 가로×세로×높이(25×25×20 mm) 크기로 하고, two bite(50%) compression test, load cell 5 kg, plunger 지름은 35 mm, crosshead speed는 1.7 mm/sec로 측정하였다.

6. 통계분석

본 실험은 3회 반복 실험하였으며, 실험군간 차이검증은 SAS (Statistical Analysis System, ver. 8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석을 실시하였다. 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. 옥수수 전분, 찰옥수수 전분 및 타피오카 전분 20% 첨가 Gluten-free 쌀빵 특성

본 연구에서는 옥수수 전분, 찰옥수수 전분 및 타피오카

전분을 쌀가루 20% 수준으로 대체하여 제조한 gluten-free 쌀빵의 특성을 조사하기 위하여 Table 1의 배합 비율에 따라 쌀빵을 제조하였다. 쌀빵 제조 전 반죽의 비중 및 색도, 제조한 쌀빵의 외관, 색도 및 탄성, 응집성, 씹힘성, 검성, 부착성, 파쇄성 및 경도 등 텍스처 특성을 측정하여 비교하였으며, 결과 값은 Table 2에 나타나 있다.

쌀빵 제조 전 반죽의 특성에서는 옥수수 전분, 찰옥수수 전분 및 타피오카 전분 20% 대체한 경우 발효 전과 후의 비중에는 큰 차이가 없었다. 반죽의 색도 L, a 및 b값에서 타피오카 전분 20% 대체한 반죽의 경우 다른 전분의 반죽에 비해 값이 낮게 나타났다.

쌀빵의 특성에서 비용적의 경우, 찰옥수수 전분을 쌀가루 20% 수준으로 대체하여 제조한 gluten-free 쌀빵이 다른 전분으로 대체한 경우보다 그 값이 작았다. 쌀빵의 색도 분석에서는 L, a와 b값에서 각각 유의적인 차이를 보였으며, 옥수수 전분 20% 대체 첨가된 쌀빵의 경우, crust의 a값이 높은 경향이 있었고, 타피오카 전분 20% 대체 첨가된 쌀빵의 경우 crust의 L값과 b값이 높게 나타났다. 쌀빵의 crumb의 색도에서는 옥수수와 찰옥수수 전분 두 가지 경우에서 큰 차이가 없었으며, 타피오카 전분 첨가 쌀빵의 경우 다른 전분의 쌀빵에 비해 crumb의 L값이 높고, b값이 낮은 관계로 다른 전분에 비해 색이 하얀 쌀빵을 제조할 수 있을 것으로 조사되었다. 쌀빵의 텍스처 특성에서 씹힘성, 검성, 부착성 및 경도 등에서 시료 간에 유의적인 차이가 있었다. 찰옥수수 전분 20% 대체 쌀빵의 경우가 옥수수 전분과 타피오카 전분 20% 대체 쌀빵에 비해 씹힘성, 검성 및 경도가 높게 나타났다.

제조된 gluten-free 쌀빵의 모양은 Fig. 1에 나타나 있다. 찰옥수수와 타피오카 전분 20% 대체 쌀빵의 경우가 옥수수 전분 20% 대체 쌀빵의 경우보다 무게와 부피가 작은 경향이 있으며, 쌀빵의 중간이 꺼진 모습을 보여 주었다. 세 종류의 전분 20% 대체 쌀빵의 경우 옥수수, 찰옥수수 및 타피오카 전분 중 옥수수 전분이 제빵에 가장 적합한 것으로 조사되었다.

이와 같은 결과로 이들 중 타피오카 전분은 수입산이고, 쌀빵의 비용적에 큰 차이가 없으므로 손쉽게 구할 수 있는 국내산 옥수수 전분과 찰옥수수 전분을 가지고 20% 보다 적은 첨가 비율로 옥수수 전분은 1, 2.5, 5, 7.5 및 10%로, 아밀로펙틴의 함량이 많은 찰옥수수 전분은 1, 5 및 10% 수준으로 대체한 gluten-free 쌀빵을 만들어 첨가 비율별 특성을 조사하는 것이 적절하다고 판단되었다.

