

쌀가루 입도가 쌀 식빵의 팽화에 미치는 영향

박미경 · 이경희¹ · 강순아²

경희대학교 관광대학원 조리·외식경영학과, ¹경희대학교 외식산업학과,
²건국대학교 분자생명공학과 생명분자정보학센터

Effect of particle size of rice flour on popping rice bread

Mi-Kyung Park, Kyung-Hee Lee¹, Soon-Ah Kang²

Dept. of Culinary Science and Food Service Management, The Graduate School of Tourism, Kyung Hee University

¹*Dept. of Food Service management, Kyung Hee University*

²*Dept. of Molecular Biotechnology, BMIC, Konkuk University*

Abstract

The purpose of this study is to promote the substitution of rice flour for wheat flour in making bread and thus the consumption of rice by examining the effect of particle size of rice flour on leavening rice bread.

For this purpose, several experiments were carried out. With regard to particle size distribution, 59.45% of wheat flour had passed 200 mesh and 3 kinds of rice flour milled to penetrate into 20, 35, and 45 mesh (S1, S2 and S3) had passed 21.88%, 33.1% and 36.38% of those for 200 mesh, respectively. To leaven the rice flour dough to bread, 25% of vital gluten was needed. To determine the optimal water quantity for rice bread dough, the hardness of wheat and rice flour dough was measured by rheometer. The appropriate water quantity for S1, S2 and S3 was set at 285 ml, 295 ml and 335~340 ml, respectively. The loaf volume index of the wheat flour bread was 6.24, while that of and rice flour bread S1, S2 and S3 was 5.38, 5.50 and 5.75, respectively. These results indicated that the loaf volume index of rice flour bread is lower than that of wheat flour bread, but that the volume of rice flour bread was increased with finer particle size of rice flour.

Scanning electron microscopy (SEM), image of the wheat bread tissue at a magnification of 35 times showed long, large, oval-shaped, air cells and thin cell membrane, as well as small air cells, whereas the images of rice flour showed angular, circular, air cells and rough and thick cell membrane. The size and number of air cells in the rice bread were larger in S2 and S3 with finer particle flours than in S1. In particular, the bread made with S3 contained many air cells that were as large as those in the wheat bread were. In addition, when the inner cell wall was magnified 1500 times, almost no small air cell was observed in C and S3, whereas many fine air cells were observed in the cell wall of S1 and S2.

Key words : rice and wheat flour, particle size, vital gluten content, loaf volume index, scanning electron microscopy

1. 서 론

오늘날 복잡하고 바쁜 현대 사회 속에서 우리의 전

통적인 식생활은 편리함의 추구로 주식인 밥 대신 빵과 면으로 대체되는 변화를 가져왔다.

따라서 우리나라 농가의 주 소득원인 쌀은 소비가 감소되어 1998년도 1인당 연간 99.2 kg에서 2003년 83.2 kg(Korean National Statistical Office 2003)으로 감소되어 왔다. 이러한 쌀 소비의 감소 원인은 우리나라 쌀 소비형태의 대부분인 95%가 밥으로 이용되고 있고 5% 정도만 가공식품으로 이용되기(Hor JS 1996) 때문

Corresponding author : Kyung-Hee Lee, Kyung Hee University, 1
Hoegi-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-701, Korea
Tel : 02-961-0847 H.P. 018-379-4547
Fax : 02-964-2537
E-mail : lkhee@khu.ac.kr

이며, 쌀의 영양에 대한 그릇된 인식으로 서구화된 식생활을 추구하려는 우리의 식문화에도 기인한다고 할 수 있겠다.

쌀의 영양성분과 다양한 유효성분에 대해서는 돌연변이억제(Chun HS 등 1994, Kim IH 등 1995) 및 콜레스테롤저하효과, 혈압조절효과, 당노조절효과, 암 예방효과 등이 알려져 있다(Ha TY 2005). 그러나 전통적인 밥 형태의 섭취보다는 시대의 변화에 맞추어 편리함과 기호를 충족시키면서 쌀의 소비를 촉진시킬 수 있는 가공식품의 개발에 대한 필요성이 대두되어 쌀가루의 제조와 제분 방법에 따른 이화학적 특성(Park YK 등 1988), 백미와 현미 쌀빵의 특성 비교(Kang MY 등 1997a), 8품종 벼의 제빵 적성에 대한 비교 연구(Kang MY와 Han JY 2000), 밀가루와 다른 곡류를 혼합하는 복합분을 이용한 연구(Lee CY 등 1979), 현미를 첨가한 식빵(Kim MH 와 Shin MS 2003), 흑미가루를 첨가한 식빵(Jung DS 등 2002) 등 간식이 아닌 주식의 개념으로 바뀌고 있는 빵을 밀가루 대신 쌀로 일부 대체하려는 연구가 이루어지고 있다.

