

## 흑미 미강을 첨가한 기능성 마카롱 개발 및 품질특성 연구

박성진\*

한림성심대학교 관광외식조리과 교수

# Macaron Development using Black Rice Bran Powder and Evaluation of the Quality Characteristics

Park, S. J.\*

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

\*Corresponding author: Park, S. J. (E-mail: sjpark@hsc.ac.kr)

### ABSTRACT

Received: 29 June 2020

Revised: 2 July 2020

Accepted: 16 July 2020

In this study, the quality characteristics and antioxidant activities of macarons prepared with black rice bran powder (BRP; 0, 2, 4, 6, 8, and 10%) were evaluated. When BRP was used, the macaron water content decreased gradually and in proportion to the amount of BRP added. Increasing the amount of BRP decreased the lightness (L) and yellowness (b), but redness (a) increased. Textural analysis of the BRP macarons showed that the hardness increased as BRP was added, whereas the springiness, cohesiveness, gumminess, and brittleness decreased. The macaron with 6% BRP produced the highest scores for all of the items in the sensory test (e.g., color, flavor, taste, texture, and overall acceptability). The total phenolic content and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity increased with increasing amounts of BRP. The preparation of macarons with 6% BRP resulted in the highest quality.

**Keywords:** Antioxidant activities, Black rice bran powder, Macaron, Quality level, Sensory test

## 서론

식습관의 서구화로 인해 최근 우리나라에서는 고단백, 고지방 등 동물성 식품의 섭취 증가로 인하여 과거에는 흔하지 않았던 질병으로 급격하게 사망률이 증가하고, 심장병, 당뇨, 고혈압 등의 만성질환병이 사회적으로 문제가 되고 있다. 이로 인해 건강에 대한 높은 관심과 천연물 연구로 건강에 도움이 되는 재료들의 연구가 활발히 진행되고 있으며(Han et al., 2006), 건강을 생각하는 측면에서 영양식, 건강식 등으로의 변화가 필요하다는 인식이 확산되어 가고 있다(Lee and Kim, 2007). 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). 디저트 시장에서도 건강트렌드로의 상품 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 매년 증가하고 있는 디저트 소비 시장에서는 초콜릿, 롤케이크, 마카롱 등 서양 과자류의 소비의 증가가 뚜렷이 나타나고 있으며(Korea Agro-Fisheries



and Food Trade Corp, 2016), 특히 마카롱은 달콤한 맛, 모양 및 색이 우수하여 많은 국민들에게 사랑을 받고 있다 (Park et al., 2018). 마카롱은 밀가루가 전혀 들어가지 않는 이탈리아 과자로 과자류 또는 쿠키류로 칭하는 프티 푸르 세크로 주재료로 달걀흰자, 꿀, 아몬드분말 등을 사용하여 달콤하고 고소한 맛과 부드러운 조직감을 갖는 것이 특이므로 재료는 간단하지만 제조과정이 까다롭기에, 비싼 디저트로 판매되고 있다(Lee et al., 2015).

난백에 의해 마카롱의 식감이 좌우되며, 부드러움과 부피감을 주는 역할을 하는 것은 난백의 ovalbumin이다(Kim et al., 2004). 난백에 설탕을 넣고 거품을 일으킨 머랭은 거품형성, 겹형성 및 결착능력 등의 다양한 역할을 하는 단백질로 제과, 제빵 등의 가공식품에 자주 이용되고 있다(Korean Bakery Association, 2003).

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 관심도가 증가하면서 기능성 부재료를 활용한 제과제품의 개발이 활발히 이루어지고 있다(Joo and Choi, 2012).

흑미를 활용한 가공 분야의 연구로는 흑미가루를 첨가한 쿠키의 품질특성연구(Moon et al., 2007), 흑미를 첨가한 인절미의 품질특성에 관한연구(Cho and Cho, 2000), 흑미를 첨가하여 항산화성이 강화된 배추김치의 개발 및 품질 특성(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.

