

## 제조방법을 달리하여 제조한 현미가루 첨가 식빵의 품질 특성

김명희 · 신말식\*

목포과학대학 식품영양과, \*전남대학교 식품영양학과

### Quality Characteristics of Bread Made with Brown Rice Flours of Different Preparations

Myung-Hee Kim, Mal-Shick Shin\*

Dept. of Food and Nutrition, Mokpo Science College

\*Dept. of Food and Nutrition, Chonnam National University

#### Abstract

This study was carried out to investigate the quality of bread made with different types of brown rice flours. 20% of the wheat flour from the bread recipe was substituted with the different types of brown rice flours, such as, raw brown rice flour (RBRF), soaked brown rice flour (SOBRF), and sprouted brown rice flour (SPBRF). The loaf volume of the breads decreased by 3.2%~7.4% with the addition of the brown rice flours. The "L" value of these breads decreased, while the "a" and "b" values increased. In terms of the texture, the SPBRF bread was the hardest on the 1st day of storage, but it was the least hard on the 5th day of storage. The RBRF bread was the least springy. The SPBRF bread was the most cohesive. The adhesiveness was not significantly different among the breads. In terms of the degree of retrogradation using the  $\alpha$ -amylase method, the SOBRF and SPBRF breads showed a little lesser degree of retrogradation than the control and the RBRF bread. In the sensory evaluation, the control bread obtained high score for crumb color and grain, while the brown rice flours breads obtained high scores for mouthfeel and taste. Overall acceptability, defined by a higher score, was higher for the SOBRF and SPBRF breads than the control bread, which was not significant. Thus, this study showed that processing rice flour was more effective than raw rice flour in substituting wheat flour.

Key words: bread, brown rice flours, quality characteristics

#### 1. 서 론

최근 들어 주식으로 사용되는 쌀은 생산 기술이 향상되어 생산량은 증가한 반면, 식생활 문화의 다양화와 서구화로 인한 소비 감소로 쌀 수급이 불균형하여 재고미가 증가하고 있다. 이러한 쌀 문제는 UR과 WTO에 의해 쌀 시장이 개방되면 더욱 악화될 것이므로 2004년 이후를 대비한 쌀 이용 식품의 상품화 및 쌀 가공품의 개발이 필수적이라 하겠다. 쌀 가공산업의 발전책으로는 전통적인 쌀밥 위주의 소비경향에서 다양한 가공제품이 개발되어야 하고

특히 서구식이나 간편, 편의식에 더 호감을 갖는 젊은층의 기호에 맞는 제품 개발이 중요하리라 생각된다.

빵은 밥 대신 식사대용으로 간편하게 이용되고 있기 때문에 영양강화 및 기능성 물질 첨가제품의 개발을 위하여 밀가루에 신선초<sup>1,2)</sup>, 부추<sup>3)</sup>, 메밀<sup>4)</sup>, 울무와 녹차<sup>5)</sup>, 고구마<sup>6)</sup>, 천마<sup>7)</sup>, 마<sup>8)</sup>, 감잎<sup>9)</sup>, 식이 섬유<sup>10,11)</sup> 등을 첨가하여 빵을 제조하고 그 품질 특성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 쌀을 이용한 복합분체에 관한 연구가 진행되고 있으나 쌀은 글루텐이 없어 제빵적성이 우수하지 못한 문제점으로 연구가 활발히 진행되지는 못하였다. 쌀가루를 첨가한 밀가루로 빵이나 과자 등을 제조할 때 가공 적성을 증가시키기 위한 방안으로 압출 성형한 쌀가루를 사용<sup>12)</sup>하거나 생리활성 물질을 포함하여 관심이 증

Corresponding author: Myung-Hee Kim, Mokpo Science College, 525, Sang Dong, Mokpo, Chonnam 530-730, Korea  
Tel: 82-61-270-2692  
Fax: 82-61-279-8838  
E-mail: spongecake-rs@hanmail.net

가되는 발아 현미를 첨가하려는 시도<sup>13)</sup>가 진행되고 있다. 현미는 백미에 비하여 단백질, 식이 섬유, 비타민, 무기질 등의 영양 성분이 풍부하고 유효 성분은 혈중 콜레스테롤을 저하시켜 동맥경화를 예방하는 효과가 있음이 알려져 있다. 또한 식이 섬유 함량은 밀가루의 3~4배, 백미의 2배로 혈당 상승을 억제하고 분변 용적을 증가시켜 당뇨와 변비 및 대장암의 예방효과가 있다고 보고되어 있다<sup>14,15)</sup>. 그러나 현미의 미강층은 다당류로 구성된 견고한 세포벽으로 기존의 제분방법으로는 분쇄하기 어렵기 때문에 현미 자체를 이용한 가공식품은 거의 없으며, 효소로 세포벽을 가수분해하면 쌀가루의 호화특성을 개선할 수 있다는 보고가 있다<sup>16)</sup>. 특히 발아현미는 발아 전에 없었던 새로운 성분들이 생겨나거나 증가하는데<sup>17)</sup> 감마아미노부티르산(GABA), 감마오리자놀, 아리비노자일란, 이노시톨 등의 생리활성 물질의 섭취를 통한 건강증진 식품으로서의 관점에서 도 의미가 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 쌀의 소비를 증가시키고 밀가루에 기능성을 부여하고자 밀가루에 전처리된 현미가루를 첨가하여 제빵적성을 비교하고 그 품질 특성을 확인하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

밀가루는 강력분(대한제분), 설탕(삼양사), 생이스트(제니코), 이스트푸드(제니코), 탈지분유(서울우유), 마아가린(서울 하인즈), 소금은 제재염을 사용하였다. 현미는 전북 김제, 2000년도산을 사용하였다.