밀가루로 만드는 빵은 밀에 함유되어있는 gliadin이나 glutenine 등 prolamins류의 단백질이 gluten을 형성하여 반죽에 망상구조를 이루게 되고 굽는 과정에서 gluten이 증기압에 의해 팽화되어 빵의 부피를 형성하며 특유의 식감을 완성시키나 쌀은 밀가루보다 가루를 세분화하는데 어려운 점이 있고, 쌀 속에 들어있는 6.2~7.4%의 단백질이 glutelin류를 이루고 있으므로(문수재와 손경희 1994) 밀 단백질의 팽화에 의한 조직감을 형성하지 못하기 때문에 그에 대한 보완을 위해 여러 가지 연구가 계속되고 있다.

쌀가루에 활성 gluten, 계면활성제인 glyceryl monostearate, gum질인 carboxymethyl cellulose, guar gum, methyl cellulose, xanthan gum, locust bean gum(Kang MY 등 1997b) 등 gluten의 대체 재료들을 첨가함으로써 밀가루 빵과 유사한 조직감을 갖는 쌀 빵을 제조하려는 시도가 이루어져왔다.

쌀가루는 밀가루와 같이 입자크기가 미세하게 분쇄되기 어려워 대체로 밀가루보다 굵은 입자를 이루고 있다. 따라서 쌀가루로 만든 반죽은 밀가루 반죽과 동일한 양의 gluten을 함유하고 있어도 빵을 굽는 과정 중 반죽 속에 분포되어 있는 글루텐이 발효나 가열에

의해 증가되는 증기압을 끌어안고 늘어날 때 가루 입자의 크기로 인한 글루텐 막 주변 물질의 비중이 높아 공기집을 형성하는 능력이 밀가루반죽에 비해 현저히 낮으리라 생각된다. 이에 본 연구는 쌀가루의 입자 크기가 쌀 식빵의 팽화에 크게 영향을 미치리라 생각되어 입도 분포가 다른 3종류의 쌀가루에 활성 gluten을 첨가하여 쌀가루 식빵을 제조한 후 밀가루 식빵과 함께 쌀가루로 만든 식빵의 loaf volume index를 측정하고 주사전자현미경에 의해 식빵 내부의 기공 및 조직관찰을 실시하여 쌀가루의 입도가 쌀 식빵의 팽화에 미치는 영향을 검토하였다.

II. 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 mill, 태성공업사)를 이용하여 눈금 크기가 355 μm , 500 μm , 850 μm 인 mesh를 통과하도록 건식 제분한 3종류의 쌀가루를 냉동실에 보관하며 사용하였고, 대조구인 밀가루는 대한제분의 강력분을 구입하여 사용하였다. 부재료는 활성글루텐(신광식품), 소금(해표 꽃소금), 탈지분유(희창유업), 쇼트닝(동서유지, 순식물성), 설탕(삼양 백설탕)등 시판 제품을 구입하여 사용하였다.

2. 빵의 제조

빵의 제조는 Hong(Hong HH 1998)의 방법에 의하여 Table 1과 같이 배합하여 밀가루로 제조한 식빵의 경우 A.A.C.C(Evers AD와 Stevens DJ 1986)의 제조 공정에 따라 믹서기(HOBART A-200, RPM 1725, U.S.A.)를 이용하여 저속에서 3분, 중속에서 7분간 반죽한 후 습도 75%, 온도 27°C의 조건에서 반죽을 60분간 1차 발효시키고 180 g으로 분할하여 둥글린 다음 15분간 중간발효를 한 후, 식빵 틀(비용적 3.7)에 3덩어리로 성형하는 산형으로 제조하여 85%의 습도와 38°C의 온도에서 80분간 2차 발효를 거치고 윗불 190°C, 아랫불 200°C의 오븐(f06-7102, 380V, 0~399°C, 대영(주))에서 20분간 구워 제조하였으며, 쌀가루로 만든 식빵은

Kang(Kang MY 1995)의 방법에 의하여 1차 발효 없이 믹서기로 반죽한 27°C의 반죽을 밀가루 식빵의 경우와 같은 제조 공정으로 분할, 둥글리기, 중간 발효, 성형, 2차 발효를 거친 후 구워서 시료로 제공하였다.

3. 쌀가루의 입도 분포 측정

쌀가루는 건식으로 분쇄기를 이용하여 눈금 크기가 355 μm , 500 μm , 850 μm 인 mesh를 통과하도록 빵아 시료를 S1, S2, S3로 분류하였고 시료별로 체(청계상공)에 걸러 쌀가루의 입도 분포를 측정하였다. KS호칭 200 mesh(75 μm), 170 mesh(90 μm), 140 mesh(106 μm), 120 mesh(125 μm)의 체에 각 시료의 쌀가루 100 g을 무게 변동이 없을 때까지 체를 바꿔가며 쳐서 통과되는 쌀가루의 중량을 측정하여 %로 나타내었으며 시료별로 4회씩 측정하였다.

4. 활성글루텐의 적정 첨가량 측정

3종류의 쌀가루 중에서 중간 입도분포를 나타내는 S2를 이용하여 Table 1과 같은 배합 비로 쌀가루 300 g에 활성글루텐을 15%, 20%, 25%, 30% 첨가하고 Hong(Hong HH 1998)의 방법에 따라 글루텐 1% 증가함에 따른 물 증가량을 1.5% 씩 계산하여 물을 각각 228 mL, 242 mL, 256 mL, 270 mL 첨가하여 식빵을 제조한 후 대조구인 밀가루 식빵에 근접한 부피와 구조를 보이는 빵의 활성글루텐 함량을 적정량으로 결

정하였다.