2. 옥수수 전분 1%, 2.5%, 5%, 7.5% 및 10% 첨가 비율 별 Gluten-free 쌀빵 특성

옥수수 전분 소량 첨가 비율별에 의한 gluten-free 쌀빵의 특성을 조사하기 위하여 옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 1%(99:1), 2.5%(97.5:2.5), 5%(95:5), 7.5%(92.5:7.5) 및 10%(90:10) 수준으로 대체하여 나머지는 Table 1의 배합 비율에 따라 gluten-free 쌀빵을 제조하였다. 쌀빵을 제조하였으며, 쌀빵 제조 전 반죽의 비중 및 색도, 제조한 쌀빵의 외관, 색도 및 텍스처 특성은 Table 3에 나타나 있다.

옥수수 전분을 1, 2.5, 5, 7.5 및 10% 수준으로 대체하였을 때 반죽의 발효 전 후 비중, 색도 L, a 및 b값에는 유의적인 차이가 없었으며, 본 실험 조건 gluten-free 쌀빵의 외관 특성

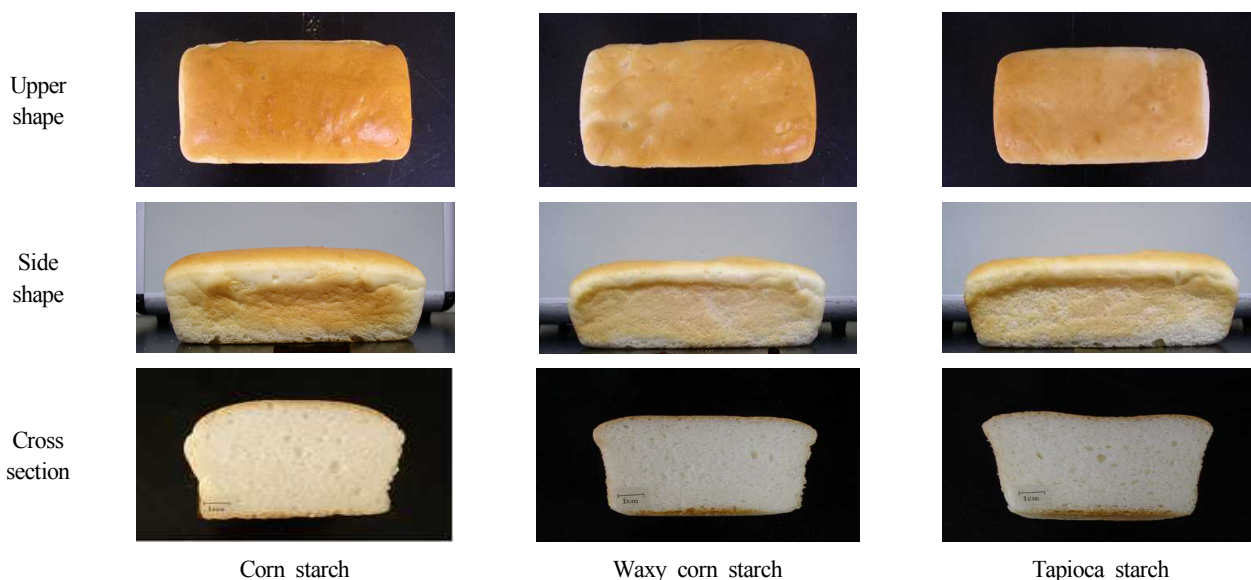


Fig. 1. Upper shape, side shape and cross section of gluten-free rice bread added 20% corn starch, waxy corn starch and tapioca starch.

Table 1. Formula for gluten-free rice bread added 20% corn starch

Ingredients	Amount(% , rice flour and corn starch weight basis percentage)
Rice flour	80
Corn starch	20
Sugar	10.7
Egg white	3
Nonfat dry milk	3
HPMC(hydroxypropyl methyl cellulose)	3
Salt	2
Yeast	1.5
Emulsifier	1
CMC(carboxymethyl cellulose)	0.29
Hemicellulase	0.018

에는 옥수수 전분 대체 비율이 높아질수록 쌀빵의 부피와 비용적이 증가하는 경향을 보여주었다.

