

자이언트 파바빈 분말을 첨가한 머핀의 품질 특성

윤진아¹ · 신경옥^{2*}

¹강서대학교 식품영양학과 교수, ²삼육대학교 식품영양학과 교수

Physicochemical Quality Characteristics of Muffins with Added Giant Faba Bean (*Vicia faba* L.) Powder

Jin A Yoon¹ and Kyung-Ok Shin^{2*}

¹Professor, Dept. of Food and Nutrition, Gangseo University, Seoul 07661, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

ABSTRACT

Muffins were manufactured by adding giant fava bean powder at various ratios (0%, 5%, 10%, 20%, and 40%), and the quality characteristics of the muffins were analyzed through physicochemical analysis. In this study, the volume, height, weight, pH, moisture content, mineral content, total phenol content, total flavonoid content, ABTS and DPPH radical scavenging activity, and palatability test of the muffins were analyzed. The muffin volume was highest at 136.67 mL in the group with 20% *Vf* (*Vicia faba* L.) powder addition, and the muffin height was highest at 55.4 mm in the group with 5% *Vf* powder addition. The muffin weight was highest at 63.66 g in the group with 10% *Vf* powder addition, and the pH of the muffins was 6.88~7.38. The lightness (L value) of the muffin decreased as the amount of *Vf* powder added was increased, while the a value and b value significantly increased ($p<0.05$). The calcium, magnesium, manganese, and zinc contents significantly increased as the amount of *Vf* powder added to the muffin increased ($p<0.05$). The total phenol and total flavonoid contents were 2.64~3.36 mg GAE/g and 1.64~7.77 mg QE/g, respectively, and showed higher values as the amount of *Vf* powder added to the muffin increased. In addition, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities were 12.44~41.84% and 1.70~45.44%, respectively, and increased significantly as the amount of *Vf* powder added to the muffin was increased ($p<0.05$). Based on the results of the preference survey, less than 5% of *Vf* powder is recommended when making muffins.

Key words: *Vicia faba* L. powder, muffin, mineral, total phenolic contents, ABTS and DPPH radical scavenging activity

서론

자이언트 파바빈(*Vicia faba* L.)은 잠두, 말콩 및 발콩으로도 불리는 초기 콩과 작물이다(Multari S 등 2015). 자이언트 파바빈의 가장 오래된 씨앗은 기원전 1만 년 후반 시리아 북서부에서 발견되었으며(Tanno K & Willcox G 2006), 식품과 동물사료로 다양하게 활용되어 온 오랜 역사를 가진 식재료이다(Multari S 등 2015). 또한 다양한 기후대에서 자랄 수 있는데, 특히 중국, 이집트, 프랑스, 이탈리아, 에티오피아와 중앙아시아 및 아프리카에서 재배되며, 볶음, 튀김 및 고물로 널리 사용되고 있다(Singh AK 등 2013; Kim HY 등 2020). 자이언트 파바빈은 단백질 함량이 높으며, 씨앗의 껍질 부분에는 탄닌이 농축되어 있다고 보고되었다(Akgun D & Canci H 2023). 칼슘을 제외한 필수 무기질, 섬유질이 풍

부하며, 항산화성 및 페놀 화합물을 함유하고 있어 활성산소에 대한 보호 효과뿐만 아니라, 항고혈압 및 항암 효과도 있다(Siah SD 등 2012; Johnson JB 등 2023). 선행연구(Kim HY 등 2020)에 의하면, 자이언트 파바빈에 함유된 L-DOPA는 파킨슨병에 효능을 가진 물질이며, 자이언트 파바빈의 섭취가 혈중 L-DOPA 농도를 높이는 데 도움이 되어 경증 파킨슨병 환자들에게 도움을 준다고 보고되었다(Rabey JM 등 1993). 또한 발아한 자이언트 파바빈은 비만 유도 쥐에게 항비만 효과를 가진다고 보고하였다(Al-Masri SA 2015; Kim HY 등 2020).

자이언트 파바빈 분말은 당면과 녹말 겔을 만드는데 사용되며(Kim HY 등 2020), 특히 곡물 기반 식품의 영양적 품질을 보완하는 좋은 방안으로 인식되어 제빵류 및 파스타와 같은 서양식 주식 식품에 첨가하여 제품을 생산하고 있다(Coda R 등 2017).

머핀은 달걀과 우유를 주원료로 구워낸 부드러운 빵으로

* Corresponding author : Kyung-Ok Shin, Tel: +82-2-3399-1657, Fax: +82-2-3399-1655, E-mail: skorose@syu.ac.kr

프랑스어 moufflet와 cake의 하나인 독일어 muffe에서 유래되었으며(Park EJ 2016), 영양가가 우수하여, 우리나라에서 주로 아침식사 대용이나 간식용으로 이용되고 있다(Kim JH 등 2008). 국내 머핀 관련 연구는 이미 Yoon JA & Shin KO (2025) 논문에서 제시되어 있으며, 최근에 추가된 머핀에 사용된 식재료는 마늘 껍질(Yoon JC 등 2023), 밀웁(Hwang SY & Choi SK 2015; Yoon JA & Shin KO 2023) 및 차전자피(Ju YE & Shin KO 2024), 오디(Yoon JA & Shin KO 2024), 천심련(Kim DH & Shin KO 2025), 바질 분말(Yoon JA 등 2025) 및 모로 블러드 오렌지(Yoon JA & Shin KO 2025) 등이 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 향산화 및 항암 식품으로 대두되고 있는 사이언트 파바빈 분말을 이용하여 머핀을 제조하였으며, 사이언트 파바빈 분말 첨가 머핀의 이화학적 분석을 통해 제품개발을 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 머핀의 재료

본 실험에서 사용된 사이언트 파바빈 분말은 국내산으로 조은약초(Goodherb, Seoul, Korea)에서 구입하였으며, 박력분(Beksul Co., Seoul, Korea), 백설탕(CJ, Incheon, Korea), 달걀(Gomgom Co., Seoul, Korea), 버터(Lotte Co., Seoul, Korea), 우유(Samyang Co., Seoul, Korea), 베이킹파우더(Galimfood Co., Incheon, Korea), 소금(CJ, Sinan, Korea)은 시중 마트에서 구입하여 머핀의 재료로 사용하였다.

