

볶은 미강을 첨가한 식빵의 품질 특성

신현광 · 이정훈¹ · 이시경^{1,*}

건국대학교 농축대학원 바이오식품공학과, ¹건국대학교 생명자원식품공학과

Characteristics of white pan bread with roasted rice bran

Hyun-Kwang Shin, Jeong-Hoon Lee¹, and Si-Kyung Lee^{1,*}

Department of BioFood Science & Technology, Agriculture Livestock Graduate School, Konkuk University

¹Department of Bioresources and Food Science, Konkuk University

Abstract This study investigated the effect of roasted rice bran (RRB) on bread quality. Bread containing RRB showed small and specific loaf volumes. Baking and cooling loss rates of bread with RRB were lower than bread without RRB. The pH of bread decreased and total titratable acidity increased with increase in the amount of RRB. Water activity (A_w) and moisture contents of bread increased with RRB levels in bread. Bread containing RRB presented lower L value and higher redness (a) and yellowness (b) values. Crumb hardness, springiness, and gumminess increased, whereas cohesiveness decreased upon addition of RRB. Addition of 5% RRB resulted in higher scores in sensory evaluation than the control, however, bread with 15% RRB had the lowest score. Therefore, 5% RRB can be used in bread production.

Keywords: roasted rice bran, bread, quality characteristics

서 론

소득 수준이 증가하고, 생활수준이 향상됨에 따라서 사람들은 다양한 식생활을 접하게 되었다. 과거에는 간식으로 소비하던 빵을 주식으로 소비하기 시작하였고, 건강 지향적이고 친환경 재료를 소비하고자 하는 움직임과 더불어 기능성 제품이나 건강개선 제품을 선호하는 경향을 갖게 되었으며, 빵 구매 시에도 변화가 생기게 되었다. 이와 같이 건강에 대한 관심이 증가하는데 기존의 빵은 밀가루, 이스트, 소금, 물 등을 주재료로 하며, 경우에 따라 당류, 계란제품, 유제품, 유지, 그 밖의 재료를 배합하며 또 식품 첨가물을 섞은 반죽을 발효시켜 굽는다(1). 기존 재료를 이용한 제품보다는 기능성 자연 부재료를 첨가한 건강 지향적이며 영양학적 우수성을 높인 제품을 원하는 소비자들이 많아짐에 따라서 생강(2), 밀기울가루(3), 황기가루(4), 팥잎(5) 등 기능성 소재를 제빵에 활용한 연구들이 이미 보고된 바 있다.

미강(米糠, rice bran)은 쌀겨라고 하고 한자어로 저두강(杵頭糠)이라고도 하는데(6) 벼의 외피인 왕겨(husk)를 분리한 현미를 도정하여 백미를 만드는 과정에서 생기는 외배유와 호분층이다. 우리나라의 주요 식량자원인 벼를 쌀로 도정할 때 얻어지는 부산물로 쌀 도정 시 약 7% 정도 발생한다(7). 미강의 영양학적 주요성분은 탄수화물, 지질, 단백질, 식이섬유와 기타 미량성분으로 이루어져 있다(8). 또한 미강에 함유되어 있는 비타민은 thiamin,

riboflavin, niacin 등의 비타민 B군과 tocopherol이나 tocotrienol의 비타민 E 등이 있으며 그중 토코트라이엔올(tocotrienol)은 암예방 효과에 뛰어난 것으로 알려져 있다(9). 지금까지 미강을 첨가한 연구로는 미강 파운드 케이크(10), 미강국수(11), 미강가래떡(12) 등에 관해서 이루어져 왔으나 겨층에 함유되어 있는 지방은 지방가수분해 효소에 의한 산패로 인해 저장이 어려운 것으로 알려지고 있다. 그러나 안정화된 미강 제조법인 볶음처리를 원료에 적용할 경우, 분해, 합성, 축합 등의 반응에 의해 수용성 고형분 함량의 증가를 비롯하여 다양한 성분의 변화가 일어나고(13), 특히 환원성 당과 질소화합물은 볶음에 의해 갈색화 반응의 촉진과 향기 성분의 생성이 수반되며, 식품에서 생성된 갈변물질은 지질의 산패에 대하여 강한 항산화 활성을 가지게 된다(14). 식품을 가열함에 따라 갈색화 반응과 산화적 분해반응에 의해 많은 휘발성 향미성분들이 새롭게 생성되는데, Lee 등(15)은 현미를 볶음 처리하여 첨가한 전식은 로스팅 하지 않고 첨가한 전식에 비하여 산화안정성과 환원력이 유의적으로 높았다고 하였으며, Jang 등(16)은 로스팅 녹두를 이용한 다식 제조 및 품질특성 연구에서 항산화, 항염증 및 항비만 효과가 높고, 생리활성 효과가 뛰어난 바이텍신(vitexin)과 이소바이텍신(isovitexin) 함량이 로스팅 후 10배 정도 증가한다고 보고하였다. 또한 미강은 혈압강화작용과 심장 및 혈관계 질환 개선에 효과가 있는 아미노산의 일종인 GABA(Gamma amino butyric acid)와 비타민 B, 비타민 E 등과 같은 생리활성 물질을 갖고 있어(17,18) 여러 질병에 대한 예방 및 치료효과가 기대되며, 특히 도정과정 중에 버려지는 미강은 부산물이라는 점과 볶음 처리하여 소비자가 건강에 대한 관심이 증가하고 산업적인 이용가치가 높다. 따라서 본 연구에서는 볶은 미강분말을 일정량 첨가하여 식빵을 제조하고, 제빵 특성에 미치는 영향을 기기 및 관능평가로 분석하여 볶은 미강을 이용한 빵류 생산에 대한 기초자료로 제시하고자 하였다.