건강한 식생활을 추구 및 소비자층의 다양함에 따라 마카롱 역시 기존의 레시피에 차별화를 두어 기능성 부재료를 첨가한 기능성 마카롱 개발이 활발히 이루어지고 있으며, 고추와 가바쌀을 첨가한 기능성 마카롱(Yoo, 2015), 자일로스와 들깨를 이용한 기능성 마카롱(Lee et al., 2015), 양배추 분말을 첨가한 마카롱(Kim, 2017), 흑삼 분말(Peom, 2013) 등의 연구가 진행되었다.

따라서 본 연구에서는 고가의 디저트 시장이 확대됨에 따라 수요가 증가하고 있는 마카롱에 여러 기능을 갖춘 흑미미강을 첨가한 마카롱을 제조한 후 흑미미강 마카롱의 품질 특성을 평가함으로써 제품 개발을 위한 기초 자료로 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용한 흑미미강은 강원도 춘천시 소재 모리정미소(Chuncheon, Korea)에서 직접 구입하여 사용하였다. 아몬드가루는 대한제당(Incheon, Korea), 슈가파우더는 꼬미다(Icheon, Korea), 설탕은 CJ제일제당(Seoul, Korea), 계란은 농협(Chuncheon, Korea)에서 신선란을 구입하여 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), Folin and Cioclateau 등의 시약은 Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고, 그 외의 시약은 1급을 사용하였다.

### 마카롱 제조

흑미미강 분말을 첨가량을 달리한 마카롱의 재료 배합 및 제조는 Choi et al. (2015) 의 방법을 일부 변형하여 제조하였으며, 배합비는 Table 1과 같다. 즉, 먼저 아몬드가루, 슈가파우더와 흑미미강 분말을 체질하고 계란 흰자를 넣어 혼

합하여 반죽을 만들었다. 한편, 설탕을 물에 넣어 녹인 후 120°C가 될 때까지 끓여서 시럽을 만든 후 젖은 피크상태(60%)까지 거품을 낸 머랭에 천천히 부어가면서 소형반죽기(Model K45SSWH, Hobart Co. Troy, OH, USA)의 가장 빠른 회전속도(3단)의 조건에서 중간피크 상태(80–90%)의 머랭을 완성하였다. 먼저 만든 반죽에 완성한 머랭을 혼합하여 덩어리 없는 반죽을 완성하였다. 평철판에 실리콘페이퍼를 깔고 짤주머니에 지름 1.0 cm의 둥근 모양 깍지를 끼우고 반죽을 담아 준비된 철판에 직경 3 cm 정도의 크기(중량 10 g)로 반죽을 짤 후 실온에서 30분간 건조시킨 다음, 윗불 130°C, 아랫불 130°C로 예열한 전기 오븐기(HS-B422CB, Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Korea)에서 15분간 구운 후 완성된 마카롱은 실온에서 1시간 동안 냉각한 후 밀봉한 뒤에 시료로 사용하였다. 또한, 항산화 실험을 위해 마카롱 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.

**Table 1.** Composition of the macaron ingredients using different amounts of black rice powder

Ingredients (g)	Black rice bran powder (%)					
	BRM <sup>1)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10
Almond powder	200	196	192	188	184	180
Black rice bran powder	0	4	8	12	16	20
Egg white	74	74	74	74	74	74
Sugar powder	200	200	200	200	200	200
	Sugar	188	188	188	188	188
Meringue	Egg white	72	72	72	72	72
	Water	45	45	45	45	45

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

### 수분함량

제조한 마카롱 코크의 수분함량을 측정하기 위해 시료를 약 1.0 g을 취하여 적외선 수분측정기(FD-600, Kett Electric Lab., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 결과 값은 3회로 반복하여 측정 후 평균값을 나타내었다.

### 부피와 무게

마카롱 반죽을 10.0 g의 일정한 무게로 마카롱 코크를 제조하여 실온에서 1시간 정도 건조 후에 무게를 3회 반복 측정하여 평균값을 내었고, 마카롱 코크의 부피는 종자치환법(Pyler, 1979)에 의해 3회 반복 측정하여 평균값을 내었다.