2. 머핀의 제조 방법

머핀의 제조는 Yoon JA & Shin KO(2023)의 연구를 참고하였으며, Table 1에 재료의 배합 비율을 제시하였다. 머핀의 제조 방법은 크림법을 변형하였고, 예비 실험을 통해 20%와 30% 사이에서는 변화가 없다고 판단되어 사이언트 파바빈 분말을 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 비율로 첨가하였다. 체반에 버터를 넣고, 반죽 혼합기(BS-201, Busung, Bucheon, Korea)에서 1단으로 교반하여 녹인 다음, 3회로 나누어 설탕을 첨가하였으며, 이후 크림의 형태가 유지되도록 3 min 동안 더 혼합하였다. 사이언트 파바빈 분말, 박력분, 소금 및 베이킹파우더는 35 mesh 체에 쳐서 첨가하였으며, 여기에 우유를 넣고, 1 min 동안 섞어준 다음 반죽을 완성하였다. 70 g 씩 완성된 반죽은 유산지에 나누어 담았으며, 이를 머핀 틀에 넣어서 25 min 동안 구웠다. 오븐(Horno Panadero, BS023, Busung, Bucheon, Korea)의 조건은 윗불 180°C, 아랫불 170°C였다. 구운 머핀은 실온에서 방랭하여 실험에 사용하였다.

Table 1. Formulas for the muffin added with *Vicia fava* powder

Ingredients (g)	<i>Vf</i> ¹⁾ powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Weak flour	200	190	180	160	120
<i>Vf</i> powder	0	10	20	40	80
Sugar	130	130	130	130	130
Egg	100	100	100	100	100
Butter	100	100	100	100	100
Milk	100	100	100	100	100
Baking powder	4	4	4	4	4
Salt	1	1	1	1	1

¹⁾ *Vf*: *Vicia fava* powder.

3. 외관과 단면 관찰 및 색도 측정

머핀을 일렬로 배치한 후, 머핀의 외관 및 단면 관찰은 카메라(Galaxy S10+, Samsung, Gumi-si, Korea)를 이용하여 촬영하였다. 머핀의 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness) 및 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. 측정 전 calibration 시 사용한 표준 백색판은 각각 L*값 87.5, a*값 0.31 및 b*값 0.32였다.

4. 머핀의 부피, 높이, 무게, pH 및 수분함량 측정

머핀의 부피는 쌀을 이용한 종자치환법으로 측정하였다(Ryu SY 등 2008). 머핀의 높이는 머핀의 정중앙을 잘라 최고 높이를 버니어 캘리퍼스(150 × 0.05 mm, Mitutoyo 530-101 Vernier Caliper, Mitutoyo, Kure, Japan)로 측정하였다. 머핀의 무게는 저울(IB-410, Innotem, Seoul, Korea)을 이용하여 측정하였다. 머핀의 pH는 머핀 3 g를 갈아서 27 mL 증류수와 함께 비커에 넣고 30분간 진탕하여 10분간 방치한 후, 8 µm 정성 여과지(1002 150, Whatman)로 여과한 다음, pH 미터(pH 7110, InoLab, Seoul, Korea)를 사용하여 상온에서 3회 반복 측정하였다. 머핀의 수분함량은 AOAC법(AOAC 2000)을 이용하여 105°C 드라이 오븐(KC0-150, Kuk Je Eng CO., Goyang, Korea)에서 측정하였다(Yoon JA & Shin KO 2023).

5. 무기질 함량 분석

머핀의 무기질 함량 분석은 Hwang ES(2013)의 방법을 변형하여 본 실험에 적용하였다. 시료 0.5 g을 비커에 넣고 질산(HNO₃)을 일정량 첨가하여 시계접시에 넣은 다음, 50°C hot plate 위에서 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 5 hr 이상 반응시키면서 분해시켰다. 시계접시를 열어 산에 의해

분해된 시료를 깨끗이 헹궈 비커에 넣고 증발시켰다. 증발시킨 산의 농도가 1~5%가 되도록 증류수로 희석해가며 약 50 g의 시료액을 조제하였다. 각 시료 중에 함유되어 있는 칼슘과 마그네슘은 inductively coupled plasma atomic emission spectrometer(ICP-AES, JY Ultima2C, Jobin Yvon, France)로 분석하였고, 망간과 아연은 inductively coupled plasma mass spectrometer(ICP-MS, ELAN DRC II, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였다.

6. 메탄올 추출물 제조

머핀의 추출물 제조는 Yoon JA 등(2025)에 제시된 방법을 사용하였다. 자이언트 파바빈 분말을 실험용 분쇄기(NSG-100 2SS, Hanil, Seoul, Korea)를 사용하여 분쇄하였으며, 이를 70% 메탄올에 침지하여 초음파 분산기(UCP10, JeioTech, Daejeon, Korea)를 사용하여 1 hr 동안 60℃에서 균질화시켰다. 균질화시킨 시료는 10 min 동안 4℃에서 6,000×g로 원심분리하여 상층액을 0.45 µm 여과지(Minisart, Sartorius, Goettingen, Germany)에 여과한 후, 메탄올 추출물을 -18℃에서 보관(EB3FX, VENIX, Seoul, Korea)하였다. 보관된 시료는 총 페놀, 총 플라보노이드, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성 측정에 사용하였다.

7. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

머핀의 총 페놀 함량은 각 10 µL 시료에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent와 증류수를 1:2의 비율로 섞어 제조한 혼합시약 10 µL를 가하여 3 min 동안 방치한 후, 10% 탄산나트륨(Na₂CO₃) 150 µL를 첨가하여 암실에서 1 hr 동안 반응시켜서 765 nm에서 흡광도(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 측정하였다(Folin O & Denis W 1912). 결과값은 갈산(gallic acid)(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 표준물질로 사용하였으며, 농도별 표준곡선을 작성한 후, 시료 1 g에 대한 mg gallic acid equivalents(GAE)로 산출하였다. 머핀의 총 플라보노이드 함량은 각 125 µL 시료에 증류수 500 µL, 5% 아질산나트륨(NaNO₂) 37.5 µL를 넣고 5 min 동안 방치한 후, 10% 염화알루미늄(AlCl₃ · 6H₂O) 75 µL을 혼합하여 6 min 동안 반응시켰다. 여기에 1 M sodium hydroxide 250 µL을 첨가해 11 min 동안 방치한 반응액을 510 nm에서 흡광도(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 측정하였다(Zhishen J 등 1999). 결과값은 quercetin(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 시료의 총 플라보노이드 함량을 측정하고, 그 결과값을 quercetin에 대한 당량(µg quercetin equivalent(QE)/mg)으로 나타내었다(Hwang ES & Cheung JS 2024).

8. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성 분석

시료의 ABTS 라디칼 소거 활성 분석은 Park GH 등(2019)의 실험방법을 적용하여 실시하였다. ABTS 용액은 7 mM의 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS)와 2.45 mM의 potassium persulfate를 1:1로 혼합한 후, 암소에서 12 hr 동안 반응시킨 후, ABTS⁺ 용액을 에탄올로 희석해 734 nm에서의 흡광도 값을 0.700±0.020으로 조정하였다. 시료 200 µL와 ABTS⁺ 용액 1 mL를 혼합한 후 6 min 동안 암소에서 반응시킨 다음 734 nm에서 흡광도계(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 측정하였다. Positive control은 ascorbic acid를 이용하였으며, ABTS 라디칼 소거 활성은 다음 식에 따라 백분율로 나타내었다.

ABTS radical scavenging activity (%) =

$$\left[1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}} \right] \times 100$$

시료의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거 활성은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.2 mL에 0.2 mM DPPH 용액 0.8 mL를 가하고 암소에서 15 min 동안 반응시킨 다음, UV-Vis spectrophotometer(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Positive control(ascorbic acid)은 시료의 추출액 대신 70%(v/v) 메탄올을 넣어 측정하였으며, DPPH 라디칼 소거 활성은 다음 식에 따라 백분율로 나타내었다.

DPPH radical scavenging activity (%) =

$$\left[1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}} \right] \times 100$$

9. 기호도 검사

머핀의 기호도 검사는 패널 요원으로 식품영양을 전공하는 대학생 28명을 대상으로 실시하였다. 시료는 흰색 컵에 담아 제공하였고, 한 시료의 검사가 끝나면 반드시 물로 입안을 헹구도록 하였다. 검사원들에게 기호도 검사에 대한 사전 교육을 실시한 다음, 본 실험에 참여하도록 하였다. 머핀 시료는 동일한 20℃(실온)에서 1 × 1 × 1 cm 크기로 제공하였다. 외관(appearance), 향(odour), 맛(taste), 텍스처(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptability) 5가지 항목에 대하여 각 특성은 5점 척도법(5-Point hedonic scale)으로 평가하여 1점은 '매우 싫다', 5점은 '매우 좋다'로 평가하였다.

10. 통계처리

머핀에 대한 품질 특성, 항산화 특성 및 기호도 검사에 대

한 실험 자료는 SPSS 23.0 program(IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 시료에 대한 Mean±S.D.로 나타내었으며, 시료 간의 차이 분석은 one-way ANOVA를 사용하였고, 사후검정은 Duncan's multiple range test를 이용하여 * $p<0.0001$ 과 *** $p<0.05$ 에서 유의적 차이를 검증하였다. 또한 총 페놀, 총 플라보노이드, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성에 대한 상관관계(** $p<0.01$, *** $p<0.05$)를 구하였다.

결과 및 고찰

1. 외관과 단면 관찰 및 색도

자이언트 파바빈(Vf) 분말을 첨가한 머핀의 외관과 단면 관찰 및 색도 관찰은 Fig. 1과 Table 2에 제시하였다. 머핀의 외관과 단면은 Vf 분말의 함량이 0%에서 40%까지 증가할수록 연두색이 짙게 나타났는데, 이는 머핀에 함유된 Vf 분말

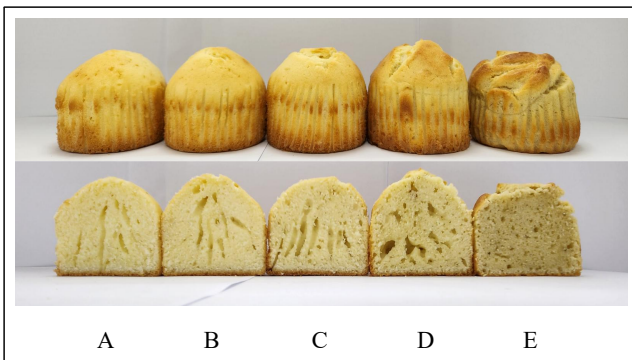


Fig 1. Photograph of muffin added with *Vicia fava* powder.

- A: Control (added with *Vicia fava* powder 0%).
 B: Added with *Vicia fava* powder 5%.
 C: Added with *Vicia fava* powder 10%.
 D: Added with *Vicia fava* powder 20%.
 E: Added with *Vicia fava* powder 40%.

의 증가량에 따른 영향으로 판단된다. L값(명도)은 대조군에서 83.88 ± 1.13 , Vf 분말 첨가량이 5%, 10%, 20% 및 40%로 증가할수록 각각 82.4 ± 0.72 , 80.52 ± 0.61 , 76.36 ± 0.72 및 70.89 ± 1.36 로 수치가 유의하게 낮아졌다($p<0.0001$). a값(적색도)은 대조군 -2.34 ± 0.15 에서 Vf 분말 40% 첨가군에서 -0.11 ± 0.17 로 증가하는 결과를 보였다($p<0.0001$). b값(황색도)은 대조군과 Vf 분말 5% 첨가군에서 각각 28.92 ± 1.16 와 28.42 ± 1.12 수치를 보였으나, Vf 분말 10% 첨가군에서 27.33 ± 1.31 , Vf 분말 40% 첨가군에서 26.46 ± 1.1 로 머핀에 Vf 분말 첨가량이 증가할수록 b값은 감소하는 경향을 보였다. 다시마(Kim JH 등 2008), 홍국(Choi HS & Nam HY 2018), 바질(Yoon JA 등 2025) 분말을 첨가한 머핀 연구에서도 머핀에 시료의 분말 첨가량이 증가함에 따라 L값과 b값은 감소하였으며, a값은 증가하였다고 보고하여 본 연구와 같은 양상을 보이고 있다. 또한 모로 블러드 오렌지 분말을 첨가한 머핀의 L값은 대조군에 비해 40% 첨가군에서 감소하였으며, a값은 대조군 비해 40% 첨가군에서 증가하였고, b값은 모든 군에서 유의한 차이가 없었다고 보고하였으며(Yoon JA & Shin KO 2025), 쌀겨를 첨가한 머핀 연구(Kang HJ 등 2012)에서는 적갈색계인 탄닌계 색소와 흑자색계인 안토시아닌계 색소의 영향을 받은 쌀겨의 색이 어두운 흑갈색을 띄는데, 이는 머핀의 색도에 변화를 주어 머핀에 쌀겨의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소, a값과 b값은 증가한다고 보고하였다. 이러한 결과는 머핀 제조 시 선택하는 시료의 색깔과 종류에 따라 머핀의 색도에 영향을 주는 것으로 판단된다.