### 2. 현미가루의 제조

생현미는 현미를 그대로 사용하였고, 수침현미는 현미를 상온에서 12시간 수침 한 후 30분간 체에 받쳐 물기를 제거하고 압력솥(Fissler, Germany)에서

Table 1. Proximate composition of wheat flour and brown rice flours<sup>1)</sup>

Samples	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)
Wheat flour	13.05	0.44	12.41
RBRF <sup>2)</sup>	13.32	1.39	8.45
SOBRF <sup>3)</sup>	10.58	1.17	8.71
SPBRF <sup>4)</sup>	10.61	0.98	7.98

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate determination.

<sup>2)</sup> RBRF : raw brown rice flour.

<sup>3)</sup> SOBRF : soaked and steamed brown rice flour.

<sup>4)</sup> SPBRF : sprouted and steamed brown rice flour.

20분간 증자한 후 풍건하여 사용하였다. 발아현미는 장의 방법<sup>18)</sup>을 이용하여 제조하였다. 미숙미를 제거한 현미를 상온에서 12시간 수침하여 대바구니에 얇게 편 후, 물이 담긴 용기에 수면으로부터 1 cm 떨어지게 설치하고 젖은 면보로 덮어 20°C에서 48 시간동안 발아시켰다. 발아시키는 도중 6시간 간격으로 살수하면서 통풍시켰으며, 발아된 쌀의 길이는 2~3 mm정도였다. 발아현미는 압력솥에서 20분간 증자한 후 풍건하였다. 건조된 생현미, 수침현미, 발아현미를 제분한 후 100 mesh 체를 통과시켜서 생현미가루(raw brown rice flour, RBRF), 수침현미가루(soaked brown rice flour, SOBRF), 발아현미가루(sprouted brown rice flour, SPBRF)를 제조하였다. 현미가루와 밀가루의 일반 성분은 Table 1과 같았다.

### 3. 빵의 제조

현미가루 첨가 빵의 제조 시 배합율은 Table 2와 같으며 AACC Method 10-10A, 직접반죽법(straight dough method)<sup>19)</sup>으로 제조하였다. 현미가루의 사용량은 곡류복합분을 이용한 제빵특성 연구 결과<sup>4,12,20)</sup>를 참고로 하여 다른 첨가물의 사용없이 제빵특성이 크게 저하되지 않는 범위에서 최대로 혼합할 수 있는 양인 20%로 하였다. 반죽은 반죽기(SM 200, Sinmag, Taiwan)를 이용하여 최종단계까지 반죽하여 발효기(쥬니어 발효기, 대명기업)를 이용하여 27°C, 상대습도 75%에서 1시간동안 1차 발효시키고 180 g 씩 분할하여 둥글리기 한 후 20분간 중간 발효시켰다. 가스를 제거하고 원통형으로 성형하여 38°C, 상대습도 85%인 발효기로 식빵 틀에서 1 cm 높이

Table 2. Formula for breads containing various brown rice flours

Ingredient	Ratio (%)	Samples(g)			
		Control	RBRF	SOBRF	SPBRF
Flour	100 or 80 <sup>4)</sup>	1270	1016	1016	1016
RBRF <sup>1)</sup>	20	-	254	-	-
SOBRF <sup>2)</sup>	20	-	-	254	-
SPBRF <sup>3)</sup>	20	-	-	-	254
Yeast	3	38	38	38	38
Yeast food	0.1	1.3	1.3	1.3	1.3
Salt	2	25.4	25.4	25.4	25.4
Sugar	6	76.2	76.2	76.2	76.2
Magarine	4	50.8	50.8	50.8	50.8
Defatted milk	3	38.1	38.1	38.1	38.1
Water	63	800	800	800	800

<sup>1)</sup> RBRF : raw brown rice flour.

<sup>2)</sup> SOBRF : soaked and steamed brown rice flour.

<sup>3)</sup> SPBRF : sprouted and steamed brown rice flour.

<sup>4)</sup> wheat flour and brown rice flour ratio was 80 : 20.

올라올 때까지 2차 발효시켰다. 윗불 150°C, 아랫불 180°C 오븐(KS-501, 금성공업사)에서 30분간 구운 후 틀에서 꺼내 실온에서 2시간 방냉 시켰다. 빵은 폴리에틸렌 백에 포장하여 상온과 4°C에 저장하면서 시료로 사용하였다.