### 퍼짐성

퍼짐성(spread ratio)은 넓이에 대한 두께의 비로 나타난 것으로 AACC Method 10-52의 방법(1995)의 방법을 사용하여 다음의 식을 이용하여 퍼짐성 지수를 구하였으며, 5회 반복 측정 후 평균값으로 사용하였다.

$$\text{퍼짐성} = \frac{\text{마카롱의 평균넓이 (cm}^2\text{)}}{\text{마카롱의 평균 두께 (mm)}}$$

## 색도 측정

쿠키의 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 97.75, a 값은 0.49, b 값은 1.93이었다.

## Texture 측정

흑미미강 마카롱의 texture 측정을 위해서 texture analyzer (Sun Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 깨짐성(brittleness)과 같은 TPA (texture profile analysis) parameter를 5회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다. probe는 직경이 5 mm인 plunger (SMS P/5)를 사용하였고, pre-test speed, post-test speed 및 test speed는 2.0 mm/s로 통일하고 압축 시 변형을 20%를 주어 측정하였다.

## 관능검사

흑미미강 마카롱의 관능검사는 훈련된 대학생 20명(남자10명, 여자 10명)을 대상으로 검사방법 및 평가특성을 교육 시킨 후 7점 척도법(1점: 매우 약함, 7점: 매우 강함)을 이용하여 흑미미강 마카롱의 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전체기호도(overall acceptability)를 평가하였으며 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였으며, 시료와 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, 1N 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.

## 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

### 수분함량

흑미미강 분말을 마카롱 꼬크에 첨가하였을 때 마카롱의 수분함량은 Table 2에 나타내었다. 흑미미강을 첨가한 마카롱 꼬크의 수분함량은 각각 11.24%, 11.02%, 10.84%, 10.51%, 10.24%, 10.01로 나타났으며( $p < 0.05$ ). 기능성 소재 분말을 첨가하여 제조한 제과의 수분함량 분석 결과(Choi et al., 2014; Moon and Choi, 2014)와 유사하게 나타났다. 수분과 시료의 친화성을 나타내는 쿠키의 수분 결합 능력은 보통 10% 미만으로, 결합된 수분은 시료 입자에 의하여 흡수되거나, 시료 입자의 표면에 흡착되기 때문에, 수분 결합능력이 높아진다고 보고되었다(Park and Cho, 2006).

**Table 2.** Macaron moisture content with different amounts of black rice bran powder

	BRM <sup>1)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10	<i>F</i> -value
Moisture content (%)	11.24 ± 0.16 <sup>2,3),a</sup>	11.02 ± 0.11 <sup>b</sup>	10.84 ± 0.04 <sup>c</sup>	10.51 ± 0.01 <sup>d</sup>	10.24 ± 0.04 <sup>e</sup>	10.01 ± 0.13 <sup>f</sup>	624.32 <sup>***</sup>

<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-f) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test.

### 부피 및 무게

흑미미강 분말을 마카롱 꼬크에 첨가하였을 때 마카롱의 부피 및 무게는 Table 3과 같다. 마카롱의 모양과 조직감을 결정하는데 큰 영향을 주는 요소인 부피는 22.64 mL, 22.03 mL, 21.84 mL, 20.31 mL, 18.93 mL, 18.15 mL 로 아몬드분말의 양이 줄고 흑미미강 분말의 양이 늘어날수록 부피는 감소하는 경향을 보였다. 무게는 각각 10.01 g, 9.91 g, 9.86 g, 9.74 g, 9.61 g, 9.53 g으로 흑미미강 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며 이는 마카롱 제조시에 부피와 무게는 서로 비례하는 관계를 가지는 것으로 보인다.

