

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 이화학적 품질 특성

윤진아¹ · 정지오² · 김도희³ · 신경옥^{4*}

¹강서대학교 식품영양학과 교수, ²강서대학교 식품영양학과 학부생,
³삼육대학교 식품생명산업학과 석사과정, ⁴삼육대학교 식품영양학과 교수

Physicochemical Quality Characteristics of Madeleines Made with the Addition of *Prunus cerasus* L. Powder

Jin A Yoon¹, Jioh Jeong², Do-Hui Kim³ and Kyung-Ok Shin^{4*}

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

²Undergraduate Student, Dept. of Food and Nutrition, Gangseo University, Seoul 07661, Republic of Korea

³Master Student, Dept. of Food Science and Biotechnology, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

⁴Professor, Dept. of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

ABSTRACT

This study investigated the quality characteristics and antioxidant effects of madeleines prepared by adding 0%, 5%, 10%, 20%, and 40% of *Prunus cerasus* L. (Pc) powder. As the amount of Pc powder increased, a darker color was observed with a decrease in volume. The rate of baking loss decreased as the amount of Pc added increased ($p<0.05$). The lightness (L value) and yellowness (b value) of the madeleines decreased as the amount of Pc powder added increased, and the redness (a value) increased as the amount of Pc powder increased ($p<0.05$). The calcium content increased with an increase in the amount of tart cherry powder added. The selenium concentration was found to be 25.60 ± 0.08 mg and 27.67 ± 0.35 mg in 5% and 10% tart cherry powder per 100 g, respectively ($p<0.05$). As the amount of tart cherry powder added increased, the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity increased significantly. An analysis of the overall preference, revealed that the group with 10% Pc powder was most preferred ($p<0.05$), and taste and texture were high in the control group, and the 5%, and 10% groups. Based on these results, adding 10% of Pc powder when making madeleines was deemed to be the most effective in terms of the nutritional and sensory aspects. It is believed that various ways to utilize functional products containing Pc powder should be explored through continued research in the field of nutrition.

Key words: *Prunus cerasus* L., quality characteristics, madeleine, sensory evaluation

서 론

오늘날 식생활의 간편화와 디지털 문화의 확산 등으로 인하여 제과와 제빵의 수요가 꾸준히 증대되고 있다(Cha SS 등 2014). 그 중 마들렌(madeleine)은 간식으로 이용될 뿐만 아니라, 식사 대용으로도 소비되고 있으며, 선물용으로도 선호도가 높은 대중적인 제품으로 제조 방법이 다른 제과류에 비해 쉽고 저렴하여 대량 생산되고 있다(Shin SM 2021). Ryu JY 등(2018)의 연구에 의하면, 마들렌은 촉촉하면서 부드러운 질감 때문에 남녀노소 선호도가 높으며, 18세기 중엽 프랑스에서 처음 만들어진 후 인기가 날로 높아져 전 세계적으로 애용되고 있다(Shin SM 2021). 마들렌은 달걀이나 우유를 사용하여 만들기 때문에 미량 영양소와 적절한 열량 제

공이 가능하여 식사 대용이나 간식으로 섭취할 수 있다(Kim WS 2010). 또한 밀가루의 비율이 높기 때문에 다양한 건강기능 소재를 밀가루 대체재로 사용하면 영양학적으로 우수한 프리미엄 제품으로 개발이 가능하다(Jeon JE & Lee IS 2022). 실제로 소비자의 기호가 고급화, 다양화됨에 따라 기능성 물질을 첨가한 마들렌 개발에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다(Cha SS 등 2014). 최근 마들렌 관련 식품 연구로는 폴리페놀류를 함유한 유기농 인삼 잎(Kim KP 등 2016), 키틴을 함유한 홍계 다릿살(Kim BM 등 2016), 각종 유기산과 비타민 C가 함유된 골드키위 유산균 발효물(Ryu JY 등 2018), curcumin 등을 함유한 강황 분말(Jun KS 2019), 플라보노이드와 비타민 C를 함유한 진피 가루(Kang JH & Chung CH 2020), 시나린(cynarin) 성분을 함유한 아티초크(Han YH 2021), 셀레늄과 식이섬유가 함유된 카무트(Shin SM 2021), 펠수아미노산과 비타민 B₁이 함유된 볶음 검정콩