#### 4. 빵의 비용적 및 수분함량 측정

현미가루 첨가 빵의 부피는 좁쌀을 이용한 종자치환법(AACC Method, 72-10)<sup>19)</sup>으로 측정하였고, 빵의 비용적은 부피와 무게의 비로 계산하였다. 수분함량은 1일, 5일째의 시료를 crumb 부분만 이용하여 AACC (44-15A) 방법<sup>15)</sup>으로 측정하였다. 이들 항목은 각각 3회 측정하였다.

#### 5. 색도 측정

현미가루 첨가 빵의 색도는 색차계(Minolta CR-300, Japan)를 사용하여 crust와 crumb 부분을 10회 측정하였으며, Hunter의 색도 L, a, b값으로 표시하였다. 이때 사용된 표준백판의 L, a, 및 b값은 97.22, -0.02 및 1.95였다.

#### 6. 텍스처 측정

텍스처는 빵의 crumb 부분을 2×2×2 cm<sup>3</sup> 크기로 잘라 수분이 증발되지 않도록 보관하면서 측정하였다. 1일, 5일째의 텍스처 변화를 레오메타(Sun Rheometer Compac-100, Sun Sci., Japan)를 이용하여 다음과 같은 조건으로 10회 반복하여 측정하였다. 측정항목은 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)이었다.

Type : two bite mastication test

Adaptor : No. 25 (ø 20.0 mm)

Load cell : 1.0 kg

Deformation : 50%

Table speed : 60.0 mm/min

Chart speed : 200.0 mm/min

#### 7. α-아밀라아제-요오드(α-amylase-iodine)법에 의한 노화도 측정

α-Amylase-iodine법에 의한 노화도는 Tsuge 등의 방법<sup>21)</sup>을 변형하여 3회 측정하였다. 증류수 50 mL에 시료 250 mg을 가하고 균질기(Homogenizer T 8.01, Germany)를 이용하여 5분 동안 균질화시킨 다음 이 용액 5 mL, 증류수 3 mL, 0.1 M 인산완충용액(pH 6.0, 0.3% NaCl) 2 mL, α-amylase (E.C.3.2.1.1.

Type II -A from *Bacillus* species, 2100 unit/mg solid, Sigma, USA) 용액 2 mL (7 unit)를 가하여 37°C 항온수조에서 10분간 반응시킨 후, 4 N NaOH 5 mL로 반응을 정지시키고 4 N HCl 용액으로 중화한 뒤 100 mL로 정용하였다. 이 용액 10 mL와 요오드 용액(0.2% I<sub>2</sub> - 2% KI, w/v) 5 mL를 반응시킨 후 증류수를 가하여 100 mL로 한 다음 실온에서 20분 방치하여 625 nm에서 흡광도를 측정 후 아래식에 의하여 계산하였다.

$$\text{노화도}(\%) = 100 - \{(a-b)/(a-c) \times 100\}$$

a : 식빵의 전체 분획의 흡광도

b : 효소로 반응시킨 식빵의 분획 흡광도

c : 효소에 의해 완전히 분해된 식빵의 분획 흡광도

#### 8. 관능검사

관능검사 경험이 있는 식품영양학과 대학원생에게 실험의 목적을 설명하고 훈련한 다음 11명을 대상으로 5점 척도법<sup>22)</sup>으로 평가하였다. 구운 지 12시간 후의 빵을 1.3 cm 두께로 썰어서 1장씩 생수와 함께 제시하였으며, 평가 항목은 외관(appearance), 속결의 색(crumb color), 속결의 기공상태(grain), 향(flavor), 입안에서의 느낌(mouthfeel), 맛(taste) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)이었으며 매우 나쁘다(1점)에서 매우 좋다(5점)까지의 점수로 평가하였다.

#### 9. 통계처리

통계처리는 Window용 SPSS 7.5.2 version을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan의 다중범위검정으로 유의성을 검정하였다<sup>23)</sup>. 관능검사 항목 중 전반적인 기호도와 다른 항목과의 상관관계를 알아 보기 위하여 Pearson의 상관관계 분석을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 빵의 비용적과 수분함량

현미가루를 첨가하여 제조한 빵의 비용적, 수분함량은 Table 3과 4와 같았다. 빵의 비용적은 현미가루를 첨가한 경우 현미가루의 종류에 관계없이 모두 감소하여 대조구 비용적의 92.7~96.1% 범위에 해당하였다. 빵의 부피는 단백질의 함량과 질에 따라서 크게 좌우되는데<sup>24)</sup> 현미가루를 첨가함으로써 단백질 함량이 감소된 것이 주요 원인으로 생각되