*Corresponding author: Si Kyung Lee, Department of Bioresources and Food Science, Konkuk University, Seoul 05029, Korea
Tel: +82-2-450-3759
Fax: +82-2-450-3726
E-mail: lesikyung@konkuk.ac.kr
Received February 21, 2017; revised April 13, 2017;
accepted May 10, 2017

Table 1. Formula for the white pan bread containing roasted rice bran

Ingredients (g)	Control	Roasted rice bran		
		5%	10%	15%
Hard flour	100	95	90	85
Salt	2	2	2	2
Sugar	4	4	4	4
Fresh yeast	2	2	2	2
Bread improver	1.5	1.5	1.5	1.5
Shortening	3	3	3	3
Water	62	62	62	62
Roasted rice bran	0	5	10	15

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 미강(Korea Federation of Rice Bran Co. Ltd., Gokseong, Korea)은 도정 후 통돌이 기계(THRC-80, Tachwan Automation Co. Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 120°C에서 25분간 한번 볶은 뒤 100메시(mesh)를 통과한 분말을 사용하였다. 식빵 제조에는 1등급 강력밀가루(Sam Yang Co. Ltd., Asan, Korea), 꽃소금(Shinan Co. Ltd., Cheonan, Korea), 백설탕(Sam Yang Co. Ltd., Ulsan, Korea), 생이스트(Jenico Co. Ltd., Pyeongtaek, Korea), 제빵개량제 S-500 (Puratos Korea Co. Ltd., Seoul, Korea), 그리고 실버쇼트닝(Lotte Food Co. Ltd., Seoul, Korea) 등을 사용하였다.

식빵 제조

볶은 미강 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 배합비는 Table 1과 같다. 반죽은 직접반죽법으로 제조하였으며 쇼트닝을 제외한 재료를 믹싱볼(SP-40HA, SPAR Co. Ltd., Seongnam, Korea)에 넣고 저속 3분, 중속 2분간 믹싱한 후 쇼트닝을 넣고 다시 저속 2분, 중속 15분간 믹싱하여 반죽을 제조하였다. 최종 반죽온도는 27°C가 되도록 하였고, 온도 27°C, 상대습도 75%의 발효기(FP-201, Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd., Seoul, Korea)에 넣고 2시간 동안 1차 발효를 시킨 다음, 100g씩 분할하여 둥글리기 하였다. 작업대 위에 놓고 실온에서 표면이 마르지 않게 광목천으로 덮어 15분 동안 중간발효를 시킨 다음 밀대를 사용하여 가스를 빼고 성형하여 완성된 반죽을 팬(21×9×6 cm)에 3덩이씩 넣고, 온도 38°C, 상대습도 85%로 맞추어진 2차 발효기(FP-201, Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd.)에서 50분간 발효 시킨 다음 윗불 180°C, 밑불 180°C로 예열된 오븐(FDO-7104, Electric Deck Oven, Daeyung Bakery Machinery Co. Ltd.)에서 25분간 구웠다. 구워진 식빵은 실온에서 1시간 30분 냉각하여 품온이 35-40°C되었을 때 폴리에틸렌 포장지에 개별 포장하여 25°C에서 저장하면서 시료로 사용하였다.

부피 및 비부피

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵 시료를 냉각 및 포장하여 25°C에서 12시간 보존 후 종자치환법으로 부피를 측정하였다. 식빵의 비부피는 AACC방법 10-05.01(19)에 따라 식빵의 부피(mL)를 식빵의 중량(g)으로 나누어 구하였다.

굽기 및 냉각 손실률

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵 시료를 측정된 무게와 분할한 반죽무게로 아래 공식에 따라 굽기 및 냉각손실률(%)을 구하였다.

$$\text{굽기 및 냉각손실률(\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100$$

a: 반죽 무게 b: 식빵 무게

pH 및 총산도

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵 시료의 pH와 총산도를 측정하였다. pH 측정은 식빵 crumb 10 g을 취하여 증류수 100 mL에 균일하게 용해 후 pH meter (MP 220, Mettler Toledo Co. Ltd., Urdorf, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 총산도는 식빵 크럼(crumb) 20 g을 취하여 100 mL의 증류수로 희석한 후 0.1 N-NaOH (F=1.001) (DaeJung Chemical & Metals Co. Ltd., Koryung, Korea)용액으로 pH 6.6이 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N-NaOH 용액의 부피(mL)를 총산도로 하였다.

Crumb 수분함량 측정

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵을 1시간 30분 냉각 후 포장하여 25°C에 보존하면서 24시간 이후부터 1일 단위로 3일간 측정하였다. 수분함량은 Moisture Determination Balance (FD-600, Kett Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 칭량접시에 시료 5 g을 채취하여 105°C에서 중량이 더 이상 변화하지 않을 때까지 건조하여 측정하였다.

수분활성도(Aw) 측정

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵을 1시간 30분 냉각 후 포장하여 24시간 이후부터 1일 간격으로 3일간 수분활성도 측정기 AQS-2-TC (NAGY Co. Ltd., Gaufelden, Germany)를 사용하여 측정하였다. 빵의 crumb을 믹서기로 균일하게 갈아 측정기의 cell에 채운 후 미리 25°C로 조절하여 놓은 측정기의 chamber에 cell을 삽입하여 수분활성도 값이 변하지 않을 때까지 측정하였다.

