pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 28. No. 6, 1011~1018 (2015)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2015.28.6.1011

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

교반 조건에 따른 Gluten-Free 쌀빵 반죽의 동적점탄성과 제빵 특성

김 상 숙 · †정 혜 영*
한국식품연구원 감각인지연구단, *가천대학교 식품영양학과

Effects of Mixing Speed and Time on the Dynamic Viscoelasticity of Dough and the Baking Properties of Gluten-Free Rice Bread

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 effects of mixing speed (3, 6 and 10 speed) and time (2, 5 and 10 min) on the dynamic viscoelasticity of dough and the baking properties of gluten-free rice bread were investigated. The specific gravity of the dough was not affected by the mixing speed and time before and after fermentation. The elasticity (G') and viscosity (G") of the dough increased and the tan δ (G"/G') decreased with higher mixing speeds and longer mixing times. The specific volume of the gluten-free rice bread was affected by the mixing time in response surface methodology (RSM). The hardness of the gluten-free rice bread showed a decreasing trend as the specific volume for the gluten-free rice bread increased. The appearance of the gluten-free rice bread was symmetrical at high mixing speeds and long mixing times. Overall results indicated that the quality of gluten-free rice bread could be improved by controlling the mixing speeds and mixing times for the dough.

Key words: gluten-free rice bread, mixing speed, mixing time, dynamic viscoelasticity, texture properties

서 론

최근 쌀의 소비는 식생활의 변화로 점점 감소하고 있으며, 우리나라의 연간 1인당 쌀 소비량은 1995년 106.5 kg이었던 것이 2002년에는 87.3 kg으로 줄어들어 국내 쌀 재고량이 증가하고 있다(Kim YN 2002; Cho 등 2004). 쌀 수요의 기반을 확보하기 위해서는 쌀 소비의 90% 이상 차지하는 주식용 밥쌀 외에 떡류, 면류, 주류의 기술 개발뿐만 아니라, 쌀가루를 이용한 다양한 제빵류의 기술 개발이 매우 필요하다.

쌀가루의 제빵성은 쌀가루를 제분하기 위해 사용되는 제분기의 종류 및 제분 방법이 쌀가루의 전분손상도에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며(Nishita & Bean 1981; Bean MM 1986; Park 등 1988; Kum 등 1993), 그 외에 쌀의 종류, 입자의 크기 및 물리화학적 특성 등에 의해서도 영향을 받는다(Nishita & Bean 1979; Nishita & Bean 1981; Bean MM 1986; Kang 등 1997). 쌀가루 반죽은 특유의 부착성과 응집성 등으로 밀가루와 다르게 들러붙는 성질이 있을 뿐만 아니라, 반죽의 망상구조 형성이 힘들고, 발효, 성형, panning 및 baking 공정 등에서 불안정함이 있다(Kulp 등 1974). 따라서 이런 문제를 해결하기 위해 쌀빵에 효소를 첨가하고 있으며(Lee MH 2007; Lee 등 2008; Kim & Lee 2009a), 쌀빵의 기호도 향상을 위해 계면활성제(Lazaridou 등 2007), 유화제(Kim & Lee 2009b; Demirkesen 등 2010), 전분(Ahlborn 등 2005), 검류(Nishita 등 1976; Sivaramakrishnan 등 2004; McCarthy 등 2005) 및 산 첨가물(Blanco 등 2011) 등을 첨가함으로써 밀가루 빵과 유사한 조직감을 갖게 하였다. 그리고 건식, 반습식 및 습식 쌀가루로 제조한 쌀빵의 특성에서 습식제분 쌀가루로 제조한 쌀빵이 건식제분과 반습식 제분 쌀가루로 제조한 쌀빵보다 빵의

† Corresponding author: 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

체적이 증가하였고, 3일간 저장 동안 텍스처 경도의 변화도 증가폭이 낮다고 하였다(Lee & Lee 2006).

