

## 흑미미강을 이용한 제빵특성 연구

박성진\*

한림성심대학교 관광외식조리과 교수

# Quality Characteristics of White Pan Bread Supplemented with Black Rice Bran Powder

Sung-Jin Park\*

Professor, Department of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 24210, Korea

\*Corresponding author: Sung-Jin Park (E-mail: sjpark@hsc.ac.kr)

### ABSTRACT

Received: 22 February 2021

Revised: 11 March 2021

Accepted: 15 March 2021

In this study, white pan bread supplemented with black rice bran powder (BRP; 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) was prepared by the straight dough method, and its quality and antioxidant characteristics were analyzed. Compared with control, an increase in the weight and volume and a decrease in the moisture content of the bread added with BRP were observed. Increasing the amount of BRP in white pan bread decreased lightness and yellowness in color values, whereas redness value was increased. Texture analysis revealed an increase in gumminess and chewiness of the white pan bread after BRP addition. An increase in the total polyphenol content of the white pan bread supplemented with BRP was observed [4.52 – 12.67 mg gallic acid equivalents (GAE)/g] compared with the control (1.87 mg GAE/g). An increase in 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical scavenging activity (24.31%) was observed in white pan bread with the addition of BRP up to 20% compared with control. In conclusion, white pan bread supplemented with 15% BRP yielded the best quality bread.

**Keywords:** Black rice bran powder, Quality characteristics, Sensory preference, White pan bread

## 서론

밀가루 또는 기타 곡물을 주원료로 하여 계란, 소금, 효모 등을 첨가·혼합하여 발효시켜 냉동시키거나 구운 것인 빵은 당분과 유지의 함유량이 적어 약한 단맛을 갖고 있어 식사대용 목적으로 최근 국민들에게 애용되고 있다(Legras et al., 2007). 최근 식생활의 서구화로 주식의 패턴이 변화하고, 건강에 대한 높은 관심과 천연물 연구로 건강에 도움이 되는 재료들의 연구가 활발히 진행되고 있으며(Han et al., 2006), 건강을 생각하는 사람들이 증가하면서 매일 먹는 식품을 통해 질병 예방 및 건강 트렌드에 영향을 주어 생리활성을 갖는 식품의 부재료를 첨가하여 제품을 개발하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Kwon et al., 2008). 현재 제과제빵류가 대중화되고 있으며 그 수요도 증가하고 있으며(Lee



and Chang, 2003), 건강한 식생활을 추구 및 소비자층의 다양함에 따라 기존의 레시피에 차별화를 두어 기능성 부재료를 첨가한 기능성 제빵 개발이 활발히 이루어지고 있다. 최근 식생활에서는 웰빙 열풍으로 화학 첨가물을 사용하지 않고 천연재료로 만든 빵 제품이 인기이며, 서구식 식생활의 영향으로 우리의 식단에는 빵의 비중이 점점 증가하는 추세이며(Kim et al., 2004), 건강을 생각하는 측면에서 영양식, 건강식 등으로의 변화가 필요하다는 인식이 확산되어 가고 있다(Lee and Kim, 2007). 제빵분야에서는 빵 자체뿐만 아니라 토스트, 샌드위치 등 다양한 형태로 섭취하고 있으며, 품질 변화를 개선하기 위한 목적뿐만 아니라, 건강 지향적이며 동시에 밀가루이외의 곡물이나 다양한 생리활성을 가진 부재료를 사용하여 간편하게 섭취하면서 건강에 도움을 주는 기능성 제품에 대한 연구가 많이 보고되고 있다(Lee et al., 2005; Yoon et al., 2014). 기존 제과제빵에 식물성 부재료를 첨가한 선행연구로는 썩부쟁이 분말(Kim et al., 2016), 브로콜리 분말(Lee, 2015), 파프리카 분말(Choi et al., 2012), 시금치 가루(Lee and Joo, 2010), 매생이 (An et al., 2008), 함초분말(Bae et al., 2008), 백복령(Choi and Oh, 2008), 당귀(Shin and Kim, 2008), 흑마늘 추출액(Wang et al., 2013) 등과 같이 서구식의 식생활로 바뀐에 따라 쌀 위주의 식사에서 건강을 중시하는 기능성 빵에 대한 관심이 증가하고 있으며, 각종 영양적·기능적 특성을 지닌 새로운 건강 기능성 식품이 각광받고 있다.