2. 머핀의 부피, 높이, 무게, pH 및 수분함량

자이언트 파바빈(Vf) 분말을 첨가한 머핀의 부피, 높이, 무게, pH 및 수분함량은 Table 3에 제시하였다. Vf 분말을 첨가한 머핀의 부피는 대조군에서 121.67 ± 2.36 mL인 반면에, Vf 분말 20% 첨가군에서 136.67 ± 6.24 mL로 가장 높은 수치를 보였다($p<0.05$). 머핀에 첨가되는 시료의 종류에 따라 머핀의 부피에 영향을 받는다. 천심련 분말(Kim DH & Shin KO

Table 2. Color value of the outside of muffin added with *Vicia fava* powder

	Vf ¹⁾ powder content (%)					F-value
	0	5	10	20	40	
L ⁴⁾ (lightness)	83.88 ± 1.13^{2a3}	82.4 ± 0.72^b	80.52 ± 0.61^c	76.36 ± 0.72^d	70.89 ± 1.36^e	90.713*
a (redness)	-2.34 ± 0.15^e	-1.75 ± 0.06^d	-1.36 ± 0.02^c	-0.86 ± 0.07^b	-0.11 ± 0.17^a	178.015*
b (yellowness)	28.92 ± 1.16	28.42 ± 1.12	27.33 ± 1.31	27.97 ± 1.42	26.46 ± 1.1	1.828

¹⁾ Vf: *Vicia fava* powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (a~e) in a row indicate significant differences at * $p<0.0001$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ L: lightness (100=pure white, 0=black); a: redness (+100=red, -80=green); b: yellowness (+70=yellow, -70=blue).

Table 3. Baking properties and moisture of muffin added with *Vicia fava* powder

Property	<i>Vf</i> ¹⁾ powder content (%)					F-value
	0	5	10	20	40	
Volume (mL)	121.67±2.36 ²⁾³⁾	121.67±2.36 ^b	120±4.08 ^c	136.67±6.24 ^a	121.67±6.24 ^b	4.553 ^{***}
Height (mm)	54.40±1.02	55.40±2.94	53.60±1.02	55.00±1.41	53.80±1.72	0.750
Weight (g)	62.07±2.15	61.66±3.77	63.66±2.15	63.63±2.07	63.30±2.81	0.489
pH	6.88±0.05 ^b	7.04±0.05 ^a	7.08±0.03 ^a	7.20±0.02 ^a	7.38±0.01 ^a	54.663 [*]
Moisture (%)	24.36±2.38	23.87±1.54	23.48±0.49	23.64±0.68	23.47±0.89	0.755

¹⁾ *Vf*: *Vicia fava* powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (^{a-b}) in a row indicate significant differences at * $p < 0.0001$, *** $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

2025), 바질 분말(Yoon JA 등 2025), 모로 블러드 오렌지 분말(Yoon JA & Shin KO 2025)을 첨가한 머핀 연구에서는 머핀에 첨가되는 주재료의 양이 증가할수록 머핀의 부피가 줄어들었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 부피가 일정치 않게 측정되었다. 이는 머핀을 굽는 과정에서 *Vf* 분말이 가열 온도에 영향을 받아 머핀의 모양에 영향을 준 것으로 판단된다. 본 연구에서 *Vf* 분말을 첨가한 머핀의 높이는 대조군에서 54.40±1.02 mm였으며, *Vf* 분말 40% 첨가군에서 53.80±1.72 mm로 낮아지는 경향을 보였다. 이는 흑마늘(Yang SM 등 2010), 야콘 분말(Lee WG & Lee JA 2014), 개다래 분말(Park EJ 2016), 오디 분말(Yoon JA & Shin KO 2024)을 첨가한 연구에서도 머핀에 시료의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이는 낮아졌다고 하여 본 연구와 비슷한 양상을 보였다. 본 연구에서 *Vf* 분말을 첨가한 머핀의 무게는 대조군에서 62.07±2.15 g으로 가장 낮은 수치를 보였고, *Vf* 분말 10% 첨가군에서는 63.66±2.15 g로 가장 높은 수치를 보였다. pH는 6.88~7.38 사이로 나타났으며, 머핀에 *Vf* 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하였다($p < 0.0001$). 본 연구 결과와는 반대로 보리순 분말(Cho JS & Kim HY 2014), 야콘 분말(Lee WG & Lee JA 2014), 개다래 분말(Park EJ

2016)을 첨가한 머핀의 경우 머핀에 시료의 첨가량이 증가할수록 pH가 감소했다는 연구 보고도 있다. 이는 머핀에 첨가되는 시료의 종류와 특성에 따라 머핀의 pH에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 본 연구의 수분함량은 대조군에서 24.36±2.38%로 가장 높았으며, *Vf* 분말 40% 첨가군에서는 23.47±0.89%로 낮아졌다. 바질 분말 첨가 머핀(Yoon JA 등 2025)의 수분함량은 대조군에서 26.57%로 가장 높았으며, 바질 분말 40% 첨가군에서 21.61%로 가장 낮은 수치를 보였다는 연구 결과와 같은 양상을 보였으며, 머핀의 시료 함량이 증가할수록 머핀의 속질 구조가 조밀해져서 수분 보유 능력이 저하되기 때문에 수분함량은 낮아지는 것으로 판단된다(Sung JY & Yoon HH 2025). 이 외에도 대추 분말(Kim EJ & Lee JH 2012), 표고버섯 추출물(Kong CS 등 2019), 카무트 분말(Yoon JA 등 2021)을 첨가한 머핀에서도 시료의 함량이 증가할수록 수분함량이 감소하였다고 보고하였다.