쌀빵의 색도 분석에서는 옥수수 전분 비율이 높아질수록 쌀빵 crust 색도 L값과 b값이 증가하는 반면, a값은 감소하는 경향을 보여준 반면 crumb에서는 b값을 제외한 색도에서 차이가 없었다. 옥수수 전분의 함량이 증가할수록 crumb 색도 b값은 감소하는 경향이 있었다.

쌀빵의 텍스처 특성에서 씹힘성, 검성 및 경도는 옥수수 전분의 함량이 증가할수록 감소하는 경향이 있었으며, 부피가 큰 쌀빵의 경우 경도가 낮은 경향이 있었고, 경도가 낮은 경우 씹힘성과 검성이 낮은 경향을 나타내었다. 이들 결과로 옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 7.5%와 10% 수준으로 대체하여 제조한 쌀빵이 비용적이 크고, 경도가 낮아, gluten-free 쌀빵 제조에 비교적 적절한 비율로 조사되었다.

옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 1, 2.5, 5, 7.5 및 10% 수준으로 대체하여 제조한 gluten-free 쌀빵의 25℃에서 24시간과 48시간 저장 후 texture analyzer에 의한 텍스처 특성 탄성, 응집성, 씹힘성, 검성, 부착성, 파쇄성 및 경도 등 분석 결과는 Table 4에 나타나 있다. 옥수수 전분 사용 1%, 2.5%, 5%, 7.5% 및 10%에 따른 쌀빵의 저장 중 텍스처 특성 결과, 저장 24시간과 48시간 저장 후 옥수수 전분 사용 비율이 높아질수록 경도가 낮은 경향이 있었으며, 경도가 낮은 경우 씹힘성과 검성이 낮은 경향이 있었다. 따라서 옥수수 전분 첨가 비율별에 의한 gluten-free 쌀빵의 특성에서 옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 7.5% 첨가에 의해 경도가 낮은 것으로 나타나, gluten-free 쌀빵 제조에 효과를 낼 수 있는 것으로 조사되었다.

Table 2. Characteristics of gluten-free rice dough and bread added 20% corn starch, waxy corn starch and tapioca starch

Characteristics ^{1,2)}		Rice flour : corn starch	Rice flour : waxy corn starch	Rice flour : tapioca starch	
		80:20	80:20	80:20	
Specific gravity of dough	Before fermentation	1.17	1.16	1.20	
	After fermentation	0.56	0.53	0.62	
Color of dough	L*	92.9 ^a	92.1 ^{ab}	91.6 ^b	
	a***	-0.37 ^c	-0.20 ^b	-0.08 ^a	
	b***	10.3 ^b	10.4 ^a	9.93 ^c	
Appearance of bread	Weight (g)	288	285	283	
	Volume (mL)	803	753	775	
	Specific volume(mL/g)	2.80	2.63	2.73	
Color of bread	L*	55.3 ^b	60.1 ^a	60.7 ^a	
	Crust	a**	19.9 ^a	16.4 ^b	17.1 ^b
		b**	39.7 ^b	39.6 ^b	40.8 ^a
	L	78.5	78.4	80.55	
	Crumb	a	-0.96	-0.89	-0.78
		b*	9.56 ^a	9.28 ^a	8.46 ^b
Texture of bread	Springiness	0.84	0.92	0.86	
	Cohesiveness	0.41	0.46	0.42	
	Chewiness**	281 ^b	534 ^a	303 ^b	
	Gumminess**	336 ^b	581 ^a	354 ^b	
	Adhesiveness*	6.39 ^a	5.49 ^a	-0.87 ^b	
	Fracturability	10.3	8.98	18.1	
	Hardness***	824 ^b	1,262 ^a	850 ^b	

1) Mean of three replications with five repeated measurements per replication.

2) Values with different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$). *Significant at $p < 0.05$, **Significant at $p < 0.01$, ***Significant at $p < 0.001$.