흑미는 백미와 비교하여 영양소를 풍부하게 함유하고 있으며 특히 안토시아닌계 색소를 다량 함유하고 있어 항산화, 항균성, 항암성 등의 생리활성을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(Jung et al., 2002; Ju, 2009). 최근 들어 식생활의 변화로 인해 기능성 재료를 활용한 건강식품의 관심이 증가하면서 기능성 부재료를 활용한 제과제품의 개발이 활발히 이루어지고 있다(Joo and Choi, 2012)

흑미를 활용한 가공 분야의 연구로는 흑미가루를 첨가 쿠키(Moon et al., 2007), 흑미 첨가 인절미(Cho and Cho, 2000), 흑미를 첨가하여 항산화성이 강화된 배추김치(Mo et al., 2010), 흑미가루를 첨가한 밀가루 반죽의 물리적 특성(Jung and Eun, 2003) 등이 보고되어 있으나, 여러 가지 생리활성 성분이 함유되어 있는 흑미미강을 활용한 연구는 부족한 실정이다(Park, 2020).

따라서 본 연구에서는 제빵분야의 시장이 확대됨에 따라 여러 기능을 갖고 있는 흑미미강의 이용가능성을 확인하고자 흑미미강 식빵을 제조한 후 품질 특성을 평가함으로써 제품 개발을 위한 기초 자료로 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용한 2020년에 수확한 흑미의 미강을 강원도 춘천시 소재 모리정미소(Chuncheon, Korea)에서 직접 구입하여 사용하였다. 식빵 제조에 사용한 강력분(Daehan Flour Mills Co., Seoul, Korea), 설탕(Samyang, Ulsan, Korea), 생이스트(Jenico, Pyeongtaek, Korea), 탈지분유(Seoul Milk, Seoul, Korea), 무염버터(Lotte food, Cheonan, Korea) 및 소금(Hanju salt, Ulsan, Korea)은 춘천시 소재 전문제빵업체에서 구입하여 사용하였다.

### 식빵 제조

흑미미강 분말을 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 배합비는 Table 1과 같으며 흑미미강은 대조구 배합의 밀가루 100 g을 기준으로 하는 베이커 퍼센트를 활용하여 5, 10, 15, 20%로 첨가량을 결정하였다. 반죽은 반죽기(YSM50, Daeyoung Co., Seoul, Korea)를 사용하여 직접반죽법(AACC, 1991; Han et al., 2004)으로 실시하였다. 즉, 버터를

**Table 1.** Baking formula for white pan bread with different amounts of black rice bran powder

Ingredients (g)	Black rice bran powder(%)				
	BRW <sup>1)</sup> 0	BRW 5	BRW 10	BRW 15	BRW 20
Flour	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Water	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Dry Yeast	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sucrose	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Salt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Non-Fat Dry Milk	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Butter	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Black rice bran powder	-	5.0	10.0	15.0	20.0
Ascorbic Acid	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

<sup>1)</sup>BRW: Black rice bran white pan bread.

제외한 모든 재료를 한꺼번에 넣고 저속 3분, 고속 2분 혼합하여 클린업 단계에서 버터를 투입하고 저속 3분 고속 4분 20초 혼합하였다. 반죽 온도는  $28 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 가 되도록 하고 완성된 반죽은 발효기(EP-40, Daeyoung Co., Seoul, Korea)를 이용하여 120분간 1차 발효( $27^\circ\text{C}$ , 75% 상대습도)를 진행하였다. 1차 발효가 완성된 반죽은 용적비 3.46:1에 맞추어 분할하여 둥글리기를 수행한 다음, 실온( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ )에서 10분간 중간발효를 하였다. 중간 발효가 완성된 반죽은 밀대로 반죽의 가스를 뺀 뒤 성형하고 식빵틀( $34.0 \times 13.5 \times 12.5$  cm)에 넣어 발효기에서 35분간 2차 발효( $38^\circ\text{C}$ , 85% 상대습도)를 하였다. 2차 발효가 끝난 반죽은 윗불  $190^\circ\text{C}$ , 아랫불  $200^\circ\text{C}$ 로 예열된 오븐(FDO-7102, Daeyoung Co., Seoul, Korea)에서 25분 동안 굽기를 진행하였으며, 완성된 식빵은 실온에서 1시간 방냉하여 실험 시료로 사용하였다. 또한, 항산화 실험을 위해 식빵 10 g에 70% 에탄올 90 mL를 넣고 3시간 동안 sonicator(JAC Ultrasonic, KODO, Hwaseong, Korea)를 사용하여 추출하였다. 추출물은 Whatman No. 2(Whatman Ltd, Maidstone, Kent, UK)로 여과한 후 20분간 3,000 rpm으로 원심분리(HY-HS11, Hanyang Science, Seoul)하여 사용하였다. 각 실험에 따라 시료액은 희석해서 사용하였다.