5. 쌀가루 입도별 반죽의 적정 수분 첨가량 측정

입도분포가 다른 쌀가루 S1, S2, S3의 반죽을 대조구인 밀가루 반죽과 비슷한 되기의 반죽으로 만들고자 Rheometer(Sun Rheometer compact-100, Sun Scientific Co., LTD., Japan)에 의해 물 첨가량을 달리한 반죽의 hardness를 측정하였다. 활성글루텐의 특성상 글루텐 1% 첨가당 물이 1~1.5% 추가되어야 하는 점을 고려하고, 입도분포가 다른 쌀가루는 동일한 중량에서도 물이 스며들 가루의 표면적이 다르므로 동일한 물성의 반죽을 만들기 위한 물의 첨가량을 알아내기 위하여 Hong(Hong HH 1998)의 방법에 의해 활성글루텐 첨가량에 따른 물 첨가량을 계산하고 예비실험을 통해 입도가 가장 큰 쌀가루 S1은 Table 1과 같은 배합으로 쌀가루 300 g에 부재료를 혼합하고 275, 280, 285 mL의 물을 첨가하였으며, 중간 입도인 S2는 290, 295, 300 mL의 물을, 가장 입도가 작은 S3는 330, 335, 340 mL의 물을 첨가하였다. 각 시료 반죽 50 g을 100 mL 비이커에 평평하게 채워 시료 높이를 20.0 mm로 하였고, plunger 직경은 20.0 mm, load cell은 10.0 kg, table speed 60 mm/min, deformation ratio 60%의 조건에서 각 시료별로 2회 측정하여 평균한 값을 1회 측정값으로 하고 4회씩 측정하여 밀가루 300 g에 물 186 mL 들어간 반죽의 물성과 비교하였다.

Table 1. Composition of bread dough for loaf volume index and scanning electron micrographs of bread

Ingredient	C	S1	S2	S3
wheat flour (g)	300			
rice flour (g)		300	300	300
yeast (%)	3	3	3	3
shortening (%)	8	8	8	8
milk powder (%)	5	5	5	5
salt (%)	1.8	1.8	1.8	1.8
sugar (%)	8	8	8	8
gluten (%)		25	25	25
water (ml)	186	265	295	335

The percent(%) of ingredients was based on the amount of flour

C : wheat flour

S1 : rice flour milled to pass through 20mesh

S2 : rice flour milled to pass through 35mesh

S3 : rice flour milled to pass through 45mesh

6. 입도에 따른 식빵의 Loaf Volume Index 측정

Loaf volume index(Funk K 등 1969)는 빵을 구운 후 1시간동안 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.

7. 주사전자현미경 관찰

밀가루 식빵과 쌀가루 식빵을 일정크기(5×5×5 mm)로 3개씩 절단하여 24시간 동결건조 시킨 후 시료대에 고정시키고 fine coat ion sputter(JFC-1100형)로 금

을 증착시켜 SEM(JEOL, JSM-5410LV, Japan)을 이용하여 35배 및 1500배의 배율로 관찰하였다.

8. 통계처리

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

III. 결과 및 고찰

1. 쌀가루의 입도 분포

대조구인 밀가루와 3종류 쌀가루의 입도 분포를 측정한 결과는 Fig. 1과 같았다. 밀가루의 입도는 200 mesh를 통과하는 입자크기가 $75 \mu\text{m}$ 이하인 가루가 59.45%로 가장 많았으며 170 mesh를 통과하는 $90 \sim 75 \mu\text{m}$ 크기의 입자는 21.93%, 140 mesh를 통과하는 $106 \sim 90 \mu\text{m}$ 사이의 입자는 13.47%, 120 mesh를 통과하는 $125 \sim 106 \mu\text{m}$ 사이의 입자는 4.53%로 mesh가 낮아질수록 적었으며 120 mesh를 통과하지 못하는 $125 \mu\text{m}$ 이상의 굵은 입자는 없었다.

쌀가루의 입도는 20 mesh를 통과하도록 곱게 빵아진 S1의 경우 120 mesh를 통과하지 못하는 굵은 입자가 52.78%로 가장 많았으며 120 mesh를 통과한 쌀가루 중에서는 mesh가 높아질수록 통과되는 가루의 양이 많아져서 200 mesh를 통과한 입자량은 21.88%였다. 35 mesh를 통과하도록 빵아진 쌀가루 S2는 120 mesh를 통과하지 못하는 입자가 많이 감소되어 24.53%로 줄어들었고 120 mesh를 통과하는 입자량은 증가하였으며 특히 200 mesh를 통과하는 입자량이 33.10%로 가장 많았다. 45 mesh를 통과하도록 곱게 빵아진 쌀가루 S3의 입자는 120 mesh를 통과하지 못하는 굵은 입자가 6.18%로 현저히 감소되었고 170 mesh 이상을 통과하는 쌀가루의 양이 매우 증가하여 26.73%였으며 200 mesh를 통과한 입자는 36.38%로 쌀가루 중 가장 많았다. 이상으로 쌀가루가 곱게 빵아진 S3는 200 mesh를 통과하는 고운 입자의 가루가 밀가루보다는 적었지만 전체적인 입도분포에서 밀가루와 유사한 양상을 나타내고 있었다.