3. 찰옥수수 전분 1%, 5% 및 10% 첨가 비율별 Gluten-free 쌀빵 특성

찰옥수수 전분 소량 첨가에 의한 gluten-free 쌀빵의 특성을 조사하기 위하여 옥수수보다 아밀로펙틴의 함량이 많은 관계로 옥수수 전분 함량과 다르게 찰옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 1%(99:1), 5%(95:5) 및 10%(90:10) 수준으로 대체하여 나머지는 Table 1의 배합 비율에 따라 gluten-free 쌀빵을 제조하였다. 쌀빵 제조 전 반죽의 비중 및 색도, 제조한 쌀빵의 외관, 색도 및 텍스처 특성은 Table 5에 나타나 있다.

찰옥수수 전분을 1, 5 및 10% 수준으로 대체하였을 때 반

Table 3. Characteristics of gluten-free rice dough and bread added 1%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10% corn starch

Characteristics ^{1,2)}		Rice flour : corn starch					
		99:1	97.5:2.5	95:5	92.5:7.5	90:10	
Specific gravity of dough	Before fermentation	1.19	1.20	1.23	1.21	1.20	
	After fermentation	0.67	0.60	0.60	0.60	0.62	
Color of dough	L	92.3	92.7	92.7	92.7	91.4	
	a	-0.23	-0.27	-0.29	-0.33	-0.21	
	b	10.1	10.1	9.85	9.89	9.76	
Appearance of bread	Weight(g)	278	278	278	282	280	
	Volume(mL)**	785 ^{bc}	790 ^{bc}	798 ^{bc}	845 ^{ab}	870 ^a	
	Specific volume(mL/g)*	2.82 ^{bc}	2.84 ^{bc}	2.87 ^{bc}	3.00 ^{ab}	3.10 ^a	
Color of bread	Crust	L***	50.7 ^c	53.2 ^{bc}	55.3 ^b	56.1 ^b	60.4 ^a
		a**	20.0 ^a	18.4 ^a	18.8 ^a	17.2 ^a	14.7 ^b
		b***	37.1 ^b	38.7 ^a	39.6 ^a	39.0 ^a	39.1 ^a
	Crumb	L	78.0	79.8	77.7	80.7	79.8
		a	-0.99	-1.02	-1.03	-1.17	-1.02
		b***	9.55 ^a	9.34 ^a	8.81 ^b	8.57 ^b	8.84 ^b
Texture of bread	Springiness	0.93	0.92	0.94	0.94	0.93	
	Cohesiveness	0.65	0.65	0.69	0.73	0.66	
	Chewiness***	393 ^a	381 ^a	276 ^{bc}	248 ^{cd}	231 ^d	
	Gumminess***	423 ^a	414 ^a	293 ^{bc}	263 ^c	250 ^c	
	Adhesiveness	5.81	1.23	2.15	3.54	2.08	
	Fracturability	9.04	11.0	9.21	8.54	9.06	
	Hardness***	646 ^a	634 ^a	423 ^{bc}	361 ^c	378 ^c	

¹⁾ Mean of three replications with five repeated measurements per replication.

²⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$). *Significant at $p < 0.05$, **Significant at $p < 0.01$, ***Significant at $p < 0.001$.

죽의 발효 전 후 비중, 색도 L, a 및 b값에는 차이가 없었으며, 본 실험 조건 쌀빵의 외관 특성에는 1% 찰옥수수 전분 대체 쌀빵의 부피가 다소 크게 나타났다. 그리고 찰옥수수 전분 첨가 비율이 증가에 따라 비용적은 줄어드는 경향이 있었다. 찰옥수수 전분을 1, 5 및 10% 수준으로 대체하였을 때, 쌀빵의 색도 분석에서는 찰옥수수 전분의 함량이 높아질수록 쌀빵 crumb의 L, a 및 b값과 쌀빵 crust의 a값과 b값이 높아지는 경향을 보여주었다. 쌀빵의 텍스처 특성에서는 큰 차이는 없었으며, 찰옥수수 전분 1% 대체 쌀빵의 경도가 가장 낮게 나타났다.

