Korean J. Food Preserv.
Vol. 15, No. 2. pp. 209-213, April 2008

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

미강 첨가에 따른 밀가루 반죽물성 및 제빵적성

장경희[1] · 변광인[1] · 박상하 · 강우원†
경북대학교 식품영양학과 , [1]영남대학교 식품외식학부

Dough Properties and Bread Qualities of Wheat Flour Supplemented with Rice Bran

Kyung-Hi Chang[1], Gwang-In Byun[1], Sang-Ha Park and Woo-Won Kang†
Department of Food and Nutrition, Kyungpook National University, Sangju 742-711 Korea
[1]*Department of Food Technology & Food Service Industry, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749 Korea*

Abstract

We examined the dough properties, baking qualities, and sensory aspects of commercial hard wheat flour (Q1) that was supplemented with up to 30% rice bran flour. The loaf volumes of bread with 20% and 30% rice bran were 83% and 65%, respectively, of the control (wheat flour only). However, a 5% and 10% supplement of rice bran increased loaf volume by 5.2% and 0.7%, respectively, over the control. After storage of loaves for three days, bread crumbs from loaves with 5% rice bran were significantly softer than those with 10%, 20%, and 30% rice bran. The hardness of dough increased with the proportion of rice bran, but springiness and cohesiveness were inversely related to hardness. Addition of rice bran increased loaf pH. Rice bran decreased lightness, but significantly increased redness and yellowness in a concentration dependent manner. Sensory investigation indicated that bread with 5% rice bran was not significantly different from the control. However, more panel members preferred the appearance and flavor of bread with 5% rice bran.

Key words : rice bran, wheat bread, dough, loaf volume, sensory evaluation

서 론

최근, 식품에 대한 소비자의 인식변화에 의해, 소비자들은 식품에서 단순히 칼로리 섭취만을 목적으로 하지 않고 더 나아가 건강유지 및 건강증진의 역할을 추구하게 되었다. 특히, 현대 사회에서 증가 추세에 있는 생활습관병의 발병율 억제를 위해 식품에 함유되어 있는 삼차 기능이 새롭게 평가 되어 저이용 및 미활용 식품재료에 포함되어 있는 기능성 물질이 주목을 받고 있다.

벼는 식물 분류학상 화본과(Gramineae) 벼속 식물에 속하고 밀, 옥수수와 함께 세계 3대 작물에 포함된다. 벼는 한국을 비롯하여 아시아 여러 지역에서 재배되고 있고, 우리나라도 연간 500만 톤정도를 생산하고 있다. 왕겨를 벗겨낸 벼를 현미라 하는데 현미는 백미보다 맛과 소화율이 떨어져서 일반적으로 도정을 하게 되는데 이때 현미를 도정할 때 발생하는 미강(rice bran)은 현미의 약 8-10%정도로, 우리나라에서 연간 약 40-50만 톤가량의 미강이 부산물로 얻어지고 있다. 미강에는 풍부한 식이섬유를 비롯하여 비타민(B, E), 미네랄(칼슘, 인, 마그네슘, 철) 항산화물질인 감마 오리자놀(γ-oryzanol), GABA, phytosterol, tocotrienol 등이 다량 함유 되어 있으나(1-3), 식품의 식미를 저하하고, 저장이 어려워 우수한 영양 가치를 지니고 있음에도 불구하고 일부 미강유 제조용으로 사용되고 있을 뿐 상당량의 미강이 가축의 사료용 혹은 농업폐기물로 처리되고 있는 실정이다. 최근 미강에 대한 연구가 조금씩 진행되어 미강의 단백질, 지질 특성과 미강을 혼합한 요구르트에 대해서도 보고된 바가 있다(2,10). 또한 미강에서 추출한 식이섬유 추출물을 이용한 제빵실험도 보고되었다(1). 그러나 이러한 미강연구들은 미강의 추출물을 이용하여 첨가한 연구로

†Corresponding author. E-mail : wwkang@knu.ac.kr,
Phone : 82-54-530-1303, Fax : 82-54-530-1309

써 미강이 식품품질에 미치는 반죽물성이나 미강 본래의 기호성을 파악하기는 어렵다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 건강식화 되고 있는 최근의 제빵 산업에 있어서 기능성 재료인 미강의 이용 확대를 위하여 미강 첨가 밀가루반죽의 물성학적특성 및 제빵의 품질 특성에 관하여 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 미강은 영농법인 상생에서 제공된 것으로 도정 후 가공처리 없이 60 mesh를 통과한 분말을 사용하였으며, 밀가루는 (주)삼양사의 큐원 제빵용 강력밀가루를 사용하였다.

