

쌀가루의 입도에 따른 쌀 식빵의 품질 특성

박미경¹ · 이광석^{2*} · 이경희¹

¹경희대학교 외식산업학과, ²경희대학교 조리과학과

Effects of Rice Powder Particle Size in Baked Rice Breads

Mi-Kyung Park¹, Kwang-Suck Lee^{2*} and Kyung-Hee Lee¹

¹Dept. of Food Service Management, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

²Dept. of Culinary Science, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

The purpose of this study was to help promote the consumption of rice by substituting rice powder for wheat flour in bread preparation and examining the effect of rice powder particle size in baked rice bread samples. Several experiments were carried to analyze and compare the quality characteristics of prepared samples of wheat flour and rice powder breads. The loaf volume index of the wheat flour bread was 6.34, and the indices of the rice powder bread samples, which were made from powder milled through 20, 35, and 45 mesh (S1, S2 and S3), were 5.37, 5.56, and 5.85, respectively. These data indicated that the loaf volume index of the rice powder bread was lower than that of the wheat flour bread, but the volume of the rice powder bread increased as the particle size of the rice powder became finer. According to texture analysis results using a rheometer, the hardness value of the wheat flour bread was 1.34×10^3 g/cm², and values of S1, S2, and S3 were 1.74×10^3 g/cm², 1.57×10^3 g/cm², and 1.47×10^3 g/cm², respectively. Therefore, S3, which was made from the finest powder among the rice powder samples, showed the lowest level of hardness. No significant differences were observed for springiness, cohesiveness, and gumminess among the bread samples. However, the wheat flour and rice powder breads had significant differences for bread crumb color. The L-value of S3(76.20) was similar to that of the wheat flour bread(77.22), but the L-values of S1(70.30) and S2(71.21) were lower than that of the wheat flour bread. In terms of redness and yellowness, the values of the rice powder breads were significantly different from those of the wheat flour bread. In terms of overall preference, the sensory evaluation results indicated that S3 was significantly the more preferred and the wheat flour bread was the least preferred among the bread samples. This study also investigated texture changes and mold occurrence in bread samples stored at 25°C for 5 days. From the 3rd day of storage, bread texture became harder in all samples however, S3 showed the least level of change among the rice powder breads. The occurrence of mold began to increase abruptly from the 4th day of storage, and S2 and S3 showed mold numbers that were 2-fold greater than those of S1 and the wheat flour bread.

Key words : Wheat flour and rice powder bread, loaf volume index, texture and color, sensory evaluation, mold occurrence.

서론

편리성의 추구로 우리의 전통적 식생활은 주식인 밥 대신 빵과 면으로 대체되는 변화를 가져왔으며, 쌀의 연간 소비량이 감소되었다. 이러한 쌀 소비의 감소 원인은 소비 형태의 대부분인 95%가 밥으로 이용되고, 5% 정도만 가공식품으로 이용되고 있기 때문이다(Hor JS 1996). 쌀은 콜레스테롤 저하 효과, 항산화 효과, 혈압 조절 효과, 당뇨의 조절 효과, 돌연변이 억제와 암 예방 효과 등 영양 성분과 다양한 유효 성분이 있는 것으로 보고되고 있다(Hegsted *et al* 1990, Kahlon *et al* 1989, Suzuki *et al* 2002, Jiaratsatit *et al* 1987, Chun *et al*

1994, Kim *et al* 1995, Bingham SA 1990, Hirose *et al* 1999). 그러므로 쌀의 이용을 전통적인 밥 형태뿐 아니라 시대의 변화에 맞추어 편리함과 기호를 충족시키면서 쌀의 소비를 촉진시킬 수 있는 새로운 가공식품으로 개발해야 하는 필요성이 증대되고 있다. 따라서, 과거 수년간 밀가루와 다른 곡류를 혼합하는 복합분을 이용한 연구(Lee *et al* 1979), 현미를 첨가한 식빵(Kim & Shin 2003), 흑미 가루를 첨가한 식빵(Jung *et al* 2002), 백미와 현미 쌀 빵의 특성 비교(Kang *et al* 1997), 밀가루 대신 콘스타치, 쌀가루, 카사바 전분으로 만든 gluten-free bread의 제조 조건(Sanchez *et al* 2002) 등 빵에 필요한 밀가루의 수요를 쌀로 대체하는 연구가 다수 이루어져왔다.

밀가루로 만드는 빵은 밀에 함유되어 있는 gliadin이나 glutenine 등 prolamin류의 단백질이 gluten을 형성하여 반죽에

* Corresponding author : Kyung-Hee Lee, Tel : +82-2-961-0847, Fax : +82-2-964-2537, E-mail : lkhee@khu.ac.kr

망상구조를 이루게 되고, 굽는 과정에서 이 gluten이 증기압에 의해 팽화되어 빵의 부피를 형성하며 특유의 식감을 완성시킨다(Kang MY 1995). 그러나 쌀은 밀가루보다 가루를 세분화하는데 어려운 점이 있고, 쌀 속에 들어있는 6.2~7.4%의 단백질이 glutelin류를 이루고 있으므로(문과 손 1994) 밀 단백질의 팽화에 의한 조직감을 형성하지 못하기 때문에 그에 대한 보완을 위해 여러 가지 연구가 계속되고 있는데, 활성 gluten(Mohamed *et al* 2006), hydroxypropyl methylcelluloses(HPMC)(Nishita *et al* 1976, Kadan *et al* 2001), guar gum, xanthan gum, locust bean gum(Kang *et al* 1997) 등 gluten 대체 재료들의 첨가는 밀가루 빵과 유사한 조직감을 갖는 gluten-free bread의 제조를 가능하게 한다고 보고하고 있다.