찰옥수수 전분 함량을 쌀가루 함량의 1, 5 및 10% 수준으로 대체하여 제조한 쌀빵의 25°C에서 24시간과 48시간 저장 후 texture analyzer에 의한 텍스처 특성 탄성, 응집성, 씹힘성, 검성, 부착성, 파쇄성 및 경도 등 분석 결과는 Table 6에 나타나 있다. 제조한 gluten-free 쌀빵의 저장 중 텍스처 특성 결과, 저장 24시간 후 찰옥수수 전분 10% 대체 쌀빵에서는 탄성이

다른 쌀빵에 비해 낮았으며, 1% 대체 쌀빵의 씹힘성과 경도가 낮게 나타났다. 저장 48시간 후 모든 텍스처 특성에서 세 시료 간 유의적인 차이가 없었으나, 찰옥수수 전분 1% 대체 쌀빵의 경도가 5%와 10% 대체 쌀빵에 비해 경도가 가장 낮게 나타났다. 따라서 찰옥수수 전분 첨가 비율별에 의한 gluten-free 쌀빵의 특성에서 찰옥수수 전분 첨가 비율 1% 첨가에 의해 경도가 낮은 것으로 나타났고, gluten-free 쌀빵 제조에 효과를 낼 수 있는 것으로 조사되었다.

결론적으로 세 종류의 전분 20% 대체 쌀빵의 경우, 옥수수, 찰옥수수 및 타피오카 전분 중 옥수수 전분이 gluten-free 제빵에 가장 적합한 것으로 조사되었고, 국내산 옥수수와 찰옥수수 전분을 20%보다 적은 첨가 비율로 쌀빵을 만들어 조사하였을 때 옥수수 전분 첨가 비율은 쌀가루 함량의 7.5% 첨가에 의해, 찰옥수수 전분 첨가 비율은 쌀가루 함량의 1% 첨가에 의해 gluten-free 쌀빵 제조에 효과를 낼 수 있는 것으로 조사되었다. 그리고 gluten-free 쌀빵의 경우, 저장 기간이 경

Table 4. Texture characteristics of gluten-free rice bread added 1%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10% corn starch after 24 and 48 hours

Characteristics ^{1,2)}	Rice flour : corn starch						
	99:1	97.5:2.5	95:5	92.5:7.5	90:10		
After 24 hours	Springiness	0.89	0.89	0.83	0.79	0.82	
	Cohesiveness	0.47	0.45	0.39	0.35	0.38	
	Chewiness ^{***}	579 ^a	447 ^{ab}	292 ^{bc}	149 ^c	223 ^c	
	Gumminess ^{***}	651 ^a	499 ^{ab}	347 ^{bc}	188 ^c	269 ^c	
	Adhesiveness	2.09	6.09	-136	-129	7.03	
	Fracturability	10.9	9.68	31.7	28.3	8.65	
	Hardness ^{***}	1,389 ^a	1,115 ^b	896 ^c	544 ^c	709 ^d	
	After 48 hours	Springiness	0.81	0.79	0.75	0.77	0.76
		Cohesiveness	0.27	0.37	0.30	0.24	0.23
		Chewiness ^{***}	393 ^{ab}	370 ^{ab}	345 ^{ab}	203 ^b	184 ^b
Gumminess ^{***}		498	464	465	263	239	
Adhesiveness		7.38 ^{ab}	7.33 ^{ab}	6.15 ^b	12.2 ^{ab}	13.5 ^a	
Fracturability		10.7	9.1	11.3	430	312	
Hardness ^{***}	1,862 ^{ab}	1,256 ^{bc}	1,460 ^{abc}	1,083 ^c	1,036 ^c		

¹⁾ Mean of three replications with five repeated measurements per replication.

²⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$). ***Significant at $p < 0.001$.