식빵의 제조

식빵의 제조는 제빵에 대한 각 구성 요소의 영향을 가능한 최소화하기 위하여 원료 배합을 단순화시켰으며, 식빵의 제조를 위한 배합비율은 Table 1과 같다. 식빵제조는 National사의 홈 베이커리(ST-BT3, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 초기반죽 30분, 이스트 투입 후 추가반죽 5분, 1차 발효 80분, 2차 발효 80분, 굽기는 200℃ 에서 45분으로 전체 시간은 4시간이 소요되었다. 제빵과정에서 첨가되는 물의 온도는 최종반죽의 목표 온도를 27℃로 설정하여 조절하였다(4,5).

Table 1. Baking formula based on wheat flour weight

Ingredients	Control[1)]	R5%	R10%	R20%	R30%
Wheat flour	100	95	90	80	70
Rice bran	0	5	10	20	30
Water	210	210	210	210	210
Sugar	6	6	6	6	6
Yeast	1	1	1	1	1
Salt	2	2	2	2	2

[1)]Control : wheat flour only.
Abbreviations: R5%, rice bran 5% substituted wheat flour; R10%, rice bran 10% substituted wheat flour; R20%, rice bran 20% substituted wheat flour; R30%, rice bran 30% substituted wheat flour.

반죽의 점탄성 및 제빵의 저장성 측정

미강 첨가에 따른 밀가루 반죽의 제빵적성을 평가하기 위하여 반죽의 점탄성을 Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., England)를 이용하여 측정하였다. 홈 베이커리에서 초기반죽 30분이 경과된 시료를 프라스틱 용기(25mm x 50mm)에 채워 넣고 30℃에서 10분간 방치한 후 측정시료로 사용하였다. 미강을 첨가하여 제조한 빵 crumb의 저장성을 알아보기 위하여 식빵의 중심부를 3 x 3 x 3cm의 크기로 자른 후 PE(polyethylene) film 봉지에 넣어 완전히 밀봉한 후 25℃에서 3일간 보존하면서 시료로 사용하였다. 빵 crumb의 저장성 실험은 Texture analyser (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., England)를 사용하였다 (6,7).

반죽의 pH 측정

미강 첨가 반죽의 pH는 반죽 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 충분히 교반하여 분산시킨 후 상층액을 pH meter(Model 691, Metrohm, Switzerland)로 측정하였다(8).

식빵의 색도

식빵의 색도측정은 빵 crumb를 10 mm두께로 잘라 color difference meter(CR-401, Konica Minolta Holdings, Inc., Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였다. 측정시 백색판(Y=93.0, x=0.3135, y=0.3139)을 표준판으로 사용하였다(9).

식빵의 비용적

식빵의 비용적은 식빵을 구운 후 30분간 방냉시키고 난 뒤 무게를 측정하고 부피를 종자치환법으로 측정하여 (cm^3/g) 부피를 무게로 나누어 산출하였다(5).

관능검사

관능검사는 남·여 대학생 20명을 대상으로 본 실험의 목적과 평가방법에 대하여 교육시킨 후 외관(appearance), 내부 색(crumb color), 향기(flavor), 조직감(texture), 입안에서의 느낌(mouthfeel), 맛(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)에 대한 2점 기호시험법(paired preference test)을 행하였다(7).