3. 무기질 함량

자이언트 파바빈(*Vf*) 분말을 첨가한 머핀의 무기질 함량은 Table 4에 제시하였다. *Vf* 분말을 첨가한 머핀의 칼슘 함량은 대조군에서 194.44±0.33 mg, *Vf* 분말 5% 첨가군 196.73±0.31

Table 4. Minerals composition of muffin added with *Vicia fava* powder

Measurement (mg/100 g)	<i>Vf</i> ¹⁾ powder content (%)					F-value
	0	5	10	20	40	
Ca	194.44±0.33 ²⁾³⁾	196.73±0.31 ^d	208.54±0.45 ^e	217.30±0.26 ^b	254.39±0.74 ^a	8,646.006 [*]
Mg	278.65±0.12 ^d	326.50±0.16 ^c	376.63±0.56 ^e	442.05±0.67 ^b	555.82±0.83 ^a	116,021.058 [*]
Mn	0.86±0.04 ^d	1.02±0.01 ^c	1.45±0.03 ^e	2.36±0.23 ^b	3.58±0.12 ^a	279.018 [*]
Zn	4.52±0.36 ^b	4.35±0.23 ^b	4.47±0.06 ^b	4.90±0.27 ^b	7.66±0.22 ^a	103.060 [*]

¹⁾ *Vf*: *Vicia fava* powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (^{a-d}) in a row indicate significant differences at * $p < 0.0001$ by Duncan's multiple range test.

mg, 10% 첨가군 208.54±0.45 mg, 20% 첨가군 217.30±0.26 mg, 40% 첨가군 254.39±0.74 mg로서 머핀에 *Vf* 분말의 첨가량이 증가할수록 머핀의 칼슘의 함량이 유의하게 증가하였다($p<0.0001$). *Vf* 분말을 첨가한 머핀의 마그네슘 함량은 대조군에서 278.65±0.12 mg, *Vf* 분말 5% 첨가군 326.50±0.16 mg, 10% 첨가군 376.63±0.56 mg, 20% 첨가군 442.05±0.67 mg, 40% 첨가군 555.82±0.83 mg로서 머핀에 *Vf* 분말 첨가량이 증가할수록 마그네슘 함량도 유의하게 증가하였다($p<0.0001$). *Vf* 분말을 첨가한 머핀의 망간의 함량은 대조군에서 0.86±0.04 mg였으며, *Vf* 분말 40% 첨가군에서는 3.58±0.12 mg까지 증가한 수치를 보였다($p<0.0001$). *Vf* 분말을 첨가한 머핀의 아연 함량은 대조군, *Vf* 분말 5, 10, 20% 첨가군에서 4.35~4.90 mg이었으나, *Vf* 분말 40% 첨가군에서는 7.66±0.22 mg로 높은 수치를 보였다($p<0.0001$). 머핀에 시료의 함량이 증가할수록 천심련 분말을 첨가한 머핀 연구(Kim DH & Shin KO 2025)에서는 칼슘, 마그네슘, 망간 및 셀레늄 함량 증가, 모로 블러드 오렌지 분말을 첨가한 머핀 연구(Yoon JA & Shin KO 2025)에서는 칼슘과 아연 함량이 증가, 바질 분말을 첨가한 머핀 연구(Yoon JA 등 2025)에서는 칼슘, 망간, 마그네슘, 아연 및 철의 함량이 증가하였다고 보고하였다.

4. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

자이언트 파바빈(*Vf*) 분말을 첨가한 머핀의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 Table 5에 제시하였다. 총 페놀 함량은 대조군에서 2.64±0.07 mg GAE/g, *Vf* 분말 5% 첨가군 2.71±0.06 mg GAE/g, 10% 첨가군 2.96±0.07 mg GAE/g, 20% 첨가

군 3.24±0.06 mg GAE/g, 40% 첨가군 3.36±0.03 mg GAE/g로서 머핀에 *Vf* 분말의 함량이 증가할수록 머핀의 총 페놀 함량도 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 총 플라보노이드 함량은 대조군에서 1.64±0.56 mg QE/g, *Vf* 분말 5% 첨가군 2.75±0.02 mg QE/g, 10% 첨가군 3.65±0.09 mg QE/g, 20% 첨가군 4.76±0.18 mg QE/g, 40% 첨가군 7.77±0.31 mg QE/g로서 머핀에 *Vf* 분말의 함량이 증가할수록 수치가 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 오디 분말(Yoon JA & Shin KO 2024), 차전자피 분말(Ju YE & Shin KO 2024), 천심련 분말(Kim DH & Shin KO 2025), 바질 분말(Yoon JA 등 2025), 모로 블러드 오렌지 분말(Yoon JA & Shin KO 2025)을 첨가한 머핀 연구에서도 본 연구 결과와 같은 양상을 보였다. 식물에 함유된 천연 폴리 페놀성 화합물은 2차 대사산물의 하나로 다양한 구조와 분자량을 가지며, phenolic hydroxyl(OH)기를 포함하고 있기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 쉽게 결합하여 항산화 효과 및 항암 효과 등의 다양한 생리활성을 가지는 것으로 보고되고 있다(Lee SH & Lee SO 2016). 또한 콩과류 및 과채류 등에 많이 함유된 플라보노이드류 화합물은 항균 효과, 항염 효과, 항혈전 효과, 항알레르기 효과 및 활성산소를 제거하는 항산화제 등의 다양한 생리활성이 보고되고 있으며, 이들은 인체 내에서 항산화 능력을 강화하는 기본 물질로 쓰인다(Velioglu YS 등 1998; Lee SH & Lee SO 2016).

5. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성

자이언트 파바빈(*Vf*) 분말을 첨가한 머핀의 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성은 Fig. 2에 제시하였다. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성의 양성대조군(positive control)으로는 효과와 안전성 면에서 신뢰할 수 있는 대조군으로 널리 활용되고 있는 ascorbic acid를 사용하였으며(Go SM 등 2025), ascorbic acid의 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성 값은 각각 32.82±0.20% 및 86.28±0.25%였다. *Vf* 분말을 첨가한 머핀의 ABTS 라디칼 소거 활성은 대조군에서 12.44±0.27%, *Vf* 분말 5% 첨가군 15.59±0.19%, 10% 첨가군 18.54±0.36%, 20% 첨가군 26.29±0.48%, 40% 첨가군 41.84±0.39%로 나타났다($p<0.05$). 본 연구와 같이 시료의 첨가량이 증가할수록 ABTS 라디칼 소거 활성이 증가한다고 보고한 최근 연구로는 마늘(Yoon JC 등 2023), 차전자피 분말(Ju YE & Shin KO 2024), 오디 분말(Yoon JA & Shin KO 2024), 천심련 분말(Kim DH & Shin KO 2025), 바질 분말(Yoon JA 등 2025) 및 모로 블러드 오렌지 분말(Yoon JA & Shin KO 2025) 등이 있으며, 이러한 항산화 활성은 앞서 제시한 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량에 기인한 것으로 판단된다. 본 연구에서 DPPH 라디칼 소거 활성은 대조군에서 1.70±0.10%, *Vf* 분말 5% 첨가군 9.27±0.19%, 10% 첨가군 18.75±0.51%, 20% 첨가

Table 5. Total phenolic and total flavonoid contents of Muffin with *Vicia fava* powder

Variables (%)	<i>Vf</i> ¹⁾ powder content (%)	
	Total phenolic content (mg GAE/g)	Total flavonoid content (mg QE/g)
0	2.64±0.07 ^{2) d3)}	1.64±0.56 ^c
5	2.71±0.06 ^d	2.75±0.02 ^d
10	2.96±0.07 ^c	3.65±0.09 ^c
20	3.24±0.06 ^b	4.76±0.18 ^b
40	3.36±0.03 ^a	7.77±0.31 ^a
F-value	83.197 [*]	182.852 [*]

¹⁾ *Vf*: *Vicia fava* powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (a~c) in a column indicate significant differences at * $p<0.0001$ by Duncan's multiple range test.

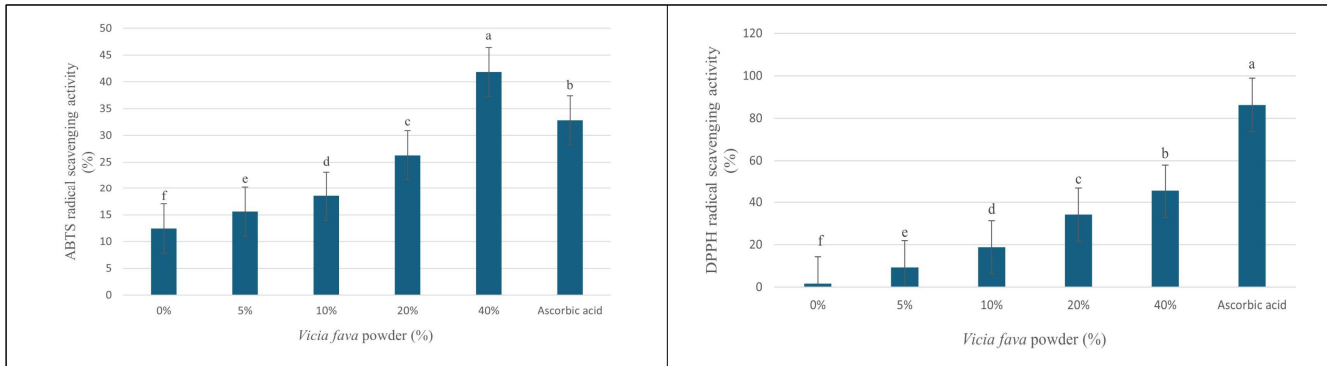


Fig. 2. ABTS and DPPH radical scavenging activity of of muffin with *Vicia fava* powder. Each value in mean±S.D. Value with different letters were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

0%: Control (added with *Vicia fava* powder 0%).

5%: Added with *Vicia fava* powder 5%.

10%: Added with *Vicia fava* powder 10%.

20%: Added with *Vicia fava* powder 20%.

40%: Added with *Vicia fava* powder 40%.

군 $34.14\pm 0.15\%$, 40% 첨가군 $45.44\pm 0.15\%$ 로서 머핀에 *Vf* 분말 함량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거 활성은 유의하게 증가하였다. 외송 분말(Kim YJ 등 2024), 차전자피 분말(Ju YE & Shin KO 2024), 천심련 분말(Kim DH & Shin KO 2025), 바질(Yoon JA 등 2025) 및 모로 블러드 오렌지 분말(Yoon JA & Shin KO 2025)을 첨가한 머핀 연구도 본 연구와 같은 결과를 보였다. 선행연구(Lee GD 등 1992; Lee WG & Lee JA 2014)에서 이미 지적했듯이 환원력과 항산화 활성은 상관성이 높으며, 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 보고하였다. 전자공여능이 증가한다는 것은 항산화 활성이 존재하는 것을 의미(Lee WG & Lee JA 2014)하므로 *Vf* 분말 첨가 머핀의 전자공여능 증가는 항산화 활성의 증가로 판단된다.

6. 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성의 상관관계

자이언트 파바빈(*Vf*) 분말을 첨가한 머핀의 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성 간의 상관관계를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 총 페놀 함량은 DPPH 라디칼 소거 활성과 높은 양의 상관관계($r=0.991$, $p<0.01$)를 나타냈으며, 그 다음으로 각각 총 플라보노이드 함량($r=0.935$, $p<0.05$), ABTS 라디칼 소거 활성($r=0.921$, $p<0.05$)과 양의 상관관계를 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 ABTS 라디칼 소거 활성과 높은 양의 상관관계($r=0.992$, $p<0.01$)를 보였으며, DPPH 라디칼 소거 활성과도 높은 양의 상관관계($r=0.969$, $p<0.01$)를 보였다. 또한 ABTS 라디칼 소거 활성과 DPPH 라디칼 소거 활성도 양의 상관관계($r=0.957$, $p<0.05$)를 보였다. 바질 분말을 첨가한 머핀 연구

Table 6. Correlation coefficient(r) between total phenol content, total flavonoid content and antioxidant activities of muffin added with *Vicia fava* powder

	TPC ¹⁾	TFC ²⁾	ABTS ³⁾	DPPH ⁴⁾
TPC	1	0.935***	0.921***	0.991**
TFC		1	0.992**	0.969**
ABTS			1	0.957***
DPPH				1

1) TPC: Total phenol content.

2) TFC: Total flavonoid content.

3) ABTS: ABTS radical scavenging activity.

4) DPPH: DPPH radical scavenging activity.

