

모로 블러드 오렌지 분말 첨가 머핀의 품질 특성

윤진아¹ · 신경옥^{2*}

¹강서대학교 식품영양학과 교수, ²삼육대학교 식품영양학과 교수

Physicochemical Quality Characteristics of Muffins Prepared with the Addition of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck Powder

Jin A Yoon¹ and Kyung-Ok Shin^{2*}

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

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

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the quality and sensory properties of muffins manufactured by adding Moro blood orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, 'Moro'; Cs) powder at ratios of 0%, 5%, 10%, 20%, and 40%. The L^* value of the muffin was the highest in the control group at 82.03 ± 1.39 , and the a^* value tended to increase in the group with addition of 40% Cs powder at 2.30 ± 0.17 compared to the control group (-2.65 ± 0.09). The b^* value did not differ significantly across all groups. As the amount of Cs powder added to the muffin increased, the volume and height decreased, but the weight increased. The total phenol content, total flavonoid content, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging activity of the muffin showed significantly higher values as the amount of Cs powder added to the muffin increased. As the amount of Cs powder added increased, the calcium and zinc content of the muffins significantly increased, but the magnesium and manganese content decreased. The results of the preference test of the muffins showed that the overall preference was the highest in the 10% addition group at 3.41 points, and it was evaluated as the most preferred. In summary, the results of this study showed that the muffins manufactured with 10% Cs powder showed excellent results with respect to quality and sensory evaluation, suggesting the possibility of developing functional foods using Moro blood orange powder.

Key words: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder, muffin, baking properties, antioxidant

서론

모로 블러드 오렌지(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, 'Moro')는 안토시아닌 함량, 색상, 풍미, 질감, 향, 과즙 함량, 당도, 크기, 신선도, 영양가 등의 품질 특성이 모로 블러드 오렌지에 대한 소비자의 수용도와 만족도를 높이는 데 중요한 역할을 하고 있다(Habibi F 등 2023). 모로 블러드 오렌지는 이탈리아 시칠리아에서 재배되는 감귤속(*Citrus* genus)에 속하는 과일이며, 과육의 붉은 색깔 때문에 붙여진 이름으로 지중해 지역의 자연적 변형종으로 알려져 있다(Nicolosi E 등 2000; Yoon YG 2024). 기후가 온난하고, 일교차가 커야 과육의 붉은빛이 강해지고 맛이 강해진다. 블러드 오렌지 품종인 타코로(이탈리아산), 상귀넬로(스페인산), 모로(이탈리아산) 중에서 특히 모로 품종은 쓴맛이 강하며, 안토시아닌 성분이 풍부

하여 붉은색을 띤다. 품종 유형 외에도 재배 관행, 토양 특성, 재배 지역, 기후 조건, 환경 조건, 생리적 요인, 성숙 단계 및 수확 시기를 포함한 요인이 블러드 오렌지의 안토시아닌 축적에 영향을 미칠 수 있다(Habibi F 등 2020). 항산화 성분인 안토시아닌 즉, cyanidin-3-O-glucoside를 비롯한 페놀성 물질과 알칼로이드 성분이 많이 함유되어 있으며(Yoon YG 2024), 그 외에 비타민 C와 E, 베타카로틴 등이 풍부하다. 모로 블러드 오렌지 추출물은 혈액 순환 촉진(Rangel-Huerta OD 등 2015; Fraga LN 등 2021), 심혈관 질환의 개선(Yoon YG 2024), 빈혈 개선(Morand C 등 2011), 항암효과(Jayaprakasha GK & Patil BS 2007; Kim SS 등 2021), 혈압 감소(Morand C 등 2011), 인슐린 민감도 개선(Murphy MM 등 2017), 항노화 효과(Kim YH 등 2023) 및 ATP 대사에 관여해 체지방을 감소시켜 주는 효능(de Lima LP & de Paula Barbosa A 2021)이 있어 비만 예방(Montalbano G 등 2019; Briskey D 등 2022)을 위한 건강보조식품으로 이용되고 있다.

우리나라 식생활이 간편식으로 패턴 변화가 나타남에 따

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

라서 제과 및 제빵의 소비가 증가하였다(Kim JH 등 2008). 머핀은 컵케이크의 일종으로 비스킷 종류이다. 머핀은 제빵류 중 가장 기본적인 품목으로 달걀과 우유 등의 원료를 사용하여 구웠으며, 주로 음료와 함께 식사 대용, 후식 및 간식 용으로 이용되고 있다(Park EJ 2016; Ju YE & Shin KO 2024). 선행연구(Park EJ 2016)에서 머핀은 다른 재료의 첨가에 의해 글루텐(gluten) 형성이 크게 영향을 받지 않고, 제조가 용이하여 시금치(Joo SY 등 2006), 마(Joo N 등 2008), 다시마(Kim JH 등 2008), 버찌(Kim KH 등 2009), 청국장(Seo EO 등 2009), 블루베리(Hwang SH & Ko SH 2010), 흑마늘(Yang SM 등 2010), 자색고구마(Ko SH & Seo EO 2010), 복분자(Ko DY & Hong HY 2011), 대추(Kim EJ & Lee JH 2012), 아사이베리(Kim HS 2012), 살구(Lee YS & Chung HJ 2013), 비트(Seo EO & Ko SH 2014), 홍삼박(Jung YM 등 2015), 마늘 껍질(Yoon JC 등 2023), 밀웬(Hwang SY & Choi SK 2015; Yoon JA & Shin KO 2023) 및 차전자피(Ju YE & Shin KO 2024), 오디(Yoon JA & Shin KO 2024) 및 천심련(Kim DH & Shin KO 2025) 등의 재료들과의 혼합하여 실험의 재료로 사용되거나 간식의 종류로 선호도가 높은 편이다.