본 연구에서는 쌀 베이커리 제품인 쌀빵의 품질 개선을 위해 쌀만의 고유한 특성을 지닌 gluten-free 쌀빵 반죽의 교반 속도(3, 6 및 10단) 및 교반 시간(2, 5 및 10분)에 따른 반죽의 동적 점탄성과 제빵 특성 분석을 통해서 gluten-free 쌀빵의 적정 교반 조건을 위한 기초 자료를 제공하고, gluten-free 쌀빵의 보다 나은 제조 방법을 확립하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에서 gluten-free 쌀빵의 제조에 사용된 쌀가루는 (주)대두식품(Gunsan, Korea), 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. 반죽 및 Gluten-free 쌀빵의 제조

Gluten-free 쌀빵은 Kim 등(2009)의 방법에 의해 제조하여 실험을 수행하였다. 건조 재료(쌀가루 100%, 설탕 10.7%, 난백 파우더 3%, 탈지분유 3%, HPMC 3%, 소금 2%, 이스트 1.5%, 유화제 1%, CMC 0.29%, hemicellulase 0.018%: rfwb, rice flour weight basis percentage)를 Hobart mixer(K5SS, Kitchenaid, Benton Harbor, MI, USA)를 사용하여 교반 속도 1단에서 30초 동안 혼합한 후, 건조 재료에 물(90%, rfwb)과 기름(8%, rfwb)을 가하여 교반 속도 3단에서 2, 5 및 10분 혼합하여, 교반 속도 6단에서 2, 5 및 10분 혼합하여, 교반 속도 10단에서 2, 5 및 10분 혼합하여 각각 반죽을 만들었다. 반죽 혼합물들은 300 g으로 팬(170×80×50 mm)에 분할하고, 온도 35℃, 상대습도 80~95%에서 60분간 발효시키고, 170℃로 예열한 오븐(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)에서 30분간 굽기를 하였다.

3. 반죽의 비중 및 동적 점탄성(Dynamic viscoelasticity)

Gluten-free 반죽의 발효 전후 비중은 AACC method 10-15 (2000)에 의해 측정하였다. 반죽의 동적 점탄성은 TA Rheometer (2ARES-11A1, Rhometric Scientific ARES, New Castle, Co, USA)를 사용하여 측정하였다. 본 실험에서는 시료를 먼저 동적 strain sweep test를 하여 선형성을 나타내는 범위 내에서 strain 수준을 0.5%로 정하고, 동적 frequency sweep test와 동적 time sweep test를 행하였으며, 이때 온도 25℃에서 paralled plate(25 mm diameter, gap 2.0 mm)를 이용하여 측정하였다.

4. Gluten-free 쌀빵의 비용적

Gluten-free 쌀빵의 비용적은 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.

5. Gluten-free 쌀빵의 텍스처 특성

Gluten-free 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 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness) 값을 구하였다. 이때 쌀빵은 가로×세로×높이(25×25×20 mm) 크기로 하고, two bite(50%) compression, 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 차이 수준 여부를 결정하기 위해 SNK(Student Newman Keul)의 다중비교 방법을 사용하였다. Gluten-free 반죽의 교반 속도와 시간에 대한 gluten-free 쌀빵 비용적의 효과는 SigmaPlot® 9.0 software(SigmaPlot® 9.0 User's Guide, Richmond, VA, USA)를 사용하여 회귀분석을 실시하였으며, 독립변수는 중요한 변수로 고려되는 교반 시간(X_1)와 교반 속도(X_2) 2개의 요인으로 설정하였고, 반응변수는 gluten-free 쌀빵의 비용적으로 설정하여, 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 이용하여 contour plot으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 교반 속도 및 시간에 의한 Gluten-free 반죽의 특성

본 연구에서는 gluten-free 쌀빵 제빵 시 교반 속도 3단에서 2, 5 및 10분 혼합하여, 교반 속도 6단에서 2, 5 및 10분 혼합하여, 교반 속도 10단에서 2, 5 및 10분 혼합하여 각각 반죽을 제조하였다. 반죽 속도 및 시간에 의한 gluten-free 반죽의 발

Table 1. Effect of mixing speed and time on the specific gravity of gluten-free dough

Characteristics[1,2]		3 speed			6 speed			10 speed		
		2 min	5 min	10 min	2 min	5 min	10 min	2 min	5 min	10 min
Specific gravity of gluten-free dough	Before fermentation**	1.09[ab]	1.07[ab]	1.05[b]	1.11[ab]	1.04[b]	1.15[a]	1.06[b]	1.06[b]	1.11[ab]
	After fermentation	0.35	0.34	0.37	0.40	0.36	0.37	0.34	0.35	0.41

[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 $p<0.01$.