며 이와 같은 부피 감소는 밀 이외의 혼합분으로 제조한 빵의 비용적이 감소한 것과 일치하였다<sup>4,6)</sup>. 특히 발아현미가루 첨가구에서 비용적의 감소가 가장 크게 나타났는데 Fig. 1에서 보는 바와 같이 발아현미가루를 첨가한 경우 기공의 결이 대조구의 다공질 구조와는 달리 조밀하고 뻣뻣한 구조를 보였다. 이는 단백질이 대조구의 12.4%에서 20% 발아현미가루가 대체 됨으로써 11.5% 정도로 감소되었고 글루텐 단백질도 적기 때문이다. 발아현미가루는 현미가 발아될 때 단백질 함량이 감소했을 뿐 아니라, 전분 분해효소의 작용으로 일부의 텍스트린인 형성되고 이들 저분자물질들의 작용으로 반죽이 질어지고 치밀해짐으로 CO<sub>2</sub> 가스 포집력이 나빠져 빵

의 부피가 감소된 것으로 생각된다. 특히 글루텐 단백질과 성질이 다른 발아현미 단백질이 혼합되어 글루텐 성장을 억제하였을 것으로 생각된다. 빵의 수분함량은 25°C, 저장 1일째는 40.39~41.63%, 4°C, 저장 5일째는 39.27~41.20%로서 대조구와 현미가루 첨가구들 사이에 큰 차이는 없었다.

2. 빵의 색도

현미가루를 첨가하여 제조한 빵의 crust와 crumb의 색도를 측정된 결과는 Table 5와 같았다. Crust의 색은 현미가루를 첨가한 경우 L값은 감소하고 a값은 증가하여 대체적으로 어두워지고, 갈색도가 증가하였다. 발아현미가루 첨가구의 L값 감소와 a값 증

Table 3. Weight and volume of breads containing various brown rice flours<sup>1)</sup>

Samples <sup>2)</sup>	Weight (g)	Loaf volume (cc)	Specific volume(cc/g)
Control	497.5	2568	5.17
RBRF	496.2	2433	4.90
SOBRF	500	2480	4.96
SPBRF	496.7	2379	4.79

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate determination.  
<sup>2)</sup> Control : wheat flour bread.  
 RBRF : bread containing 20% raw brown rice flour.  
 SOBRF : bread containing 20% soaked and steamed brown rice flour.  
 SPBRF : bread containing 20% sprouted and steamed brown rice flour.

Table 4. Moisture contents(%) of breads containing various brown rice flours<sup>1)</sup>

Samples <sup>1)</sup>	Storage day	1 day	5 day
		at 25°C	at 4°C
Control		41.31 ± 0.16 <sup>b</sup>	40.81 ± 0.08 <sup>c</sup>
RBRF		41.63 ± 0.01 <sup>c</sup>	41.20 ± 0.06 <sup>d</sup>
SOBRF		40.49 ± 0.20 <sup>a</sup>	39.27 ± 0.08 <sup>a</sup>
SPBRF		40.39 ± 0.04 <sup>a</sup>	40.52 ± 0.07 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate determination.  
<sup>2)</sup> See footnote of Table 3.  
<sup>3)</sup> Values with different superscript letters in the same column are significantly different (p<0.05).

Table 5. Color values of breads containing various brown rice flours

Samples <sup>1)</sup>	Crust color			Crumb color		
	L	a	b	L	a	b
Control	25.23 ± 1.12 <sup>c2)</sup>	0.436 ± 0.002 <sup>a</sup>	0.393 ± 0.000 <sup>a</sup>	54.86 ± 3.72 <sup>b</sup>	0.328 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.338 ± 0.001 <sup>a</sup>
RBRF	22.76 ± 1.91 <sup>b</sup>	0.443 ± 0.003 <sup>b</sup>	0.392 ± 0.001 <sup>a</sup>	49.06 ± 1.89 <sup>a</sup>	0.331 ± 0.001 <sup>b</sup>	0.341 ± 0.002 <sup>b</sup>
SOBRF	21.53 ± 1.58 <sup>b</sup>	0.452 ± 0.002 <sup>c</sup>	0.396 ± 0.002 <sup>b</sup>	48.30 ± 1.66 <sup>a</sup>	0.333 ± 0.001 <sup>c</sup>	0.342 ± 0.002 <sup>c</sup>
SPBRF	19.69 ± 1.17 <sup>a</sup>	0.456 ± 0.002 <sup>d</sup>	0.394 ± 0.002 <sup>a</sup>	48.44 ± 2.79 <sup>a</sup>	0.331 ± 0.001 <sup>b</sup>	0.340 ± 0.001 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> See footnote of Table 3.  
<sup>2)</sup> Values with different superscript letters in the same column are significantly different (p<0.05).

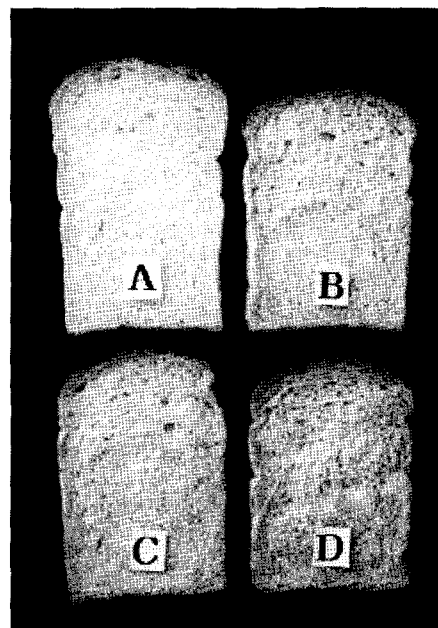


Fig. 1. Cross section of bread crumb containing various brown rice flours.