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

(Jeon JE & Lee IS 2022), gingerol, zingerone, shogaol 등이 함유된 생강청(Lee HJ 등 2022) 및 폴리페놀 성분이 함유된 잣잎 분말(Baek JJ 등 2022) 등을 활용한 제품연구가 활발히 진행되고 있다.

타트체리(Tart Cherry, *Prunus cerasus* L.)는 체리의 한 종류로 신맛이 강해서 ‘sour 체리’, ‘신양 앵두’라고도 불리며, *Lycaceae*속의 *Rosaceae*과에 해당한다(Fu Q 등 2022). 주로 5 개국인 미국, 러시아, 우크라이나, 터키, 이란에서 생산되며, 산도가 높고 단당류의 함량이 적어 주스나 잼으로 섭취되고, 냉동 또는 건조상태로 사용한다(Göncü A 2024). 체리는 크게 단맛이 강한 스위트체리와 신맛이 강한 타트체리 두 종류로 나뉘는데, 단맛이 강한 스위트체리에 비해 타트체리는 신맛이 강하고 색이 선명하고 붉다(Baek MJ 2023). 타트체리 생것의 열량은 100 g 기준 50 kcal로 비교적 낮고 비타민과 칼슘, 인, 칼륨 및 마그네슘 등의 미네랄이 풍부하며, 폴리페놀, 베타카로틴, 루테인 및 제아잔틴 등의 생리활성 물질들을 함유하고 있다(Bozhuyuk MR 2022; Göncü A 2024). 특히, 타트체리 생것은 수면 유도, 체내 독소 제거, 노화된 세포 재생, 혈액 속 지질 감소 등의 효과가 있는 멜라토닌 호르몬 생성 촉진 효능이 우수하여 새송이버섯의 46배, 브로콜리의 31배, 부추의 25배, 마늘의 5배에 달한다(Kelley DS 등 2018; Oh JS 2023). 또한 타트체리의 안토시아닌과 케르세틴과 같은 폴리페놀은 강력한 항산화 활성과 항염, 항암 및 항균 등의 건강상의 효능을 가지고 있다(Stretton B 등 2023). Kirakosyan A 등(2009)의 연구에 의하면, 파우더 형태의 타트체리는 추출물 형태보다 총 페놀 함량이 2.5배 많이 함유되어 있으며, 안토시아닌은 약 2배 이상 함유되어 있다고 보고하였다. Oh JS(2023)의 연구에서는 타트체리의 베타카로틴 함량이 딸기나 블루베리보다 높은 수준이라고 보고하였다.

이러한 결과들을 볼 때, 아직까지 마들렌 제조에 있어서 좋은 효과를 가지고 있는 타트체리를 이용한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 제조공정이 간편하고 수요가 높은 대중적 디저트인 마들렌 제조에 타트체리 분말을 첨가하여 제품의 특성과 항산화 활성을 측정하였으며, 시판되는 마들렌보다 영양소 함량을 높이고, 건강에 도움이 되는 기능성 마들렌의 제조에 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 재료인 타트체리 분말(Oneness Farm, Chungju, Korea), 박력분(Daehan Flour Mills Co., Seoul, Korea), 백설탕(Samyang Co., Seoul, Korea), 소금(CJ CheilJedang Co., Seoul, Korea), 버터(Lotte Co., Seoul, Korea), 계란(Gomgom Co., Seoul, Korea), 베이킹파우더(Breadgarden Co., Seoul, Korea)는 시중 마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 마들렌의 제조

타트체리 마들렌은 Jang JO(2007)의 마들렌 제조 방법을 참고하여 제조하였고, 예비 실험을 바탕으로 재료의 배합을 Table 1에 나타내었다. 타트체리 분말 첨가량은 밀가루 대비 0%, 5%, 10%, 20% 및 40%로 달리 첨가하여 마들렌을 제조하였고, 그 외의 재료는 모두 동일하게 첨가하여 제조하였다.