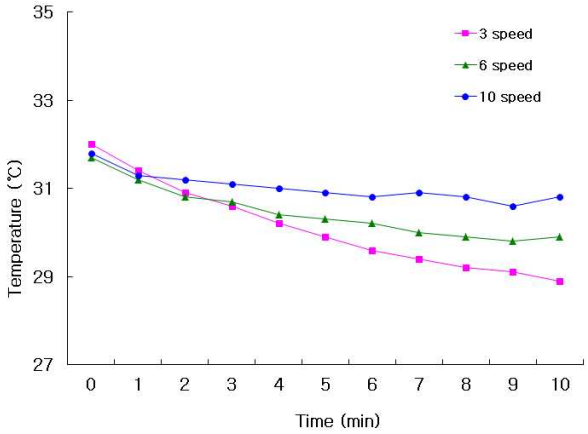

Fig. 1. Temperature change of gluten-free dough by mixing speed and time

효 전과 후 비중의 특성을 비교하였으며, 결과 값은 Table 1, 교반 속도 및 시간에 의한 반죽의 온도 변화는 Fig. 1에 나타나 있다.

Gluten-free 반죽의 교반 속도(3, 6 및 10단) 및 교반 시간(2, 5 및 10분)에 의한 특성 분석 결과, 발효 전 비중에서 교반 속도와 교반 시간에 의한 영향은 교반 속도 3단에서는 교반 시간이 길수록 비중이 감소하였으나, 교반 속도 6단과 10단의 경우 교반 시간이 길수록 비중이 증가하는 경향이 있으며, 교반 속도 6단에서 10분간 반죽하였을 때 비중이 가장 높았다. 발효 후 비중에서는 교반 속도 및 시간에 의한 반죽 비중의 차이는 크게 없었으나, 발효 후 반죽의 비중은 발효 전 반죽의 비중의 34% 수준이었다(Table 1).

교반 속도 및 시간에 의한 gluten-free 반죽의 온도 변화에서 교반 시간이 길수록 교반 속도에 따른 반죽의 온도 차이가 나타나는 경향을 보여 주었다. 그리고 교반 속도가 높을수록 초기의 반죽의 온도를 유지하는 경향을 보여 주었다(Fig. 1).

2. 교반 속도 및 시간에 의한 Gluten-free 반죽의 동적점탄성

Gluten-free 쌀빵 제조 시 반죽의 물성에 따라 제빵 특성에 달라지는데, gluten-free 반죽 특성을 좀 더 자세히 이해하기 위해 교반 속도 및 시간에 따른 반죽의 동적 점탄성(Dynamic viscoelasticity)을 Rheometer를 이용하여 동적 strain sweep test, 동적 frequency sweep test 및 동적 time sweep test를 측정하였다. Gluten-free 반죽의 저속 단시간(3단 2분)교반과 고속 장시간(6단 10분)교반 시 반죽의 탄성(G'), 점성(G"), tan δ(G"/G')에 대한 strain 효과는 Fig. 2, frequency 효과는 Fig. 3, time 효