따라서 본 연구에서는 모로 블러드 오렌지 분말을 이용하여 머핀을 제조한 후, 모로 블러드 오렌지 분말 첨가 머핀의 기능성식품으로의 활용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 머핀의 재료

본 실험에서 사용된 모로 블러드 오렌지 분말은 조은엑초(Goodherb, Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 그 밖의 재료인 박력분(Beksul Co., Seoul, Korea), 달걀(Gomgom Co., Seoul, Korea), 버터(Lotte Co., Seoul, Korea), 우유(Samyang Corp, Seoul, Korea), 백설탕(Quality no.1 Co, Ulsan, Korea), 소금(Sempio Co., Shinan-gun, Korea), 베이킹파우더(Galimfood Co., Incheon, Korea)는 2024년 2월 남양주시 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 머핀의 제조 방법

Yoon JA & Shin KO(2023)의 연구를 참고하여 머핀을 제조하였으며, 재료의 배합 비율을 Table 1에 제시하였다. 머핀의 제조 방법은 크럼법을 변형하였고, 모로 블러드 오렌지 분말을 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 비율로 첨가하였다. 믹싱 볼에 버터를 넣고 반죽 혼합기(BS-201, Busung, Bucheon, Korea)에서 1단으로 교반하여 녹인 후, 설탕을 3회로 나누어 첨가하였으며, 이후 크럼의 형태가 유지되도록 3 min 동안 더 혼합하였다. 모로 블러드 오렌지 분말, 박력분, 소금, 베이

Table 1. Formula for the muffins made with *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder

Ingredients (g)	<i>Cs</i> ¹⁾ powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Wheat flour	200	190	180	160	120
<i>Cs</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⁾ *Cs*: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

킹파우더는 35 메시(mesh) 체에 쳐서 첨가하였으며, 우유는 마지막에 넣고, 1 min 동안 섞어준 후 반죽을 완성하였다. 완성된 반죽은 70 g씩 유산지에 나누어 담았으며, 이를 머핀 틀에 담아 25 min 동안 구웠다. 오븐(Horno Panadero, BS023, Busung, Bucheon, Korea)의 조건은 윗불 180℃, 아랫불 170℃였다. 구운 머핀은 실온에서 방랭하여 실험에 사용하였다.

3. 색도 측정, 외관 및 단면 관찰

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

4. 머핀의 부피, 높이, 무게, pH 및 수분함량 측정

머핀의 부피는 Ryu SY 등(2008)의 방법을 활용하여 쌀을 이용한 종자치환법으로 측정하였다. 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 전자저울(IB-410, Innotem, Seoul, Korea)을 이용하여 측정하였다. 머핀의 pH는 머핀 3 g를 갈아서 증류수 27 mL에 섞은 현탁액을 8 µm 정성 여과지(1002 150, Whatman)로 여과한 후, pH 미터(pH 7110, InoLab, Seoul, Korea)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 머핀의 수분함량은 AOAC법(AOAC 2000)을 이용하여 105℃ 드라이 오븐(KC0-150, Kuk Je Eng CO, Goyang, Korea)에서 항량이 되

도록 측정하였다(Yoon JA & Shin KO 2023).

5. 메탄올 추출물 제조

머핀의 추출물 제조는 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 보관하였다. 보관된 시료는 총 페놀, 총 플라보노이드, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 측정에 사용하였다.

6. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

머핀의 총 페놀 함량은 각 시료 10 μL에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent와 증류수를 1:2의 비율로 섞어 제조한 혼합시약 10 μL를 가하여 3 min 동안 방치한 후, 10% 탄산나트륨(NaCO₃) 150 μL를 첨가하여 암실에서 1 hr 동안 반응시켜서 765 nm에서 흡광도(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)를 측정하였다(Folin O & Denis W 1912). 결과값은 gallic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용하였으며, 농도별 표준곡선을 작성한 후, 시료 1 g에 대한 mg gallic acid equivalents(GAE)로 나타내었다. 머핀의 총 플라보노이드 함량은 각 시료 125 μL에 증류수 500 μL, 5% 아질산나트륨(NaNO₂) 37.5 μL를 넣고 5 min 동안 방치한 후, 10% 염화알루미늄(AlCl₃ · 6H₂O) 75 μL를 혼합하여 6 min 동안 반응시켰다. 여기에 1 M sodium hydroxide 250 μL를 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 표준물질로 사용하여 농도별 표준곡선을 작성한 후, 시료 1 g에 대한 mg quercetin equivalents(QE)로 나타내었다(Hwang ES & Cheung JS 2024).

7. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 분석

DPPH 라디칼 소거 활성은 Cheung LM 등(2003)의 방법으로 측정하였다. 시료 5 g에 95% 에탄올 20 mL를 넣고 볼텍스 믹서(M04-06-100, Totalscience, Namyangju-si, Korea)로 15 sec 동안 균질하게 혼합한 후, 원심분리(13,500×g, 10 min)하여 얻은 상층액으로 DPPH 라디칼 소거 활성을 측정하였다. 시료와 0.2 mM DPPH 용액을 각각 100 μL씩 혼합하여 37℃에서 30 min 동안 반응시킨 후, 분광광도계(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)로 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래 식에 따라 DPPH 라디칼 소거 활성을 계산하였

다(Kim YH & Yook HS 2024).

$$\text{DPPH 라디칼 소거 활성 (\%)} = \left(1 - \frac{S-B}{C}\right) \times 100$$

S = 시료 첨가구의 흡광도

B = Blank의 흡광도

C = Control(시료 무첨가구)의 흡광도

ABTS 라디칼 소거 활성은 Re R 등(1999)의 방법으로 측정하였다. 실험 시작 하루 전에 ABTS 7.0 mM과 potassium persulfate 2.45 mM를 암소에서 반응시켜 ABTS 양이온이 형성되도록 하였다. 시료와 ABTS 용액을 각각 100 μL씩 혼합하여 37℃에서 30 min 동안 반응시킨 후 분광광도계(MMR SPARK[®], Tecan, Switzerland)로 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아래 식에 따라 ABTS 라디칼 소거 활성을 계산하였다(Kim YH & Yook HS 2024).

$$\text{ABTS 라디칼 소거 활성 (\%)} = \left(1 - \frac{S}{C}\right) \times 100$$

S = 시료 첨가구의 흡광도

C = Control(시료 무첨가구) 흡광도

8. 무기질 함량 분석

머핀의 칼슘, 마그네슘, 아연 및 철의 무기질 함량 분석은 Hwang ES(2013)의 실험방법을 본 실험에 맞게 변형하여 사용하였다. 시료 0.5 g을 취하여 비커에 넣고 질산(HNO₃)을 일정량 첨가하여 시계 접시(Watch glass)에 넣은 후, 50℃ 핫플레이트(hot plate) 위에서 5시간 이상 반응시키면서 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 분해하였다. 분해시킨 시료를 비커에 넣고 증발시킨 후, 증발시킨 산의 농도가 1~5%가 되도록 증류수로 희석해 가며 약 50 g의 시료액을 조제하였다. 각 시료에 함유된 칼슘, 마그네슘, 아연 및 철은 Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer(ICP-MS, ELAN DRC II, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였다.