**Table 3.** Macaron volume and weight with different amounts of black rice bran powder

	BRM <sup>1)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10	<i>F</i> -value
Volume (mL)	22.64 ± 0.04 <sup>2,3),a</sup>	22.03 ± 0.04 <sup>b</sup>	21.84 ± 0.02 <sup>c</sup>	20.31 ± 0.19 <sup>d</sup>	18.93 ± 0.07 <sup>e</sup>	18.15 ± 0.08 <sup>f</sup>	569.31 <sup>***</sup>
Weight (g)	10.01 ± 0.04 <sup>a</sup>	9.91 ± 0.03 <sup>b</sup>	9.86 ± 0.01 <sup>c</sup>	9.74 ± 0.04 <sup>d</sup>	9.61 ± 0.01 <sup>e</sup>	9.53 ± 0.02 <sup>f</sup>	632.54 <sup>***</sup>

<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-f) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test.

## 퍼짐성

흑미미강 분말을 달리하여 제조한 마카롱의 퍼짐성 결과는 Table 4에 나타내었다. 퍼짐성은 당의 용해성과 보습성이 낮아 반죽의 건조도가 상승함에 따라서 유동성을 잃고, 일정한 점도를 가지지 못할 때 작아지게 된다(Doescher and Hosney, 1985). 흑미미강 분말 첨가량에 따라 퍼짐성은 대조구가 3.95로 가장 낮게 나타났으며, 흑미미강 분말의 첨가량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 비파일 분말을 첨가한 연구(Cho and Kim, 2013)와 유사한 결과를 나타내었다.

**Table 4.** Macaron spread factor with different amounts of black rice bran powder

Group	BRM <sup>1)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10	<i>F</i> -value
Spread factor	3.95 ± 0.07 <sup>2,3,a</sup>	4.08 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.27 ± 0.02 <sup>c</sup>	4.52 ± 0.01 <sup>d</sup>	4.71 ± 0.03 <sup>e</sup>	4.823 ± 0.01 <sup>f</sup>	873.54 <sup>***</sup>

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

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

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

## 색도

흑미미강 분말을 첨가한 마카롱의 색도 측정결과는 Table 5와 같다. 쿠키의 색은 일정한 조건하에서 환원당과 아미노산의 결합에 의한 비효소적 갈변반응인 마일야드반응과 당류 가열에 의한 캐러멜화 반응이 가장 크게 영향을 미치며, 이러한 반응들은 매우 높은 온도가 필요하므로 굽기 중 표면색에 영향을 주게 된다(Betram, 1953). 흑미미강 분말 첨가 마카롱의 대조군 색상은 옅은 노란색에 가까웠으며, 흑미미강 분말을 증가할수록 짙은 보라색을 나타내었다. 명도(L)값은 대조구가 73.26으로 가장 높았으며, 2 - 10%로 첨가량이 증가하면서 68.32 - 54.21로 현저히 감소하였다. 흑미미강 분말 첨가량에 따라 적색도(a)값은 증가하는 경향을 보였으며, 이는 부재료의 첨가량이 증가할수록 붉은색을 띠는 흑미미강의 영향으로 높아지는 것으로 판단된다. 황색도(b)값은 대조군이 17.36, 2 - 10% 흑미미강 분말 첨가에 따라 16.24 - 4.21로 대조군에 비해 황색도가 감소하는 경향을 보였다. 흑미미강 분말을 첨가한 마카롱의 색도는 전체적으로 낮은 L값과 b값, 높은 a값을 갖는 것은 흑미 미강 분말 색도에 의한 것으로 판단되며, 이러한 결과로 흑미미강 분말의 첨가가 마카롱의 색도에 영향을 미친 것으로 생각된다. 이러한 결과는 흑미미강 분말에 들어있는 다양한 천연색소의 영향에 기인한 것으로 판단되어진다. 이는 재료 자체의 색소에 의한 영향이 색도의 차이를 나타낸다는 보고(Lee et al., 2005)의 연구에서 유사한 결과를 나타내었다.