### 흑미미강 식빵의 비용적 측정

먼저 각 시료의 무게를 측정하고, 식빵의 부피는 AACC method 72-10 종자치환법(1995)으로 측정하였다. 측정된 부피를 무게로 나누어 나온 값을 비용적(mL/g) 값으로 하였다. 각 시료 당 3회씩 반복 측정하였고, 결과를 평균  $\pm$  표준편차로 표시하였다.

$$\text{Specific volume (mL/g)} = \text{Bread volume} / \text{Bread weight}$$

### 흑미미강 식빵의 수분함량 측정

흑미미강 식빵의 수분함량은 잘게 자른 시료 2 g을 취하여  $105^\circ\text{C}$  상압가열건조법으로 측정하였다(AOAC, 1995).

### 흑미미강 식빵의 색도 측정

식빵의 색도는 색차계(CHROMA METER CR-200b, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 명도를 나타내는

L-value(lightness), 적색도를 나타내는 a-value (redness), 황색도를 나타내는 b-value(yellowness)를 각각 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었으며, 이때 사용한 표준 백색판은 L 값은 96.35, a 값은 0.38, b 값은 0.91이었다.

### 흑미미강 식빵의 조직감 측정

흑미미강 분말 식빵의 조직감 측정은 구워낸 식빵을  $3 \times 3 \times 1$  cm로 자른 후 texture analyzer(Sun Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. TPA(Texture Profile Analysis) 방법으로 puncture test로 3회 반복 측정된 후 force distance curve로부터 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)를 측정하였으며, 측정 조건은 probe는 직경이 5 mm인 plunger(SMS P/5)를 사용하였고, pre-test speed, post-test speed 및 test speed는 각각 5.0 mm/s, 3.0 mm/s, 3.0 mm/s로 하고 압축 시 변형률 80%를 주어 측정하였다.

### 흑미미강 식빵의 관능검사

흑미미강 식빵의 관능검사는 훈련된 대학생 20명(남자10명, 여자 10명)을 대상으로 검사방법 및 평가특성을 교육시킨 후 9점 척도법(1점: 매우 약함, 9점: 매우 강함)을 이용하여 흑미미강 식빵의 색(color), 향미(flavor), 촉촉한 정도(moistness), 씹힘성(chewiness), 씹은 후 이물감(residual mouthfeel), 맛(taste), 전반적 기호도(overall acceptability)를 평가하였으며 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였으며, 시료( $3 \times 3 \times 1$  cm)와 물을 함께 제공하였으며, 한 개의 시료를 관능검사한 후에는 반드시 물로 입안을 헹구도록 하고, 다음 시료의 관능검사를 실시하도록 하였다.

### 총페놀 함량

총 페놀 함량은 Folin-Denis 방법(Folin and Denis, 1912)을 일부 변형하여 측정하였다. 용매로 액체화 한 시료(1 mg/mL) 200  $\mu$ L에 증류수 1.8 mL를 가하고, 1 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(SIGMA-ALDRICH, Inc., St. Louis, MO, USA) 200  $\mu$ L를 가한 뒤 5분간 실온에서 방치하였다. 이 혼합액에 7%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2 mL를 가하고, 다시 실온에서 1시간 방치한 후 750 nm에서 spectrophotometer (UVIKON xl, Secomam, France)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(SIGMA-ALDRICH, Inc., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 작성하였다.

### DPPH를 이용한 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거활성은 Blois 방법(Blois, 1958)을 일부 변형하여 측정하였다. 96-well micro plate에 시료 30  $\mu$ L를 가하고,  $1.5 \times 10^{-4}$  M DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 용액 270  $\mu$ L를 가한 뒤 잘 혼합하여 암소에서 30분간 반응시켰다. 얻어진 반응액은 570 nm에서 흡광도를 측정한 후 radical scavenging activity(%)로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Sample absorbance}/\text{Control absorbance})] \times 100$$

### 통계분석

본 실험결과는 3회 반복하여 측정한 값을 SPSS 24.0 (Statistical Package for Social Science. SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램을 이용하여 평균과 표준 오차를 구하여 나타내었으며 분산분석(ANOVA)을