** $p<0.01$, *** $p<0.05$.

(Yoon JA 등 2025)에서도 총 페놀 함량은 각각 ABTS 라디칼 소거 활성, DPPH 라디칼 소거 활성과 양의 상관관계를 보였으며, 총 플라보노이드 함량은 각각 DPPH, ABTS 라디칼 소거 활성은 양의 상관관계를 보였다고 보고하여 본 연구 결과와 같은 양상을 보였다. 이는 머핀에 선행연구(Yoon JA 등 2025)의 바질 분말이나 본 연구의 *Vf* 분말 첨가량이 증가할수록 총 페놀 및 총 플라보노이드 성분은 머핀의 항산화 활성을 증가시키는 것으로 판단된다.

7. 기호도 검사

자이언트 파바빈(*Vf*) 분말을 첨가한 머핀의 기호도 조사는 Table 7에 제시하였다. 대조군에서는 외관 3.75 ± 1.06 , 향 3.14 ± 1.30 , 맛 3.11 ± 1.26 , 텍스처 3.14 ± 1.19 및 전반적인 기호도 2.96 ± 1.40 로 나타났다. 또한 *Vf* 분말 5% 첨가군에서는 외

Table 7. Sensory evaluation of preference test of muffin added with *Vicia fava* powder

	<i>Vf</i> ¹⁾ powder content (%)					F-value
	0	5	10	20	40	
Appearance	3.75±1.06 ^{2)a3)}	3.86±1.06 ^a	3.64±1.08 ^a	3.29±1.16 ^a	2.86±1.38 ^b	3.386 ^{***}
Odor	3.14±1.30	3.89±1.18	2.82±1.2	2.75±1.24	2.79±1.35	0.423
Taste	3.11±1.26 ^a	2.82±1.07 ^b	2.57±1.15 ^b	2.57±1.37 ^b	2.18±1.26 ^b	2.122 ^{***}
Texture	3.14±1.19	3.93±1.16	2.96±1.18	2.86±1.16	2.36±1.14	1.730
Overall acceptability	2.96±1.40	2.93±1.03	2.71±1.10	2.68±1.26	2.75±1.53	0.281

1) *Vf*: *Vicia fava* powder.

2) Mean±S.D.

3) Different superscripts (^{a-b}) in a row indicate significant differences at ^{***} $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

관 3.86±1.06, 향 3.89±1.18, 맛 2.82±1.07, 텍스처 3.93±1.16 및 전반적인 기호도 2.93±1.03으로서 다른 *Vf* 분말 첨가군에 비해 유의하게 높은 수치를 보였다. 그러나 *Vf* 분말 10% 첨가군에서는 외관 3.64±1.08이었으나, 향, 맛, 텍스처 및 전반적인 기호도가 2점대로 현저히 낮아졌다. 따라서 *Vf* 분말 첨가 머핀 제조 시 5% 미만으로 *Vf* 분말을 첨가하는 것을 권장한다. 이미 선행연구(Yoon JA & Shin KO 2023)에서도 지적했듯이 기호도 검사 결과는 머핀에 첨가되는 시료의 종류와 특성, 개인의 식성 및 개인의 기호도 등에 따라 달라진다고 보고하였다.

되는 잠두중독증(favism)은 사람에게 급성 용혈성 빈혈을 일으킬 수 있으며(Kim HY 등 2020), 특히 피리미딘 배당체인 비신(vicine)과 콘비신(convicine)의 존재는 잠두중독증을 일으킬 수 있으므로 잠두중독증 환자에는 자이언트 파바빈의 섭취 제한이 요구되며(Kim HY 등 2020; Johnson JB 등 2023), 자이언트 파바빈의 하루 권장 섭취량은 30~50 g이다. 따라서 본 연구를 통해 *Vf* 분말을 첨가한 머핀은 기능성식품으로의 활용 가능성을 제시한 기초자료이며, *Vf* 분말의 다양한 제품으로 활용방안 및 품질개선을 위한 향후 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 항산화 및 항암 식품으로 대두되고 있는 자이언트 파바빈(*Vicia fava*, *Vf*) 분말을 0%, 5%, 10%, 20% 및 40%의 다양한 비율로 첨가하여 머핀을 제조하였으며, 제조된 머핀의 이화학적 품질 특성을 측정하여 연구하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 머핀의 부피는 *Vf*분말 20% 첨가군 136.67 mL, 머핀의 높이는 *Vf* 분말 5% 첨가군 55.4 mm로 가장 높았다. 머핀의 무게는 *Vf* 분말 10% 첨가군이 63.66 g로 가장 높은 수치를 나타냈으며, 머핀의 pH는 6.88~7.38였다. 머핀의 명도(L값)는 *Vf* 분말 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하였고, a값과 b값은 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 머핀에 *Vf* 분말 첨가량이 증가할수록 칼슘, 마그네슘, 망간 및 아연의 함량은 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 총 페놀과 총 플라보노이드 함량은 각각 2.64~3.36 mg GAE/g과 1.64~7.77 mg QE/g으로서 머핀에 *Vf* 분말 첨가량이 증가할수록 높은 수치를 보였다. 또한 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성은 각각 12.44~41.84% 및 1.70~45.44%로서 머핀에 *Vf* 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 기호도 조사 결과, 머핀 제조 시 *Vf* 분말 첨가량은 5% 미만으로 첨가하는 것을 권장한다. 그러나 자이언트 파바빈 과잉 섭취 시 발생

REFERENCES

- Akgun D, Canci H (2023) Selection of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for high yield, essential amino acids and low anti-nutritional factors. *Agriculture* 13(5): 932.
- Al-Masri SA (2015) Effect of cooked and germinated bean (*Vicia faba*) on obesity in rats. *J Anim Plant Sci* 25(4): 977-983.
- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. pp 33-36.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617): 1199-1200.
- Cho JS, Kim HY (2014) Quality characteristics of muffins by the addition of dried barley sprout powder. *Korean J Food Cook Sci* 30(1): 1-10.
- Choi HS, Nam HY (2018) Quality characteristics of muffin added with red yeast rice and white rice. *J Oil Appl Sci* 35(4): 1442-1455.
- Coda R, Varis J, Verni M, Rizzello CG, Katina K (2017) Improvement of the protein quality of wheat bread through