달걀에 설탕, 소금을 3번에 나누어 넣으면서 결정이 보이지 않을 때까지 혼합하였고, 분말 재료인 밀가루, 타트체리 및 베이킹파우더는 균일하게 혼합하여 체(35 mesh)에 내려서 넣은 후, 중탕으로 용해시킨 버터를 넣고 반죽하여 이를

Table 1. Formulas for madeleine added with *Prunus cerasus* L. powder

Ingredients (g)	<i>Prunus cerasus</i> L. powder content (%)				
	0 ¹⁾	5	10	20	40
Wheat flour	200	190	180	160	120
<i>Prunus cerasus</i> L. powder	0	10	20	40	80
Sugar	200	200	200	200	200
Butter	200	200	200	200	200
Egg	200	200	200	200	200
Baking powder	4	4	4	4	4
Salt	1	1	1	1	1

¹⁾ 0%: flour without *Prunus cerasus* L. powder, 5%: flour with 5% *Prunus cerasus* L. powder, 10%: flour with 10% *Prunus cerasus* L. powder, 20%: flour with 20% *Prunus cerasus* L. powder, 40%: flour with 40% *Prunus cerasus* L. powder.

냉장고에 30분간 휴지시켰다. 준비된 반죽을 마들렌 틀에 각 25 g씩 담고 상단 180°C, 하단 170°C로 미리 예열된 오븐에서 20분간 구웠다. 완성된 마들렌은 실온에서 1시간 방랭한 후 실험을 위한 시료로 사용하였다.

3. 마들렌의 무게, 높이, 부피 및 pH 측정

Yoon JA 등(2024)의 방법을 활용하여 무게, 높이, 부피 및 pH를 측정하였다. 마들렌의 무게는 전자저울(IB-410, Innotem Co., Yangju, Korea)을 이용하여 소수점 둘째 자리까지 측정하였고, 3회 반복하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다. 마들렌의 높이는 캘리퍼(150 × 0.05 mm, Eagle Vernier Caliper, Beijing, China)를 이용하여 마들렌이 가장 많이 부푼 부분을 측정하였고, 3회 반복하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다. 마들렌의 부피는 쌀을 이용한 종자치환법(Oh WG 등 2011)으로 측정하였고 3회 반복하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다. 마들렌의 pH는 시료 3 g 과 증류수 27 mL을 균질화한 후 현탁액을 8 µm filter paper (1002 150, Whatman Co., Kent, England)로 여과한 다음 여액을 pH meter(pH7110, InoLab, Mexico City, Mexico)로 측정하였고, 3회 반복하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다.

4. 굽기 손실률, 반죽 수율 및 수분함량

마들렌의 굽기 손실률은 반죽 무게와 마들렌 중량의 차이로 굽는 동안 손실된 무게의 비율을 구하였다. 반죽의 중량과 마들렌의 중량을 이용하여 굽기 손실률(%)과 반죽 수율(%)은 다음과 같은 식으로 산출하였고, 3회 반복하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다.

$$\text{굽기손실률 (\%)} = \frac{\text{반죽 중량} - \text{마들렌 중량}}{\text{반죽 중량}} \times 100$$

$$\text{반죽수율 (\%)} = \frac{\text{마들렌 중량}}{\text{반죽 중량}} \times 100$$

마들렌의 수분함량은 AOAC(AOAC 2000)의 방법에 따라 상압가열건조법으로 측정하였다. 시료를 1 g씩 칭량접시에 담고 105°C의 dry oven(KC0-150, Kuk Je Eng., Goyang, Korea)에 넣어 항량이 되도록 건조시켰다. 건조 후 아래의 식에 대입하여 계산하였고, 3회 반복하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다.

$$\text{수분함량 (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

W_1 : 시료+칭량병의 무게(g)

W_2 : 건조 후의 시료+칭량병의 무게(g)

W_0 : 칭량병의 무게(g)

5. 색도 측정, 외관 및 단면 관찰

마들렌의 외부와 내부 색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b) 값을 측정하였고, 3회 반복하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다. 표준색은 백색의 calibration plate를 사용하였고, 표준 색판의 값은 L값 87.5, a값 0.31, b값 0.32이다. 마들렌의 외관과 단면은 카메라(Galaxy S22, Samsung Co., Seoul, Korea)를 사용하여 처리군별로 일렬 배치하여 촬영하고 관찰하였다.