크러스트(Crust)와 Crumb 색도 측정

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵의 색도는 색차계 Color Reader (CR-10, Konica Minolta Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 식빵을 가로, 세로, 높이 각각 20, 20, 10 mm로 자른 다음 Hunter 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. 이때 표준 백색판의 값은 L=98.56, a=-0.06, b=-0.19이었다.

Crumb 조직감 측정

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵의 조직감을 측정하였다. 식빵의 crumb부위를 가로, 세로, 높이 각각 20, 20, 10 mm로 자르고, 레오미터(Rheometer, Compac-100, Sun Scientific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess) 등을 측정하였다. 이때 사용한 cylinder probe는 직경 20 mm이었고, load cell 2 kg, 하강속도는 60 mm/min이었다.

관능검사

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵을 1시간 30분 냉장 후 30, 30, 10 mm 두께로 잘라 시료별로 폴리에틸렌 포장지로 포장하였다. 실온에서 24시간이 지난 다음 관능검사 경험이 있는 식품을 전공하는 학부생 20명을 선정하여 실시하였다. 관능검사 시 대조구를 포함한 4가지 시료를 모두 한 번에 제시하였고, 7점 척도 법으로(1 매우 싫다, 7 매우 좋다) 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전체적인 기호도(overall acceptability) 등을 평가하였다. 한 시료를 평가 후 반드시 물을 이용하여 입안을 헹군 뒤 다른 시료를 평가하도록 하였다.

통계분석

볶은 미강을 첨가하여 제조한 식빵의 각 실험결과는 5회 반복 측정하여 가장 높은 값과 낮은 값을 제외한 다음 평균±표준편차 (Mean±SD)로 나타내었다. 실험군들 간의 유의성 통계분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, version 12.0 Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 시료간의 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준으로 던컨의 다중 범위시험법(Duncan's multiple range test)을 이용하였다.

결과 및 고찰

부피 및 비부피

시료의 부피와 비부피를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 부피는 대조구가 1,418.33 mL로 가장 높은 값을 나타냈고, 볶은 미강 분말 5, 10, 15% 첨가구는 각각 1,321.67, 1,143.33, 1,050.00 mL로 첨가량이 증가할수록 부피는 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 식빵의 부피에 관하여 Shin과 Lee(20)는 비지가루의 혼합비율이 높을수록 빵의 부피가 작아진 것은 혼합비율만큼 단백질 함량이 줄어들어 가스포의 막이 약화되고 거칠어 신전성이 떨어졌기 때문이라고 하였다. 본 실험에서도 볶은 미강 분말 첨가량이 증가됨에 따라 글루텐 단백질 함량의 감소로 이산화탄소의 포집능력이 저하되고, 반죽 탄력성이 저하되어 발효 시 반죽 팽창에 영향을 주어 부피감소의 원인이 된 것으로 생각된다. 대조구의 비부피는 4.73 mL/g으로 가장 높은 값을 나타냈고, 볶은 미강 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 비부피는 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). Chang 등(21)은 미강 첨가에 따른 밀가루 반죽물성 및 제빵적성에 관한 연구에서 미강 10% 첨가구에서 비용적이 0.7%의 증가를 보였으나 그 이상 첨가시에는 감소하였다고 하였는데, 본 연구에서는 볶은 미강 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 부재료인 볶은 미강 분말 첨가량이 증가하면서 글루텐의 함량이 감소하였기 때문으로 생각된다.

굽기 및 냉각 손실률

시료의 굽기 및 냉각손실률을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 분할 중량 300 g의 반죽을 구웠을 때 구운 후의 무게는 대조구가 271.67 g이었고, 볶은 미강 분말 5, 10, 15% 첨가구는 각각 272.33, 272.67, 273.33 g이었다(자료생략). 5, 10% 첨가구는 대조구보다 다소 높은 값을 나타냈고, 15% 첨가구는 대조구와 유의적인($p < 0.05$) 차이를 보였다. 굽기 손실률은 대조구가 9.44%이었고, 5, 10% 첨가구는 각각 9.22, 9.11%를 나타내었으며, 15% 첨가구는 8.89%로 볶은 미강 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률이 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다($p < 0.05$). 냉각 손실률은 대조구가 12.11%이었으나 첨가구는 각각 11.55, 10.55, 10.11%로 볶은 미강 분말 첨가량이 증가할수록 손실률이 적었다. Hong과

Table 2. Loaf volumes and specific loaf volumes of white pan bread containing different amounts of roasted rice bran

Items	Loaf volume (mL)	Specific loaf volume (mL/g)
Control	1,418.33±2.89 ^{a1)}	4.73±0.01 ^a
5% RRB	1,321.67±7.64 ^b	4.40±0.03 ^b
10% RRB	1,143.33±15.28 ^c	3.81±0.05 ^c
15% RRB	1,050.00±8.66 ^d	3.50±0.03 ^d

¹⁾ Values are Mean±SD, $n=3$.