이에 본 연구는 쌀가루 입자가 밀가루와 같이 미세하지 못한 점이 빵의 팽화력에 영향을 미치리라 생각되어, 입도가 다른 3종류의 쌀가루를 이용하여 활성 글루텐을 첨가한 식빵 제조 후 관능검사를 실시하고, 식빵의 Loaf Volume, 텍스처 및 색도를 측정하여 쌀가루 입도에 따른 쌀 식빵의 품질을 밀가루 식빵과 비교 검토하였고, 저장 시일에 따른 텍스처 변화와 곰팡이 발생 정도를 측정하여 쌀 식빵과 밀가루 식빵의 저장성을 검토 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 쌀은 한국산으로 양평군에서 2004년에 재배된 추청 품종을 2005년 4월 4일 양평미곡종합처리장에서 도정하여 마포 농수산물시장에 유통된 것을 구입하였다. 경동시장의 한마음제분소에서 분쇄기(Hammer mil, 태성공업사)를 이용하여 45 mesh, 35 mesh, 20 mesh를 통과하도록 건식 제분한 3종류의 쌀가루를 S1, S2, S3로 분류하고 Sample별로 KS호칭 200 mesh(125 μ m), 170 mesh(106 μ m), 140 mesh(90 μ m), 120 mesh(75 μ m)의 체에 쌀가루 100 g을 무게 변동이 없을 때까지 체를 바꿔가며 쳐서 통과되는 쌀가루의 중량을 측정하여 Table 1과 같은 입도 분포를 갖는 쌀가루를 준비한 후 냉동실에 보관하며 사용하였다. 대조구인 밀가루는 대한제분의 강력분을 구입하여 사용하였으며, 부재료는 활성글루텐(신광식품), 소금(해표 꽃소금), 탈지분유(희창유업), 쇼트닝(동서유지, 순식물성), 설탕(삼양 백설탕)등 시판 제품을 구입하여 사용하였다.

2. 식빵의 제조

빵의 제조는 Table 2와 같이 배합하여 밀가루로 제조한 식빵의 경우 1차 발효, 분할, 둥글리기, 중간 발효, 성형, 2차 발효, 굽기의 공정으로 제조(AACC 1983)하였고, 쌀가루로 만든 식빵은 박(Park *et al* 2006)의 연구 결과를 참고로 하여

Table 1. Particle size distribution(percent) of the hammer mill rice powder in different sample

	<120	120~140	140~180	170~200	200 <
C	0.00±0.00	4.53±1.51	13.7±2.08	21.93±1.47	59.45±4.81
S1	52.78±1.24	4.87±2.49	9.60±4.68	12.33±4.40	21.88±8.12
S2	24.53±0.88	10.48±0.58	12.15±0.45	17.13±1.68	33.10±1.82
S3	6.18±0.17	10.85±3.44	13.43±1.72	26.73±6.44	36.38±4.92

C : wheat flour.

S1 : rice powder milled to penetrate into 20 mesh by the hammer mill.

S2 : rice powder milled to penetrate into 35 mesh by the hammer mill.

S3 : rice powder milled to penetrate into 45 mesh by the hammer mill.

Table 2. Composition of bread dough (g)

Ingredient	Wheat flour	S1	S2	S3
Wheat flour	300			
Rice powder		300	300	300
Yeast	9	9	9	9
Shortening	24	24	24	24
Milk powder	15	15	15	15
Salt	5.4	5.4	5.4	5.4
Sugar	24	24	24	24
Water	186	285	295	335
Gluten		75	75	75

C : wheat flour.

S1 : rice powder penetrated into 20 mesh.

S2 : rice powder penetrated into 35 mesh.

S3 : rice powder penetrated into 45 mesh.

활성 글루텐을 25% 첨가하고 물을 쌀가루 입도에 따라 S1은 285 mL, S2 295 mL, S3은 335 mL 넣은 후 1차 발효 없이 믹서기(HOBART A-200, RPM 1725, U.S.A.)를 이용 저속 3분과 중속 7분간 반죽(반죽 온도 27°C)하여 180 g으로 분할하고 중간 발효를 15분간 진행하였으며, 식빵 틀(비 용적 3.7)에 3덩어리로 성형하는 산형으로 제조하여 80분간 2차 발효(38°C, 85%)를 거쳐 윗불 190°C, 아랫불 200°C의 오븐(f06-7102 380V 0~399°C, 대영(주))에서 20분간 구워(Kang MY 1995) 시료로 제공하였다.

3. 입도에 따른 식빵의 부피 측정(Loaf Volume Index)

Loaf volume index(Funk *et al* 1969)는 빵을 구운 후 1시간 동안 실온에서 방치한 빵의 한 덩어리를 일정한 위치의 가장 높은 부분에서 세로로 절단하여 절단면의 높이, 중심점에서

바닥까지의 길이, 중심점에서 윗면까지의 길이, 중심점으로부터 좌측면까지의 길이 및 중심점에서 우측면까지의 길이를 측정하여 각 측정치의 합을 5로 나눈 값으로 하였으며, 각 시료별로 4회씩 측정하였다.

4. 식빵의 텍스처 측정

대조구인 밀가루를 포함한 쌀가루식빵을 한 sample당 5개씩 만든 후 위치에 의한 오차를 고려하여 빵의 양 끝 껍질 부분에서 2 cm 안쪽 부분을 4등분으로 잘라내고 빵의 중심부분을 3×3×2 cm³ 크기로 잘라 Rheometer(Sun Rheometer compact-100, Sun Scientific Co., Ltd., Japan)의 mastification test에 의해 hardness, cohesiveness, springiness, gumminess를 측정하였다. 높이를 20.0 mm로, plunger 직경은 20.0 mm, load cell은 10.0 kg, clearance 4.0 mm, table speed 60 mm/min, deformation ratio 60%의 조건에서 각 sample별 3개씩 측정하여 평균치를 1회 측정값으로 하였고, 경과시간에 따른 노화에 의한 식빵의 텍스처 변화를 알아보려고 제조 당일부터 24시간 간격으로 5일에 걸쳐 일정한 시간에 식빵의 hardness를 4회씩 측정하였다.

5. 식빵의 색도 측정

밀가루 식빵과 3개 sample의 색을 측정 색차계(JS801, Color Techno System Co., Ltd., Japan)로 반사광에 의해 측정하였다. 측정은 표준 백판(X:82.62, Y:85.15, Z:97.68)을 이용하여 빵 속의 색을 Hunter color L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness), ΔE 값으로 나타냈다.