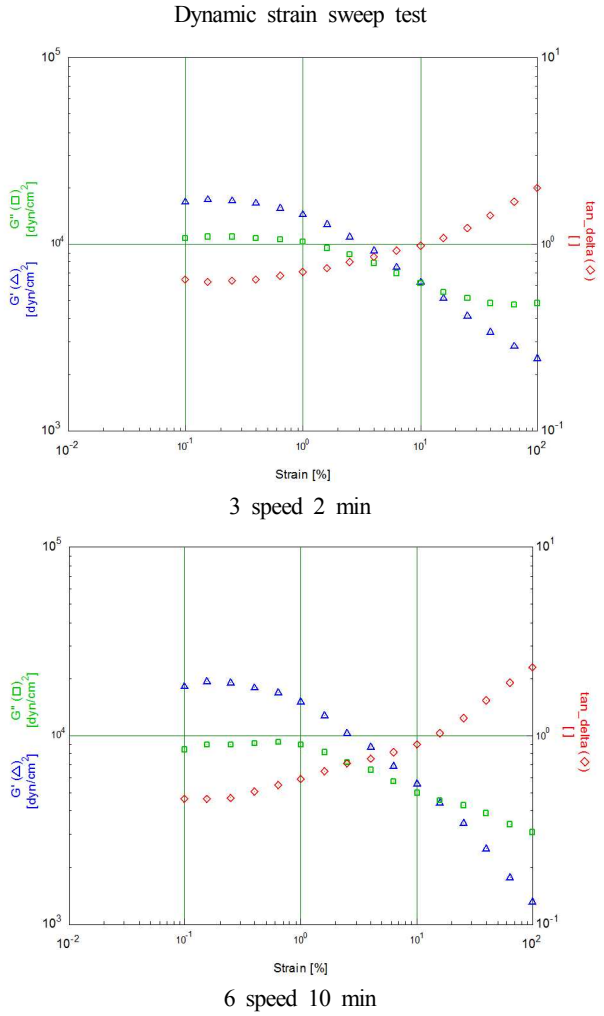

Fig. 2. Effect of mixing speed and time on the viscoelastic properties of gluten-free dough as a function of strain

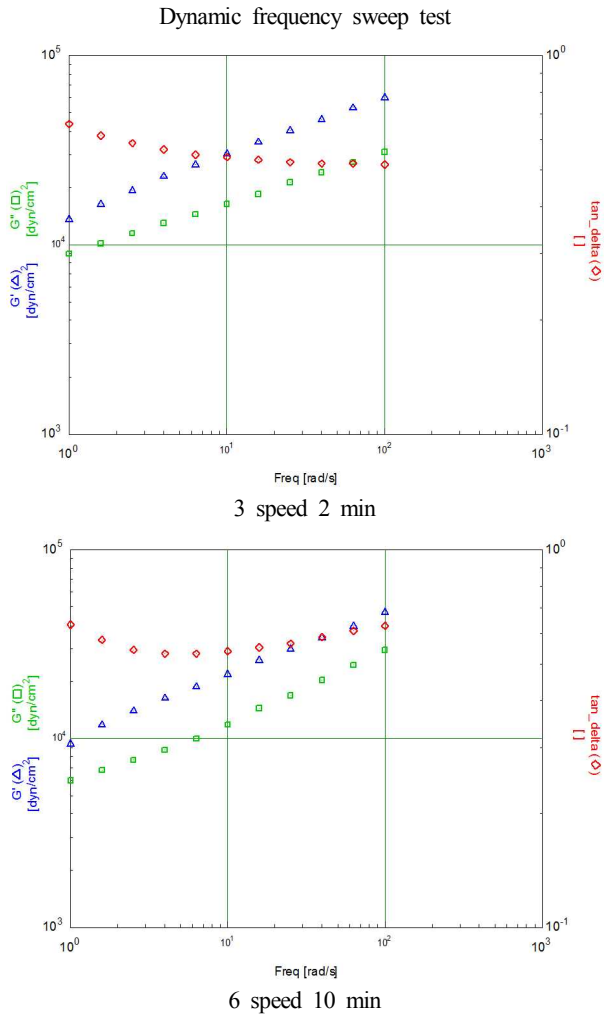

Fig. 3. Effect of mixing speed and time on the viscoelastic properties of gluten-free dough as a function of frequency