**Table 5.** Macaron colorimetric characteristics with different amounts of black rice bran powder

Color value <sup>1)</sup>	Black rice bran powder (%)					
	BRM <sup>2)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10
Whiteness (L)	73.26 ± 0.02 <sup>3,4,a</sup>	68.32 ± 0.13 <sup>b</sup>	65.27 ± 0.19 <sup>c</sup>	61.52 ± 0.04 <sup>d</sup>	58.36 ± 0.02 <sup>e</sup>	54.21 ± 0.18 <sup>f</sup>
Redness (a)	5.74 ± 0.02 <sup>f</sup>	6.10 ± 0.04 <sup>e</sup>	6.32 ± 0.04 <sup>d</sup>	6.70 ± 0.08 <sup>c</sup>	7.01 ± 0.05 <sup>b</sup>	7.34 ± 0.07 <sup>a</sup>
Yellowness (b)	17.36 ± 0.11 <sup>a</sup>	15.20 ± 0.07 <sup>b</sup>	12.37 ± 0.02 <sup>c</sup>	8.34 ± 0.11 <sup>d</sup>	5.48 ± 0.11 <sup>e</sup>	4.21 ± 0.01 <sup>f</sup>

<sup>1)</sup>L : Degree of lightness (white +100 ↔ 0 black)

a : Degree of redness (red +100 ↔ 80 green)

b : Degree of yellowness (yellow +70 ↔ -80 blue)

<sup>2)</sup>BRM: Black rice bran macaron

<sup>3)</sup>All values are mean ± S.E., \*\*\* *p* < 0.05

<sup>4)</sup>Different letters (a-f) in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test.



## 흑미미강 첨가 마카롱의 조직감

흑미미강 분말을 첨가한 마카롱의 조직감 변화는 Table 6에 나타내었다. 흑미미강 분말을 첨가한 마카롱 경도는 대조구가 3,811.14 g/cm<sup>2</sup>, 2% - 10%의 흑미미강을 첨가한 마카롱에서는 4,012.32, 4,536.29, 4,574.35, 4,836.25, 4,957.25로 나타나 흑미미강 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 것으로 나타났으며 이는 부재료 첨가량의 증가에 따라 수분함량의 감소에 따라 견고성이 증가한다는 연구와 일치하는 결과를 나타내었다(Kim and Park, 2006; Lee et al., 2007, Kang et al., 2009). 탄력성(Springiness)은 흑미 미강분말을 첨가하지 않은 마카롱미에서 58.32 %로 나타났으며, 흑미 미강분말 첨가량에 따라 각각 51.25, 48.26, 41.32, 39.25, 39.11로 흑미 미강분말 첨가량이 증가할수록 탄력성은 낮아졌으며, 응집성(Cohesiveness), 점착성(Gumminess), 부서짐성(Brittleness) 또한 흑미 미강분말의 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 흑삼 분말 첨가 마카롱의 연구결과(Peom, 2013) 경도가 증가할수록 응집성, 점착성, 부서짐성이 증가한다는 보고와는 상이한 결과를 보였으며, 제품의 경도는 부재료의 종류와 내부 수분 함량에 따라 변화하는 것으로 판단된다.

**Table 6.** Macaron texture profile with different amounts of black rice bran powder

Properties	Black rice bran powder(%)						<i>F-value</i>
	BRM <sup>1)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10	
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	3,811.14 ± 245.21 <sup>c,2,3)</sup>	4,012.32 ± 147.25 <sup>c</sup>	4,536.29 ± 123.69 <sup>b</sup>	4,574.35 ± 158.69 <sup>b</sup>	4,836.25 ± 184.14 <sup>a</sup>	4,957.25 ± 147.65 <sup>a</sup>	248.31 <sup>***</sup>
Springiness (%)	58.32 ± 1.25 <sup>a</sup>	51.25 ± 1.98 <sup>b</sup>	48.26 ± 0.48 <sup>c</sup>	41.32 ± 0.32 <sup>d</sup>	39.25 ± 1.01 <sup>e</sup>	39.11 ± 1.00 <sup>e</sup>	94.62 <sup>***</sup>
Cohesiveness (%)	19.36 ± 1.25 <sup>a</sup>	17.92 ± 0.09 <sup>b</sup>	17.01 ± 0.82 <sup>b</sup>	16.14 ± 0.21 <sup>c</sup>	15.23 ± 0.44 <sup>d</sup>	14.77 ± 0.24 <sup>d</sup>	59.32 <sup>***</sup>
Gumminess (g)	151.20 ± 11.08 <sup>a</sup>	150.23 ± 14.24 <sup>a</sup>	148.30 ± 3.26 <sup>a</sup>	147.26 ± 1.39 <sup>a</sup>	145.28 ± 2.24 <sup>a</sup>	144.78 ± 1.76 <sup>a</sup>	354.24 <sup>***</sup>
Brittleness (g)	82.31 ± 0.25 <sup>a</sup>	79.32 ± 0.19 <sup>b</sup>	76.25 ± 0.38 <sup>c</sup>	70.32 ± 0.28 <sup>d</sup>	67.32 ± 0.47 <sup>e</sup>	61.76 ± 0.22 <sup>f</sup>	478.33 <sup>***</sup>