- A: bread of wheat flour as control
- B: bread containing RBRF
- C: bread containing SOBRF
- D: bread containing SPBRF

가가 가장 두드러졌는데 발아과정 중 효소반응에 의한 당류 생성으로 인하여 증가된 환원당과 아미노화합물의 Maillard 반응에 의한 갈변화가 많이 일어난 것으로 생각된다. Crumb의 색도 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하여 전반적으로 어두워지는 경향을 나타내었다. 이는 밀가루에 비하여 현미가루의 색이 어둡기 때문에 나타난 것으로 현미가루의 첨가량을 조절하거나 밀가루의 표백정도에 따라 조절할 수 있을 것으로 생각된다. 수침현미가루 첨가구와 발아현미가루 첨가구의 적색도와 황색도 증가는 쌀가루를 이용한 저품의 경우 수분함량이 낮을수록 적색도와 황색도는 증가한다는 보고<sup>25)</sup>와 일치하였다.

### 3. 빵의 텍스처

현미가루를 첨가하여 제조한 빵의 텍스처를 측정 한 결과는 Table 6과 같았다. 저장 1일째 빵의 경도는 생현미가루 첨가구는 대조구에 비하여 유의차는 없으나 낮은 반면 수침현미가루 첨가구와 발아현미가루 첨가구에서는 높았다. 이는 Kim 등<sup>26)</sup>이 저항전분을 첨가한 스펀지 케이크에서 생전분과 화학적으로 변형시킨 저항전분을 첨가한 스펀지 케이크의 경도는 대조구에 비하여 낮은 반면 호화시킨 후 노화과정을 거쳐 제조된 저항전분을 첨가한 스펀지 케이크의 경도는 대조구보다 증가되었다는 보고와 같은 경향으로 생각되었다. 즉 수침현미가루와 발아현미가루 제조 시 수침과 증자로 인해 부분적인 호화 과정을 거치는 동안 전분 입자의 무정형부분에 흡수되었던 수분의 역할 및 발아과정 중 일어난 전분의 변화에 의한 결과로 가열 시 팽윤, 붕괴되는 정도가 다르기 때문으로 생각된다. Kang과 Han<sup>27)</sup> 및 Kim 등<sup>28)</sup>도 전식제분보다는 습식제분에 의해 제조된 쌀빵 및 증편의 경도가 높았다고 하여 습식과 호화가 빵의 경도에 영향을 준다고 생각되었다. 습

식제분은 전분이 충분히 팽윤되어 가열할 때 쉽게 호화되며 호화가 충분히 일어나므로 전분의 젤화가 안정하게 되고 젤 매트릭스 내에 수분을 함유하여 경도의 증가가 나타났을 것으로 생각된다. 그래서 생현미가루보다는 수침이나 발아현미가루가 더 쉽게 호화될 것으로 생각된다. 저장 1일째 빵의 탄력성은 생현미가루 첨가구에서 유의적으로 낮았다. 탄력성이 낮다는 것은 가스 포집력이 낮거나 기포막이 약하여 압착 스트레스에 대한 복원력이 부족한 결과라 할 수 있다. 응집성은 생현미가루 첨가구가 가장 낮았고 발아현미가루 첨가구가 가장 높았다. 이는 관능검사 시 입안에서의 감촉을 표현하는 텍스처 표현 시 생현미가루 첨가구는 부슬부슬하다는 표현이, 수침현미가루 첨가구와 발아현미가루 첨가구는 쫄쫄하다라는 표현이 많이 나온 것과 관련이 높은 것으로 보인다. 관능검사 결과와 비교할 때 탄력성이 크면서도 응집성이 큰 제품이 바람직하다고 생각된다.

4°C에서 5일간 저장한 빵의 경도는 1일째와 마찬가지로 수침현미가루 첨가구가 가장 높았으나 발아현미가루 첨가구의 경도는 1일째와 달리 대조구와 생현미가루 첨가구의 경도보다 낮았다. 5일간의 저장기간을 통한 경도의 증가율은 생현미가루 첨가구>대조구>수침현미가루 첨가구>발아현미가루 첨가구의 순이었는데, 이는 Song 등<sup>29)</sup>의 4°C에서 5일간 저장한 빵의 경도 비교 시 전분의 노화에 의해 형성된 옥수수 전분을 첨가한 빵의 경도 증가율이 가장 낮았으며 생전분 첨가빵의 경도 증가율이 가장 높았다는 결과와 일치하였다. 노화된 저항전분의 거의 대부분이 무정형 부분으로 이루어져 수침이나 발아현미가루의 증자에 의한 부분적인 무정형 구조와 비슷하여 같은 경향을 보인 것으로 생각된다. 빵의 부착성은 저장 1일째와 저장 5일째 종류에 따른 유의적인 차이는 없었으나