2. 활성글루텐의 적정 첨가량

쌀가루 반죽으로 만드는 식빵의 팽화에 적절한 활성글루텐 함량을 결정하기 위하여 중간입도인 S2에 쌀가루 대비 글루텐 함량을 15%, 20%, 25%, 30% 첨가하여 팽화시킨 빵의 부피를 비교하고자 Fig. 2와 같이 빵의 절단면을 사진으로 나타내었다. 글루텐을 15%와

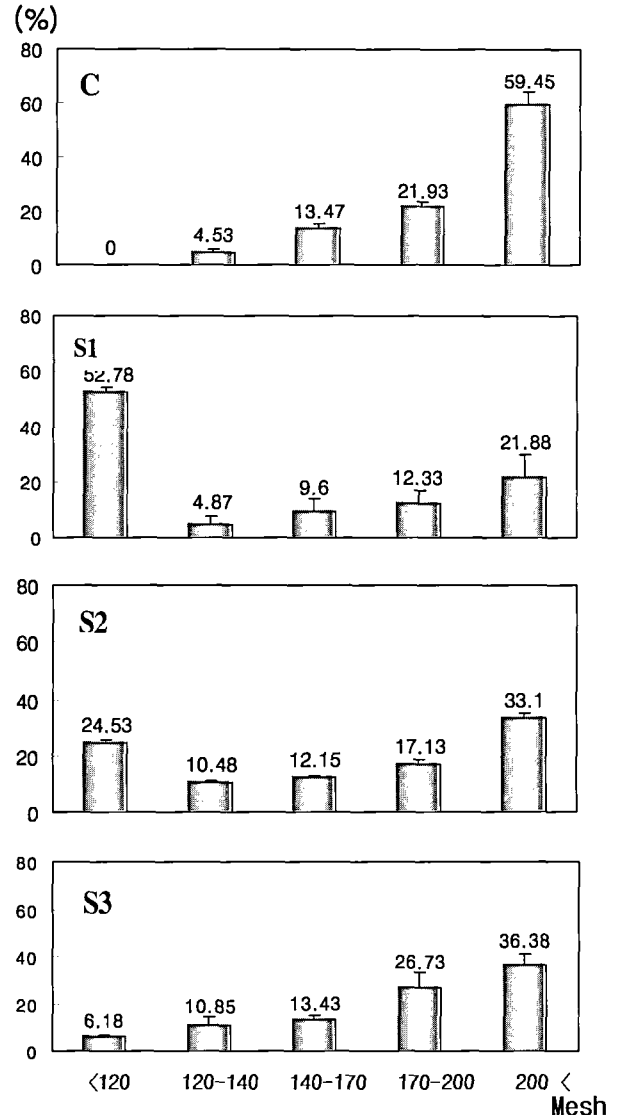


Fig 1. Composition ratio of particle size of wheat and 3 kinds of rice flour pass through 120~200 mesh

C : wheat flour

S1 : rice flour milled to pass through 20mesh

S2 : rice flour milled to pass through 35mesh

S3 : rice flour milled to pass through 45mesh

20%첨가한 쌀가루 식빵은 밀가루 식빵에 비하여 현저하게 부피가 작았으며 25%와 30%를 첨가한 식빵은 밀가루 식빵보다는 약간 작지만 15%와 20% 첨가한 것보다 컸으며 식빵으로서 좋은 부피를 보이면서 틀을 형성하였다. 그러나 30% 첨가된 식빵의 경우 빵의 기본 비용적보다 부피를 크게 키우다보니 구조 형성력이 약해져서 시간이 경과하면서 cave(움푹 들어가고 찌그러지는)현상을 보였기 때문에 쌀가루 반죽으로 식빵을 팽화시킬 수 있는 글루텐의 함량은 25%가 가장 적절한 것으로 생각되었다.

Kang MY와 Han JY(2000)은 쌀의 품종별 제빵 적성을 비교하기 위하여 쌀가루 65%에다 강력분 20%, 활성글루텐을 15% 첨가하였을 경우 한강찰벼를 제외한 모든 품종에서 쌀빵 제조가 가능하였다고 보고하였고, Lee SC와 Park WP(1998)는 수입밀에 비해 글루텐함량이 적은 국산밀로 제빵 특성을 연구한 결과 활성글루텐이 15% 첨가되었을 때 조직감과 맛이 가장 뛰어났다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 강력분이 혼합되지 않고 글루텐이 전혀 없는 쌀가루만으로 반죽을 하였기 때문에 가열 중 반죽의 팽화를 돕기 위해 더 많은 양의 활성글루텐이 필요했던 것으로 생각된다.