실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 시료간의 유의차를 검정하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 흑미미강 분말 첨가 식빵의 비용적

흑미미강 분말 첨가 식빵의 비용적의 결과는 Table 2에 나타내었다. 식빵의 부피는 반죽 상태, 단백질(글루텐)의 양과 질, 수분 흡수율, 발효에 의하여 가스 생성력과 보유력의 차이 때문에 부피가 달라진다(Kim et al., 2013). 부피는 시료들 간의 유의적인 차이를 보이며, BRW 5%군이 1,924.21 mL로 가장 높았으며, BRW 20%이 1,614.78 mL로 가장 낮게 나타났다. 첨가한 흑미미강 분말의 함량이 높아질수록 부피가 작아지는 경향을 나타내었으며, 식빵에 부재료를 첨가하여 부피를 측정된 연구 결과(Kim, 1998; Lee et al., 2012)와 유사한 결과를 나타내었다. 식이섬유 첨가 빵의 부피가 감소하고, 단단해지는 경향이 있다고 보고되었으며(Hamid and Luan, 2000), 식이섬유가 많이 함유된 흑미미강 분말의 영향으로 생각된다. 무게는 대조구인 흑미미강 무첨가군(BRW 0%)이 가장 가벼운 무게의 결과를 나타내었으며, 흑미미강 분말의 함량이 높아질수록 식빵의 무게가 더 무거운 것으로 나타났으며( $p < 0.05$ ), 부재료를 첨가하여 무게를 측정된 연구 결과와 일치하였다(Kim and Lee, 2008; Park and Park, 2001). 비용적의 경우, BRW 20%군이 3.74 mL/g로 가장 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 흑미미강 첨가량이 증가함에 따라 상대적인 무게의 증가에 의한 것으로 사료되며 보이차를 첨가하여 제조한 식빵의 연구결과와 상이한 결과를 나타내었다(Kim et al., 2015).

**Table 2.** Volume and specific volume of white pan bread supplemented with varying amounts of black rice bran powder

	BRW <sup>1)</sup> 0	BRW 5	BRW 10	BRW 15	BRW 20	F-value
Volume (mL)	1,854.24 ± 19.24 <sup>c</sup>	1,924.21 ± 13.48 <sup>b</sup>	1,825.27 ± 12.17 <sup>a</sup>	1,792.71 ± 25.32 <sup>d</sup>	1,614.78 ± 17.66 <sup>e</sup>	257.31 <sup>***</sup>
Weight (g)	394.21 ± 1.24 <sup>c</sup>	401.35 ± 0.97 <sup>d</sup>	425.36 ± 1.17 <sup>c</sup>	427.21 ± 0.89 <sup>b</sup>	430.94 ± 1.21 <sup>a</sup>	47.21 <sup>***</sup>
Specific volume (mL/g)	4.70 ± 0.94 <sup>c</sup>	4.79 ± 0.18 <sup>b</sup>	4.29 ± 1.20 <sup>a</sup>	4.19 ± 0.99 <sup>d</sup>	3.74 ± 0.14 <sup>e</sup>	135.21

<sup>1)</sup>BRM: Black rice bran macaron.

<sup>2)</sup>All values are mean ± S.E., <sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.05$

<sup>3)</sup>Different letters (a-e) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test.

### 흑미미강 분말 첨가 식빵의 수분함량

흑미미강 분말을 첨가한 식빵의 수분함량 측정결과는 Table 3에 나타내었다. 대조구의 수분함량은 34.20%를 유익으로 가장 높았으며, 흑미미강 분말의 첨가량이 증가함에 따라 33.92%, 33.76%, 33.68%, 33.59로 작아지는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 비타민나무열매가루를 첨가한 식빵의 수분함량이 대조구에 비하여 증가하였다고 보고(Lee and Kim, 2020)의 연구 결과와 상이한 결과를 나타내었으며, 흑미가루와 미늘 분말을 첨가한 식빵의 연구에서도 첨가량이 증가할수록 수분의 함량은 감소하는 걸로 나타났다(Hong and Shin, 2008; Kim, 2018a). 실험 결과에서도 첨가량이 증가할수록 수분의 함량이 감소하였으며, 수분의 함량이 감소함에 따라 Fig. 1과 같이 식빵의 부피도 낮아지는 걸 확인할 수 있었다.