Table 6. Textural characteristics of breads containing various brown rice flours

Storage (day)	Characteristics Samples <sup>1)</sup>	Hardness (kg)	Adhesiveness (kg.mm)	Springiness (dimensionless)	Cohesiveness (dimensionless)
1 day at 25°C	Control	394.00±69.15 <sup>ab</sup>	-1.80±1.03	0.94±0.02 <sup>b</sup>	0.71±0.04 <sup>b</sup>
	RBRF	379.30±56.25 <sup>a</sup>	-2.20±0.79	0.86±0.04 <sup>a</sup>	0.66±0.02 <sup>a</sup>
	SOBRF	532.20±53.74 <sup>b</sup>	-1.50±0.97	0.93±0.04 <sup>b</sup>	0.70±0.03 <sup>b</sup>
	SPBRF	424.40±59.12 <sup>b</sup>	-2.90±2.38	0.94±0.04 <sup>b</sup>	0.77±0.05 <sup>c</sup>
5 day at 4°C	Control	1180.00±166.76 <sup>xy</sup>	-5.10±3.48	0.93±0.02 <sup>y</sup>	0.53±0.03 <sup>z</sup>
	RBRF	1267.50±208.89 <sup>yz</sup>	-6.80±4.24	0.77±0.06 <sup>x</sup>	0.48±0.04 <sup>y</sup>
	SOERF	1371.80±219.70 <sup>z</sup>	-5.20±2.94	0.89±0.05 <sup>y</sup>	0.44±0.02 <sup>x</sup>
	SPERF	1045.40±87.30 <sup>x</sup>	-4.90±3.67	0.90±0.04 <sup>y</sup>	0.54±0.03 <sup>z</sup>

<sup>1)</sup> See footnote of Table 3.

<sup>2)</sup> Values with different superscript letters in the same column are significantly different (p<0.05).

저장기간이 길어짐에 따라 부착성은 증가하였다. 부착성의 증가율은 경도의 증가율과 같은 경향을 보였다. 이는 빵이나 케이크의 저장 시 품질 변화의 주요인인 수분 재분포와 전분의 노화로 인하여 crumb에서 crust로, 즉 내부에서 바깥쪽을 향하여 수분이 이동함에 따라 내부는 단단해지고 바깥쪽은 수분으로 인한 점성이 증가함으로써 부착성이 커지는 것으로 생각된다. 저장 5일째 빵의 탄력성은 생현미가루 첨가구에서 가장 낮았다. 발아현미가루 첨가빵이 저장 1일째와 5일째의 기계적 특성치 값의 변동폭이 가장 작아 저장 중의 품질이 잘 유지되었다.

4. α-amylase에 의한 노화도

α-amylase에 의한 노화도 측정 결과는 Table 7과 같았다. 효소법으로 측정된 빵의 노화도는 시료들간에 유의차는 없었으나 레오메타에 의한 경도의 측정 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 1일째의 노화도는 1일째 정도 측정결과와 같이 수침현미가루 첨가구>발아현미가루 첨가구>대조구>생현미가루 첨가구 순으로 큰 값을 나타내었다. 5일간 저장에 따른 노화도의 증가율도 경도의 증가율과 비슷한 경향으로 대조구와 생현미가루 첨가구의 노화도는 200~220% 증가하였으나 수침현미가루 첨가구와 발아현

Table 7. Degree of retrogradation(%) of the breads containing brown rice flours by α-amylase-iodine method during storage<sup>1)</sup>

Samples <sup>2)</sup>	Storage day	
	1 day (25°C)	5 day (4°C)
Control	16.75	33.48
RBRF	14.12	29.65
SOBRF	17.93	25.47
SPBRF	17.53	27.83

<sup>1)</sup> Values are means of triplicate determination.

<sup>2)</sup> See footnote of Table 3.

미가루 첨가구는 150% 정도로 낮은 노화 증가율을 보였다. 이는 신속점도측정기를 이용한 호화특성 조사 결과(data not shown) 노화정도나 노화되기 쉬운 경향을 나타내는 consistency와 setback은 생현미가루 복합분이 가장 커서 생현미가루 복합분이 가장 노화되기 쉬운 것으로 나타난 반면, 수침현미가루 복합분과 발아현미가루 복합분은 노화가 더디게 일어날 것으로 예상했던 것과 일치하는 결과를 나타내었다.