9. 기호도 검사

머핀의 기호도 검사 패널 요원은 식품영양을 전공하는 대학생 27명을 대상으로 실시하였다. 검사원들에게 기호도 검사에 대한 사전 교육을 실시한 후, 본 실험에 참여하도록 하였다. 머핀 시료는 동일한 20℃(실온)에서 1 × 1 × 1 cm 크기로 제공하였다. 외관(appearance), 향(aroma), 맛(taste), 텍스처(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptance) 5가지 항목에 대하여 5점 척도법으로 평가하였다.

10. 통계처리

머핀에 대한 품질 특성 및 기호도 검사에 대한 실험 자료는 SPSS 23.0 program(IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 시료에 대한 Mean±S.D로 나타내었으며, 시료 간의 차이 분석은 one-way ANOVA를 사용하였고, 사후검정은 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p<0.05$ 에서 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 머핀의 색도, 외관 및 단면 관찰

Cs 분말을 첨가한 머핀의 색도 및 단면 관찰은 Table 2와 Fig. 1에 제시하였다. 머핀의 L*값(명도)은 대조군에서 82.03±

1.39로 가장 높았고, Cs 분말 5% 첨가군 81.44±0.23, 10% 첨가군 80.21±0.30, 20% 첨가군 78.40±0.26, 40% 첨가군 72.66±0.34로 나타나 Cs 분말 첨가량이 증가할수록 L*값은 감소하였다($p<0.05$). a*값(적색도)은 대조군에서 -2.65±0.09, Cs 분말 40% 첨가군 2.30±0.17로 증가하는 경향을 보였다. b*값(황색도)은 모든 군에서 유의한 차이가 없었다. 다시마(Kim JH 등 2008), 대추 분말(Kim EJ & Lee JH 2012), 야콘(Lee WG & Lee JA 2014), 개다래 분말(Park EJ 2016), 홍국(Choi HS & Nam HY 2018)을 첨가한 머핀 연구에서도 각각 시료의 분말 첨가량이 증가함에 따라 L값과 b값은 감소하였으며, a값은 증가하였다고 보고하였으며, 이는 본 연구 결과와 유사한 양상을 보였다. 머핀에 첨가하는 재료 종류의 색에 따라 머핀의 색도에 영향을 주는 것으로 판단된다. 본 연구에서 머핀의 외

Table 2. Color values of muffins with *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder

Property (inside)	Cs ¹⁾ powder content (%)				
	0	5	10	20	40
L* (lightness)	82.03±1.39 ^{2)a3)}	81.44±0.23 ^b	80.21±0.30 ^c	78.40±0.26 ^d	72.66±0.34 ^e
a* (redness)	-2.65±0.09 ^d	-2.14±0.07 ^d	-1.04±0.07 ^c	-0.04±0.01 ^b	2.30±0.17 ^a
b* (yellowness)	29.90±1.59	28.95±0.87	28.20±0.93	28.90±0.70	29.32±0.62

¹⁾ Cs: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (a~e) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

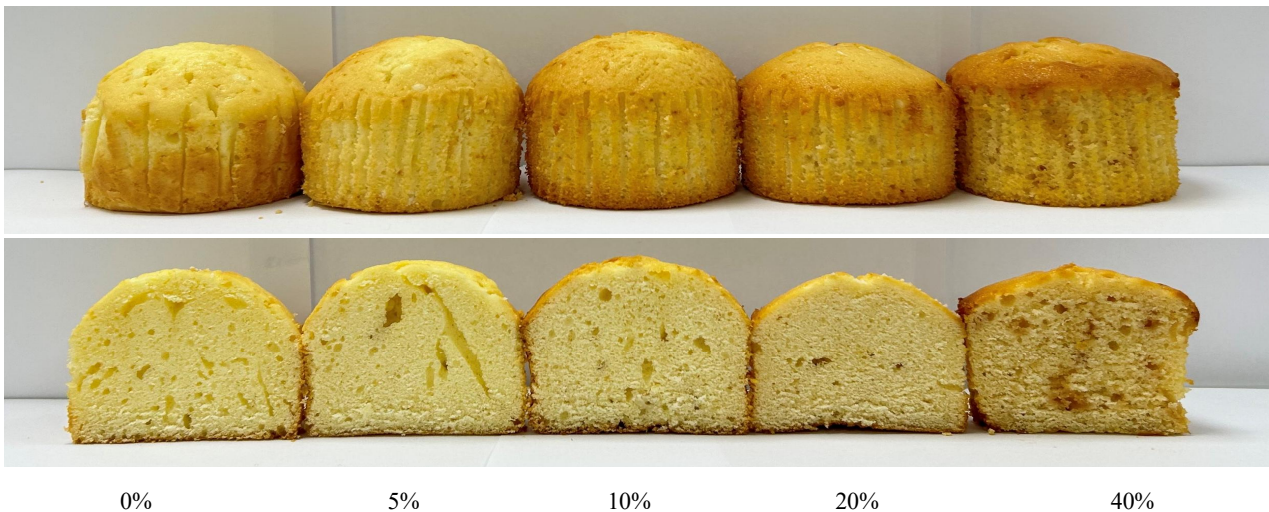


Fig. 1. Muffin with various levels of supplemental *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

0%: Control (flour without *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder).