^{a-d} Means with the same letter in a column are not significantly different by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

Table 3. Baking and cooling loss rate of white pan bread containing different amounts of roasted rice bran

Items	Dough weight (g)	Baking loss rate (%)	Cooling loss rate (%)
Control	300±0.00 ^{a1)}	9.44±0.20 ^a	12.11±0.38 ^a
5% RRB	300±0.00 ^b	9.22±0.19 ^{ab}	11.55±0.39 ^a
10% RRB	300±0.00 ^b	9.11±0.19 ^{ab}	10.55±0.39 ^b
15% RRB	300±0.00 ^b	8.89±0.19 ^b	10.11±0.19 ^b

¹⁾ Values are Mean±SD, $n=3$.

^{a-d} Means with the same letter in a column are not significantly different by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

Shin(22)은 마늘 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성 연구에서 굽기 손실률은 대조구가 15.18%로 가장 높았으며, 마늘 분말 첨가량이 증가할수록 대조구보다 낮게 나타났다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 이는 볶은 미강의 첨가량이 증가할수록 식이섬유 함량이 증가하여 수분 흡수율이 높아졌기 때문으로 생각된다.

pH 및 총산도

시료의 pH와 총산도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 식빵의 pH는 대조구가 5.88이었고, 5, 10, 15% 첨가구는 각각 5.78, 5.57, 5.43으로 나타나 볶은 미강 분말 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 pH 값이 감소하는 경향을 나타냈다. 총산도는 대조구가 2.63 mL, 볶은 미강 분말 5, 10, 15% 첨가구는 각각 2.93, 3.17, 3.27 mL로 볶은 미강 첨가량이 많은 식빵일수록 총산도는 높아지는 경향을 나타냈으나 유의적 차이는 없었다($p < 0.05$). Chang 등(21)은 미강 첨가가 증가할수록 pH가 감소한다고 하였고, Jang 등(23)도 미강을 첨가한 머핀의 품질 특성연구에서 미강 첨가량이 증가할수록 pH가 감소한다고 보고하였는데, 이는 미강에 함유되어 있는 단백질 중 약 10% 정도가 유리 아미노산으로 이의 영향으로 pH가 낮았고 총산도는 높아진 것으로 생각된다고 하였다. 또한 빵을 만드는데 이스트는 중요한 재료중의 하나로 발효 중 당을 분해하여 에탄올과 CO₂를 생성하며 효모가 생성한 이산화탄소는 수분과 반응하여 카본산(carbonic acid)으로 전환되며 이외에 효모가 생성하는 젖산, 초산, 프로피온산, 푸말산, 호박산(succinic acid) 등의 다양한 유기산의 영향으로 pH는 낮아지고 총산도가 높아지는 것으로 생각된다.

Table 4. pH and TTA(total titratable acidity) of white pan bread containing different amounts of roasted rice bran

Items	pH	TTA
Control	5.88±0.05 ^{a1)}	2.63±0.51 ^a
5% RRB	5.78±0.34 ^a	2.93±0.12 ^a
10% RRB	5.57±0.51 ^a	3.17±0.35 ^a
15% RRB	5.43±0.76 ^a	3.27±0.23 ^a

¹⁾Values are Mean±SD, n=3.

^aMeans with the same letter in a column are not significantly different by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

Table 5. Moisture content of white pan bread containing different amounts of roasted rice bran (unit: %)

Samples	Storage days		
	1	2	3
Control	42.3±0.5 ^{bA1)}	41.6±0.3 ^{bB}	39.8±0.6 ^{cC}
5% RRB	42.6±0.6 ^{bB}	42.9±0.9 ^{aA}	41.7±0.5 ^{bC}
10% RRB	43.1±0.2 ^{aA}	42.7±0.4 ^{aA}	42.2±0.5 ^{abA}
15% RRB	43.9±0.1 ^{aA}	43.3±0.3 ^{abB}	42.8±0.2 ^{aC}

¹⁾Values are Mean±SD, n=3.

Means with the same letter in a column(a-c) and in a row(A-C) are not significantly different by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

Crumb 수분함량

시료의 수분함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 저장 1일에 대조구의 수분함량은 42.3%이었으나 볶은 미강 첨가구는 각각 42.6, 43.1, 43.9%로 나타나 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p < 0.05$). 저장 2일에는 대조구가 41.6%, 각 첨가구는 42.9, 42.7, 43.3%이었으며, 저장 3일에도 대조구가 39.8%, 볶은 미강 5, 10, 15% 첨가구는 각각 41.7, 42.2, 42.8%로 대조구와 첨가구 간에 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 또한 저장 기간의 경과에 따라 대조구와 첨가구의 수분함량 값이 감소하는 경향을 보였으며, 볶은 미강 분말 첨가량이 증가할수록 감소폭이 줄었고, 첨가구의 수분함량 값이 대조구에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 이상의 실험에서 볶은 미강 첨가량이 증가할수록 시료의 수분함량이 높게 나타났는데, 이는 볶은 미강의 식이섬유 영향 때문으

로 생각된다. Ko 등(24)은 신안 섬초(시금치) 분말을 첨가한 식빵의 수분함량은 신안 섬초분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며 이러한 결과는 섬초의 식이섬유 함유량의 증가에 따른 수분보수력의 증가에 기인하는 것이라고 하였다. Yeom 등(25)도 보리잎차 분말을 대체하여 식빵의 수분함량을 측정할 결과 대조구가 40.98%, 첨가구는 41.18-41.63%로 나타나 유의적으로 첨가구의 수분함량이 높았다고 하였다($p < 0.05$). 이는 대체 분말에 따른 부피 감소로 오븐열과 반응하는 표면적이 줄어서 굽는 과정 중 수분증발이 감소하였다고 하였다.