6. 관능검사

관능검사는 제빵 수업을 받고 있는 30~40세의 주부 20명을 대상으로 하여, 예비 실험을 통하여 관능검사의 기호 검사와 식별 검사의 차이를 이해시키고 식빵의 기호 특성의 표현에 대한 설명을 한 후 관능검사를 실시했다.

식빵의 양 끝을 잘라 제거한 후 2 cm 간격으로 슬라이스하여 한 조각씩 제공하고 식빵의 외관, 맛, 냄새, 질감, 종합적인 기호도와 색, 팽창도, 부드러움, 촉촉함, 결의 미세함, 구수한 맛, 밀가루 냄새 등을 5점 척도법으로 매우 좋을 경우에는 5점으로, 매우 좋지 않을 경우에는 1점으로 하는 5점 척도법으로 평가하였다. 평가 항목이 누락된 2매를 제외하고 18명의 panel로부터 얻은 결과를 통계 처리하여 평가 점수에 대한 유의성을 검증하였다.

7. 곰팡이 발생 측정

식빵의 저장 중 곰팡이의 번식 정도를 육안으로 관찰하기 위하여 일정 크기(5×5×5 cm³)로 절단한 식빵을 3개씩 두께

0.04 mm의 폴리에틸렌 백(20×20 cm²)에 넣어 25℃에서 보관하면서 생성된 곰팡이 반점의 수를 5일간 24시간 간격으로 계수하여 밀가루 식빵과 쌀가루 식빵의 저장 가능 기간을 비교하였다.

8. 통계 처리

본 실험의 모든 결과는 SPSS package를 이용하여 One-way ANOVA 및 Duncan's의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성 있는 그룹의 평균치 간의 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 입도에 따른 식빵의 부피

쌀가루 반죽을 식빵으로 팽화시킬 수 있는 글루텐의 함량은 25%가 가장 적절한 것으로 나타났으므로 쌀가루에 gluten을 동일하게 25%씩 첨가하여 만든 식빵의 loaf volume index 측정 결과는 Fig. 1과 같았다.

밀가루로 만든 식빵은 loaf volume index가 6.34로 식빵 중 가장 크게 팽화되었으며, 쌀가루로 만든 식빵인 S1, S2, S3는 loaf volume index가 5.37, 5.56, 5.85로 나타나 밀가루 식빵보다 더 작게 팽화되었으나, 쌀가루의 입자가 미세할수록 부피가 크게 팽화되어 가장 쌀가루 입자가 작은 S3는 입자가 큰 S1, S2에 비하여 유의적으로 부피가 크게 제조되어 loaf volume index가 밀가루 식빵의 92% 이상으로 밀가루 식빵과의 차이가 크게 줄어들었다.

식빵의 부피 저하는 글루텐이 감소될 경우 외에도 반죽의

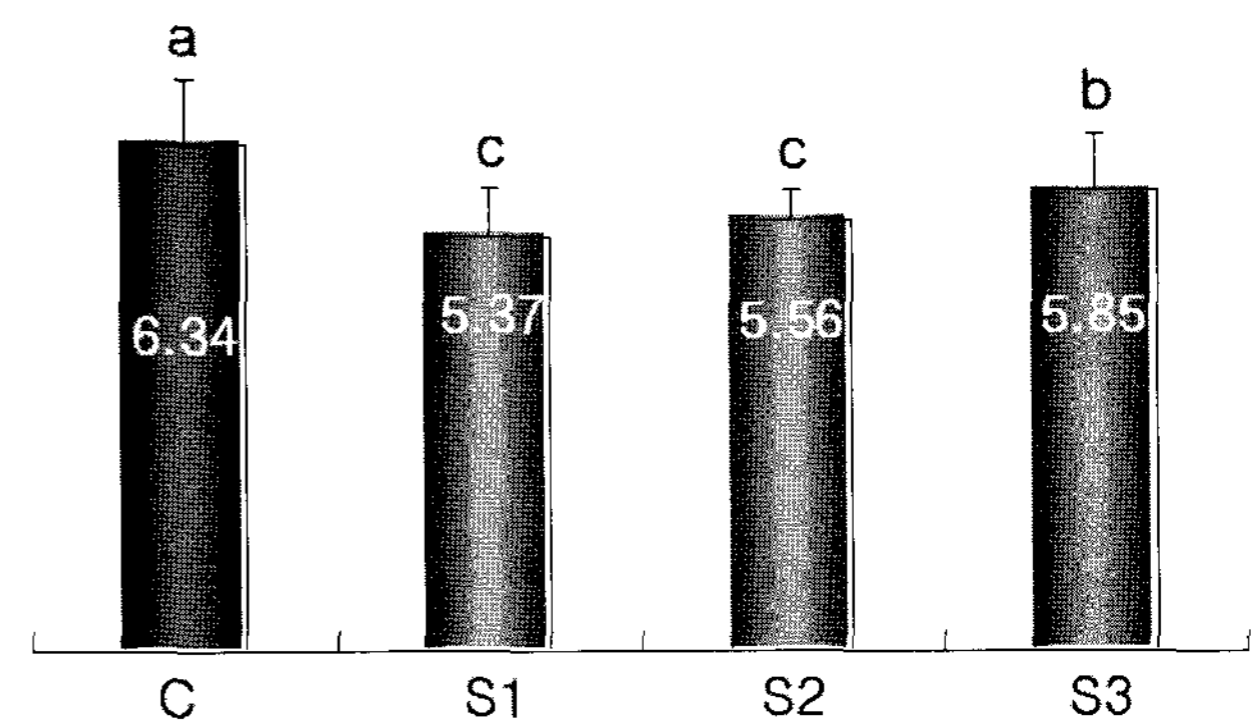


Fig. 1. Loaf volume index of bread made with wheat flour and rice powder in different particle size.

^{a-c} Mean by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

C : wheat flour.

S1 : rice powder penetrated into 20 mesh.

S2 : rice powder penetrated into 35 mesh.