5%: Flour with 5% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

10%: Flour with 10% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

20%: Flour with 20% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

40%: Flour with 40% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

관은 단면을 잘라 사진으로 비교한 결과, Cs 분말 첨가량이 증가할수록 머핀의 색이 어두워지고, 크기가 감소하는 경향을 보였다. 천심련 분말을 첨가한 머핀 연구(Kim DH & Shin KO 2025)에서도 천심련 분말의 첨가량이 증가할수록 색이 진한 녹색으로 변화하면서 부피와 높이가 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다.

2. 머핀의 부피, 높이, 무게, pH 및 수분함량

Cs 분말을 첨가한 머핀의 부피, 높이, 무게, pH 및 수분함량은 Table 3에 제시하였다. 머핀의 부피는 대조군에서 143.33±3.33 mL, Cs 분말 5% 첨가군 142.22±4.16 mL, 10% 첨가군 137.22±3.42 mL, 20% 첨가군 132.78±4.16 mL, 40% 첨가군 125.00±3.33 mL로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 이는 천심련 분말을 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 첨가군에서 150.63~144.90 mL까지 감소하였다는 결과와 일치하며, 이는 Cs 분말 첨가로 인해 머핀의 상태 변화가 일어날 때, Cs 분말의 무게가 머핀의 팽창에 영향을 준 것으로 판단된다. 본 연구에서 머핀의 높이는 Cs 분말 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 각각 53.00±0.15, 52.80±0.12, 50.60±0.10, 49.20±0.12 및 46.40±0.10 mm로 나타나 Cs 분말 첨가군에서 대조군에 비해 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 개다래 분말(Park EJ 2016), 오디 분말(Yoon JA & Shin KO 2024), 천심련 분말(Kim DH & Shin KO 2025)을 첨가한 연구에서도 머핀에 재료의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이는 낮아지는 경향을 보였다고 보고하였으며, 이는 Park EJ (2016)의 연구에서 지적했듯이 부재료 종류와 함유되어 있는 성분 조성 차이에 기인한다고 판단된다. 본 연구에서 머핀의 무게는 대조군 64.13±5.04 g였으며, Cs 분말 첨가군에서는 65.25~65.88 g으로 나타났다. 본 연구에서 pH는 Cs 분말 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 각각 6.95±0.04, 6.84±0.02, 6.68±0.01, 6.29±0.01 및 5.76±0.02 g으로 나타나 Cs 분말 첨가량

이 증가할수록 pH는 감소하는 경향을 보였다. 이는 머핀에 여주 분말(An SH 2014), 보리순 분말(Cho JS & Kim HY 2014), 개다래 분말(Park EJ 2016)을 첨가할수록 pH가 감소했다는 연구와 같은 결과를 보였으며, 모로 블러드 오렌지의 pH가 약 3.0~4.0 사이로 낮은 이유에 기인한 것으로 사료된다. 본 연구에서 수분함량은 대조군에서 21.13±1.78%, Cs 분말 5% 첨가군 22.21±1.46%, 10% 첨가군 22.47±0.65%, 20% 첨가군 23.21±0.63%, 40% 첨가군 24.03±1.20%로 나타났다. Cs 분말의 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가하였는데, 이는 아로니아 분말을 첨가한 머핀에서 수분이 증가하였다는 연구와 유사한 경향을 보였다(Park HJ & Chung HJ 2014).

3. 머핀의 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량

Cs 분말을 첨가한 머핀의 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량은 Fig. 2에 제시하였다. 총 페놀 함량은 Cs 분말 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 각각 0.79±0.02, 0.92±0.01, 1.01±0.01, 1.08±0.02 및 1.17±0.01 mg GAE/g으로 나타나 머핀에 Cs 분말 첨가량이 증가할수록 총 페놀 함량은 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 머핀에 천심련 분말을 첨가한 연구(Kim DH & Shin KO 2025)에서 총 페놀 함량은 대조군(38.97±0.15 mg GAE/g)에 비해 천심련 분말 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 및 2.5% 첨가군은 각각 40.48±0.15, 41.93±0.10, 45.47±0.31, 48.13±0.08 및 52.23±0.50 mg GAE/g 순으로 머핀에 천심련 분말 첨가량이 높을수록 증가하였으며, 딸보리수(Hong JY 2019), 물영경귀 분말(Jeon JY 등 2022), 마늘껍질 분말(Yoon JC 등 2023), 오디 분말(Yoon JA & Shin KO 2024) 및 차전자피 분말(Ju YE & Shin KO 2024)을 첨가한 머핀 연구에서도 본 연구와 같은 양상을 보였다. 본 연구에서 총 플라보노이드 함량은 대조군에서 0.90±0.00 mg QE/g 인 반면에, Cs 분말 첨가량이 5%, 10%, 20% 및 40%로 증가할수록 각각 1.10±0.01, 1.16±0.01, 1.24±0.03 및 1.31±0.01

Table 3. Baking properties and moisture of muffins with *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder

Property	Cs ¹⁾ powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Volume (mL)	143.33±3.33 ^{2)a3)}	142.22±4.16 ^b	137.22±3.42 ^c	132.78±4.16 ^d	125.00±3.33 ^c
Height (mm)	53.00±0.15 ^a	52.80±0.12 ^b	50.60±0.10 ^c	49.20±0.12 ^d	46.40±0.10 ^c
Weight (g)	64.13±5.04	65.88±2.67	65.50±3.71	65.75±1.92	65.25±2.33
pH	6.95±0.04 ^a	6.84±0.02 ^a	6.68±0.01 ^a	6.29±0.01 ^a	5.76±0.02 ^b
Moisture (%)	21.13±1.78 ^d	22.21±1.46 ^c	22.47±0.65 ^c	23.21±0.63 ^b	24.03±1.20 ^a

¹⁾ Cs: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (a~e) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