Crumb 수분활성도

시료의 수분활성도를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 저장 1일에 대조구의 수분활성도가 0.975, 볶은 미강 5% 첨가구가 0.976, 10% 첨가구 0.977, 15% 첨가구는 0.980로 나타나 볶은 미강의 첨가량이 많을수록 수분활성도가 높게 나타났으나 유의적 차이는 없었다($p < 0.05$). 저장 2일에는 저장 1일제와 비슷하여 볶은 미강 첨가량이 증가할수록 높았지만 저장 1일 보다는 다소 낮게 나타났다. 저장 3일제의 수분활성도는 대조구가 0.970, 5% 첨가구는 0.970, 10% 첨가구는 0.971, 15% 첨가구는 0.972로 나타났다. 이상의 실험에서 볶은 미강 첨가량이 증가할수록 수분활성도가 다소 높았다. 이는 볶은 미강의 식이섬유로 인한 수분 보유력에 기인하는 것으로 생각된다. 또한 저장 기간이 경과함에 따라 수분활성도는 낮은 값을 나타냈고, 대조구와 시험구간에 낮아지는 경향은 유사하였으나 각 시료의 저장 1일과 3일의 결과는 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). Jang 등(10)은 미강 첨가량을 달리한 파운드 케이크의 수분함량 변화에 대한 연구에서 미강 5% 첨가한 파운드 케이크의 수분함량이 증가하였다고 하였는데, 이는 본 실험에서 볶은미강 첨가량이 증가할수록 제품의 수분함량과 수분활성도가 높은 결과와 유사하였다. Lee(26)는 도토리 가루를 5-15%까지 첨가하여 식빵을 제조한 후 수분활성도를 측정한 결과 대조구가 0.92, 각각의 첨가구 별로 0.93 0.95로 나타나 도토리 분말을 첨가한 식빵에서 수분활성도가 다소 증가하였으나 크게 변화하지 않았다고 하여, 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

Crust와 Crumb 색도

시료의 겉면과 내부 색도를 측정한 결과는 Table 7과 같다. 식빵의 겉면 색도 L(명도)값은 대조구가 68.9로 가장 높았으며, 볶은 미강 분말 5, 10, 15% 첨가구는 각각 63.9, 62.7, 60.8로 나타나 첨가량이 증가 할수록 L값이 낮아 어두운 색을 나타냈고, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 적색도 a값과 황색도 b값은 볶은 미강 분말의 첨가량이 증가함에 따라서 유의적으로 증가하였다.

Table 6. Water activity of white pan bread containing different amounts of roasted rice bran during storage

Samples	1 day		2 days		3 days	
	Temp.	Aw	Temp.	Aw	Temp.	Aw
Control	24.0	0.975±0.04 ^{aA1)}	25.0	0.972±0.04 ^{aB}	24.5	0.970±0.02 ^{aB}
5% RRB	24.8	0.976±0.02 ^{aA}	25.4	0.974±0.07 ^{aA}	25.1	0.970±0.04 ^{aB}
10% RRB	25.3	0.977±0.01 ^{aA}	25.7	0.975±0.03 ^{aA}	25.7	0.971±0.01 ^{aB}
15% RRB	25.6	0.980±0.02 ^{aA}	24.5	0.976±0.06 ^{aA}	25.3	0.972±0.07 ^{aB}

¹⁾Values are Mean±SD, n=3.

Means with the same letter in a column (a-b) and in a row (A-B) are not significantly different by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

Table 7. Crust and crumb color value of white pan bread containing different amounts of roasted rice bran

Items		Samples			
		Control	5% RRB	10% RRB	15% RRB
Crust color value	L	68.9±0.02 ^{a1)}	63.9±0.01 ^b	62.7±0.05 ^c	60.8±0.03 ^d
	a	6.03±0.01 ^d	8.5±0.01 ^e	9.1±0.01 ^b	9.5±0.02 ^a
	b	31.3±0.06 ^c	31.6±0.03 ^e	32.4±0.05 ^b	34.2±0.08 ^a
Crumb color value	L	80.6±0.06 ^{a1)}	70.1±0.00 ^b	69.7±0.01 ^b	66.5±0.02 ^c
	a	-2.2±0.00 ^d	-1.4±0.01 ^e	-0.1±0.00 ^b	1.1±0.01 ^a
	b	14.2±0.02 ^d	17.7±0.01 ^e	19.2±0.04 ^b	21.9±0.04 ^a

¹⁾ Values are Mean±SD, n=3.

^{a-d} Means with the same letter in a row are not significantly different by duncan's multiple range test (p<0.05).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

Table 8. Change of textural properties of white pan bread containing different amounts of roasted rice bran during storage