### 흑미미강 분말첨가 식빵의 조직감

흑미미강 분말을 첨가한 식빵의 조직감 변화는 Table 5에 나타내었다. 일반적으로 식빵의 경우 발효가 충분히 진행되어 식빵의 부피가 크게 팽창되고 글루텐 구조가 충분히 형성되기 때문에 경도가 낮고 부드러운 물성을 갖게 된다 (Carbot, 1979). 흑미미강 분말을 첨가한 식빵의 조직감을 측정한 결과, 탄력성(Springiness)은 대조군이 0.902%, 흑미미강 첨가에 따라 0.913 - 0.823로 감소하는 경향을 나타내었고, 응집성(Cohesiveness) 역시 흑미미강 첨가에 따라 1.05 - 0.89로 감소하는 경향을 나타내었다. 점착성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)의 경우 대조군에서 0.54, 0.46으로 가장 낮았고, 첨가량이 증가할수록 증가하였고, 20% 첨가군에서 0.91, 0.86으로 가장 높은 것으로 나타났다. 흑미미강 분말이 증가할수록 점착성과 씹힘성은 증가하는 경향을 보였으며, 각각의 시료 간에 유의한 차이를 나타냈다 ( $p < 0.05$ ).

각종 기능성 소재를 첨가한 식빵의 연구에서도 기능성 소재를 첨가함에 따라 탄력성과 응집성은 감소하였고, 씹힘성은 증가하였다(Lee et al., 2007; Kim et al., 2015).

**Table 5.** Textural characteristics of white pan bread with varying amounts of black rice bran powder

Properties	Black rice bran powder(%)					F-value
	BRW <sup>1)</sup> 0	BRW 5	BRW 10	BRW 15	BRW 20	
Springiness (%)	0.902 ± 0.01 <sup>2)ab3)</sup>	0.913 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.9018 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.886 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.823 ± 0.04 <sup>c</sup>	369.15 <sup>***</sup>
Cohesiveness (%)	1.03 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.05 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.98 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.94 ± 0.12 <sup>c</sup>	0.89 ± 0.16 <sup>d</sup>	89.25 <sup>***</sup>
Gumminess (g)	0.54 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.59 ± 0.02 <sup>d</sup>	0.62 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.73 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.91 ± 0.03 <sup>a</sup>	269.18 <sup>***</sup>
chewiness (g)	0.46 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.50 ± 0.01 <sup>d</sup>	0.61 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.72 ± 0.08 <sup>b</sup>	0.86 ± 0.07 <sup>a</sup>	387.24 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>BRW: Black rice bran white pan bread

<sup>2)</sup>All values are mean ± S.E., <sup>\*\*\*</sup>  $p < 0.05$

<sup>3)</sup>Different letters (a-e) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test.

### 흑미미강 분말첨가 식빵의 관능검사

흑미미강 분말을 각각 0%, 5%, 10%, 15% 및 20%를 첨가하여 제조한 흑미미강 분말 식빵의 관능검사 결과(색, 향미, 촉촉한 정도, 씹힘성, 씹은 후 이물감, 맛, 전반적인 기호도)는 Table 6에 나타내었다. 색(Color)은 흑미미강 분말을 15% 첨가한 식빵에서 가장 높은 수치인 8.97로 평가되었으며, 흑미미강 분말을 20%를 첨가한 식빵에서 7.36으로 가장 낮게 평가되었다. 향미(Flavor)의 관능평가 결과는 대조군이 가장 높은 평가를 나타내었으나 첨가군과 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 촉촉한 정도(Moisture)는 흑미미강 분말을 첨가하지 않은 대조군이 8.84로 가장 높게 평가되었고, 씹힘성(Chewiness)은 흑미미강 분말을 15% 첨가한 식빵에서 가장 높은 수치인 8.59로 가장 높게 평가되었다. 씹은 후 이물감(Residual mouthfeel)은 대조군이 가장 높은 평가를 나타내었으며, 흑미미강 분말 첨가에 따라 낮게 평가되었다. 맛(Taste)은 대조군이 가장 높은 평가를 나타내었으나 첨가군과 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 전체적인 선호도(Overall acceptability)는 대조군이 가장 높은 평가를 받았으나 흑미미강 분말을 15% 첨가한 식빵과 유사한 평가를 나타내었다. 식빵 제조 시 흑미미강 분말 첨가에 따라 선호도가 전반적으로 높게 나타난 것으로 판단되며, 15% 첨가한 식빵이 가장 높은 점수를 나타내었다. 이와 같은 연구결과로 볼 때 흑미미강 분말의 첨가는 관능적 특성 향상 뿐만 아니라 흑미미강의 기능적 특성도 함께 나타낼 것으로 판단된다.