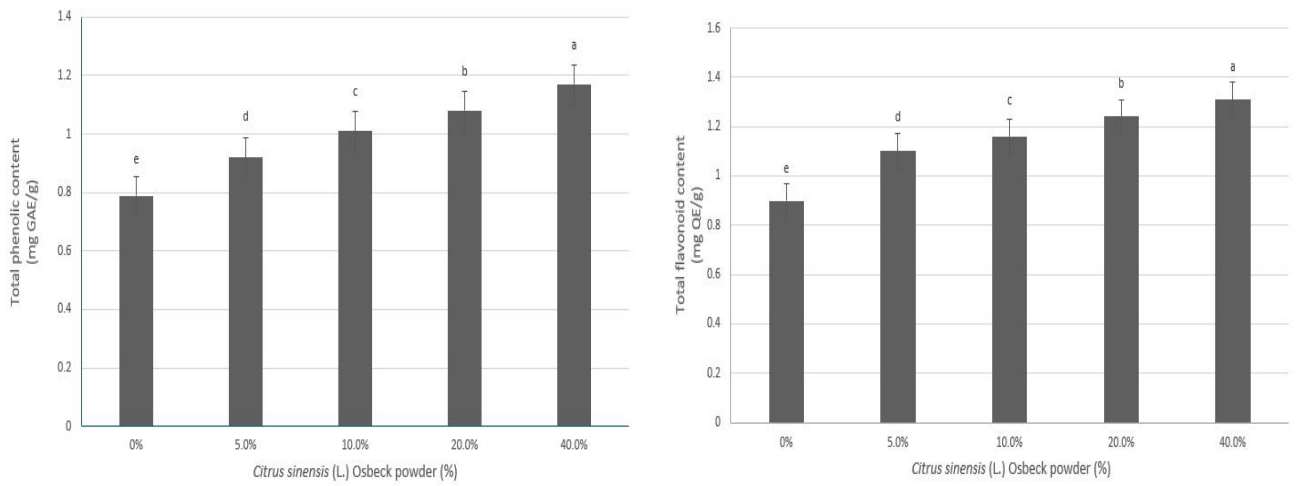


Fig. 2. Total phenolic and total flavonoid contents of muffin with *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder. Each value in mean±S.D. Value with different letters were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

0%: Control (flour without *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder).

5%: Flour with 5% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

10%: Flour with 10% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

20%: Flour with 20% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

40%: Flour with 40% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

mg QE/g으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 차전자피 분말을 첨가한 머핀의 연구(Ju YE & Shin KO 2024)에서 총 플라보노이드 함량은 대조군 0.12 ± 0.06 mg CE/g에 비해 차전자피 분말 5% 첨가군에서부터 0.32 ± 0.06 mg CE/g으로 유의적으로 증가하였으며, 천심련 분말을 첨가한 머핀 연구(Kim DH & Shin KO 2025)에서도 총 플라보노이드 함량은 대조군 24.83 ± 1.89 mg QE/g에 비해 천심련 분말 2.5% 첨가군에서 269.50 ± 9.76 mg QE/g으로 증가하였다고 보고하였다. 또한 오디 분말을 0~40% 첨가한 머핀 연구(Yoon JA & Shin KO 2024)에서도 총 플라보노이드 함량은 $57.42\sim 393.17$ mg QE/g으로 유의하게 증가하였다고 보고하였다.

4. 머핀의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성

Cs 분말을 첨가한 머핀의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Fig. 3에 제시하였다. DPPH 라디칼 소거 활성에서는 아스코르브산을 양성대조군(positive control)으로 설정하였으며, 아스코르브산의 DPPH 라디칼 소거 활성은 $86.28\pm 0.25\%$ 로 측정되었다. DPPH 라디칼 소거 활성은 Cs 분말 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 각각 5.83 ± 0.28 , 8.70 ± 0.07 , 30.02 ± 0.20 , 45.47 ± 0.10 및 $56.70\pm 0.12\%$ 로 나타나 머핀에 Cs 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거 활성은 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 이는 모로 블러드 오렌지에 다량 함유된 cyanidin-3-O-glucoside와 같은 안토시아닌 성분 때문으로 판단되며, 모로 블러드 오렌지 분말의 항산화 활성은

머핀 제조 후에도 그 활성이 유지되는 것으로 확인되었고, 머핀 제조 시 모로 블러드 오렌지 분말 첨가는 머핀의 기능성 향상에 기여할 것으로 사료된다. 개다래 분말 첨가 머핀의 DPPH 라디칼 소거 활성은 대조군의 9.7%에 비해 개다래 분말 첨가 머핀에서 27.91~52.76%로 개다래 첨가량이 증가할수록 높게 나타났고, DPPH 라디칼 소거 활성은 페놀산, 플라보노이드 등의 물질에 대한 항산화 작용의 지표이며, 환원력이 클수록 전자공여능이 높다고 보고하였다(Park EJ 2016). 또한 머핀 제조 시 대추 분말 첨가 시에도 DPPH 라디칼 소거 활성은 대조군에서 28.49%였으나, 20% 첨가군에서 43.4%로 대추 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 DPPH 라디칼 소거 활성이 증가하였다고 보고하였으며(Kim EJ & Lee JH 2012), 머핀에 천심련 분말 첨가 연구에서는 DPPH 라디칼 소거 활성은 대조군 14.26 ± 0.16 , 천심련 분말 2.5% 첨가군에서는 $26.94\pm 0.29\%$ 로 나타나 천심련 분말의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거 활성도 증가하는 것으로 보고하였다(Kim DH & Shin KO 2025). 그 외에도 살구 분말(Lee YS & Chung HJ 2013), 여주 분말(An SH 2014), 인삼잎 분말(Cheon SY 등 2014), 홍삼박 분말(Jung YM 등 2015), 히비스커스 분말(Kim SJ & Kim HY 2019), 레몬그라스 분말(Lee JW 등 2015), 그라비올라 분말(Yang SW 2018), 와송 분말(Kim YJ 등 2024) 및 차전자피 분말(Ju YE & Shin KO 2024)을 첨가한 머핀 연구도 본 연구와 같은 결과를 보였다. 본 연구에서 ABTS 라디칼 소거 활성은 양성대조군인 아스