6. 무기질 함량 분석

Kim HR 등(2007)이 제시한 방법에 따라 칼슘, 마그네슘, 망간, 아연, 철 및 셀레늄의 무기질 함량을 분석하였다. 시료의 전처리하는 건식 분해법에 따라 분해 및 여과하였으며 증류수로 50 mL까지 정용한 후, 시험용액으로 사용하였다. 시료를 첨가하지 않은 공시험도 같은 방법으로 실시하였다. 전처리된 시험 용액은 원자흡광광도계(Analyst 700, Perkin Elmer, Norwalk CT, USA)에 주입하여 분석하였다.

7. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(Folin O & Denis W 1912)을 이용하여 분석하였다. 96 Well plate에 시료 10 µL와 증류수 90 µL 및 2 M Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-Aldrich® Products, St. Louis, USA) 시약 10 µL를 넣고 혼합한 후, 5분 동안 상온에서 반응시켰다. 여기에 7% Sodium carbonate 용액 100 µL와 증류수 40 µL를 넣고 암실에서 90분간 방치한 다음, 파장 750 nm에서 Multifunction microplate reader(MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량을 정량하기 위한 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Aldrich® Products, St. Louis, USA)를 사용하였으며, 총 폴리페놀 함량은 mg GAE/g으로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 Moreno MIN 등(2000)의 방법을 이용하여 측정하였다. 96 Well plate에 시료 20 µL와 증류수 80 µL 및 5% sodium nitrite 용액 6 µL를 혼합한 후, 5분 동안 상온에서 반응시켰다. 여기에 10% aluminium chloride 용액 6 µL를 첨가하고, 6분 동안 실온에서 반응시켰다. 여기에 1 M sodium hydroxide 40 µL와 증류수 48 µL를 첨가하여 혼합한 다음, 파장 510 nm에서 Multifunction microplate reader(MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노

이드 함량을 측정하기 위한 표준물질로는 quercetin(Sigma-Aldrich® Products, St. Louis, USA)를 사용하였으며, 총 플라보노이드 함량은 mg QE/g로 나타내었다.

8. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성 분석

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거 활성은 Blois MS(1958)의 방법을 이용하여 측정하였다. 96 Well plate에 시료 45 mL, 0.2 mM DPPH 용액 45 µL 및 ethanol 45 µL를 혼합한 다음, 30분 동안 암실 반응시켰다. 반응이 끝난 시료는 파장 517 nm에서 Multifunction microplate reader (MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 시료에 대한 대조군은 ascorbic acid(Sigma-Aldrich® Products, St. Louis, USA)를 사용하였다. DPPH radical 소거 활성은 아래의 식으로 계산하여 백분율로 나타내었다.

DPPH scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{\text{absorbance of sample}}{\text{absorbance of control}}\right) \times 100$$

ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical 소거 활성은 Re R 등(1999)의 방법을 이용하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate 용액을 같은 비율로 혼합하여 ABTS stock solution을 제조하였다. 24시간 동안 암소에서 반응시켜 활성화된 ABTS stock solution을 phosphate buffer saline(PBS, pH 7.4)로 희석하여 732 nm에서 측정된 흡광도가 0.70±0.03이 되도록 조정한다 다음, ABTS working solution으로 사용하였다. ABTS working solution 0.95 mL과 추출물 0.5 mL를 혼합하여 10분 동안 암실 반응시킨 후, 파장 732 nm에서 Multifunction microplate reader(MMR SPARK®, Tecan, Switzerland)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 시료에 대한 대조군은 ascorbic acid(Sigma-

Aldrich® Products, St. Louis, USA)를 사용하였다. 각 시료에서 나온 흡광도 값은 아래에 나타낸 식에 대입하여 계산하였다.