S3 : rice powder penetrated into 45 mesh.

pH(Cho *et al* 1999)와 칼슘 함량(Jeong 2001)이 발효에 영향을 미쳐서 일어날 수 있으나, 본 연구의 쌀 식빵은 이러한 요인들이 동일한 조건에서 제조되었으므로 쌀가루의 입자 크기만이 반죽의 팽화력에 영향을 미친 것으로 생각된다.

2. 식빵의 텍스처 측정

식빵의 텍스처를 측정한 결과는 Table 3과 같았다. 경도(hardness)는 밀가루 식빵인 C와 쌀가루 식빵인 S1, S2, S3가 각각 1.34×10^3 g/cm², 1.74×10^3 g/cm², 1.57×10^3 g/cm², 1.47×10^3 g/cm²로 밀가루 식빵보다 쌀가루 식빵에서 높았으며 그 중에서도 입자가 가장 거친 분포를 가진 S1의 경우에서 가장 높은 수치를 보였고, 입도가 가장 고운 S3에서는 대조군인 밀가루 식빵의 경도보다는 높았지만, 가장 경도가 낮은 수치를 나타내어 입자가 작은 쌀가루일수록 경도가 낮아짐을 나타냈다. 빵에 있어서 부피의 증가율이 클수록 기공이 큰 경향을 보이며 경도가 낮은 부드러운 빵이 된다고 알려져 있듯이 (Cho & Jung 1995) 입자가 작은 쌀가루일수록 팽화가 잘 되어 부피가 크게 제조되고, 팽화된 부피가 클수록 경도가 낮게 나타난 것으로 생각된다. 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess)의 경우에는 각 시료 간에 유의적인 경향이 나타나지 않았다.

3. 식빵의 색도

대조군인 밀가루 식빵과 다른 입도를 가진 쌀가루 식빵 S1, S2, S3에 대하여 빵 내부의 색상을 측정한 결과 Table 4와 같이 나타났다. 빵의 명도를 나타내는 L값은 대조군인 밀가루가 77.22로 유의적으로 명도가 낮았다. 쌀가루 식빵 중 입자가 가장 고운 S3는 76.20으로 밀가루 식빵과 유사하게 나타났으나, 입도가 거친 S1과 S2는 70.30, 71.21로 입도가 가장

Table 3. Texture of breads made with wheat flour and rice powder in different particle size

Attributes	C	S1	S2	S3
Hardness ($\times 10^3$ g/cm ²)	1.34 \pm 0.13 ^c	1.74 \pm 0.27 ^a	1.57 \pm 0.24 ^{bc}	1.47 \pm 0.08 ^b
Springiness(%)	1.50 \pm 0.95 ^{NS}	1.41 \pm 0.66	1.16 \pm 0.59	1.79 \pm 1.42
Cohesiveness(%)	0.75 \pm 0.56 ^{NS}	0.50 \pm 0.31	0.72 \pm 0.50	0.83 \pm 0.91
Gumminess(g)	1.30 \pm 0.73 ^{NS}	1.06 \pm 1.42	0.83 \pm 0.45	1.23 \pm 0.89

Values are Mean \pm SD.

^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

C : wheat flour.

S1 : rice powder penetrated into 20 mesh.

S2 : rice powder penetrated into 35 mesh.

S3 : rice powder penetrated into 45 mesh.

거친 S1의 수치는 70.30으로 S2와 S3에 비해 상대적으로 낮음을 보여준다. 이는 가루의 입도가 낮은 고운가루일수록 빵을 제조했을 때 밝은 색을 나타냄을 말해주는 것으로 생각된다.

a 값은 +값이 클수록 붉은 색을 -값이 클수록 녹색의 정도가 큰 것을 의미하는 색으로 밀가루 빵이 가장 작았고 쌀빵 중 S1이 가장 컸으며, +값이 클수록 노란색을, -값이 클수록 청색의 정도가 큰 것을 의미하는 b값은 입자가 큰 S1이 유의적으로 가장 낮았으며, S2, S3는 밀가루 대조군과 유사한 값으로 나타났다.

색차(ΔE)의 단위 NBS(National Bureau of Standards)는 감각적인 색의 차이와 잘 대응함으로 널리 이용되고 있으며, 일반적인 사람이 떨어져 있는 2개의 색 사이에 차이가 없다고 인정하는 색의 허용 차이를 $\Delta E \leq 3$ 이라고 한다(Judd & Wyszecki 1964).

본 실험에서 밀가루 식빵을 기준으로 하여 측정한 쌀가루 식빵의 색차(ΔE)는 S3가 눈에 띄일 정도인 2.89로 가장 낮았고, S1과 S2는 8.09, 7.74로 색의 차이가 매우 크게 나타났다.

4. 관능검사

밀가루와 쌀가루로 제조한 식빵의 품질을 검토하고자 관능검사를 실시한 결과 Table 5 및 6과 같았다.

기호 검사의 결과 입자가 고운 쌀가루로 만든 식빵인 S3가 유의적으로 가장 선호되었으며, 그 다음이 S2였고, S1과 밀

Table 4. Hunter's color value of bread made wheat flour and rice powder in different particle size

	L	a	b	ΔE
C	77.22 \pm 0.56 ^a	-1.08 \pm 0.25 ^d	15.81 \pm 1.59 ^a	0 \pm 0
S1	70.30 \pm 1.07 ^b	2.13 \pm 0.41 ^a	14.15 \pm 0.52 ^b	8.09 \pm 1.07
S2	71.21 \pm 0.84 ^b	1.60 \pm 0.34 ^b	15.50 \pm 0.28 ^a	7.74 \pm 0.35
S3	76.20 \pm 0.74 ^a	-0.06 \pm 0.31 ^c	16.65 \pm 0.38 ^a	2.89 \pm 0.55

Values are Mean \pm SD.

^{a-d} Means in a column by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

C : wheat flour.

S1 : rice powder penetrated into 20 mesh.

S2 : rice powder penetrated into 35 mesh.

S3 : rice powder penetrated into 45 mesh.

L : degree of lightness (white +100 \leftrightarrow 0 black).

a : degree of lightness (red + 60 \leftrightarrow -60 green).

b : degree of lightness (yellow + 60 \leftrightarrow -60 blue).