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

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

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

## 흑미미강 첨가 마카롱의 관능검사

흑미미강 분말을 각각 0%, 2%, 4%, 6%, 8% 및 10% 첨가하여 제조한 흑미미강 분말 마카롱의 관능검사 결과(색, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도)는 Table 7에 나타내었다. 색(Color)은 흑미미강 분말을 6% 첨가한 마카롱에서 유의적으로 가장 높은 수치인 6.95로 평가되었으며, 흑미미강 분말을 10%를 첨가한 마카롱에서는 5.01로 가장 낮게 평가되었다. 향미(Flavor)의 관능평가 결과는 대조군이 가장 낮은 평가를 나타내었으나 첨가군과 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 맛(Taste)은 흑미미강 분말을 첨가하지 않은 대조군이 6.34, 흑미미강 분말을 첨가한 마카롱의 경우 6% 첨가 마카롱에서 6.80으로 맛을 가장 강하게 느낀 것으로 나타났다. 조직감(Texture)은 흑미미강 분말 6% 첨가 마카롱에서 6.61로 가장 높게 나타났으며, 10% 첨가군에서 6.20으로 가장 낮게 나타났다. 전체적인 선호도(Overall acceptability)는 흑미미강 분말을 6% 첨가한 마카롱에서 6.92로 가장 높게 나타났다. 마카롱 제품 제조 시 흑미미강 분말 첨가에 따라 선호도가 전반적으로 높게 나타난 것으로 판단되며, 6% 첨가한 마카롱 제품이 가장 높은

점수를 나타내었다. 이와 같은 연구결과로 볼 때 마카롱 제조 시 흑미미강의 첨가는 관능적 특성 향상 및 흑미미강에 함유되어 있는 생리활성 물질의 특성 또한 나타낼 것으로 판단된다.

**Table 7.** Sensory evaluation of the macarons with different amounts of black rice bran powder

Properties	Black rice bran powder(%)						<i>F-value</i>
	BRM <sup>1)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10	
Color	5.33 ± 0.24 <sup>c</sup>	5.69 ± 0.05 <sup>d</sup>	6.17 ± 0.05 <sup>bc</sup>	6.95 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.22 ± 0.13 <sup>b</sup>	5.01 ± 0.16 <sup>e</sup>	15.36 <sup>***</sup>
Flavor	6.34 ± 0.14 <sup>a</sup>	6.22 ± 0.05 <sup>a</sup>	6.24 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.33 ± 0.22 <sup>a</sup>	6.21 ± 0.44 <sup>a</sup>	6.18 ± 0.38 <sup>a</sup>	78.14 <sup>***</sup>
Taste	6.74 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.70 ± 0.11 <sup>a</sup>	6.73 ± 0.08 <sup>a</sup>	6.80 ± 0.16 <sup>a</sup>	6.69 ± 0.11 <sup>a</sup>	6.31 ± 0.01 <sup>b</sup>	87.69 <sup>***</sup>
Texture	6.42 ± 0.11 <sup>a</sup>	6.44 ± 0.04 <sup>a</sup>	6.40 ± 0.22 <sup>a</sup>	6.61 ± 0.39 <sup>a</sup>	6.50 ± 0.01 <sup>a</sup>	6.20 ± 0.06 <sup>b</sup>	33.59 <sup>***</sup>
Overall acceptability	6.51 ± 0.09 <sup>b</sup>	6.22 ± 0.09 <sup>cd</sup>	6.24 ± 0.03 <sup>c</sup>	6.92 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.91 ± 0.21 <sup>e</sup>	5.74 ± 0.11 <sup>ef</sup>	27.31 <sup>***</sup>