Items	Samples	Days		
		1	2	3
Hardness (g)	Control	112.6±0.9 ^{dC1)}	181.5±1.2 ^{dB}	268.9±2.6 ^{cA}
	5% RRB	145.2±2.3 ^{cC}	234.8±2.1 ^{cB}	296.9±1.5 ^{bA}
	10% RRB	166.0±0.7 ^{bC}	263.4±1.8 ^{bB}	311.0±1.5 ^{baA}
	15% RRB	279.3±0.9 ^{aC}	289.2±2.4 ^{aB}	323.7±0.9 ^{aA}
Cohesiveness	Control	71.3±1.4 ^{aA1)}	64.3±0.6 ^{aB}	60.7±1.1 ^{aC}
	5% RRB	70.6±0.6 ^{aA}	63.2±0.3 ^{baB}	60.2±0.1 ^{aC}
	10% RRB	68.8±1.9 ^{aA}	63.2±0.6 ^{baB}	58.3±0.4 ^{bC}
	15% RRB	68.6±1.9 ^{aA}	61.5±0.9 ^{bB}	56.8±1.2 ^{cC}
Springiness	Control	76.7±0.6 ^{bC1)}	79.9±1.6 ^{bB}	83.2±1.6 ^{bA}
	5% RRB	79.2±1.3 ^{aC}	80.9±1.1 ^{baB}	84.3±0.5 ^{bA}
	10% RRB	81.7±0.9 ^{aC}	83.9±1.0 ^{baB}	86.8±0.0 ^{aA}
	15% RRB	83.1±0.1 ^{aC}	85.1±0.5 ^{aB}	87.4±0.3 ^{aA}
Gumminess	Control	91.6±0.3 ^{dC1)}	145.9±2.3 ^{dB}	208.5±1.9 ^{bA}
	5% RRB	119.7±2.1 ^{cC}	183.6±1.2 ^{cB}	223.7±1.2 ^{baA}
	10% RRB	138.3±2.1 ^{bC}	205.6±1.1 ^{bB}	227.5±1.1 ^{baA}
	15% RRB	216.0±0.3 ^{aC}	240.7±2.5 ^{aB}	244.6±1.2 ^{aA}

¹⁾ Values are Mean±SD, n=3.

Means with the same letter in a column(a-d) and in a row(A-C) are not significantly different by duncan's multiple range test (p<0.05).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

식빵의 속면 색도 중 L값은 대조구가 80.6이었고, 볶은 미강 분말 5, 10, 15% 첨가구는 각각 70.1, 69.7, 66.5로 볶은 미강 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아졌으며 대조구와 유의적 차이가 있었다(p<0.05). 또한 a값과 b값도 볶은 미강 분말 첨가량이 증가함에 따라서 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

이상의 실험에서 볶은 미강 분말 첨가량이 증가할수록 빵 속면의 색도는 명도를 나타내는 L값이 감소하고, a값과 b값이 각각 높아졌으며 빵 껍질의 색도도 빵 속면의 결과와 유사하였다. 이는 볶음 처리과정에서 미강의 갈변화 반응과 볶은 미강 첨가량의 증가로 인해 명도 L값이 감소하였고, 적색도 a값과 황색도 b값은 증가한 것으로 생각된다. Hwang 등(27)은 발효미강 사워 반죽(sourdough)을 이용한 바게트 빵의 품질특성 연구에서 미강 함량이 증가할수록 L값이 감소하였다고 보고하였다.

Crumb 조직감

시료의 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess) 등을 저장기간에 따라 측정된 결과는 Table 8 과 같다.

경도는 저장 1일에 대조구가 112.6 g으로 낮은 값을 나타냈으나, 볶은 미강 분말 5, 10, 15% 첨가구는 각각 145.2, 166.0, 279.3 g으로 대조구에 비해 미강 분말의 함량이 높을수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

저장 2일의 대조구는 181.5 g, 볶은 미강 5, 10, 15% 첨가구는 각각 234.8, 263.4, 289.2 g의 값을 나타내었고, 저장 3일에는 각 시료별로 268.9, 296.9, 311.0, 323.7 g의 값을 나타냈다. 대조구의 경우 저장 1일에서 3일까지 약 2배 수준으로 경도 값이 증가하였으나, 시험구에서는 볶은 미강 분말 첨가량이 증가할수록 증가

Table 9. Sensory evaluation of white pan breads containing different amount of roasted rice bran

Items	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control	6.1±1.1 ^{a1)}	5.9±1.4 ^a	6.3±1.1 ^a	6.3±1.3 ^a	6.4±1.1 ^a
5% RRB	6.0±1.1 ^a	6.0±0.9 ^a	6.4±1.2 ^a	6.3±1.0 ^a	6.5±1.4 ^a
10% RRB	5.7±1.0 ^{ab}	6.0±1.2 ^a	6.1±1.2 ^{ab}	6.2±1.0 ^{ab}	6.0±1.1 ^{ab}
15% RRB	5.3±1.1 ^b	5.4±1.3 ^b	5.7±1.3 ^b	5.9±1.3 ^b	5.7±1.2 ^b

¹⁾Values are Mean±SD, n=3.

^{a-c}Means with the same letter in a column are not significantly different by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Control: White pan bread without roasted rice bran.

5% RRB: White pan bread containing 5% of roasted rice bran.

10% RRB: White pan bread containing 10% of roasted rice bran.

15% RRB: White pan bread containing 15% of roasted rice bran.

값은 현저히 낮았다. 이는 Table 4의 수분함량의 변화에서와 같이 붉은 미강 첨가량이 증가할수록 보유하는 수분량이 많은 결과를 얻어 수분함량이 경도 값에 영향을 미친 것으로 생각된다. Choi(28)는 보리등겨 첨가 빵이 대조구에 비해 경도가 증가하였다고 하였으며, 이러한 현상은 보리등겨 첨가로 빵의 부피 감소로 인해 경도가 증가한 것이라고 하였다.