통계처리

관능평가를 제외한 실험에서 얻어진 모든 값은 SPSS 12.0 program을 이용하여 분산분석(ANOVA) 후 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

식빵의 비용적

미강을 첨가하여 제조한 식빵의 비용적은 Table 2와 같다. 미강 첨가에 따른 식빵의 비용적 은 미강 5%, 10% 첨가구에서 미강을 첨가하지 않는 대조구와 비교하여 각각 5.2%, 0.7%의 비용적 증가를 보였으나 유의적 차이는 없었다. 미강 20%, 30% 첨가구에서 식빵의 비용적은 유의적으

로 감소하는 경향을 나타내었고 각각의 비용적은 미강 20% 첨가구에서 대조구의 83%, 미강 30% 첨가구에서 대조구의 65%에 상당하는 비용적을 나타내었다. 일반적으로 미강에는 글루텐 단백질이 함유되어 있지 않아서 일반 식빵에 첨가할 경우 식빵의 용적이 줄어들 것으로 예상되었으나, 위의 비용적 결과에서 미강 10%까지는 미강 첨가에 의해 반죽의 글루텐양의 감소에도 불구하고 비용적이 증가한 이유로 미강의 지방함량을 생각할 수 있다. 미강은 약 20% 정도의 지방을 함유하고 있고 이중 90% 가량이 중성지질로 알려져 있다(10). 또한 중성지질의 약 2-3%가 monoglycerides, 14-15%가 diglycerides 구성되어 있어 미강 첨가로 인해 미강의 monoglycerides 및 diglycerides가 제빵과정에서 유화제 역할을 하여 비용적의 증가가 일어난다고 사료된다. 미강 20%, 30% 첨가구에서는 식빵의 형태를 유지시켜 줄 수 있는 글루텐함량의 손실이 심하여 급격한 비용적의 감소가 나타났다고 짐작 할 수 있다.

Table 2. Effect of rice bran substitution on the specific volume (cm^3/g) of wheat bread

	Substitution of rice bran				
	Control	R5%	R10%	R20%	R30%
Specific volume	4.40[c]	4.64[c]	4.43c	3.64[b]	2.84[a]

[a,b,c]Values followed by different letter in the same row are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).
Abbreviations: R5%, rice bran 5% substituted wheat flour; R10%, rice bran 10% substituted wheat flour; R20%, rice bran 20% substituted wheat flour; R30%, rice bran 30% substituted wheat flour.

반죽의 물성

제빵에 있어서 반죽의 물성은 반죽의 작업성과 최종제품의 품질을 예상할 수 있는 척도로써 미강을 0, 5, 10, 20, 30% 첨가한 밀가루 반죽의 물성은 Table 3과 같다. 경도(hardness)는 대조구가 56.4로 나타났고 미강의 첨가가 증가할수록 경도값도 증가하는 경향을 보였다. 미강 5%, 10% 첨가구의 경우 서로간의 유의적 차이는 없었으나 미강 20%, 30% 첨가구의 경우는 대조구에 비해 유의적으로 높은 경도를 나타냈다. 탄력성(springiness)은 대조구가 0.962를 나타내었고 미강의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 그러나 미강 첨가 5%와 10%에서는 탄력성 값의 유의적 차이는 나타내지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 대조구가 0.720의 결과를 나타내었고 미강의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 탄력성의 결과에 있어서도 미강 첨가 5%와 10%는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 미강을 20%이상 첨가할 경우 밀가루 반죽은 미강을 첨가하지 않는 대조구에 비해서 높은 경도와, 탄력성과 응집성이 크게 감소된 반죽을 형성하는 경향을 보이고 그 결과 제빵과정에서도 신전성이 약한 글루텐막이 효모의 발효로 발생하는 이산화탄소를 충분히 포집하지 못함으로써 비용적의 감소를 초래함을 알 수 있었다.

Table 3. Physical properties of wheat dough containing up to 30% rice bran

Samples	Physical property parameters		
	Hardness(g)	Springiness	Cohesiveness
Control[1)]	56.4[a]	0.962[c]	0.720[c]
R5%	84.0[b]	0.940[b]	0.704[bc]
R10%	87.0[b]	0.930[b]	0.707[bc]
R20%	257.9[c]	0.919[a]	0.685[b]
R30%	425.0[d]	0.915[a]	0.637[a]

[a,b,c,d]Values followed by different letter in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).
Abbreviations are the same as in Table 2.