과함에 따라 경도가 증가하여 단단해지는 특성이 있는 것으로 나타나며, 이러한 특성은 gluten-free 쌀빵에서 보완되어야 할 특성으로 판단되고, 쌀 가공제품의 다양화 및 소비확대 측면에서 적극적인 연구 및 품질 개선이 절실히 요구된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 옥수수, 찰옥수수 및 타피오카 전분을 쌀가루 20% 수준으로 대체하여 제조한 gluten-free 쌀빵의 특성을 조사하기 위하여 반죽의 비중 및 색도, 쌀빵의 외관, 색도 및 텍스처 특성을 측정하여 비교 분석하였다. 전분 20% 대체 쌀빵의 경우 옥수수, 찰옥수수 및 타피오카 전분 중 옥수수 전분이 gluten-free 제빵에 가장 적합한 것으로 조사되었다. 소량 첨가 비율별에 의한 쌀빵의 특성을 조사하기 위하여 옥수수 전분을 1, 2.5, 5, 7.5 및 10% 수준으로 대체하였을 때 반죽의 비중과 색도는 유의적인 차이가 없었으며, 옥수수 전분 대체 비율이 높아질수록 쌀빵의 부피와 비용적이 증가하였고, 텍스처 특성에서 씹힘성, 감성 및 경도는 감소하는 경향이 있었다. 24시간과 48시간 저장 후 텍스처 특성 결과 옥수수 전분 사용 비율이 높아질수록 경도가 낮은 경향이 있었으며, 옥

Table 5. Characteristics of gluten-free rice dough and bread added 1%, 5% and 10% waxy corn starch

Characteristics ^{1,2)}	Rice flour : waxy corn starch	Rice flour :			
		99:1	95:5	90:10	
Specific gravity of dough	Before fermentation	1.16	1.19	1.14	
	After fermentation	0.54	0.52	0.59	
Color of dough	L	92.6	93.0	92.8	
	a	-0.23	-0.28	-0.24	
	b	9.83	10.0	10.2	
Appearance of bread	Weight(g)	278	282	281	
	Volume(mL)*	855 ^a	795 ^b	833 ^a	
	Specific volume(mL/g)*	3.07 ^a	2.81 ^b	2.96 ^{ab}	
Color of bread	L	56.0	56.7	58.6	
	Crust	a ^{***}	12.4 ^b	17.1 ^a	17.4 ^a
		b*	34.7 ^b	39.4 ^a	40.4 ^a
	L*	L*	79.9 ^{ab}	78.4 ^b	81.5 ^a
		Crumb	a ^{**}	-1.12 ^b	-0.99 ^a
	b ^{***}	8.69 ^c	9.65 ^b	10.3 ^a	
Texture of bread	Springiness	0.95	0.91	0.92	
	Cohesiveness	0.71	0.69	0.72	
	Chewiness	204	251	231	
	Gumminess	215	275	252	
	Adhesiveness	2.65	-0.14	-0.81	
	Fracturability	8.85	7.14	8.20	
	Hardness	304	398	350	

¹⁾ Mean of three replications with five repeated measurements per replication.

²⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$). *Significant at $p < 0.05$, **Significant at $p < 0.01$, ***Significant at $p < 0.001$.

수수 전분은 쌀가루 함량의 7.5% 첨가에 의해 gluten-free 쌀빵 제조에 효과를 낼 수 있는 것으로 조사되었다. 찰옥수수 전분을 1, 5 및 10% 수준으로 대체하였을 때, 첨가 비율의 증가에 따라 쌀빵의 비용적은 감소, 색도는 증가하였으며, 찰옥수수 전분 1% 대체 쌀빵의 경도가 가장 낮게 나타났다. 24시간과 48시간 저장 후 쌀빵의 텍스처 특성 결과, 찰옥수수 전분 1% 대체 쌀빵의 경도가 5%와 10% 대체 쌀빵에 비해 낮은 경향을 보여주어, 찰옥수수 전분은 쌀가루 함량의 1% 첨가에 의해 gluten-free 쌀빵 제조에 효과를 낼 수 있는 것으로 조사되었다. 결론적으로 gluten-free 쌀빵 제조 시 옥수수 전분 첨가 비율은 7.5%, 찰옥수수 전분 첨가 비율은 1% 첨가에 의해 gluten-free 쌀빵 제조에 효과를 낼 수 있는 것으로 조사되었