ΔE = NBS(National Bureau of Standards) unit of color difference trace 0~0.5, slight 0.5~1.5, noticeable 1.5~3.0, appreciable 3.0~6.0, much 6.0~12.0.

가루 식빵인 C는 가장 선호되지 않았다. 가장 선호도가 높았던 S3는 맛과 텍스처에서도 다른 식빵들에 비해 가장 유의도가 높았고, 선호도가 가장 낮았던 밀가루 식빵은 외관에서는 가장 선호도가 높았고, 텍스처에 있어서도 S1이나 S2보다 높았으나 맛에 있어서는 가장 낮았으며, 냄새에 있어서도 유의적인 차이는 없었으나 가장 선호도가 낮았다. 또한, 냄새에서는 밀가루 식빵이 가장 낮았으나 4가지 시료 사이에서 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 이는 지금까지 섭취해 온 밀가루 빵의 냄새에 익숙해져 있는 panel들이 기호도에 큰 차이를 나타내지 않았던 것으로 생각된다.

식별 검사의 결과(Table 6), 식빵 속의 색과 팽화도는 밀가루 식빵이 가장 높았으며, 쌀가루 식빵 중에는 입자가 미세할수록 높은 결과를 나타냈다. 부드러움과 촉촉함은 쌀 식빵 중 S3가 가장 높게 나타났으며, 결의 미세함은 팽화도가 큰 밀가루 식빵이 가장 높았다. 이는 팽화도가 큰 빵들이 gluten 망상구조가 잘 발달되어 우리가 식빵에서 기대하는 길게 세로로 찢어지는 결을 형성하는 것으로 보인다. 구수한 맛과 밀가루 특유의 냄새에서는 서로 상반된 결과를 보여 쌀 식빵 중 S3는 구수한 맛이 가장 강하게 나타났으며, 그 다음이 S2와 S3 이었고, 밀가루 식빵인 C는 가장 낮게 나타나, 밀가루로 만든 식빵에서 panel들이 밀가루 특유의 냄새를 현저하게 인식하였던 것으로 사료된다.

이상의 결과로 쌀가루로 만든 식빵 중 S3는 구수한 맛과 부드러움, 촉촉함 등에 의해 맛과 질감의 선호도가 높았으며, 종합적으로도 밀가루 식빵에 비해 더 선호되었다. 따라서 쌀가루의 입도를 미세하게 하는 연구가 이루어져 쌀가루 식빵의 팽화도가 보완된다면 밀가루 식빵을 대체할 수 있는 우

수한 재료로 사용될 수 있을 것이며, 쌀가루 식빵의 대중화를 가져오리라 생각된다.

5. 경과 시일에 따른 식빵의 경도 변화

경과 시간에 따른 노화에 의한 식빵의 텍스처 변화를 알아보기 위해 제조 당일로부터 24시간 간격으로 5일에 걸쳐 일정한 시간에 식빵의 경도를 측정하여 Fig. 2와 같았다. 경도는 제조 당일 밀가루 식빵인 C와 쌀가루 식빵인 S1, S2, S3가 각각 $1.18 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$, $1.44 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$, $1.36 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$, $1.35 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$ 로 밀가루 식빵과 쌀가루로 만든 모든 식빵 사이에 경도 차이가 유의적으로 나타났고, 쌀가루 식빵 사이에서는 경도에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 제조 후 3일째부터는 쌀가루 식빵들 사이에서도 경도에 차이를 나타내기 시작하였으며 제조 후 4일째부터는 쌀가루 식빵 중 입도가 가장 작은 S3의 경우, 경도가 $1.72 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$ 로 밀가루 식빵의 경도 $1.59 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$ 와 유사하였으며, 입도가 큰 쌀가루 식빵 S2와 S3의 경도 $2.41 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$, $1.93 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$ 보다는 유의적으로 경도가 작은 차이를 보였다. 따라서 밀가루나 S3처럼 입자가 작은 가루로 만든 식빵은 입자가 큰 가루로 만든 식빵보다 빵의 단단해지는 정도가 덜하다는 것을 알 수 있었다.

6. 경과 시일에 따른 곰팡이의 발생 정도

밀가루 식빵과 세 가지 쌀가루 식빵을 25°C에 저장하면서 곰팡이의 발생 정도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같았다. 이들

Table 5. Sensory evaluation for preference test of bread with wheat flour and rice powder in different particle size

Characteristics	C	S1	S2	S3
Apperance	4.77±0.55 ^a	3.39±0.61 ^c	3.50±0.79 ^{bc}	3.89±0.32 ^b
Flavor	3.28±0.67 ^{NS}	3.39±0.85	3.50±1.04	3.67±0.91
Texture	3.78±0.94 ^{ab}	3.67±0.91 ^{ab}	3.50±0.99 ^b	4.22±1.00 ^a
Taste	3.39±0.92 ^c	3.78±0.88 ^{bc}	4.12±0.79 ^{ab}	4.50±0.71 ^a
Overall preference	3.50±0.79 ^b	3.50±0.79 ^b	3.78±0.65 ^b	4.50±0.79 ^a

Values are Mean±SD.

^{a-c} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

C : wheat flour.

S1 : rice powder penetrated into 20 mesh.

S2 : rice powder penetrated into 35 mesh.

S3 : rice powder penetrated into 45 mesh.

Table 6. Sensory evaluation for difference test of bread with wheat flour and rice powder in different particle size

Characteristics	C	S1	S2	S3
Color	4.83±0.38 ^a	2.00±0.69 ^d	2.72±0.67 ^c	3.67±0.69 ^b
Expansion	4.67±0.59 ^a	3.00±0.84 ^c	3.33±0.59 ^c	3.94±0.24 ^b
Wheat flavor	3.44±0.16 ^a	2.34±0.19 ^b	2.34±0.24 ^b	1.45±0.39 ^c
Nutty flavor	2.83±0.71 ^c	3.67±0.77 ^b	3.83±0.71 ^b	4.33±0.59 ^a
Softness	3.78±1.17 ^{ab}	3.22±0.88 ^b	3.78±0.81 ^{ab}	4.33±0.69 ^a
Juiciness	3.22±0.88 ^c	3.61±1.20 ^{bc}	3.89±0.68 ^b	4.56±0.62 ^a
Fineness	4.00±0.91 ^a	2.89±0.76 ^b	2.89±0.96 ^b	3.78±0.55 ^a

Values are Mean±SD.