식빵의 저장성

미강을 첨가하여 제조한 식빵의 저장성 결과는 Table 4와 같다. 구운 직후의 빵 crumb의 경도는 대조구에서 59.0으로 가장 부드러운 결과를 나타내었고 미강 5% 첨가구 빵 crumb의 경도와 비교하여 유의적 차이는 없었다. 그러나 미강 첨가량이 증가함에 따라 경도도 증가하는 경향을 나타내었다. 저장 1일과 2일째에서 미강 5%첨가구 시료는 대조구보다 감소한 경도 값을 나타내었으나 유의적 차이는 없었고, 저장 3일이 경과한 후에는 미강 5%첨가가 가장 낮은 경도 값을 나타내고 다음으로 대조구, 미강 10%첨가구, 미강 20%첨가구, 미강 30%첨가구의 순으로 경도 값이 증가하였다. 미강 첨가 식빵의 저장성실험에서 미강 5%첨가구 시료의 경도가 대조구보다 증가하지 않은 이유로 제빵과정에서 monoglycerides 및 diglycerides가 유화제 역활을 하여 빵 내부의 수분증발을 억제하였다고 생각된다.

Table 4. Hardness of breadcrumbs containing various amounts of rice bran substituted for wheat flour

Storage period(day)	Hardness(g)				
	Substitution of rice bran				
	Control	R5%	R10%	R20%	R30%
0	59.0[a]	66.4[a]	103.8[b]	169.6[c]	550.1[d]
1	170.9[a]	148.1[a]	237.0[b]	267.4[b]	741.2[c]
2	212.8[a]	192.5[a]	286.6[b]	320.3[b]	848.4[c]
3	265.9[ab]	223.5[a]	333.7[b]	385.1[b]	939.1[c]

[a,b,c,d]Values followed by different letter in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).
Abbreviations are the same as in Table 2.

식빵의 절단면 관찰

미강을 첨가한 식빵의 절단면 사진은 Fig. 1과 같다. 대조

구와 비교하여 미강을 첨가한 시료들은 첨가량의 증가에 따라 점점 어두워지는 경향을 나타내고 있다. 식빵의 높이에 있어서 미강 무첨가, 5%, 10% 첨가구 시료의 높이가 약 15 cm인데 반하여 30% 첨가구의 경우 약 10 cm의 높이를 나타내어 빵의 용적이 대조구에 비하여 상당히 감소되었음을 명확히 알 수 있다.

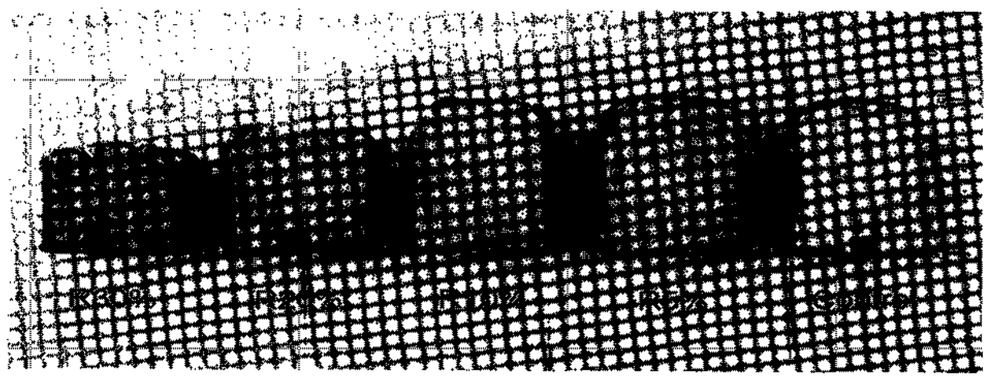

Fig. 1. Cross-section of wheat bread containing various amounts of rice bran substituted for wheat flour.

Abbreviations: R5%, rice bran 5% substituted wheat flour; R10%, rice bran 10% substituted wheat flour; R20%, rice bran 20% substituted wheat flour; R30%, rice bran 30% substituted wheat flour.

pH 결과

미강을 첨가한 밀가루 반죽의 pH 결과를 Table 5에 나타내었다. 미강을 첨가에 의해서 pH는 산성화 하는 경향을 나타내었고 미강 20%첨가구 반죽에서 가장 낮은 수치를 나타내었으나 미강 첨가 시료간의 유의적 차이는 없었다. 미강에는 다량의 단백질 성분이 함유되어 있고 그중 약 10%가량이 유리아미노산이라는 보고에 따라 미강첨가에 의해 증가한 유리아미노산의 영향으로 pH값이 감소하였다고 사료된다.