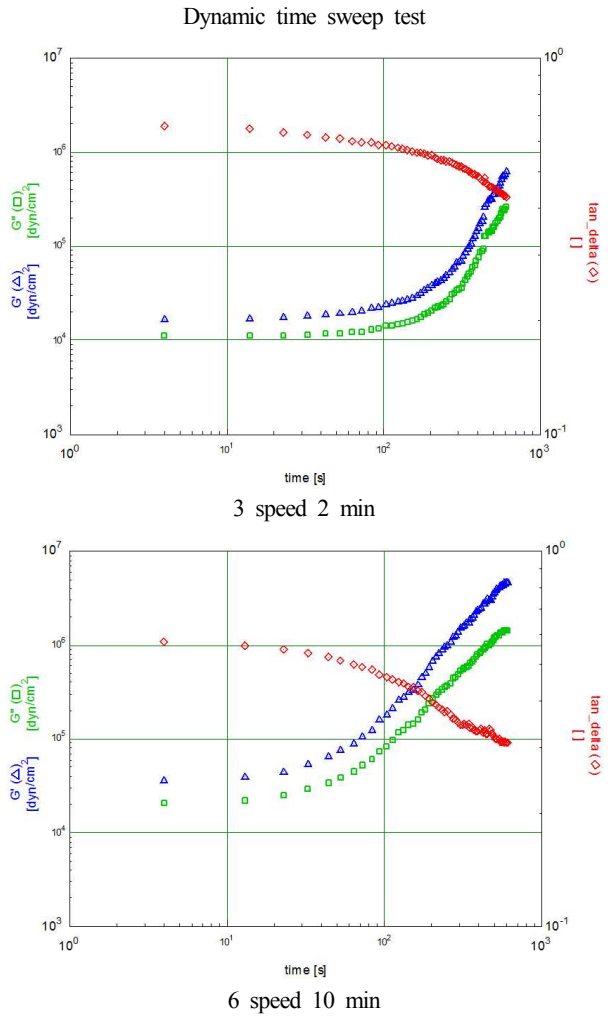

Fig. 4. Effect of mixing speed and time on the viscoelastic properties of gluten-free dough as a function of time

과는 Fig. 4에 나타나 있다.

동적 strain sweep test에서는 고속 장시간 교반 반죽은 저속 단시간 교반 반죽에 비해 strain이 낮았을 때(10^{-1}~10^{0}% strain) 탄성(G')이 높았으며, strain이 높아질수록 탄성(G')이 더 빠르게 감소하였다. 점성(G")은 strain이 낮았을 때(10^{-1}~10^{0}% strain) 고속 장시간 교반 반죽이 저속 단시간 교반 반죽보다 낮았으며, strain이 높아질수록 점성(G")은 더 감소하였다. tan δ(G"/G')은 strain이 낮았을 때(10^{-1}~10^{0}% strain) 고속 장시간 교반 반죽이 저속 단시간 교반 반죽보다 낮았고, strain이 높아질수록 약간 높게 나타났다(Fig. 2).

동적 frequency sweep test에서는 frequency에 상관없이 고속 장시간 교반 반죽은 저속 단시간 교반 반죽에 비해 낮은 탄성(G')을 보여주었다. Frequency가 증가할수록 고속 장시간 교반 반죽은 저속 단시간 교반 반죽에 비해 점성(G")이 조금 증가하는 경향이 있었으며, tan δ(G"/G')도 역시 약간 증가하는 경향을 보여주었다(Fig. 3).

동적 time sweep test에서는 시간이 지남에 따라 고속 장시간 교반 반죽은 저속 단시간 교반 반죽에 비해 탄성(G')과 점성(G")이 더 빠르게 증가하였으며, tan δ(G"/G')는 급격히 감소하였다(Fig. 4).

3. 교반 속도 및 시간에 의한 Gluten-free 쌀빵의 특성

Gluten-free 제빵 시 교반 속도(3, 6 및 10단) 및 교반 시간(2, 5 및 10분)에 의한 쌀빵의 외관 특성과 텍스처 분석 결과는 Table 2에 나타나 있다. 쌀빵의 무게는 반죽 교반 시간 및 교반 속도에 따라 큰 차이는 없었으나, 쌀빵의 부피와 비용적은 모든 교반 속도(3, 6 및 10단)에서 반죽 교반 시간이 길수록 증가하였다.