응집성(cohesiveness)은 저장 1일에 대조구가 71.3, 붉은 미강 분말 5, 10, 15% 첨가구는 각각 70.6, 68.8, 68.6로 대조구에 비해 다소 낮았다. 2일에는 대조구가 64.3, 첨가량에 따른 시험구는 63.2, 63.2, 61.5이었으며, 3일에도 대조구 60.7, 각 시험구는 60.2, 58.3, 56.8로 대조구보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이상의 실험에서 붉은 미강의 첨가량이 증가함에 따라 응집성이 감소하였으며 또한 각 시료마다 저장 기간이 길어질수록 점차적으로 응집성 값이 감소하였다. 탄력성(springiness)은 저장 1일에 대조구가 76.7, 첨가구는 붉은 미강 분말을 첨가함에 따라 증가하였으며 대조구가 낮은 값을 보였고, 10%와 15% 첨가구는 높은 값을 보였으며 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 2일에는 대조구 79.9, 첨가구는 유의적으로 증가하였으며, 저장 3일에도 각 시료별로 83.2, 84.3, 86.8, 87.4의 결과 값을 얻어 시료 모두의 탄력성 값이 높아졌으며, 15% 첨가구가 유의적으로($p < 0.05$) 높은 값의 결과를 보였다. 이상의 실험에서 붉은 미강 분말의 첨가량이 증가할수록 탄력성이 높았으며 또한 저장기간이 지날수록 높은 값을 나타냈다. 이는 붉은 미강 분말의 첨가로 식이섬유의 수분보유력 때문으로 생각된다. An(5)은 빵잎 첨가 식빵의 품질 특성에 관한 연구에서 탄력성은 빵잎 첨가량이 증가 할수록 증가하였다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

밀가루에 붉은 미강 분말을 각각 0, 5, 10, 15%첨가하여 제조한 식빵 속질의 질긴 상태의 점착성(gumminess)을 측정된 결과 저장 1일차에는 대조구가 91.6, 각 첨가구는 119.7-216.0으로 나타나 유의적으로 증가하였고, 2일과 3일차에도 대조구에 비해 각 첨가구의 점착성이 높았다. 이상의 실험에서 저장 1일차에는 대조구가 가장 낮은 값이었으나 붉은 미강 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로($p < 0.05$) 높은 값을 나타냈고, 저장 1일부터 3일까지 대조구는 2배 이상의 값이 상승하였으나 첨가량 15% 시료에서는 점착성의 증가가 낮았다. 이는 붉은 미강의 식이섬유 증가로 밀가루의 전분함량이 감소하여 점착성의 증가 값이 낮아진 것으로 생각된다. Jeong과 Ji(29)도 찰 보리 분말을 첨가한 식빵의 점착성은 대조구가 가장 낮았고 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

관능검사

시료의 관능검사를 실시한 결과는 Table 9와 같다. 식빵의 외

관(appearance)은 대조구가 6.1이었고, 붉은 미강 5% 첨가구는 6.0으로 대조구와 유의적 차이가 없었다. 그러나 10%첨가구는 5.7이었으며, 15% 첨가구는 5.3으로 유의적으로 낮은 점수를 나타냈다($p < 0.05$). 향(flavor)은 대조구가 5.9로 나타났고, 붉은 미강 5, 10% 첨가구는 6.0, 6.0으로 대조구와 유의적 차이가 없었으며, 맛(taste)은 붉은 미강 5% 첨가구가 6.4로 대조구보다 높은 결과를 나타냈으나, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮게 나타났다고($p < 0.05$). 질감(texture)은 대조구와 붉은 미강 5% 첨가구가 6.3으로 유의적 차이를 보이지 않았으나, 붉은 미강 15% 첨가구는 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 전체적인 기호도(overall acceptability)에서 대조구가 6.4이었고, 붉은 미강 5% 첨가구가 6.5로 가장 높게 나타났으며, 붉은 미강 15% 첨가구는 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다고($p < 0.05$). Chang 등(21)은 미강첨가에 따른 밀가루 반죽물성 및 제빵적성에 관한 연구에서 2점 기호시험법으로 관능검사를 실시한 결과 미강을 5%첨가한 식빵의 전체적인 기호도가 대조구와 유의적 차이가 없었다고 하였다. 그러나 Park과 Han(30)은 발효 쌀겨 첨가에 따른 제빵 특성의 변화연구에서 7점 채점법으로 평가한 결과 5% 첨가구가 가장 높은 기호도 평가를 받았다고 하여, 본 실험의 결과와 유사하였다. 본 연구의 붉은 미강을 첨가하여 제조한 식빵의 관능검사 결과도 5% 첨가구가 가장 좋은 기호도 점수를 얻었으나 15% 첨가구는 낮은 점수의 기호도를 보였다.

요 약

붉은 미강을 첨가하여 제조한 식빵의 부피 및 비부피, 굽기 및 냉각 손실률, 총산도, 수분활성도, 색도, 조직감, 관능검사 등을 조사하였다. 식빵의 품질 특성 결과에서 식빵의 부피 및 비부피는 붉은 미강 첨가량이 증가할수록 다소 감소하였다. 식빵의 굽기와 냉각 손실률은 붉은 미강 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 붉은 미강 첨가량이 증가할수록 식빵의 pH는 낮아지고 총산도는 증가하였다. 수분함량과 수분활성도는 붉은 미강 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. Crust와 crumb 색도 변화는 붉은 미강 첨가량이 증가할수록 명도 L값은 낮아졌으며, 적색도 a 값과 황색도 b값은 증가하였다. 붉은 미강 첨가량이 증가할수록 경도(hardness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess)은 증가하였고, 응집성(cohesiveness)은 감소하였다. 식빵의 관능검사 결과 향, 맛, 전반적인 기호도는 붉은 미강을 5%첨가하여 제조한 식빵이 대조구에 비해 같거나 다소 높았으며, 15% 첨가구는 낮았다. 이상의 연구로 식빵 제조시 붉은 미강 5% 첨가는 제품의 특성에 좋지 않은 영향을 미치지 않았으며 전반적인 기호도가 높아 기능성 빵으로의 개발 가능성이 있는 것으로 생각된다.