3. 쌀가루 입도별 반죽의 적정수분 첨가량

빵 제조 시 물성에 가장 영향을 미치는 수분함량을 결정하기 위하여 활성글루텐의 특성상 글루텐 1% 첨가 당 물이 1~1.5% 추가되어야 하는 점을 고려해야

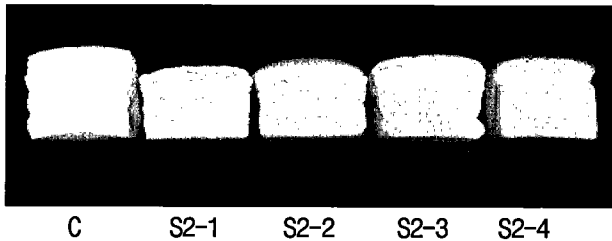


Fig. 2. Photographs of vertical section of wheat and rice flour bread added with different gluten contents.
 C : Wheat flour bread
 S2 -1 : Rice flour bread added with gluten 15%
 S2 -2 : Rice flour bread added with gluten 20%
 S2 -3 : Rice flour bread added with gluten 25%
 S2 -4 : Rice flour bread added with gluten 30%

한다.

또한 본 실험에 사용된 쌀가루는 입도분포가 다르므로 동일한 중량에서도 물이 스며들 가루의 표면적이 다르므로 동일한 물성의 반죽을 만들기 위해 물의 적정 첨가량을 측정할 필요가 있다. 이에 예비실험을 실시하여 관능적인 경험에 의해 유사한 반죽으로 예상되는 물 첨가량을 쌀가루 종류별로 3단계로 정하여 Rheometer에 의해 물 첨가량을 달리한 쌀가루 반죽의 경도를 측정된 결과 Fig. 3과 같았다.

밀가루 반죽의 경도는 6.91 kg/cm²를 나타냈고 입자가 굵은 쌀가루인 S1은 물을 285 mL 첨가하여 반죽하였을 때 밀가루 반죽과 유사한 6.96 kg/cm²의 경도를 나타냈으며, S2는 295 mL를 첨가하였을 때 6.86 kg/cm²의 경도를, S3는 335 mL와 340 mL 첨가하였을 때 각각 6.95 kg/cm²로 밀가루 반죽과 유사한 경도를 나타냈다.

4. 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. 4와 같았고 실험사진을 Fig. 5에 나타냈다.

밀가루로 만든 식빵은 loaf volume index가 6.24로 식빵 중 가장 크게 팽화되었으며 쌀가루로 만든 식빵인 S1, S2, S3는 loaf volume index가 5.38, 5.50, 5.75로

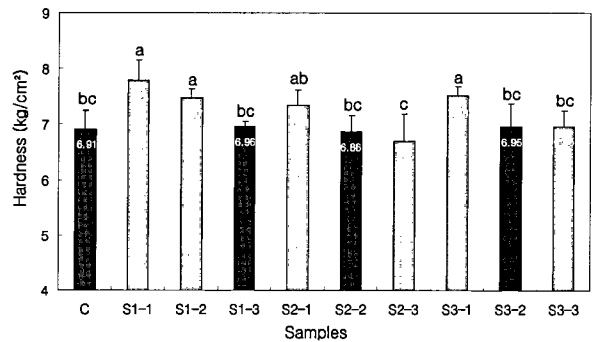


Fig. 3. Hardness of wheat and rice flour dough added with different water amounts(kg/cm²)
 C : Wheat flour dough added with water 186 ml
 S1-1, 2, 3 : Rice flour dough added with water 275 ml, 280 ml, 285 ml
 S2-1, 2, 3 : Rice flour dough added with water 290 ml, 295 ml, 300 ml
 S3-1, 2, 3 : Rice flour dough added with water 330 ml, 335 ml, 340 ml

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.

Kim MH와 Shin MS(2003)은 밀가루에 현미가루를 20%만 첨가하여 식빵을 제조하여도 현미의 종류에 관계없이 비용적이 밀가루식빵의 92.7~96.1% 범위로 낮아졌다고 보고하였으며, 이는 밀 이외의 혼합분으로 빵을 제조할 경우에 해당되는 글루텐 감소에 따른 부피감소(Jung DS 등 2002, Kim BR 등 2000, Park GS와 Lee SJ 1999, Kim SY와 Ryu CH 1997)라고 설명하였다. Lee YK 등(2003b, 2003a)은 밀가루 식빵에 칼슘첨가를 위하여 초산칼슘 4~8%, 칼슘 락테이트를 0.5%씩만 첨가하여도 loaf volume index가 현저하게 떨어졌다고 보고하였으며 그 원인으로 반죽의 pH(Cho NJ 등 1999)와 칼슘함량(Jeong YN 등 2001)이 발효에 영향을 미쳐서 빵의 부피가 낮아졌다고 하였다.