**Table 6.** Sensory evaluation of white pan bread supplemented with different amounts of black rice bran powder

Properties	Black rice bran powder(%)					<i>F-value</i>
	BRW <sup>1)</sup> 0	BRW 5	BRW 10	BRW 15	BRW 20	
Color	8.59 ± 0.11 <sup>c</sup>	8.05 ± 0.11 <sup>d</sup>	8.84 ± 0.11 <sup>ab</sup>	8.94 ± 0.22 <sup>a</sup>	7.36 ± 0.23 <sup>c</sup>	152.31 <sup>***</sup>
Flavor	8.34 ± 0.24 <sup>a</sup>	8.22 ± 0.15 <sup>a</sup>	8.24 ± 0.13 <sup>a</sup>	8.33 ± 0.33 <sup>a</sup>	8.21 ± 0.25 <sup>a</sup>	78.23 <sup>***</sup>
Moisture	8.84 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.53 ± 0.05 <sup>c</sup>	8.48 ± 0.08 <sup>c</sup>	8.74 ± 0.01 <sup>b</sup>	7.86 ± 0.04 <sup>d</sup>	159.36 <sup>***</sup>
Chewiness	8.25 ± 0.01 <sup>c</sup>	8.32 ± 0.08 <sup>b</sup>	8.40 ± 0.22 <sup>b</sup>	8.59 ± 0.08 <sup>a</sup>	8.43 ± 0.01 <sup>b</sup>	153.25 <sup>***</sup>
Residual mouthfeel	8.86 ± 0.04 <sup>a</sup>	8.71 ± 0.02 <sup>b</sup>	8.53 ± 0.04 <sup>c</sup>	8.06 ± 0.01 <sup>d</sup>	7.61 ± 0.03 <sup>e</sup>	96.21 <sup>***</sup>
Taste	8.87 ± 0.01 <sup>a</sup>	8.86 ± 0.01 <sup>a</sup>	8.85 ± 0.05 <sup>a</sup>	8.84 ± 0.02 <sup>a</sup>	8.04 ± 0.13 <sup>b</sup>	49.32 <sup>***</sup>
Overall acceptability	8.74 ± 0.04 <sup>a</sup>	8.49 ± 0.01 <sup>c</sup>	8.54 ± 0.02 <sup>b</sup>	8.73 ± 0.01 <sup>a</sup>	8.00 ± 0.11 <sup>d</sup>	297.14 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>BRW: Black rice bran white pan bread

<sup>2)</sup>All values are mean ± S.E., \*\*\*  $p < 0.05$

<sup>3)</sup>Different letters (a-e) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test.

### 흑미미강 첨가 식빵의 항산화 활성

흑미미강 분말을 첨가한 식빵의 항산화 활성의 결과는 Table 7에 나타내었다. 화합물은 자연계에 존재하는 2차 대사산물의 하나로 수산기를 2개 이상 가지고 있으며 거대분자와 결합하는 성질을 가지고 있어, 생리적 활성을 나타내는 기능을 나타낸다(Nozaki, 1986). 총 폴리페놀 함량은 대조군에서 1.87 mg GAE/g로 가장 낮게 나타났으며 첨가량에 따라 4.52 – 12.67 mg GAE/g로 증가하는 경향을 나타내었다. 항산화 활성을 측정하는 보편적인 방법인 DPPH radical 소거능 역시 흑미 미강분말의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났으며 20% 첨가군에서 24.31 %로 가장 높게 나타났다. 전반적으로 흑미미강 분말의 첨가에 따라 항산화 활성이 증가하는 결과를 나타내어 이는 흑미미강 분말의 항산화 성분에 의한 영향으로 판단된다. 이러한 결과는 비타민나무열매(Lee and Kim, 2020) 및 브로콜리 분말(Lee, 2015)를 첨가한 식빵의 실험결과와 유사한 결과를 나타내었다.

**Table 7.** Antioxidant activities of white pan bread with different amounts of black rice bran powder

	Black rice bran powder(%)				
	BRW <sup>1)</sup> 0	BRW 5	BRW 10	BRW 15	BRW 20
Total polyphenolic content (mg GAE/g)	1.87 ± 0.02 <sup>e</sup>	4.52 ± 0.05 <sup>d</sup>	8.84 ± 0.01 <sup>c</sup>	9.5 ± 0.03 <sup>b</sup>	12.67 ± 0.05 <sup>a</sup>
DPPH radical scavenging activity (%)	5.97 ± 0.04 <sup>e</sup>	9.25 ± 0.01 <sup>d</sup>	13.23 ± 0.01 <sup>c</sup>	20.47 ± 0.04 <sup>b</sup>	24.31 ± 0.02 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>BRW: Black rice bran white pan bread

<sup>2)</sup>All values are mean ± S.E., \*\*\*  $p < 0.05$

<sup>3)</sup>Different letters (a-e) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test.