References

1. Kim OS. Physiological and quality characteristics of bakery products added with mosi leaf powder. PhD thesis, Sejong University, Seoul, Korea (2010)
2. Kim EK. A study on the rheological properties of wheat flour dough containing Korean ginger powder and the baking characteristics. MS thesis, Konkuk University, Seoul, Korea (2009)
3. Kim YH. Rheological properties of dough added with wheat bran. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 1125-1131 (1998)
4. Min SH, Lee BR. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. Kor. J. Food Cult. 23: 228-234 (2008)
5. An SH. Quality characteristics of bread added with mulberry (*Morus alba* L. Folium) leaves powder and water extract. MS thesis, Sangju University, Sangju, Korea (2002)
6. Korea Institute of Oriental Medicine. Rice. Available from: <http://blog.naver.com/kiompr/90085581048>. Accessed Mar. 25, 2010.
7. Kim JH. The application of a pigmented rice-bran extract as a plan for maximizing the development of rice-processed food. MS thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea (2006)
8. Finegold SM, Flora DJ, Alter berg HR, Sutter VL. Effect of diet on human fecal flora: Comparison of Japanese and American diets. Am. J. Clin. Nutr. 27: 1456-1469 (1974)
9. Nesaretnam KS, Dorasamy PD, Darbre RE. Tocotrienols inhibit growth of ZR-75-1 breast cancer cells. Intern. J. Food Sci. Nutr. 51: 95-103 (2000)
10. Jang KH, Kang WW, Kwak EJ. The quality characteristics of pound cake prepared with rice bran powder. Korean J. Food Preserv. 17: 250-255 (2010)
11. Kim YS, Ha TY, Lee SH, Lee HY. Effects of rice bran dietary fiber on flour rheology and quality of wet noodles. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 90-95 (1997)
12. Choi EH. Study on quality characteristics of *Garraedduk* with rice bran. PhD thesis, Sejong University, Seoul, Korea (2007)
13. Suh CS, Chun JK. Relationships among the roasting conditions, colors and extractable solid content of roasted barley. Korean J. Food Sci. Technol. 13: 334-339 (1981)
14. Park MH, Kim KC, Kim JS. 1993. Changes in the physicochemical properties of ginseng by roasting. Korean J. Ginseng Sci. 17:228-231 (2006)
15. Lee BY, O JH, Kim MH, Jang KH, Lee JC, Surh JH. Influences of roasted or non-roasted brown rice addition on the nutritional and sensory properties and oxidative stability of *sunsik*, korean heated cereal powder. Korean J. Food Cook. Sci. 26: 872-886 (2010)
16. Jang SS, Kim MJ, Kim AJ. Quality characteristics and preparation of *dasik* using roasted mung bean. Korean J. Human Ecol. 23: 357-366 (2014)
17. Fraser GE. Diet and coronary heart disease beyond dietary fats and low-density-lipoprotein cholesterol. Am J. Clin Nutr. 59: 1117-1123 (1994)
18. Park JD, Choi BK, Kum JS, Lee HY. Physicochemical properties of brown rice flours produced under different drying and milling conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 495-500 (2006)
19. AACC. Approved Method of the AACC. 11th ed. Methods 10-10b. 10-05.01. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1999)
20. Shin DH, Lee YW. Quality attributes of bread with soybean milk residue-wheat flour. Korean J. Food Nutr. 15: 314-320 (2002)
21. Chang KH, Byun GI, Park SH, Kang WW. Dough properties and bread qualities of wheat flour supplemented with rice bran. Korean J. Food Preserv. 15: 209-213 (2008)
22. Hong SY, Shin GM. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. Korean J. Food Nutr. 21: 485-491 (2008)
23. Jang HJ, Kang WW, Kwak EJ. Quality characteristics of muffin added with rice bran powder. J. East Asian Soc. Dietary Life 22: 543-549 (2012)
24. Ko SH, Bing DJ, Chun SS. Quality characteristics of white bread manufactured with shinan seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 766-773 (2013)
25. Yeom KH, Kim MY, Chun S. Quality characteristics of white bread with barley leaves tea powder. Korean J. Food Cook. Sci. 26: 398-405 (2010)
26. Lee SA. Physiological and quality characteristics of sujebi and bakery product (white pan bread, yellow layer cake) added acorn powder. MS thesis, SeJong University, Seoul, Korea (2011)
27. Hwang GH, Yun HR, Jung HN, Choi OJ. Quality characteristics of baguette using fermented rice bran sourdough. Kor. J. Food Cook. Sci. 30: 307-316 (2014)
28. Choi UK. Effect of barley bran flour addition on the quality of bread. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 746-750 (2005)
29. Jeong HC, Ji JL. Quality characteristics and dough rheological properties of pan bread with waxy barley powder. Korean Culin. Res. 19: 119-135 (2013)
30. Park HS, Han GD. Characteristics of breadmaking according to the addition of fermented rice bran. Korea J. Food Cult. 23: 62-67 (2008)