Table 2. Effect of mixing speed and time on the characteristics of gluten-free rice bread

Characteristics[1,2]			3 speed			6 speed			10 speed		
			2 min	5 min	10 min	2 min	5 min	10 min	2 min	5 min	10 min
Appearance of bread		Weight(g)	267	267	266	269	271	268	270	272	269
		Volume(mL)***	858^{c}	955^{b}	1,042^{a}	906^{b}	944^{b}	1,027^{a}	912^{b}	928^{b}	1,002^{a}
		Specific volume(mL/g)***	3.22^{d}	3.58^{bc}	3.92^{a}	3.37^{cd}	3.48^{c}	3.74^{ab}	3.38^{cd}	3.41^{cd}	3.82^{a}
Texture	2h	Hardness*	468^{a}	359^{ab}	304^{b}	389^{ab}	358^{ab}	315^{b}	386^{ab}	379^{ab}	342^{ab}
		Adhesiveness	−7.29	−6.83	−7.39	−8.20	−7.39	−4.81	−8.51	−8.04	−9.17
		Springiness	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.96	0.93	0.93	0.94
		Cohesiveness**	0.64^{c}	0.67^{bc}	0.69^{ab}	0.68^{bc}	0.70^{ab}	0.74^{a}	0.67^{bc}	0.71^{ab}	0.72^{ab}
		Gumminess	293	241	207	260	250	233	257	267	242
		Chewiness	275	226	195	242	233	225	240	249	229
	24h	Hardness	725	646	558	683	672	715	655	769	720
		Adhesiveness	0.18	−1.89	−2.63	−0.05	−4.60	−4.79	−0.83	−5.91	−6.20
		Springiness	0.83	0.85	0.85	0.88	0.85	0.87	0.86	0.84	0.88
		Cohesiveness	0.36	0.41	0.43	0.39	0.42	0.42	0.40	0.40	0.42
		Gumminess	251	265	231	257	275	298	248	317	292
		Chewiness	212	228	200	228	238	260	214	274	257

[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 $p<0.001$.

Gluten-free 쌀빵의 비용적과 반죽 교반 시간 및 교반 속도의 효과를 알아보기 위해 gluten-free 쌀빵 제조 시 중요한 변수로 고려되는 인자인 반죽의 교반 시간(X_1)과 교반 속도(X_2) 2개의 요인을 독립변수로 설정하였고, 쌀빵의 비용적을 반응변수로 하여 교반 시간과 교반 속도에 대한 gluten-free 쌀빵 비용적의 효과는 Fig. 5에 나타나 있다. Gluten-free 쌀빵의 비용적에 대한 교반 시간과 교반 속도 간의 회귀분석 결과, 도출된 회귀식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = 3.2162+0.0636X_1 - 0.0047X_2 (R^2 = 0.56)$$

Y: 쌀빵의 비용적, X_1: 교반 시간, X_2: 교반 속도

Gluten-free 반죽의 교반 시간과 교반 속도에 대한 쌀빵 비용적의 효과를 반응표면분석법으로 나타낸 contour plot에서 반죽의 교반 속도보다도 교반 시간에 의해 쌀빵의 비용적에 더 큰 영향을 주었으며, 교반 시간이 길수록 gluten-free 쌀빵의 비용적이 크게 나타났다(Fig. 5).

교반 속도 및 시간에 따라 제조한 gluten-free 쌀빵의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 등 텍스처 특성을 측정하여 비교하였으며, 결과 값은 Table 2에 나타나 있다.

Gluten-free 제빵 제조 2시간 후 쌀빵의 텍스처 측정 결과,

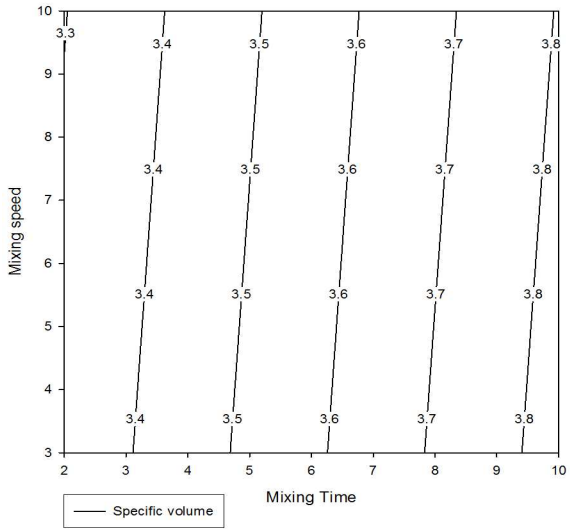

Fig. 5. Response surface plots illustrating effect of mixing speed and time on the specific volume of gluten-free rice bread