5. 빵의 관능검사

빵의 관능검사 결과는 Table 8과 같았다. 전반적으로 대조구는 속결의 색과 기공상태에서 좋은 평가를 받은 반면 현미가루 첨가구들은 입안에서의 느낌, 맛에서 좋은 평가를 받았다. 생현미가루 첨가구는 향미 항목에서, 발아현미가루 첨가구는 속결의 색과 기공 항목에서 다른 시료들에 비하여 특히 낮은 점수를 받은 반면 수침현미가루 첨가구는 대체적으로 우수한 평가를 받았다. 전체적인 기호도는 시료들 간에 유의적인 차이는 없었으나 생현미가루 첨가구는 대조구보다 낮은 점수를, 수침현미가루 첨가구와 발아현미가루 첨가구는 대조구보다 좋은 점수를 받았다. 전체적인 기호도와 상관관계가 높은 항목들을 조사해 본 결과(Table 9) 속결의 기공, 향미, 입안에서의 감촉 등이 특히 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 기계적인 실험과 관능검사의 결과로 볼 때 생현미가루 첨가구보다는 수침현미가루와 발아현미가루 첨가구의 품질 특성이 우수한 것을 알 수 있었고 특히 요즈음 건강식으로 대두되고 있는 발아현미가루를 이용한 제품은 첨가비율이나 발아정도의 조절을 통해서 속결의 기공 상태를 향상시킨다면 좀 더 우수한 품질의 건강빵을 만들 수 있으리라 생각되었다.

Table 8. Sensory evaluation of breads containing various brown rice flours

Attributes	Samples <sup>1)</sup>			
	Control	RBRF	SOBRF	SPBRF
Appearance	3.73±1.01	3.82±0.60	3.36±0.67	3.18±1.17
Crumb color	4.36±0.67 <sup>cd)</sup>	3.64±0.81 <sup>d)</sup>	3.00±0.63 <sup>ab)</sup>	2.55±0.93 <sup>a)</sup>
Crumb grain	3.64±0.81 <sup>b)</sup>	3.64±0.92 <sup>b)</sup>	3.36±0.50 <sup>ab)</sup>	2.73±0.90 <sup>b)</sup>
Flavor	3.73±1.01 <sup>b)</sup>	2.91±0.83 <sup>a)</sup>	3.45±0.69 <sup>ab)</sup>	3.82±0.75 <sup>b)</sup>
Mouthfeel	3.27±0.90 <sup>a)</sup>	3.45±0.52 <sup>ab)</sup>	4.00±0.77 <sup>b)</sup>	3.64±0.67 <sup>ab)</sup>
Taste	3.36±0.92	3.09±0.70	3.82±0.75	3.64±0.81
Overall acceptability	3.27±0.65	3.18±0.60	3.73±0.65	3.36±0.92

<sup>1)</sup> See footnote of Table 3.

<sup>2)</sup> Values with different superscript letters in the same row are significantly different at p<0.05.

Table 9. Correlation between overall acceptability and other items of sensory evaluation

	Appearance	Crumb color	Crumb grain	Flavor	Mouthfeel	Taste	Overall acceptability
Appearance	1.000	0.358*	0.035	0.177	-0.020	0.189	0.147
Crumb color		1.000	0.377*	0.180	-0.062	-0.003	0.140
Crumb grain			1.000	0.273	0.326*	0.357*	0.456**
Flavor				1.000	0.196	0.582**	0.621**
Mouthfeel					1.000	0.509*	0.423**
Taste						1.000	0.357*
Overall acceptability							1.000

\* significant at  $p < 0.05$ \*\* significant at  $p < 0.01$ 

#### IV. 요약

밀가루(강력분)에 제조 방법을 달리한 현미가루, 즉 생현미가루, 수침현미가루와 발아현미가루를 밀가루의 20% 대체하여 식빵을 제조하였으며, 품질을 물리적, 관능적 검사로 비교하였다. 빵의 부피 및 비용적은 대조구에 비하여 현미가루 첨가구가 모두 감소하여 대조구 비용적의 92.7~96.1%였으며 발아현미가루 첨가구가 가장 작았다. 빵의 색도는 crust와 crumb에서 모두 현미가루를 첨가한 경우 L값은 감소하고 a값은 증가하였다. 빵의 경도는 저장 1일째는 생현미가루 첨가구가, 저장 5일째는 발아현미가루 첨가구가 가장 낮았으며 5일간의 저장기간을 통한 경도의 증가율은 생현미가루 첨가구 > 대조구 > 수침현미가루 첨가구 > 발아현미가루 첨가구 순이었다. 빵의 탄력성은 저장 1일째와 5일째 모두 생현미가루 첨가구에서 가장 낮았고 다른 시료들간에는 유의적인 차이가 없었다. 빵의 응집성은 발아현미가루 첨가구가 가장 높았으며, 부착성은 저장기간이 길어지면 증가하였으나 시료간에 유의적인 차이는 없었다.  $\alpha$ -아밀라아제를 이용한 노화도 측정 시 5일간의 저장기간 동안 노화도의 증가율은 대조구와 생현미가루 첨가구가 수침현미가루와 발아현미가루 첨가구보다 높았다. 관능검사 결과, 대조구는 속결의 색과 기공 상태에서 좋은 평가를 받은 반면 현미가루 첨가구들은 입안에서의 느낌, 맛에서 좋은 평가를 받았다. 전체적인 기호도는 시료들간에 유의적인 차이는 없었으나 생현미가루 첨가구는 대조구보다 낮은 점수를, 수침현미가루 첨가구와 발아현미가루 첨가구는 대조구보다 좋은 점수를 받았다. 이상의 결과를 볼 때 빵에 있어서 밀가루의 일부를 쌀로 대체할 경우 수침과 호화과정 등을 통한 가공 쌀가루가 더욱 효과적임을 알 수 있었다.