- faba bean sourdough addition. *LWT-Food Sci Technol* 82: 296-302.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-243.
- Go SM, Kim GC, Kang HJ (2025) Comparison of antioxidant activity and hydroxycinnamic acid contents between *Coffea arabica* L. germplasms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 54(8): 659-667.
- Hwang ES (2013) Composition of amino acids, minerals, and heavy metals in differently cooked laver (*Porphyra tenera*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8): 1270-1276.
- Hwang ES, Cheung JS (2024) Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt containing various amounts of sweet potato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 53(11): 1193-1200.
- Hwang SY, Choi SK (2015) Quality characteristics of muffins containing mealworm (*Tenebrio molitor*). *Culi Sci & Hos Res* 21(3): 104-115.
- Johnson JB, Walsh KB, Naiker M (2023) Assessment of bioactive compounds in faba bean using infrared spectroscopy. *Legume Science* 5(4): e203.
- Ju YE, Shin KO (2024) Nutrient components of *Psyllium husk* powder and physicochemical properties of muffins added with *Psyllium husk* powder. *J East Asian Soc Diet Life* 34(4): 226-238.
- Kang HJ, Park JD, Lee HY, Kum JS (2012) Quality characteristics of muffin added with rice bran. *Food Sci Preserv* 19(5): 681-687.
- Kim DH, Shin KO (2025) Physicochemical quality characteristics of muffins prepared with the addition of *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees powder. *J East Asian Soc Diet Life* 35(1): 72-87.
- Kim EJ, Lee JH (2012) Qualities of muffins made with jujube powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(12): 1792-1797.
- Kim HY, Choi YH, Jo EJ, Baik MY, Choi HW (2020) Thermal and physicochemical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) flour and starch. *Korean J Food Sci Technol* 52(4): 409-414.
- Kim JH, Kim JH, Yoo SS (2008) Impacts of the proportion of sea-tangle on quality characteristics of muffin. *Korean J Food Cook Sci* 24(5): 565-572.
- Kim YJ, Choi JH, Kim SB, Hwang JM, Choi HY (2024) Quality characteristics and antioxidant activity of rice muffins added with *Orostachys japonicus* powder. *Food Sci Preserv* 31(4): 660-672.
- Kong CS, Choi YJ, Oh JH, Lee JI, Park SY, Kim HR, Jeon FJ, Kim DM, Jung KI (2019) Antioxidant activity of Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) water extract and its quality characteristics effect in muffins. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48(10): 1079-1089.
- Lee GD, Kim JS, Bae JO, Yoon HS (1992). Antioxidative effectiveness of water extract and ether extract in wormwood (*Artemisia montana Pampan*). *J Korean Soc Food Nutr* 21(1): 17-22.
- Lee SH, Lee SO (2016) Polyphenol contents and antioxidant activities of lentil extracts from different cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(7): 973-979.
- Lee WG, Lee JA (2014) Quality characteristics of muffins prepared with yacon powder. *Culi Sci & Hos Res* 20(4): 14-26.
- Multari S, Stewart D, Russell WR (2015) Potential of Fava bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comp Rev Food Sci Food Saf* 14(5): 511-522.
- Park EJ (2016) Quality characteristics of muffin added with *Actinidia polygama* powder. *Culi Sci & Hos Res* 22(2): 125-135.
- Park GH, Park JY, Chang YH (2019) Changes in flavonoid aglycone contents and antioxidant activities of citrus peel depending on enzyme treatment times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48(5): 542-550.
- Rabey JM, Vered Y, Shabtai H, Graff E, Harsat A, Korczyn AD (1993) Broad bean (*Vicia faba*) consumption and Parkinson's disease. *Adv Neurol* 60: 681-684.
- Ryu SY, Jung HS, Park SH, Shin JH, Jeong HA, Joo NM (2008) Optimization of muffins containing dried leek powder using response surface methodology. *J Korean Diet Assoc* 14(2): 105-113.
- Siah SD, Konczak I, Agboola S, Wood JA, Blanchard CL (2012) *In vitro* investigations of the potential health benefits of Australiangrown faba beans (*Vicia faba* L.): Chemopreventative capacity and inhibitory effects on the angiotensin-converting enzyme, α -glucosidase and lipase. *Br J Nutr* 108(Suppl 1): S123-S134.
- Singh AK, Bharati RC, Manibhushan NC, Pedpati A (2013) An assessment of faba bean (*Vicia faba* L.) current status and future prospect. *Afr J Agric Res* 8(50): 6634-6641.
- Sung JY, Yoon HH (2025) Quality characteristics of pan

- bread for food upcycling of perilla seed meal. J East Asian Soc Diet Life 35(4): 249-258.
- Tanno K, Willcox G (2006) The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: Early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium BP. Veg Hist Archaeobot 15(3): 197-204.
- Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD (1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. J Agric Food Chem 46(10): 4113-4117.
- Yang SM, Kang MJ, Kim SH, Shin JH, Sung NJ (2010) Quality characteristics of functional muffins containing black garlic extract powder. Korean J Food Cook Sci 26(6): 737-744.
- Yoon JA, Cho EC, Kim DH, Lee WJ, Shin KO (2025) Physicochemical quality characteristics and sensory evaluation of muffins containing basil (*Ocimum basilicum* L.) powder. J East Asian Soc Diet Life 35(3): 205-215.
- Yoon JA, Han JW, Choi JH, Shin KO (2021) Quality characteristics and antioxidant activity of muffins with added kamut (*Triticum turanicum* Jakubz) powder. Korean J Food Sci Technol 53(5): 628-633.
- Yoon JA, Shin KO (2023) Nutritional functionality and quality characteristics of muffins supplemented with *Tenebrio molitor* Linne (mealworm) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 52(9): 938-946.
- Yoon JA, Shin KO (2024) Quality characteristics of muffins produced using mulberry (*Morus alba* L.) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 53(4): 410-417.
- Yoon JA, Shin KO (2025) Physicochemical quality characteristics of muffins prepared with the addition of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder. J East Asian Soc Diet Life 35(4): 322-332.
- Yoon JC, Park HS, Han JH (2023) Quality characteristics of muffins with garlic peel powder and antioxidant. Culi Sci & Hos Res 29(5): 43-53.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem 64(4): 555-559.

Date Received	Oct. 16, 2025
Date Revised	Dec. 19, 2025
Date Accepted	Dec. 22, 2025