경도와 응집성에서 유의적인 차이를 보여 주었으며, 그 외의 특성에서는 차이가 없었다. 반죽의 교반 시간이 길수록 쌀빵

의 경도는 낮았으며, 교반 속도 3단 혹은 6단에서 10분간 교반하여 만든 쌀빵의 경도가 다른 실험군에 비해 낮았다. 쌀빵 제조 24시간 후 경도 측정 결과 교반 속도와 시간에 의한 쌀빵 경도에는 차이는 없었으나, 교반 속도 3단에서 10분간 교반하여 만든 쌀빵의 경도가 다소 낮게 조사되었다(Table 2).

Gluten-free 반죽의 교반 속도 및 시간에 따른 쌀빵의 외관 사진은 Fig. 6에 나타나 있다. 교반 속도 3, 6 및 10단에서 반죽 교반 시간이 길수록 쌀빵의 부피가 커지고, 측면에서 보는 것과 같이 평평하지 못하고 불쑥 솟은 둥근 모양을 나타내었다. 교반 속도 6단에서 2분의 경우, 가운데 부분이 주저앉은 모양이었다. 교반 속도 3, 6 및 10단에서 반죽 시간 10분간으로 반죽 시간이 길수록 쌀빵의 좌우 대칭의 모양이 다른 실험

Speed	Time	Upper shape	Side shape	Cross section
3 speed	2 min			
	5 min			
	10 min			
6 speed	2 min			
	5 min			
	10 min			
10 speed	2 min			
	5 min			
	10 min			

Fig. 6. Effect of mixing speed and time on the visual appearance of gluten-free rice bread

군에 비해 높은 경향이었다. 쌀빵 모양의 좌우 치우침 여부는 교반 속도 3단 혹은 교반 속도 6단에서 반죽 시간 10분간 반죽하여 만든 쌀빵의 경우가 다른 실험군에 비해 다소 적은 경향을 보여 주었으며, 교반 속도가 높고 반죽 시간이 길수록 쌀빵은 가장 좋은 좌우 대칭 모양이었다. Gluten-free 쌀빵의 측면과 단면의 경우 교반 속도가 클수록, 교반 시간이 길수록, 쌀빵의 가운데 부분이 불쑥 솟은 모양을 나타내었고, 쌀빵의 대칭 모양은 좋으며, 좌우 치우침 여부는 적은 경향을 보여주었다(Fig. 6).

결론적으로 고속 장시간 교반 반죽이 저속 단시간 교반 반죽에 비해 시간이 경과함에 따라 탄성(G')과 점성(G")이 증가하였으며, gluten-free 쌀빵의 부피가 클수록 비용적이 높았고, 비용적이 높을수록 gluten-free 쌀빵의 경도는 낮게 나타났고, gluten-free 쌀빵 모양의 좌우 치우침 여부가 적은 경향을 보여 주었다. 따라서 gluten-free 쌀빵 제조 시 고속 장시간 교반 반죽이 저속 단시간 교반 반죽보다 제빵 시 효과가 있을 것으로 사료된다.