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

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

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

### 흑미미강 첨가 마카롱의 항산화 활성

흑미미강 분말을 첨가한 마카롱의 항산화 활성의 결과는 Table 8에 나타내었다. 자연계에 존재하는 2차 대사산물의 하나인 페놀성 화합물은 수산기를 2개 이상 가지고 있어 쉽게 거대분자와 결합하는 성질을 가지고 있어, 항산화, 심장질환 예방 등의 생리적 활성을 나타내는 기능을 나타낸다(Nozaki, 1996). 총 폴리페놀 함량은 대조군에서 51.36 ug GAE/mL로 가장 낮게 나타났으며 첨가량에 따라 54.39 - 67.14 ug GAE/mL로 증가하는 경향을 나타내었다. 항산화 활성을 측정하는 보편적인 방법인 DPPH radical 소거능 역시 흑미 미강분말의 첨가량이 증가할수록 높게 나타났으며 10% 첨가군에서 57.34%로 가장 높게 나타났다. 전반적으로 흑미미강 분말의 첨가에 따라 항산화 활성이 증가하는 결과를 나타내어 이는 흑미미강 분말의 항산화 성분에 의한 영향으로 판단된다. 이러한 결과는 가바쌀가루(Choi et al., 2015) 및 들깨가루(Lee et al., 2015)를 첨가한 마카롱의 결과와 일치하였다.

**Table 8.** Antioxidant activities of the macarons with different amounts of black rice bran powder

	Black rice bran powder(%)					
	BRM <sup>1)</sup> 0	BRM 2	BRM 4	BRM 6	BRM 8	BRM 10
Total polyphenolic content (ug GAE/mL)	51.36 ± 0.04 <sup>f</sup>	54.39 ± 0.08 <sup>e</sup>	62.27 ± 0.04 <sup>d</sup>	65.30 ± 0.09 <sup>c</sup>	66.45 ± 0.01 <sup>b</sup>	67.14 ± 0.09 <sup>a</sup>
DPPH radical scavenging activity (%)	27.34 ± 0.01 <sup>f</sup>	29.11 ± 0.08 <sup>e</sup>	31.25 ± 0.02 <sup>d</sup>	42.78 ± 0.18 <sup>c</sup>	50.29 ± 0.09 <sup>b</sup>	57.34 ± 0.02 <sup>a</sup>

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

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

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



## 요약

흑미미강 분말을 첨가에 따른 마카롱의 수분함량과 부피 및 무게의 변화에서는 흑미미강 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났으며 이는 마카롱 제조시에 부피와 무게는 서로 비례하는 관계를 나타내었다. 반대로 퍼짐성은 증가하는 것으로 나타났다. 색도 측정결과 명도(L)값과 황색도(b)값은 감소로 적색도(a)값은 증가하는 경향을 보였다. 기계적 특성은 경도는 증가하였으나, 탄력성, 응집성, 점착성 및 부서짐성은 감소하는 결과를 나타내었으며, 흑미미강 분말 첨가에 따라 선풍도가 전반적으로 높게 나타난 것으로 판단되며, 6% 첨가한 마카롱 제품이 가장 높은 점수를 나타내었다. 또한 흑미미강 분말의 항산화 성분에 의해 항산화 활성이 증가하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과로부터 6%의 흑미미강 분말을 첨가하여 제조한 마카롱의 경우가 관능적 선풍도를 나타내는 흑미미강 분말 마카롱의 함유량으로 생각되며, 흑미미강 분말 첨가는 소비자들의 기호에 맞는 기능성 마카롱으로서의 활용 가능성이 높을 것으로 판단된다.