Table 5. pH of wheat bread containing various amounts of rice bran substituted for wheat flour

	Substitution of rice bran				
	Control	R5%	R10%	R20%	R30%
pH	6.07[b]	5.84[ab]	5.73[a]	5.76[a]	5.85[ab]

[a,b]Values followed by different letter in the same row are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).
Abbreviations are the same as in Table 2.

식빵의 색도

미강 첨가에 의한 식빵의 색도변화 결과가 Table 6에 나타나 있다. 명도를 나타내는 L값은 대조구에서 66.94를 나타내었고 미강 첨가 20% 까지 각 시료 간에 유의적 차이는 없었으나 미강 30% 첨가하였을 때는 58.56으로 대조구에 비해 유의적으로 감소하였다. 적색도를 나타내는 a값은 미강의 첨가량과 비례하는 경향을 나타내어 미강의 첨가가 증가할수록 a값도 증가하는 경향을 나타내었다. 대조구의 a값은 -2.13으로 강력분 밀가루의 a값 -2.21과 유사한 값을 나타내었고, 미강 30% 첨가구의 a값은 2.29로 미강분말의 a값 2.30과 유사한 값을 나타내었다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구에서 10.84, 미강 5% 첨가구 12.17, 10% 첨가구 14.77, 20% 첨가구 15.64, 30% 첨가구 15.77로 미강 첨가량의 증가에 따라 조금씩 증가하는 경향을 보였으나, 대조구와 비교해 유의적 차이를 보이기 시작한 것은 미강 20%, 30% 첨가하였을 경우였다. L값은 부재료의 첨가량이 많아질수록 감소되어 어두워지는 경향을 나타내지만, a값은 부재료의 색깔에 따라 달라진다는 보고가 있다(11). 이 실험의 결과로 미강의 첨가량의 증가에 따라 식빵의 색깔이 짙은 갈색을 띠는 이유는 L값과 b값보다도 미강 본래의 a값에 많은 영향에 받았다고 생각된다.

Table 6. Hunter color value of wheat bread containing various amounts of rice bran substituted for wheat flour

Samples	Color value		
	L	a	b
Control	66.94[b]	-2.13[a]	10.84[a]
R5%	61.4[ab]	-1.20[ab]	12.17[ab]
R10%	64.94[ab]	-0.67[b]	14.77[ab]
R20%	62.77[ab]	1.11[bc]	15.64[b]
R30%	58.56[a]	2.29[c]	15.77[b]

[a,b]Values followed by different letter in the same column are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).
Abbreviations are the same as in Table 2.

관능적 특성

2점 기호시험법(paired preference test)을 통하여 미강 첨가 식빵의 관능적 특성을 대조구와 비교한 결과를 Table 7에 나타내었다. 대조구의 관능적 특성 비교시료는 준비실험을 통하여 관능적으로 가장 좋은 평가를 받은 미강 5%

Table 7. The sensory evaluation of wheat bread containing various amounts of rice bran substituted for wheat flour by paired preference test

Sensory quality	Number of preferences		Frequency analysis
	Control[1)]	R5%[2)]	
Appearance	9	11	-
Crumb color	15	5	*
Flavor	7	13	-
Texture	16	4	**
Mouthfeel	10	10	-
Taste	15	5	*
Overall acceptability	13	7	-

[1)]Control, wheat flour only.
[2)]R5%, rice bran 5% substituted wheat flour.
[*,**]Show significant differences of $p<0.05$ and 0.01, respectively, on the values for each quality.

첨가구 식빵으로 하였다. 식빵의 외형 평가에서는 각 패널들 간에 유의적 차이는 없었으며, 향, 맛, 입에서의 느낌에 대해서도 유의적 차이는 나타나지 않았다. 색에 대한 기호도는 대조구가 미강첨가구 시료보다 유의수준 $p<0.05$에서 선호하는 것으로 나타났고, 조직감에서는 유의수준 $p<0.01$에서 미강첨가 시료보다 대조구가 선호되었다. 그러나 전체적인 기호도에서는 대조구와 미강 5% 첨가구 시료간의 유의적 차이는 나타나지 않았다.