요약 및 결론

Gluten-free 쌀빵 제조 시 반죽의 물성에 따른 제빵 특성 분석을 위해 교반 속도(3, 6 및 10단) 및 교반 시간(2, 5 및 10분)에 따른 gluten-free 반죽의 Rheometer에 의한 동적점탄성과 TA를 이용한 gluten-free 쌀빵의 texture profile analysis를 수행하였다. 발효 전 반죽의 비중에서는 교반 속도 6단에서 10분간 반죽 시 비중이 가장 높았고, 발효 후 반죽의 비중은 발효 전 반죽의 비중의 34% 수준이었다. 동적 strain sweep test 결과는 고속 장시간 교반 반죽(6단 10분)은 저속 단시간 교반 반죽(3단 2분)에 비해 strain이 낮았을 때(10^{-1}~10% strain) 탄성(G')이 높았다. Strain이 증가할수록 탄성(G')은 더 빠르게 감소하였고, tan δ(G"/G')는 약간 높게 나타났다. 동적 frequency sweep test 결과는 frequency가 증가할수록 고속 장시간 교반 반죽은 저속 단시간 교반 반죽에 비해 점성(G")과 tan δ(G"/G')는 조금 증가하는 경향이 있었다. 동적 time sweep test에서는 시간이 지남에 따라 고속 장시간 교반 반죽은 저속 단시간 교반 반죽에 비해 탄성(G')과 점성(G")이 더 빠르게 증가하였으며, tan δ(G"/G')는 급격히 감소하였다. Gluten-free 쌀빵의 비용적과 교반 속도 및 시간에 의한 회귀분석 결과, gluten-free 쌀빵의 비용적은 교반 속도보다 교반 시간에 의해 더 큰 영향을 받았으며, 고속 장시간 교반 반죽이 저속 단시간 교반 반죽보다 제조된 gluten-free 쌀빵의 비용적이 크게 나타났다. Gluten-free 제빵 제조 2시간 후 쌀빵의 텍스처 측정 결과, 경도와 응집성에서 유의적인 차이를 보여 주었으며, 교반 시간이 길수록 쌀빵의 경도가 낮게 나타났다. Gluten-free 쌀빵 제조 24시간 후 경도 측정 결과, 교반 속도와 시간에 의한 쌀빵 경도에의 차이는 없었다. Gluten-free 쌀빵의 측면과 단면의 경우, 교반 속도가 클수록, 교반 시간이 길수록 쌀빵의 가운데 부분이 불쑥 솟은 모양을 나타내었고, 쌀빵 모양의 좌우 치우침 여부가 적은 경향을 보여주었다. 따라서 gluten-free 쌀빵 제조 시 고속 장시간 교반 반죽이 저속 단시간 교반 반죽에 비해 제빵 효과가 있을 것으로 조사되었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원의 고부가가치 식품기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 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

Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM, Huber CS. 2005. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chem* 82:328-335

Bean MM. 1986. Rice flour-its functional variations. *Cereal Foods World* 31:477-481

Blanco CA, Ronda F, Perez B, Pando V. 2011. Improving gluten-free quality by enrichment with acidic food additives. *Food Chem* 127:1204-1209

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

Demirkesen I, Mert B, Summu G, Sahin S. 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulation. *J Food Eng* 96:295-303

Kang MY, Choi YH, Choi HC. 1997. Effects of gums, fats, and glutens adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J Food Sci Technol* 29:700-704

Kim GE, Lee YT. 2009a. Effects of additives in making frozen rice dough on the quality of rice bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1438-1443

Kim GE, Lee YT. 2009b. Combined effects of vital gluten, gum, emulsifier, and enzyme on the properties of rice bread. *Food Engineering Progress* 13:320-325

Kim SS, Kim DC, Kim WO, Kim H, Park JH. 2009. Deve-

lopment 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

Kulp K, Hepburn FN, Lehmann TA. 1974. Preparation of bread without gluten. *Baker's Digest* 48:34-37

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

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 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 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

McCarthy DF, Gallagher E, Gormley TR, Schober TJ, Arendt EK. 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chem* 82:609-615

Nishita KD, Bean MM. 1979. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chem* 56:185-189

Nishita KD, Bean MM. 1981. Grinding methods: Their impact on rice flour properties. *Cereal Chem* 59:46-49

Nishita KD, Roberts RL, Bean MM. 1976. Development of yeast leavened rice-bread formula. *Cereal Chem* 53:626-635

Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DW. 1988. Physicochemical properties of various milled rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 20:504-510

Sivaramakrishnan HP, Senge B, Chattopadhyay PK. 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *J Food Eng* 62:37-45

Received 15 September, 2015
Revised 2 November, 2015
Accepted 11 December, 2015