그러나 본 연구는 이러한 요인들이 동일하고 반죽의 물성도 동일한 조건에서 빵이 제조되었으므로 쌀가루의 입자 크기가 반죽의 팽화력에 크게 영향을 미친 것으로 생각된다. 고운 입자의 가루로 만든 반죽은 입자가 큰 가루로 반죽한 것보다 글루텐이 발효나 가열 중 증가되는 증기압을 끌어안고 늘어날

때 글루텐 막 주변 물질의 비중이 더 낮아 더 큰 공기집을 형성하기 쉬웠을 것으로 생각된다. 따라서 쌀가루의 입자를 더욱 미세하게 분쇄할 수 있는 기술이 개발되면 활성글루텐의 첨가량이 더 적은 상태에서도 식빵으로서의 팽화가 가능해질 것으로 생각된다.

5. 주사전자현미경에 의한 식빵 조직

주사전자현미경에 의해 식빵 조직을 관찰한 결과는 Fig. 6과 같았다. 35배로 촬영한 밀가루 식빵은 기공이 타원형으로 길고 크며 막이 얇게 보였고, 작은 air cell을 관찰할 수 있었으나 쌀가루 식빵에 있어서는 밀가루 식빵과 달리 기공의 모양이 각진 원형이며 기공 주변의 골격이 거칠고 두꺼운 상태를 나타내고 있었다. 쌀가루 식빵의 기공 크기 및 분포는 가루의 입자 크기가 작을수록 더 크고 많은 기공이 관찰되어 입자가 큰 S1, S2보다 입자가 작은 S3로 만든 식빵이 밀가루 식빵과 유사한 정도로 큰 기공이 많았다.

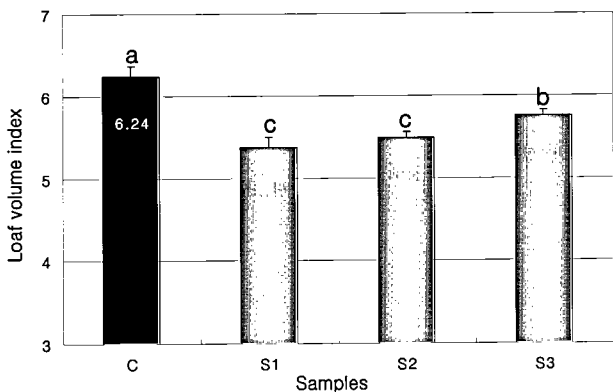


Fig. 4. Loaf volume index of bread made with wheat and 3 kinds of rice flour with different particle size
 C : Wheat flour bread
 S1 : The bread made with rice flour milled to pass through 20mesh
 S2 : The bread made with rice flour milled to pass through 35mesh
 S3 : The bread made with rice flour milled to pass through 45mesh

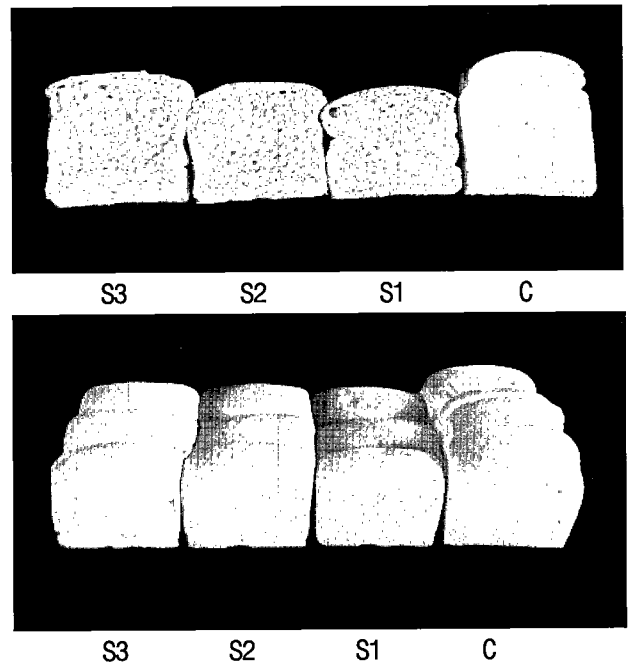


Fig. 5. Photographs of bread made with wheat and 3 kinds of rice flour with different particle size
 C : Wheat flour bread
 S1 : The bread made with rice flour milled to pass through 20mesh
 S2 : The bread made with rice flour milled to pass through 35mesh
 S3 : The bread made with rice flour milled to pass through 45mesh