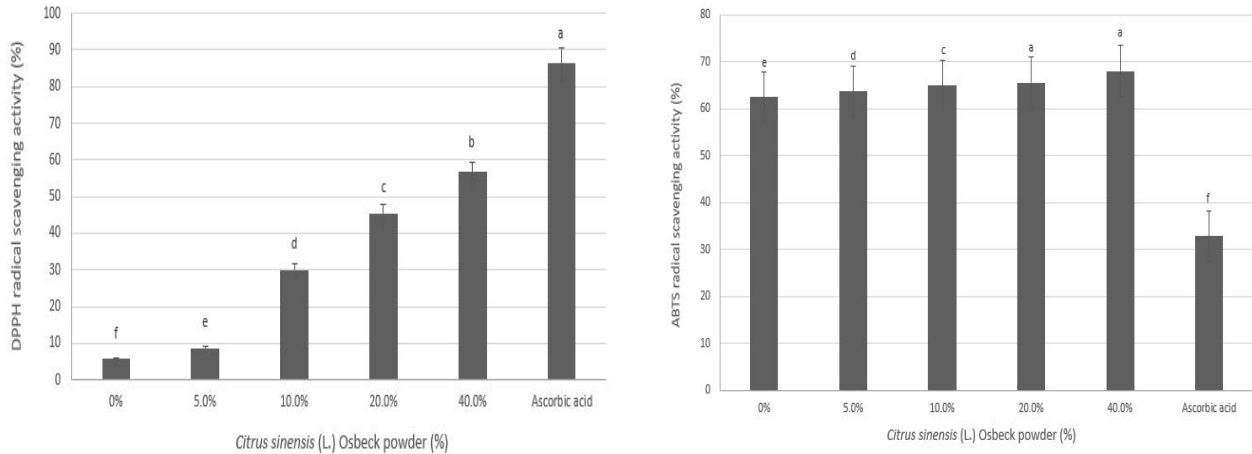


Fig. 3. DPPH and ABTS radical scavenging activity of of muffin with *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder. Each value in mean±S.D. Value with different letters were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

0%: Control (flour without *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder).

5%: Flour with 5% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

10%: Flour with 10% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

20%: Flour with 20% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

40%: Flour with 40% *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

코르브산은 $32.82\pm 0.20\%$ 인 반면에, Cs 분말 0~40% 첨가군에서 $62.51\sim 67.98\%$ 로 나타났으며, ABTS 라디칼 소거 활성은 머핀에 Cs 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 차전자피 분말을 첨가한 연구(Ju YE & Shin KO 2024)에서 대조군에 비해 차전자피 20% 첨가군에서는 $27.85\pm 0.00\%$ 로 머핀에 차전자피 분말의 첨가량이 증가할수록 ABTS 라디칼 소거 활성은 증가하였다고 보고하였으며, 머핀에 마늘(Yoon JC 등 2023), 천심련 분말(Kim DH & Shin KO 2025)을 첨가한 연구에서도 본 연구 결과와 같은 양상을 보였다.

5. 머핀의 무기질 함량

Cs 분말을 첨가한 머핀의 무기질 함량은 Table 4에 제시하였다. 머핀의 칼슘 함량은 Cs 분말 0~10% 첨가군에서는 $212.52\sim 216.98$ mg였으며, 20% 첨가군에서는 228.58 ± 0.41 mg, 40% 첨가군에서 244.12 ± 0.37 mg으로 증가하였다($p<0.05$). 머핀의 마그네슘 함량은 대조군에서 334.17 ± 0.14 mg이었으며, Cs 분말 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서는 각각 321.27 ± 0.22 , 308.07 ± 0.79 , 285.49 ± 0.13 , 284.84 ± 0.26 mg으로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 머핀의 망간 함량도 대조군에서는 1.84 ± 0.03 mg인 반면에 Cs 분말 첨가량이 40%까지 첨가할수록 0.82 ± 0.04 mg으로 유의하게 감소하였다

Table 4. Minerals composition of of muffins with *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder

Measurement (mg)	Cs ¹⁾ powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Ca	$212.52\pm 0.14^{2)3)}$	215.18 ± 0.49^c	216.98 ± 0.68^c	228.58 ± 0.41^b	244.12 ± 0.37^a
Mg	334.17 ± 0.14^a	321.27 ± 0.22^b	308.07 ± 0.79^c	285.49 ± 0.13^d	284.84 ± 0.26^d
Mn	1.84 ± 0.03^a	1.60 ± 0.13^b	1.35 ± 0.10^c	1.15 ± 0.02^c	0.82 ± 0.04^d
Zn	3.39 ± 0.12^d	4.49 ± 0.43^c	8.76 ± 0.30^b	8.85 ± 0.93^b	9.12 ± 0.45^a
Fe	6.51 ± 0.43	-	-	-	-

¹⁾ Cs: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (a~d) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

($p<0.05$). 머핀의 아연 함량은 Cs 분말 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 각각 3.39 ± 0.12 , 4.49 ± 0.43 , 8.76 ± 0.30 , 8.85 ± 0.93 , 9.12 ± 0.45 mg으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 차전자피 분말을 첨가한 머핀 연구(Ju YE & Shin KO 2024)에서는 머핀에 차전자피 분말 첨가량이 증가할수록 칼슘, 마그네슘, 망간, 셀레늄 및 아연 함량은 증가한 반면에, 철의 함량은 유의하게 감소하였으며, 천심련 분말을 첨가한 머핀 연구(Kim DH & Shin KO 2025)에서는 머핀에 천심련 분말의 첨가량이 증가할수록 칼슘, 마그네슘, 망간, 셀레늄, 아연 등의 함량이 증가하였다고 보고하였다. 이는 머핀에 사용되는 천연재료의 종류와 함량에 따라 무기질 함량에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