^{a-d} Means in a row by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

C : wheat flour.

S1 : rice powder penetrated into 20 mesh.

S2 : rice powder penetrated into 35 mesh.

S3 : rice powder penetrated into 45 mesh.

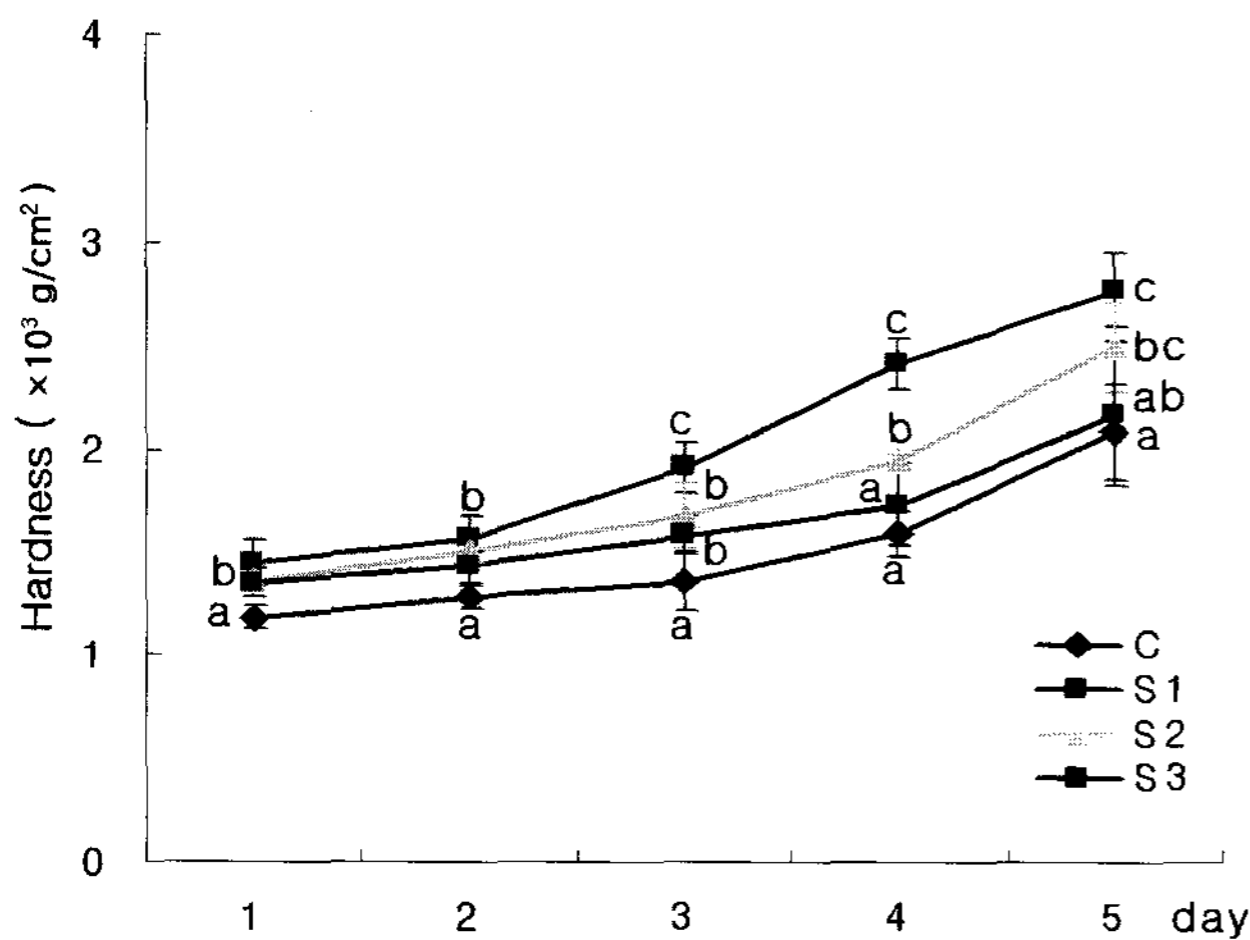


Fig. 2. Changes in the texture of bread made with wheat flour and rice powder in different particle size during storage at 25°C.

^{a-c} Mean by different superscripts are significantly different at the $p < 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

C : wheat flour bread.

S1 : rice powder bread milled to penetrate into 20 mesh.

S2 : rice powder bread milled to penetrate into 35 mesh.

S3 : rice powder bread milled to penetrate into 45 mesh.