ABTS scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{\text{absorbance of sample}}{\text{absorbance of control}}\right) \times 100$$

9. 기호도 검사

타트체리 분말을 첨가하여 만든 마들렌의 기호도 검사는 강서대학교 식품영양학과 학생 14명을 대상으로 실시하였다. 마들렌은 흰색 접시에 담아 제공하였고, 한 시료의 검사가 끝나면 반드시 물로 입안을 헹구도록 하였다(Yoon JA 2022). 평가 항목은 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 질감(texture) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)이며, 각 특성은 5점 척도법(5-point hedonic scale)으로 평가하여 1점은 '매우 싫다', 5점은 '매우 좋다'로 평가하였다.

10. 통계 처리

마들렌의 기호도 검사를 제외한 모든 실험은 3회 반복하였다. 실험 결과는 통계 처리 프로그램 SPSS 22.0(IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균값과 표준편차로 나타내었다. 분산분석(ANOVA)법을 이용했으며, 실험군 간의 유의적인 차이는 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)를 사용하여 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 마들렌의 무게, 높이, 부피 및 pH

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 무게, 높이, 부피와 pH는 Table 2에 표시한 바와 같다. 대조군의 무게가 21.80±0.36 g으로 가장 높았고, 타트체리 5% 첨가군 21.78±0.35 g, 10%

Table 2. Baking properties of madeleine added with *prunus cerasus* L. powder

Property	<i>Prunus cerasus</i> L. powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Weight (g)	21.80±0.36 ^{1)a2)}	21.78±0.35 ^a	21.72±0.41 ^{ab}	21.56±0.23 ^{ab}	21.36±0.06 ^b
Height (mm)	28.15±0.32 ^a	24.20±0.51 ^c	25.35±0.50 ^b	24.55±0.88 ^c	21.20±0.60 ^d
Volume (mL)	50.00±3.16 ^a	47.00±2.45 ^a	34.00±4.90 ^b	32.00±2.45 ^b	28.00±6.78 ^b
pH	7.49±0.02 ^a	7.22±0.02 ^b	6.91±0.02 ^c	6.31±0.06 ^d	5.57±0.09 ^e

¹⁾ Each value in Mean±S.D.

²⁾ Value with different letters were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

첨가군 21.72±0.41 g, 20% 첨가군 21.56±0.23 g, 40% 첨가군 21.36±0.06 g으로 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 무게는 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 마들렌의 높이도 무게와 유사하게 대조군의 높이가 28.15±0.32 mm로 가장 높았고, 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 높이가 대체적으로 감소하였다($p<0.05$). 마들렌의 부피도 무게와 높이처럼 대조군의 부피가 50.00±3.16 mL로 가장 높았고, 타트체리 분말 5% 첨가군 47.00±2.45 mL, 10% 첨가군 34.00±4.90 mL, 20% 첨가군 32.00±2.45 mL, 40% 첨가군 28.00±6.78 mL로 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 무게는 감소하였다($p<0.05$). 이러한 경향은 솔잎 분말을 첨가한 마들렌의 결과와 유사하게 무게와 부피가 솔잎 첨가량이 증가할수록 감소하였는데, 이는 마들렌이 구워지는 과정에서 내부 기공을 솔잎 분말이 균일하게 만들어 내부구조를 균일하게 형성하였다고 보고하였다(Kim WJ 등 2014).

pH 측정은 대조군의 pH가 7.49±0.02로 가장 높았고, 타트체리 분말 5% 첨가군 7.22±0.02, 10% 첨가군 6.91±0.02, 20% 첨가군 6.31±0.06, 40% 첨가군 5.57±0.09로 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하였다($p<0.05$). 타트체리가 pH 3.22 산성을 나타낸다는 Oh JS(2023)의 연구로 미루어 볼 때, 타트체리의 특성에 따라 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 감소한 것으로 사료되며, 타트체리 분말을 첨가한 푸딩(Oh JS 2023)에서도 타트체리 첨가량이 증가할수록 개발 제품의 pH가 낮아지는 경향이 나타났음을 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다.