6. 머핀의 기호도 조사

Cs 분말을 첨가한 머핀의 기호도 조사는 Table 5에 제시하였다. 머핀의 외관은 대조군에서 4.19점으로 높게 나타났으나, Cs 분말 첨가량이 0~40%로 증가할수록 4.04~2.11점으로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 머핀의 향은 Cs 분말 40% 첨가군에서 3.96점으로 다른 군에 비해 향이 강하게 나타났다($p<0.05$). 머핀의 맛은 Cs 분말 10%와 20% 첨가군에서 각각 3.26점과 3.37점으로 높게 나타났으나, 텍스처는 Cs 분말 40% 첨가군에서 2.44점으로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 전반적인 기호도는 Cs 분말 10% 첨가군에서 3.41점으로 가장 높게 나타났으며, Cs 분말 40% 첨가군에서 2.67점으로 가장 낮은 수치를 보였다. 차전자피 분말 첨가 머핀의 전반적인 기호도는 차전자피 분말 5% 첨가군에서 선호도가 높았으며(Ju YE & Shin KO 2024), 천심련 분말 첨가 머핀의 전반적인 기호도는 천심련 분말 2.0% 첨가군에서 선호도가 높았다고 보고하였다(Yoon JA & Shin KO 2023). 이는 선행 연구(Yoon JA & Shin KO 2023)에서도 지적했듯이 머핀에 사용된 재료의 특성과 개인의 식성 등 기호도에 따라 달라진

다고 사료된다.

요 약

본 연구는 모로 블러드 오렌지(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, 'Moro') 분말을 0%, 5%, 10%, 20% 및 40%의 비율로 첨가하여 제조한 머핀의 품질과 관능을 평가하기 위해 진행하였다. 머핀의 L*값은 대조군에서 82.03 ± 1.39 로 가장 높았고, a*값은 Cs 분말 40% 첨가군에서 2.30 ± 0.17 로 대조군에 비해 증가하는 경향을 보였다. b*값은 모든 군에서 유의한 차이가 없었다. 머핀에 Cs 분말 첨가량이 증가할수록 부피, 높이는 감소하였으며, 무게는 증가하였다. 머핀의 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 머핀에 Cs 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 높은 수치를 보였다($p<0.05$). 머핀의 무기질 함량은 Cs 분말 첨가량이 증가할수록 칼슘과 아연 함량은 유의하게 증가하였으나($p<0.05$), 마그네슘과 망간은 감소하였다($p<0.05$). 머핀의 기호도 검사 결과, 전반적인 기호도는 10% 첨가군에서 3.41점으로 가장 높게 나타나 가장 선호하는 것으로 평가되었다. 본 연구 결과를 종합할 때, Cs 분말 10% 첨가군이 품질과 기호도 조사에서 우수한 효과를 보였으며, 모로 블러드 오렌지 분말을 활용한 기능성식품 개발의 가능성을 제시하였다.

REFERENCES

- An SH (2014) Quality characteristics of muffin added with bitter melon powder. *Korean J Food Cook Sci* 30(5): 499-508.
- AOAC (2000) *Official Methods of Analysis*. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. pp 33-36.

Table 5. Sensory evaluation of preference test of muffins with *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder

Property	Cs ¹⁾ powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Appearance	4.19±0.98 ^{2a3)}	4.04±1.04 ^a	3.89±0.87 ^b	3.63±0.91 ^b	2.11±1.07 ^c
Aroma	2.74±0.97 ^b	2.81±1.12 ^b	3.56±1.03 ^a	3.44±0.83 ^a	3.96±1.07 ^a
Taste	2.70±0.90 ^b	2.74±1.00 ^b	3.26±1.26 ^a	3.37±1.02 ^a	2.78±1.34 ^b
Texture	3.22±0.99 ^a	3.37±0.99 ^a	3.67±1.02 ^a	3.33±1.05 ^a	2.44±1.26 ^b
Overall acceptance	3.19±1.09 ^a	3.30±1.08 ^a	3.41±1.16 ^a	3.37±0.95 ^a	2.67±1.33 ^b

¹⁾ Cs: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck powder.

²⁾ Mean±S.D.

³⁾ Different superscripts (a~c) in a row indicate significant differences at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