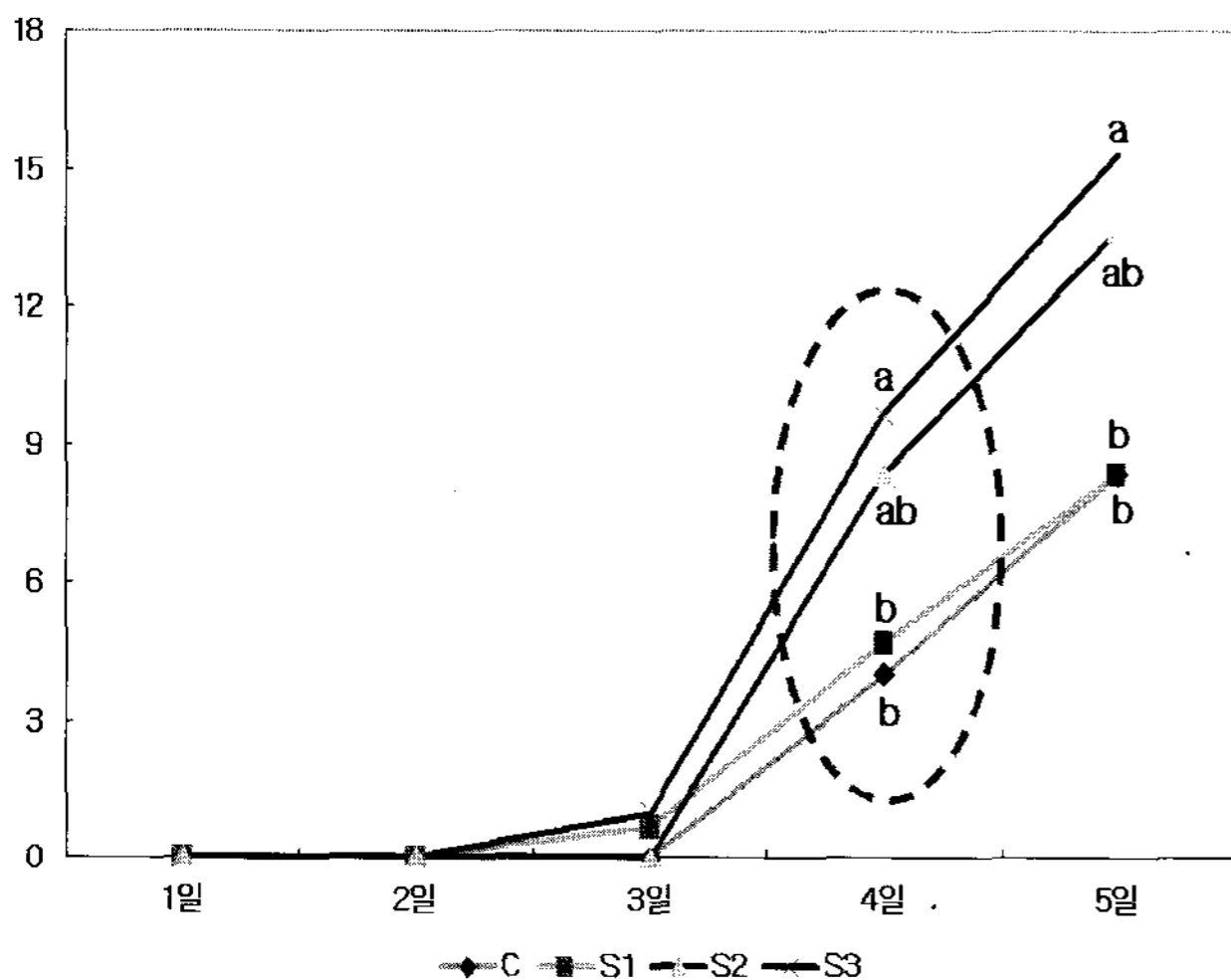


Fig. 3. Number of mold spots on the bread made with wheat flour and rice powder in different particle size during storage at 25°C.

C : wheat flour bread.

S1 : rice powder bread milled to penetrate into 20 mesh.

S2 : rice powder bread milled to penetrate into 35 mesh.

S3 : rice powder bread milled to penetrate into 45 mesh.

동안 곰팡이가 보이지 않았으나, 3일째부터 쌀가루 식빵인 S1과 S3에서 나타나기 시작하였고, 4일째부터는 곰팡이 발생이 급격히 증가하였다. 곰팡이 발생 개체 수는 밀가루 식빵과 쌀가루 식빵 S1에서 4.0, 4.67로 적게 발생되었고, S2에서

는 8.33으로 높았으며, S3에서는 9.67로 유의적으로 가장 높았다. 5일째에는 식빵 C와 S1의 곰팡이 발생이 약 2배로 증가하였으며, S2와 S3도 13.67과 15.33으로 곰팡이 수가 증가하였다. 곰팡이 상태에 있어서도 밀가루 빵의 경우 작고 검은 곰팡이가, 쌀가루 빵 군에서는 범위가 크면서 붉은색과 푸른색을 보이는 곰팡이가 생성되었다. 밀가루에서 곰팡이 발생이 낮은 것은 수입되는 과정에서 방부제가 사용되었기 때문이라고 생각되며, 쌀가루 빵에서도 입자가 미세할수록 곰팡이 발생이 많았고 발생 범위가 넓었던 이유는 미생물의 배지 역할을 하는데 미세한 입도가 좀 더 유리하게 작용하였으리라 생각된다.

요약 및 결론

쌀가루의 입자 크기가 쌀가루 식빵의 팽화에 미치는 영향을 검토하고자 입도가 다른 3종류의 쌀가루 식빵에 대하여 밀가루 식빵과 함께 loaf volume index, 식빵의 텍스처, 색 등을 측정하였으며, 관능검사를 실시하여 쌀가루 입도에 식빵의 품질을 검토하였고, 저장 시간의 경과에 따른 식빵의 경도 변화 및 미생물 발생 정도를 측정하여 저장 가능 시간을 검토한 결과는 다음과 같았다.

1. 쌀가루 식빵의 입도에 따른 loaf volume index를 측정된 결과 S1, S2, S3의 경우 5.37, 5.56, 5.85로 나타났다. 이는 대조구인 밀가루 식빵의 6.34에 비하면 낮은 수치이지만 쌀가루 입자가 미세하여짐에 따라 부피가 증가하는 것을 알 수 있었다.

2. 경도는 밀가루 식빵과 쌀가루 식빵인 S1, S2, S3가 각각 $1.34 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$, $1.74 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$, $1.57 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$, $1.47 \times 10^3 \text{ g/cm}^2$ 로 밀가루 식빵보다 쌀가루 식빵에서 높았으며, 입자가 가장 거친 S1은 가장 높은 수치를, 입자가 가장 고운 S3는 밀가루 식빵의 경도보다는 높았지만 가장 경도가 낮은 수치를 나타내어 입자가 작은 쌀가루일수록 경도가 낮아짐을 나타냈다.

3. 밀가루 식빵을 기준으로 하여 측정된 쌀가루 식빵의 색차(ΔE)는 S3가 눈에 띄일 정도인 2.89로 가장 낮았고, S1과 S2는 밀가루 식빵과의 색차가 8.09, 7.74로 색의 차이가 매우 큰 것으로 나타났다.