## 요약

본 연구에서는 흑미미강 분말의 식품소재로서의 이용가능성을 살펴보기 위해서 용가능성을 살펴보기 위해서 흑미



미강 분말을 5%, 10%, 15%, 20%의 비율로 첨가한 식빵의 품질 특성과 항산화 활성을 평가하였다. 식빵 무게는 흑미 미강 분말의 첨가가 증가함에 따라 증가하였으며 부피는 첨가군 모두에서 조금 작아지는 결과를 나타내었다. 수분함량은 대조군이 가장 높았으나, 실험군에서는 20% 첨가군이 가장 낮은 수분함량을 나타냈다. 색도의 경우 명도(L)값과 황색도(b)값은 감소를 적색도(a)값은 증가하는 경향을 보였다. 기계적 측정 결과 흑미미강 분말의 첨가량이 증가할수록 탄력성과 응집성은 감소하였고, 씹힘성은 증가하였다. 흑미미강 분말 첨가에 따라 선히도가 전반적으로 높게 나타난 것으로 판단되며, 15% 첨가한 식빵의 경우 가장 높은 점수를 나타내었다. 또한 흑미미강 분말의 항산화 성분에 의해 항산화 활성이 증가하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과로부터 15%의 흑미미강 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 경우가 관능적 선히도를 나타내는 첨가량으로 생각되며, 흑미미강 분말 첨가는 소비자들의 기호에 맞는 기능성 식빵으로서의 활용 가능성이 높을 것으로 판단된다.

## 사 사

본 성과물은 한림성심대학교에서 지원하는 2020년도 교원연구년 사업의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

## 인용문헌(References)

- AACC. (1991) Approved methods of the AACC. 9<sup>th</sup>ed. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA. Methods 10-10b, 22-10, 54-30, 56-81b.
- AACC. (1995) Approved Methods of the AACC. 9<sup>th</sup>ed. American Association of Cereal Chemists St. Paul, Minnesota. USA. Method 10-10a, 54-40, 72-10.
- An, H. L., Lee, K. S., Park, S. J. (2008) Quality characteristics of white pan bread with mesangi (*Capsosiphon fulvecense*). J East Asian Soc Dietary Life 18:563-568.
- AOAC. (1995) Official Methods of Analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup>ed.
- Bae, J. Y., Park, L. Y., Lee, S. H. (2008) Effects of *Salicornia herbacea* L. powder on making wheat flour bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 37:908-913. Association of Official Analytical Communities pp.69-74.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181:1199-1200.
- Cho, J. A., Cho, H. J. (2000) Quality properties of injulmi made with black rice flour. Korean J Food Sci 16:226-131.
- Choi, K. S. Oh, Y. J. (2008) Effect of steam-dried *Hizikia fusiformis* powder on the rheological and sensory profile of bread. Culinary Science & Hospitality Research 14:11-20.
- Choi, S. N., Kim, H. J., Chung, N. Y. (2012) Quality characteristics of bread added with paprika powder. Korean J Food Cook Sci 28:839-846.
- Folin, O., Denis, W. (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem 12: 239-243.
- Hamid, A. A., Luan, Y. S. (2000) Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. Food Chem 68:15-19.
- Han, G. P., Lee, K. R., Han, J. S., Kozukue, N., Kim, D. S., Kim, J. A., Bae, J.H. (2004) Quality characteristics of the potato juice added functional white bread. Korean J Food Sci Technol 36:924-929.
- Han, S. H., Woo, N. R. Y., Lee, S. D., Kang, M. H. (2006) Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extract in Korea. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14:49-55.
- Hong, S. Y., Shin, G. M. (2008) Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. Korean J Food Nutr