요 약

제빵용 시판 강력분에 미강을 첨가한 기능성 식빵 제조를 위하여 미강의 첨가량을 변화시키면서 반죽에 대한 물성, 식빵의 저장성, 제빵적성 및 관능검사를 조사하였다. 제빵의 비용적은 미강 5%, 10% 첨가구에서 각각 5.2%, 0.7%의 증가를 보였으나 미강 20%, 30% 첨가구의 경우는 각각 대조구의 83%, 65%에 상당하는 비용적을 나타내어 감소하는 경향을 보였다. 미강을 첨가하여 제조한 식빵의 저장성 실험에서 구운 직후의 빵 crumb의 경도는 대조구에서 59.0으로 가장 부드러운 결과를 나타내었으나 저장 3일이 경과한 후에는 미강 5%첨가구가 가장 낮은 경도 값을 나타내었고 다음으로 대조구, 미강 10%첨가구, 미강 20% 첨가구, 미강 30%첨가구의 순으로 경도 값이 증가하였다. 제빵에 있어서 반죽의 물성은 반죽의 작업성과 최종제품의 품질을 예상할 수 있는 척도로써 미강의 첨가가 증가할수록 반죽의 경도값은 증가하는 경향을 보였고, 탄력성과 응집성은 반대로 미강의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 반죽의 발효에 영향을 미치는 pH에 있어서 미강의 첨가에 의해 pH은 대조구 보다 감소하였으나 미강 첨가 시료간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 미강의 첨가에 의해 변화하는 빵내부의 색도를 측정한 결과에서는 L값은 미강 첨가에 의해 감소하는 경향을 나타내었으나 a값과 b값은 증가하는 경향을 나타내었다. 관능검사의 결과 전체적인 기호도에서는 대조구와 미강 5% 첨가구 시료간의 유의적 차이는 없었으나 외형과 향에서 미강 5% 첨가구 시료의 기호도가 높은 것으로 나타났다. 조직감, 관능적 특성의 결과를 종합해 볼 때 5에서 10% 정도의 미강 첨가 식빵이 영양이나 기능적인 면에서 우수한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kim, Y.S., Ha, T.Y., Lee, S.H. and Lee, H.Y. (1997) Properties of dietary fiber extract from rice bran and application in bread-making. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 502-508
2. Lee, H.J., Park, H.O. and Lee, J.M. (2006) Fermentation properties of yogurt added with rice bran. Korean J. Food Cookery Sci., 22, 488-494
3. Kim, B.N., Cheigh, H.S. and Lee, K.H. (1987) Vitamin retention in rice bran during extrusion cooking. Korean J. Food Sci. Technol., 18, 187-191
4. Kang, W.W., Kim, G.Y., Kim, J.K. and Oh, S.L. (2000) Quality characteristice of the bread added persimmon leaves powder. Korean J. Soc. Food Sci., 16, 336-341
5. Park, S.H., Maeda, T. and Morita, N. (2005) Effect of whole quinoa flours and lipase on the chemical, rheological and breadmaking characteristics of wheat flour. J. Appl. Glycosci., 52, 337-343
6. Morita, N., Hirata, C. Park, S.H. and Mitunaga, T. (2001) Quinoa flour as a new foodstuff for improving dough and bread. J. Appl. Glycosci., 48, 263-270
7. Park, S.H. and Morita, N. (2004) Effect of enzymes on the dough properties and bread quality of wheat flour partly substituted for amaranth flour. Food Sci. Technol. Res., 10, 127-131
8. Choi, D.J., Shin, J.H., Lee, S.J., Lee, H.J. and Kwon, O.C. (2007) The quality characteristics of cookies prepared with different forms of shredded garlics. Korean J. Food Nutr., 20, 282-288
9. Ryu, C.H. (1999) Study on bread-making quality with of waxy barley-wheat flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 1034-1043
10. Ryu, C.H. and Cheigh, H.S. (1980) Fractionation of rice bran lipid and storage effects on bran lipid composition. Korean J. Food Sci. Technol., 12, 278-284
11. Lee, S.M., Jung, H.A. and Joo, N.M. (2006) Optimization of iced cookies with the addition of dried red ginseng powder. Korean J. Food Nutr., 19, 448-459

(접수 2008년 1월 15일, 채택 2008년 3월 10일)