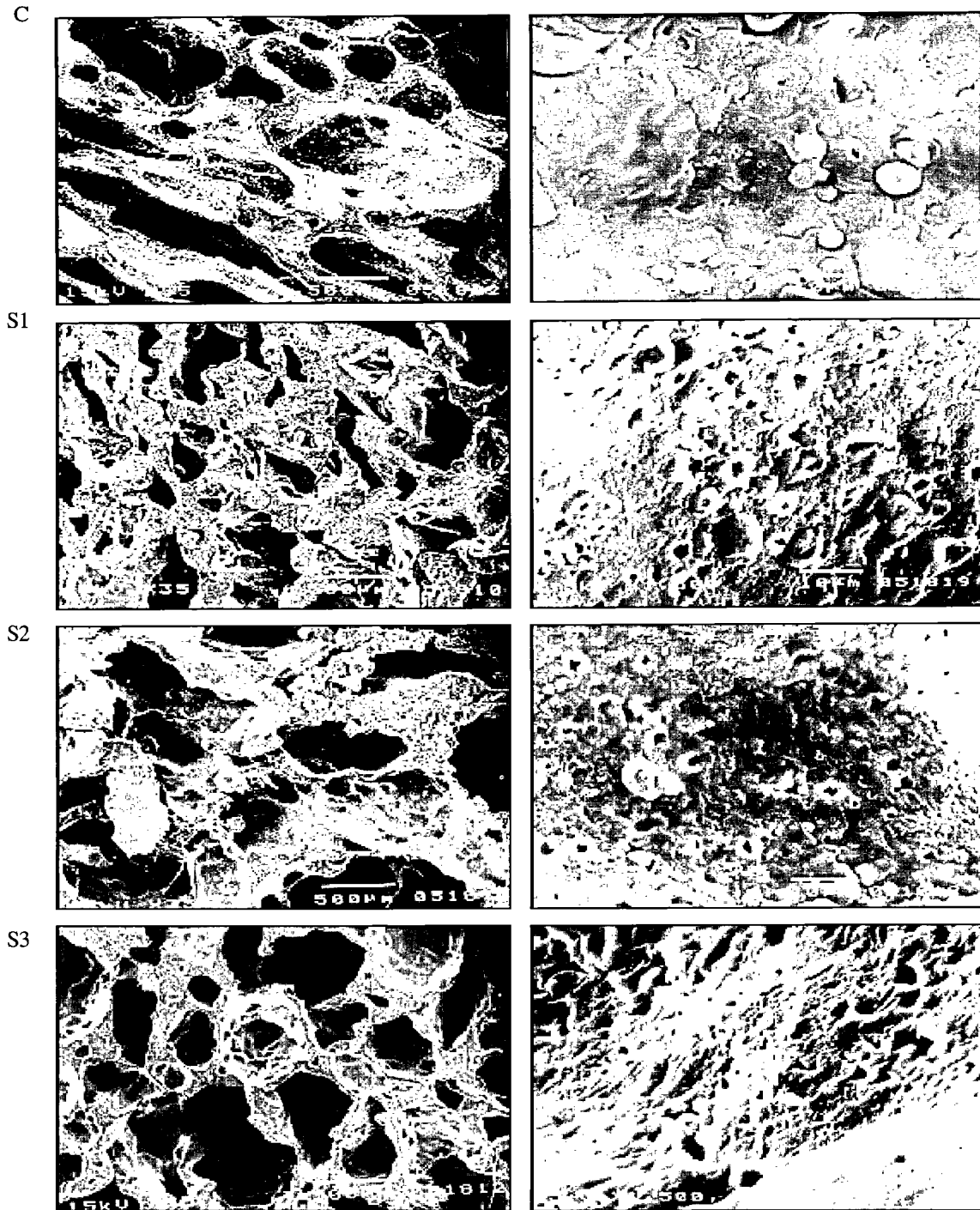


Fig. 6. Scanning electron micrographs of bread made with wheat flour and rice flour ($\times 35$, $\times 1500$)

C : Wheat flour bread

S1 : The bread made with rice flour milled to pass through 20mesh

S2 : The bread made with rice flour milled to pass through 35mesh

S3 : The bread made with rice flour milled to pass through 45mesh

빵의 품질은 내부조직과 밀접한 관련이 있는데 일반적으로 기공이 균일하고 기포막이 얇으며 약간 긴 것이 바람직한 것으로 알려져 있다(Evers AD와 Stevens DJ 1986). 본 실험에서 관찰된 밀가루 식빵의 기공은 이와 유사한 형태를 이루고 있었으나 쌀가루 식빵의 경우 기포막이 두꺼우며 기공의 모양이 원형에 가까운 형태를 이루고 있었다. Ryu CH(1999)는 밀가루에 흰찰 쌀보리 가루를 첨가하여 제빵 특성을 연구한 결과 재료의 혼합비율이 높아질수록 기공의 크기가 불규칙하고 전분입자와 단백질 matrix의 형태도 연속적이지 못했다고 보고하였는데 본 연구에서도 유사한 경향을 나타냈다.

또한 1,500배로 기포 내벽을 관찰한 결과 밀가루와 S3로 만든 식빵의 경우 작은 기공들이 거의 보이지 않고 매끄러운 상태를 나타내고 있었으나 S1, S2에서는 세포벽에 많은 미세한 기공들이 관찰되었다. 이는 가열과정중 반죽의 비중이 높아 더 많은 기공들이 팽화되지 못하고 두꺼운 골격사이에 남아 있었던 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

쌀가루의 입자크기가 쌀가루 식빵의 팽화에 미치는 영향을 검토하고자 입도가 다른 3종류의 쌀가루에 대하여 입도분포, 활성 gluten의 적정 첨가량, 쌀가루 입도별 반죽의 적정수분 첨가량, 식빵의 loaf volume index를 측정하였으며 주사현미경에 의해 식빵 내부의 기공 및 조직 관찰을 실시한 결과는 다음과 같았다.