- Briskey D, Malfa GA, Rao A (2022) Effectiveness of “moro” blood orange *Citrus sinensis* Osbeck (Rutaceae) standardized extract on weightloss in overweight but otherwise healthy men and women: Arandomized double-blind placebo-controlled study. *Nutrients* 14(3): 427.
- Cheon SY, Kim KH, Yook HS (2014) Quality characteristics of muffins added with ginseng leaf. *Korean J Food Cook Sci* 30(3): 333-339.
- Cheung LM, Cheung PCK, Ooi VEC (2003) Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chem* 81(2): 249-255.
- 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. *Journal of the Korean Applied Science and Technology* 35(4): 1442-1455.
- de Lima LP, de Paula Barbosa A (2021) A review of the lipolytic effects and the reduction of abdominal fat from bioactive compounds and moro orange extracts. *Heliyon*. 7(8): e07695.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-243.
- Fraga LN, Coutinho CP, Rozenbaum AC, Tobaruela EC, Lajolo FM, Hassimotto NMA (2021) Blood pressure and body fat% reduction is mainly related to flavanone phase II conjugates and minor extension by phenolic acid after long-term intake of orange juice. *Food Funct* 12(22): 11278-11289.
- Habibi F, Ramezani A, Guillén F, Castillo S, Serrano M, Valero D (2020) Changes in bioactive compounds, antioxidant activity, and nutritional quality of blood orange cultivars at different storage temperatures. *Antioxidants (Basel)* 9(10): 1016.
- Habibi F, Sarkhosh A, Guillén F, Serrano M, Valero D (2023) Changes in physicochemical characteristics, peel color, and juice attributes of ‘Moro’ blood orange fruit treated with glycine betaine and methyl salicylate during cold quarantine storage. *Horticulturae* 9(10): 1103.
- Hong JY (2019) Quality characteristics of muffin added with *Elaeagnus multiflora* powder. *Food Sci Preserv* 26(1): 74-82.
- 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 SH, Ko SH (2010) Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). *J East Asian Soc Diet Life* 20(5): 727-734.
- Hwang SY, Choi SK (2015) Quality characteristics of muffins containing mealworm (*Tenebrio molitor*). *Culi Sci & Hos Res* 21(3): 104-115.
- Jayaprakasha GK, Patil BS (2007) *In vitro* evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. *Food Chem*. 101(1): 410-418.
- Jeon JY, Kim MH, Han YS (2022) Antioxidant activity and quality characteristics of muffins prepared with the addition of *Cirsium nipponicum* powder. *J Korean Soc Food Cult* 37(2): 162-172.
- Joo N, Lee SM, Jeong HS, Park SH, Jung AR, Ryu SY, Lee JH, Jung HA (2008) The optimization of muffin with yam powder using response surface methodology. *J Korean Soc Food Cult* 23(2): 243-251.
- Joo SY, Kim HJ, Paik JE, JooNM, Han YS (2006) Optimization of muffin with added spinach powder using response surface methodology. *Korean J Food Cook Sci* 22(1): 45-55.
- 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.
- Jung YM, Oh HS, Kang ST (2015) Quality characteristics of muffins added with red ginseng marc powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(7): 1050-1057.
- 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 HS (2012) Quality characteristics and antioxidant activities of muffins with the acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 21-49.
- 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 KH, Lee SY, Yook HS (2009) Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(6): 750-756.
- Kim SJ, Kim HY (2019) Effect of hibiscus powder (*Hibiscus sabdariffa* L.) on the quality of muffins. Korean J Community Living Sci 30(4): 517-527.
- Kim SS, Park SM, Park KJ, Joa JH, Yun SH, Han SG (2021) Determination of pigments and antioxidant activities of 'Cara Cara', 'Moro', 'Tarocco'. Journal of Subtropical Agriculture and Biotechnology 37(1): 47-58.
- Kim YH, Lim CY, Jung JI, Kim TY, Kim EJ (2023) Protective effects of red orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck [Rutaceae]) extract against UVA-B radiation-induced photoaging in Skh:HR-2 mice. Nutr Res Pract 17(4): 641-659.
- Kim YH, Yook HS (2024) Effects of pan-roasting time on the quality characteristics and antioxidant activities of yam (*Dioscorea japonica* Thunb.) tea. J Korean Soc Food Sci Nutr 53(10): 1048-1056.
- 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.
- Ko DY, Hong HY (2011) Quality characteristics of muffins containing Bokbunja (*Rubus coreus* Miquel) powder. J East Asian Soc Diet Life 21(6): 863-870.
- Ko SH, Seo EO (2010) Quality characteristics of muffins containing purple colored sweetpotato powder. J East Asian Soc Diet Life 20(2): 272-278.
- Lee JW, Kim GJ, Rho KA, Chung KH, Yoon JA, An JH (2015) Quality characteristics and antioxidant activity of muffins containing lemongrass powder. Korean J Food Nutr 28(5): 794-801.
- Lee WG, Lee JA (2014). Quality characteristics of muffins prepared with yacon powder. Culi Sci & Hos Res 20(4): 14-16.
- Lee YS, Chung HJ (2013) Quality characteristics of muffins supplemented with freeze-dried apricot powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(6): 957-963.
- Montalbano G, Mania M, Guerrera MC, Laurà R, Abbate F, Levanti M, Maugeri A, Germanà A, Navarra M (2019) Effects of a flavonoid-rich extract from *Citrus sinensis* juice on a diet-induced obese zebrafish. Int J Mol Sci 20(20): 5116.
- Morand C, Dubray C, Milenkovic D, Lioger D, Martin JF, Scalbert A, Mazur A (2011) Hesperidin contributes to the vascular protective effects of orange juice: A randomized crossover study in healthy volunteers. Am J Clin Nutr 93(1): 73-80.
- Murphy MM, Barrett EC, Bresnahan KA, Barraj LM (2017) 100% Fruit juice and measures of glucose control and insulin sensitivity: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. J Nutr Sci 6: e59.
- Nicolosi E, Deng ZN, Gentile A, La Malfa S, Continella G, Tribulato E (2000) Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular markers. Theor Appl Genet 100: 1155-1166.
- Park EJ (2016) Quality characteristics of muffin added with *Actinidia polygama* powder. Culi Sci & Hos Res 22(2): 125-135.
- Park HJ, Chung HJ (2014) Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. Food Sci Preserv 21(5): 668-675.
- Rangel-Huerta OD, Aguilera CM, Martin MV, Soto MJ, Rico MC, Vallejo F, Tomas-Barberan F, Perez-de-la-Cruz AJ, Gil A, Mesa MD (2015) Normal or high polyphenol concentration in orange juice affects antioxidant activity, blood pressure, and body weight in obese or overweight adults. J Nutr 145(8): 1808-1816.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med 26(9-10): 1231-1237.
- Ryu SY, Jung HS, Joo NM, Jeong HS, Park SH, Shin GH (2008) Optimization of muffins containing dried leek powder using response surface methodology. J Korean Diet Assoc 14(2): 105-113.
- Seo EO, Ko SH (2014) Quality characteristics of muffins containing beet powder. Culi Sci & Hos Res 20(1): 27-37.
- Seo EO, Ko SH, Kim KO (2009) Quality characteristics of muffins containing Chungkukjang powder. J East Asian Soc Diet Life 19(4): 635-640.
- 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.

- Yang SW (2018) The research about quality characteristics of muffins with *Annona muricata* powder. MS Thesis Kyonggi University, Suwon. pp 79-83.
- 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 JC, Park HS, Han JH (2023) Quality characteristics of muffins with garlic peel powder and antioxidant. Culi Sci & Hos Res 29(5): 43-53.
- Yoon YG (2024) Improvement of blood lipid metabolism through the administration of Moro orange, hawthorn fruit, tamarind pulp, and *Gynostemma pentaphyllum* leaf extracts in mice fed a high-fat diet. J Appl Biol Chem 67(48): 344-352.
- 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 Jul. 3, 2025
Date Revised Aug. 5, 2025
Date Accepted Aug. 18, 2025