4. 관능검사의 결과, 입자가 고운 쌀가루로 만든 식빵인 S3는 구수한 맛과 부드러움, 촉촉함 등에서 맛과 질감의 선호도가 가장 높았으며, 종합적인 기호도에서도 S3가 유의적으로 가장 선호되었고, 그 다음이 S2였으며 S1과 밀가루 식빵인 C는 가장 선호되지 않았다.

5. 시간 경과에 따른 식빵의 경도 변화는 제조 당일 밀가루 식빵과 쌀가루로 만든 모든 식빵 사이에 경도 차이가 유의적으로 나타났고, 쌀가루 식빵 사이에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 제조 후 3일째부터는 쌀가루 식빵들

사이에서도 경도에 차이를 나타내기 시작하였으며, 제조 후 4 일째부터는 S3의 경도가 밀가루 식빵의 경도와 유사하게 변하였다.

6. 경과 시일에 따른 곰팡이의 발생 정도는 3일째부터 쌀가루 식빵 S1과 S3에서 곰팡이가 나타나기 시작하였고, 4일째부터는 곰팡이 발생이 급격히 증가하였다. 곰팡이 발생 개체 수는 밀가루 식빵과 쌀가루 식빵 S1에서 적게 발생되었고, S2와 S3에서는 유의적으로 높게 나타났다.

이상으로 쌀가루의 입도를 미세하게 하는 연구가 이루어져 쌀가루 식빵의 팽화도가 보완되고 식빵에 허브에 의한 천연방부제가 첨가된다면 쌀가루도 밀가루를 대체하여 식빵을 만들 수 있는 우수한 재료로 사용될 수 있을 것이며 쌀가루 식빵의 대중화를 가져오리라 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 경희대학교 지원에 의한 연구 결과이며 이에 감사드립니다.

문헌

- 문수재, 손경희 (1994) 식품학 및 조리원리. 수학사, p.146.
- American Association of Cereal Chemists (1983) Approved method of the AACC. Method 10-10A. The Association, St. Paul. Minn. sec.
- Bingham SA (1990) Mechanisms and experimental and epidemiological evidence relating fiber and starch to protection against large bowel cancer. *Proc Nutr Soc* 49: 153-158.
- Cho NJ, Kim HJ, Kim SK (1999) Effect of flour brew with *Bifidobacterium bifidum* as a natural bread improver. *J Korean Soc Food Sci Nutri* 28(6): 1275-1279.
- Cho SJ, Jung EH (1995) Sensory quality of rice-wheat bread. *한국농촌생활과학회지* 6(2): 91-97.
- Chun HS, Kim IH, Kim YJ, Kim KH (1994) Inhibitory effect of rice extract on the chemically induced mutagenesis. *Korean J Food Sci Technol* 26(2): 188-193.
- Funk K, Zabik ME, Elgedaily DA (1969) Objective measure for baked products. *J Home Econom* 61:117-121.
- Hegsted M, Windhauser MM, Lester FB, Morris SK (1990) Stabilized rice bran and oat bran lower cholesterol in humans, FASEB J.4 : A368, Abstract no. 590.
- Hirose M, Hukushima S, Imaida K, Ito N, Shirai T (1999) Modifying effects of phytic acid and gamma-oryzanol on the promotion stage of rat carcinogenesis. *Anticancer Res* 19: 3665-3669.
- Hor JS (1996) Studies on the flour characteristics and bread making properties of rice varieties, *Master thesis* The Dankook University of Korea. p.1.
- Jeong YN (2001) Quality characteristics of the bread added anchovy powder. *Food Engineering Progress* 5(4): 235-240.
- Jiaratsatit JIT, Keoplung M, Chumsilp L, Mangklabruks A (1987) Glycemic effects of rice and glutinous rice on type II diabetic subjects. *J Med Assoc Yail* 70: 401-406.
- Judd DG, Wyszecski G (1964) Applied colorific science for industry and business, Diamond Co., Japan, p.333.
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB (2002) Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34(2): 232-237.
- Kadan RS, Robinson MG, Thibodeaux DP, Pepperman JR (2001) Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *J Food Sci* 66(7): 940-944.
- Kahlon TS, Saunders RM, Chow FI, Chiu MC, Betschart AA (1989) Effect of rice bran and oat bran on plasma cholesterol in hamsters. *Cereal Food World* 34: 768-772.
- Kang MY (1995) Studies for the development of preparation technique and the physicochemical characteristics related to processing adaptability of rice bread, RDA. *J Agri Sci (Agri. Inst. Cooperation)* 37:1-14.
- Kang MY, Choi YH, Choi HC (1997) Comparison of some characteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice. *Korean J Soc Food Sci* 13(1): 64-69.
- Kang MY, Choi YH, Choi HC (1997) Effects of gums, fats and glutes adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J Food Sci Technol* 29(4): 700-704.
- Kim IH, Chun HS, Ha TY, Moon TW (1995) Effect of processing on the antimutagenicity of rice. *Korean J Food Sci Technol* 27(6): 944-949.
- Kim MH, Shin MS (2003) Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19(2): 136-143.
- Lee CY, Kim SK, Marston PE (1979) Rheological and baking studies of rice-wheat flour blends. *Korean J Food Sci Technol* 11(2): 99-104.
- Mohamed AA, Rayas-Duarte P, Shogren RL, Sessa DJ (2006) Low carbo-hydrates bread : Formulation, processing and sensory quality. *Food Chemistry* 99: 686-692.
- Nishita KD, Roberts RL, Bean MM (1976) Development of a yeast-leavened rice-based formula. *Cereal Chem* 53(5): 626-634.
- Park MK, Lee KH, Kang SA (2006) Effect of particle size of rice flour on popping rice bread. *Korean J Food and Co-*

kery Sci 22(4): 419-427.

Sanchez HD, Osella MA, De La Torre MA (2002) Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour, and cassava starch. *J Food Sci* 67(1): 416-419.

Suzuki A, Kagawa D, Hujii A, Ochiai R, Tokimutsu I, Saito

I (2002) Short- and long-term effects of ferulic acid on blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *AJH* 15: 351-355.

(2007년 7월 6일 접수, 2008년 6월 16일 채택)