1. 밀가루의 입도 분포는 200 mesh를 통과하는 가루가 59.45%로 가장 많았으며 120 mesh를 통과하지 못하는 굵은 입자는 없었다. 쌀가루는 S1의 경우 120 mesh를 통과하지 못하는 굵은 입자가 52.78%로 가장 많았으며 200 mesh를 통과한 입자량이 21.88%였으나, S2에서는 120 mesh를 통과하지 못하는 입자가 24.53%로 줄었고 200 mesh를 통과하는 입자량이 33.10%로 증가하였다. S3의 입자는 120 mesh를 통과하지 못하는 입자가 6.18%로 현저히 감소되었고, 200 mesh를 통과한 입자는 36.38%로 쌀가루 중 가장 많았다.
2. 쌀가루식빵의 적정 활성 글루텐 함량은 25%를 첨

가한 식빵이 가장 적절한 것으로 나타났다.

3. 입도분포가 다른 쌀가루의 반죽에 필요한 물 첨가량은 입자가 굵은 S1의 반죽은 285 mL의 물을, S2는 295 mL, S3는 335~340 mL를 첨가하였을 때 밀가루 반죽과 유사한 물성을 나타냈다.
4. 쌀가루 식빵의 Loaf volume index는 밀가루 식빵의 6.24에 비하여 낮았으나 쌀가루 입자가 미세하여집에 따라 부피가 증가하여 S1은 5.38, S2는 5.50, S3가 5.75로 나타났다.
5. 주사전자현미경에 의해 35배로 조직을 관찰한 결과 밀가루 식빵은 기공이 타원형으로 길고 크며 세포막이 얇게 보였고, 작은 air cell을 관찰할 수 있었으나 쌀가루 식빵은 기공이 각진 원형으로 보였으며 기공을 싸고 있는 골격이 거칠고 두꺼우며 연속적이지 못한 상태였다. 입자가 작은 S3는 S2나 S1에 비해 기공이 컸으며 밀가루 식빵과 유사한 정도로 큰 기공이 많이 관찰되었다.

이상으로 쌀가루는 입자가 미세할수록 밀가루와 유사하게 부피가 큰 식빵으로 팽화될 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 쌀가루의 입자를 더욱 미세하게 분쇄할 수 있는 기술이 개발되면 활성글루텐의 첨가량을 최소화하면서 식빵으로 팽화시킬 수 있고 쌀의 이용도 매우 확대될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 문수재, 손경희. 1994. 식품학 및 조리원리, 수학사, p.146
- American Association of Cereal Chemists. Approved method of the AACC. Method 10-10A. The Association, St. Paul. Minn. sec.(1983)
- 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):1277-1282
- 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):188-194
- Evers AD, Stevens DJ. 1986. Starch damage, In Cereal Science and Technology, pommeranz, Y.(ed.), A.A.C.C. St. Paul. MN., 7:335
- Funk K, Zabik ME, Elgedaily, DA. 1969. Objective measure for baked products. J. Home Econom 61:117-121
- Ha TY. 2005. 쌀의 기능성, 춘계학술대회 자료집, Korean J. Soc. Food Cookery Sci. p. 19-26
- Hong HH. 1998. Theory of Baking and Confectionery,

- Development Service of Korea, Seoul, p89, 182
- 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, Kang HA, Shin MG. 2001. Quality characteristics of the bread added anchovy powder. *Food Engineering Progress* 5(4):235-240
- 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
- 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 glutens adding on processing and quality of milled rice bread, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(4):700-704
- 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(1):75-81
- 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
- Kim BR, Choi YS, Lee SY. 2000. Study on bread making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutri.*, 29(2): 241-247
- 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
- Kim SY, Ryu CH. 1997. Effect of certain additives on bread-making quality of wheat-purple sweet potato flours, *Korean J. Soc. Food Sci.*, 13(4):192-199
- Korean National Statistical Office. Annual per Capita Consumption of Food Grain, Available from : <http://www.maf.go.kr/index.jsp>. Accessed January 10, 2003.
- 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
- Lee SC, Park WP. 1998. Effect of Vital Wheat Gluten on Bread-making with Korean Wheat Flour, Theses collection of the Research Institute of Engineering Technology, Kyungnam University, 15(2):699-706
- Lee YK, Lee MY, Kim SD. 2003. Effect of calcium acetate on the dough fermentation and quality characteristics of bread, *J. East Asian Dietary Life*, 13(6):608-614
- Lee YK, Lee MY, Kim SD. 2003. Effect of calcium lactate prepared from black snail on dough fermentation, quality and shelf-life of bread, *J. East Asian Dietary Life*, 13(2):136-144
- Park GS, Lee SJ. 1999. Effects of Job's tears powder and green tea powder on the characteristics of quality of bread, *Korean J. Soc. Food Sci. Nutri.*, 28(6):1244-1250
- Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DH. 1988. Physicochemical properties of various milled rice flours, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(4):504-510
- Ryu CH. 1999. Study on bread-making quality with mixture of waxy barley-wheat flour I. Rheological properties of dough made with waxy barley-wheat flour mixture, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.*, 28(5):1034-1043

(2005년 7월 25일 접수, 2006년 8월 9일 채택)