- 21:485-491.
- Ju, Y. K. (2009) Development and quality feature of colored tradition wine fermented using black rice. MS Thesis. Donga Uni. Busan. Korea.
- Jung, D. S., Eun, J. B. (2003) Rheological properties of dough added with black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35:38-43.
- Jung, D. S., Lee, F. Z., Eun, J. B. (2002) Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34:232-237.
- Kim, E. J., Kang, J. W., Kim, J. P., Ko, J. Y., Lee, K. S. (2015) Quality characteristics of white pan bread with Pu'er tea. *The Korean Journal of Culinary Research* 21:230-242.
- Kim, G. J., Chung, H. C., Kwon, O. J. (2004) Characteristics of culture and isolating lactic acid bacteria and yeast from sour dough. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1180-1185.
- Kim, J. K., Kim, Y. H., Oh, J. C., Yu, H. H. (2013) Optimization of white pan bread preparation by addition of black barley flour and olive using response surface methodology. *Korean J Food Sci Technol* 45:180-190.
- Kim, J. S. (1998) Sensory characteristics of green tea bread. *Korean J Food & Nutr* 11:657-661.
- Kim, W. M., Lee, Y. S. (2008) A study on the antioxidant activity and quality characteristics of pan bread with waxy black rice flour and green tea powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 14:1-13.
- Kim, Y. J., Jeong, J. S., Kim, E. H., Son, B. G., Go, G. B. (2016) Quality of white bread containing *Aster yomena* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:91-99.
- Kim, Y. M. (2018a) Proximate composition and quality characteristics of bread with black rice flour. *Korean J Food Nutr* 31:94-103.
- Kwon, S. C., Park, G. Y., Jeong, J. H., Lee, K. H. (2008) Chemical composition *Hericium erinaceum* cultured by the extracts of *Angelica keiskei* and the byproduct of *Angelica keiskei*. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 37:1168-1173.
- Lee, E. J., Ju, H. W., Lee, K. S. (2012) Quality characteristics of pan bread added with *Citrus mandarin* peel powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 18:27-39.
- Lee, H. J., Joo, N. M. (2010) Optimization of germinated brown rice cookie with added spinach powder. *Korean J Food Cook Sci* 26:707-716.
- Lee, J. S., Kim, J. M. (2020) Quality characteristics and antioxidant properties of white pan bread added with Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry powder. *Korean J. Food Nutr* 33:473-482.
- Lee, K. S., Kim, S. H. (2007) Analysis of characteristics of the white bread with mixed vegetable powder. *Korean J Hospitality Tourism*. 16:169-184.
- Lee, S. H. (2015) Quality and antioxidant properties of white breads enhanced with broccoli(*Brassica oleracea* L.) powder. *Korean J Food Cook Sci* 31:614-622.
- Lee, S. H., Yun, M. S., Lee, J. H., Min, S. G., Lee, S. K. (2005) Quality characteristics of white pan bread with olive oil. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48:217-221.
- Lee, S. M., Ko, Y. J., Jung, H. A., Park, J. E., Joo, N. M., Henry, R. E. (2005) Optimization of iced cookie with addition of dried sweet pumpkin powder. *Korea J Food cult* 20:516-524.
- Lee, Y. T., Chang, H. G. (2003) Effect of waxy and normalhull-less barley flours on bread-making properties. *Korean J Food Sci Technol* 35:918-923.
- Legras, J. L., Merdinoglu, D., Cornuet, J. M., Karst, F. (2007) Bread, beer and wine: *Saccharomyces cerevisiae* diversity reflects human history. *Mol Ecol* 16:2091-2102.
- Mo, E. K., Kim, S. M., Yang, S. A., Jegal, S. A., Choi, Y. S., Ly, S. Y., Sung, C. K. (2010) Properties of Baechu Kimchi treated with Black Rice Water Extract. *Korean J Food Preserv* 17:50-57.
- Moon, B. K., Kim, E. A., Park, M. S., Lee, D. K., Lee, M. S., Choi, B. R. (2007) Quality characteristics of cookies

with black rice powder. *J Hum Ecol*, 26:21-28.

Park, S. J. (2020) Macaron development using black rice bran powder and evaluation of the quality characteristics. *J Agri Life Environ Sci* 32:311-320.

Park, Y. S., Park, G. S. (2001) The effect of green and black tea powder on the quality of bread during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 11:305-314.

Shin, G. M., Kim, D. Y. (2008) Quality characteristics of white pan bread by *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Food Preserv* 15:497-504.

Wang, S. J., Lee, J. H., Lee, S. K. (2013) Effect of black garlic extracts on quality characteristics of white pan bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1283-1289.

Yoon, H. S., Kim, J. W., Kim, S. H., Kim, Y. G., Eom, H. J. (2014) Quality characteristics of bread added with *aronia* powder (*Aronia melanocarpa*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:273-280.