Table 6. Texture characteristics of gluten-free rice bread added 1%, 5% and 10% waxy corn starch after 24 and 48 hours

Characteristics ^{1,2)}	Rice flour : waxy corn starch			
	99:1	95:5	90:10	
After 24 hours	Springiness*	0.81 ^a	0.82 ^a	0.62 ^b
	Cohesiveness	0.34	0.30	0.24
	Chewiness*	138 ^{ab}	207 ^a	109 ^b
	Gumminess	170	252	171
	Adhesiveness	-105	-589	-80.2
	Fracturability	22.4	286	85.2
	Hardness**	495 ^b	837 ^a	716 ^a
After 48 hours	Springiness	0.79	0.76	0.72
	Cohesiveness	0.32	0.28	0.23
	Chewiness	230	291	215
	Gumminess	289	383	303
	Adhesiveness	8.68	7.66	9.87
	Fracturability	296	421	11.4
	Hardness	896	1,359	1,312

¹⁾ Mean of three replications with five repeated measurements per replication.

²⁾ Values with different superscripts within the same row are significantly different ($p < 0.05$). *Significant at $p < 0.05$, **Significant at $p < 0.01$.

으며, 다양한 gluten-free 쌀빵 연구로 제조 방법을 확립하여 품질 개선이 필요하다고 사료된다.

감사의 글

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

References

- AACC. 2000. Approved methods of the AACC. 10th ed. Methods 10-05 and 10-15. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA
- Bean MM. 1986. Rice flour-its functional variations. *Cereal Foods World* 31:477-481
- Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technol* 32: 62-72
- Cho SH, Cho KR, Kang MS, Song MR, Joo NY. 2004. Food chemistry. pp.226-227. Kyomunsa. Seoul. Korea
- Choi HM, Kim JH, Lee JH, Kim CI, Song KH, Jang KJ, Min HS, Lim KS, Byun KW, Song ES, Yeo EJ. 2011. Nutrition. pp.56-60. Kyomunsa. Seoul. Korea
- Choi ID. 2010. Substitution of rice flour on bread-making properties. *Korean J Food Preserv* 17:667-673
- Im JS, Lee YT. 2010. Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 20:903-908
- Kang MY, Choi YH, Choi HC. 1997a. Comparison of some characteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice. *Korean J Soc Food Sci* 13:64-69
- Kang MY, Choi YH, Choi HC. 1997b. Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:886-891
- Kang MY, Han JY. 2000. Comparison of some characteristics relevant to rice bread made from eight varieties of endosperm mutants between dry and wet milling process. *Korean J Food Sci Technol* 32:75-81
- Kang MY, Nam YJ. 1999. Studies on bread-making quality of colored rice (Suwon 415) flours. *Korean J Soc Food Sci* 15:37-41
- Kim GE, Lee YT. 2009a. Combined effects of vital gluten, gum, emulsifier, and enzyme on the properties of rice bread. *Food Engineering Progress* 13:320-325
- Kim GE, Lee YT. 2009b. Effects of additives in making frozen rice dough on the quality of rice bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1438-1443
- 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
- Kim YN. 2002. The effects of stress and social support on obesity in junior high school students living in small cities. *Korean J Commu Nutr* 7:705-714
- Kum JS, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effect of different milling methods on distribution of particle size of rice flours. *Korean J Food Sci Technol* 25:541-545
- 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 MH, Lee YT. 2006. Bread-making properties of rice flours produced by dry, wet and semi-wet milling. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:886-890
- Lee MH. 2007. Effects of food gums, emulsifiers, and enzymes

- on the quality characteristics of rice breads. MS Thesis. Kyungwon Univ, Seongnam, Korea
- Lee YT. 2011. Effect of storage on physicochemical and bread-making properties of bread premix prepared from rice flour containing vital gluten. *Food Engineering Progress* 15:311-317
- Nishita KD, Bean MM. 1981. Grinding methods: Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem* 59:46-49
- Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DW. 1988. Physicochemical properties of various milled rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 20:504-510
-
- Received 2 July, 2015
Revised 28 July, 2015
Accepted 11 August, 2015