## 인용문헌(References)

- AACC. (1995) Approved Methods of the AACC 9th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Bertram, G. L. (1953) Studies on crust color. I. The importance of browning reaction in determining the crust color of bread. *Cereal Chem* 30:127-139.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Cho, H. S., Kim, K. H. (2013) Quality characteristics of cookies prepared with Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1799-1804.
- Cho, J. A., Cho, H. J. (2000) Quality properties of injulmi made with black rice flour. *Korean J Food Sci* 16:226-131.
- Choi, S. Y., Lim, S. Y., Jung, W. S., Yoo, K. M., Hwang, I. K. (2015) Studies on quality characteristics and biological activities of macaroons supplemented with GABA ( $\gamma$ -aminobutyricAcid) rice powder and xylose. *J East Asian Soc Dietary Life* 25:822-829.
- Choi, Y. S., Kim, S. K., Mo, E. K. (2014) Quality characteristics of cookies with acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder added. *Korean J Food Preserv* 21:661-667.
- Doescher, L. C., Hoseney, R. C. (1985) Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar snap cookies. *Cereal Chem* 62:263-266.
- Folin, O., Denis, W. (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243.
- 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.
- Joo, S. Y., Choi, H. Y. (2012) Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:182-191.
- 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., 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.
- Jung, D. S., Eun, J. B. (2003) Rheological properties of dough added with black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 35:38-43.

- Kang, H. J. Choi, H. J., Lim, J. K. (2009) Quality characteristic of cookies with ginseng powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1595-1599.
- Kim, H. Y., Park, J. H. (2006) Physicochemical and sensory characteristic of pumpkin cookies using ginseng powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22:855-863.
- Kim, K. J. (2017) Quality characteristics and antioxidant activities of macaron with cabbage powder. *Food Eng Prog* 21:367-374.
- Kim, M. R., Imm, J. Y. (2004) Convenient method for the determination of foaming properties of egg white and its verification. *Korean J Food Sci Technol* 36:728-732.
- Korea Agro-Fisheries and Food Trade Corporation. (2016) The status of processed foods market: Confectionary Market. [cited 2019 Sep 1]. Available from: <https://www.atfis.or.kr/fip/article/M000010401/view.do?articleId=2995>.
- Korean Bakery Association. Meringue. *Monthly Bakery* (2003) 420:163-165.
- 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, 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, M. W., Choi, S. Y., Yoo, K. M., Lim, S. Y, Jung, W. S. (2015) Development of value-added macarone with perilla frutescens powders and their physiological characteristics. *Korean J Food Nutr* 28:66-72.
- Lee, S. J., Shin, J. H., Choi, D. J., Kwon, O. C. (2007) Quality characteristic of cookies prepared with fresh and steamed garlic powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1048-1054.
- 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.
- 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 characteristic of cookies with black rice powder. *J Hum Ecol* 26:21-28.
- Moon, S. L., Choi, S. H. (2014) Characteristics of cookies quality containing bitter melon (*Momordica charantia* L.) powder. *Culinary Science Hospitality Research* 20:80-90.
- Nozaki, K. (1996) *Food Chemistry* 3th ed. Marcell Dekker Inc. NYC, NY, USA, 171-173.
- Park, B. H., Cho, H. S. (2006) Quality characteristics of dried noodle made with *Dioscorea japonica* flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22:173-180.
- Park, O. J., Park, M. H., Lee, S. H., Lee, S. M. (2018) Characteristics of macaroons prepared with natural materials and artificial food colorant. *Korean J Food Nutr* 31:631-639.
- Peom, J. W. (2013) Characteristics and manufacture of macaroon cookie prepared with black ginseng powder. MS Thesis, Hansung Univ., Seoul, Korea.
- Pyler, E. J. (1979) Physical and chemical test method. In : *Baking science and technology*. Soland Pub Co., Kansas, USA. p. 891.
- Yoo, K. M. (2015) Development of macarone with korean red peppers (*Capsicum annuum* L.) and GABA rice and evaluation of physiological characteristics. *Korean J Food Nutr* 28:351-357.