#### V. 참고문헌

1. Choi, OJ, Jung, HS, Ko, MS, Kim, YD, Kang, SK and Lee, HC : Variation of retrogradation and preference of bread with added flour of *Angelica keiskei* koidz during the storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(1):126, 1999
2. Choi, OJ, Kim YD, Kan, SK, Jung, HS, Ko, MS and Lee, HC : Properties on the quality characteristics of bread added with *Angelica keiskei* koidz flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(1):118, 1999
3. Jung, HS, Noh, KH, Go, MK and Song, YS : Effect of Leek (*Allium tuberosum*) powder on physicochemical and sensory characteristics of breads. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(1):113, 1999
4. Kim, BR, Choi, YS and Lee, SY : Study on bread-making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29(2):241, 2000
5. Park, GS and Lee, SJ : Effects of Job's tears powder and green tea powder on the characteristics of quality of bread. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(6):1244, 1999
6. Kim, SY and Ryu, CH : Effect of certain additives on bread-making quality of wheat-purple sweet potato flours. Korean J. Soc. Food Sci., 13(4):492, 1997
7. Kim, H-J, Kang, W-W and Moon, K-D : Quality characteristics of bread added with *Gastrodia elata* blume powder. Korean J. Food Sci. Technol. 33(4):437, 2001
8. Yi, S-Y and Kim, C-S : Effects of added yam powders on the quality characteristics of yeast leavened pan breads made from imported wheat flour and korean wheat flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30(1):56, 2001
9. Kang, W-W, Kim, G-Y, Kim, J-K and Oh, S-L : Quality characteristics of the bread added persimmon leaves powder. Korean J. Soc. Food Sci., 16(4):336, 2000
10. Kim, YS, Ha, TY, Lee, SH and Lee, HY : Properties of dietary fiber extract from rice bran and application in bread-making. Korean J. Food Sci. Technol., 29(3):502, 1997
11. Yook, H-S, Kim, Y-H, Ahn, H-J, Kim, D-H, Kim, J-O and Byun, M-W : Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from Ascidian (*Halocynthia roretzi*) Tunic. Korean J. Food Sci. Technol., 32(2): 387, 2000

12. Cho, S-J : Bread property and sensory quality of differently processed rice flour compounded bread. Korean J. Community Living Sci., 12(1):69, 2001
13. Choi, JH : Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 17(4):323, 2001
14. Lee, WJ and Kim, SS : Preparation of Sikhe with brown rice. Korean J. Food Sci. Technol., 30(1):146, 1998
15. Fujino, Y : Rice lipid. Cereal Chem., 55:559, 1978
16. Shibuya, N, Iwasaki, T : Effect of the enzymatic removal of endosperm cell wall on the gelatinization properties of aged and unaged rice flours. Starch, 34(9):300, 1982
17. Kang, MY, Choi, YH and Nam, SH : Inhibitory mechanism of colored rice bran extract against mutagenicity induced by chemical mutagen mitomycin C. Agricultural Chem. and Biotech., 39(2):424, 1996
18. 장세순 : 현미를 발아시키는 방법 및 발아현미제품. 대한민국 특허, 0,074,828, 2000
19. AACC. Official Methods of the AACC. 8th ed. : American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN., 1983
20. Ryu, C-H : Study on bread-making quality with mixture of waxy barely-wheat flour. 1. rheological properties of dough made with waxy barely-wheat flour mixture. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(5):1034, 1999
21. Tsuge, H, Hishida, M, Watanabe, S. and Goshima, G : Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in foods and foodstuffs. Starch, 42:213, 1990
22. Kim, KO, Kim, SS, Sung, NK and Lee, YC : Methods and Application of Sensory Evaluation. Sinkwang Press, Seoul, p131, 2000
23. Lee, KH, Park, HC and Her, ES : Statistics and Data Analysis Method. Hyoil Press, Seoul, p253, 1998
24. He. H and Hoseny, RC : Effects of the quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. Cereal Chem., 69(1):17, 1992
25. Bean, MM : Rice flour; Its functional variations. Cereal Foods World 31:477, 1986
26. Kim, M-H, Kim, J-O and Shin, M-S : Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30(4):623, 2001
27. Kang, M-Y and Han, J-Y : 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, 2000
28. Kim, YI, Kum, JS and Kim, S : Effect of different milling methods of rice flour on quality characteristics of jeungpyun. Korean J. Soc. Food Sci., 11(3):213, 1995
29. Song, J-Y, Lee, S-K and Shin, M-S : Effects of RS-3 type resistant starches on breadmaking and quality of white pan bread. Korean J. Soc. Food Sci., 16(2):188, 2000

---

(2002년 8월 22일 접수, 2003년 2월 26일 채택)