2. 마들렌의 굽기 손실률, 반죽 수율 및 수분함량

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 굽기 손실률, 반죽 수율 및 수분함량은 Table 3에 표시한 바와 같다. 대조군의 굽기 손실률이 12.79±1.44%로 가장 낮았고, 타트체리 분말 5% 첨가군 12.89±1.39%, 10% 첨가군 13.13±1.65%, 20% 첨가군 13.75±0.92%, 40% 첨가군 14.54±0.25%로 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률이 증가하였다($p<0.05$). 마들렌의 반죽 수율은 대조군이 87.21±1.44%로 가장 높았고, 타

트체리 5% 첨가군 87.11±1.39%, 10% 첨가군 86.87±1.65%, 20% 첨가군 86.25±0.92%, 40% 첨가군 85.46±0.25%로 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 반죽 수율은 감소하였다($p<0.05$). 마들렌의 수분함량은 굽기 손실률처럼 대조군의 수분함량이 9.30±0.46%로 가장 낮았고, 타트체리 분말 5% 첨가군 9.90±0.43%, 10% 첨가군 12.10±0.88%, 20% 첨가군 14.36±1.00%, 40% 첨가군 16.45±0.65%로 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 수분함량이 증가하였다($p<0.05$). 이러한 연구 결과와 관련하여 강황 분말을 첨가한 마들렌(Jun KS 2019)에서 강황 분말 첨가 비율 증가에 따라 수분함량이 증가하는 경향을 나타내어 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었고, 이는 밀가루보다 타트체리의 수분함량이 높아 타트체리의 대체 비율이 높아질수록 마들렌의 수분함량이 높아진 것으로 사료된다. 생강청을 첨가한 마들렌(Lee HJ 등 2022)에서는 생강청 첨가 비율 증가에 따라 굽기 손실률이 증가하는 경향을 나타내어 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었고, 이는 타트체리의 대체비율이 높아질수록 수분함량이 많아지면서 굽기 손실이 증가한 것으로 사료된다.

3. 마들렌의 색도 측정, 외관 및 단면 관찰

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 색도, 외관과 단면은 Table 4와 Fig. 1에 표시한 바와 같다. 마들렌의 색도는 마들렌 내부(inside)와 외부(outside)로 나누어 측정하였다. 내부에서 L값은 대조군이 83.17±1.15로 가장 높았으며, 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p<0.05$). a값은 대조군이 -3.01±0.14로 가장 낮았으며, 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였고, b값은 대조군이 33.94±0.69로 가장 높았으며, 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p<0.05$). 외부도 내부와 마찬가지로 L값은 대조군이 68.33±1.63으로 가장 높았으며, 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였고, a값은 대조군이 12.38±0.95로 가장 낮았으며, 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였다($p<0.05$). b값은 대조군이 46.64±1.24로 가장 높았으며, 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p<0.05$). 이와

Table 3. Loss rate, dough yield, and moisture of madeleine added with *Prunus cerasus* L. powder

Property	<i>Prunus cerasus</i> L. powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Loss rate (%)	12.79±1.44 ^{1) b2)}	12.89±1.39 ^b	13.13±1.65 ^{ab}	13.75±0.92 ^{ab}	14.54±0.25 ^a
Dough yield (%)	87.21±1.44 ^a	87.11±1.39 ^a	86.87±1.65 ^{ab}	86.25±0.92 ^{ab}	85.46±0.25 ^b
Moisture (%)	9.30±0.46 ^d	9.90±0.43 ^d	12.10±0.88 ^c	14.36±1.00 ^b	16.45±0.65 ^a

¹⁾ Each value in Mean±S.D.

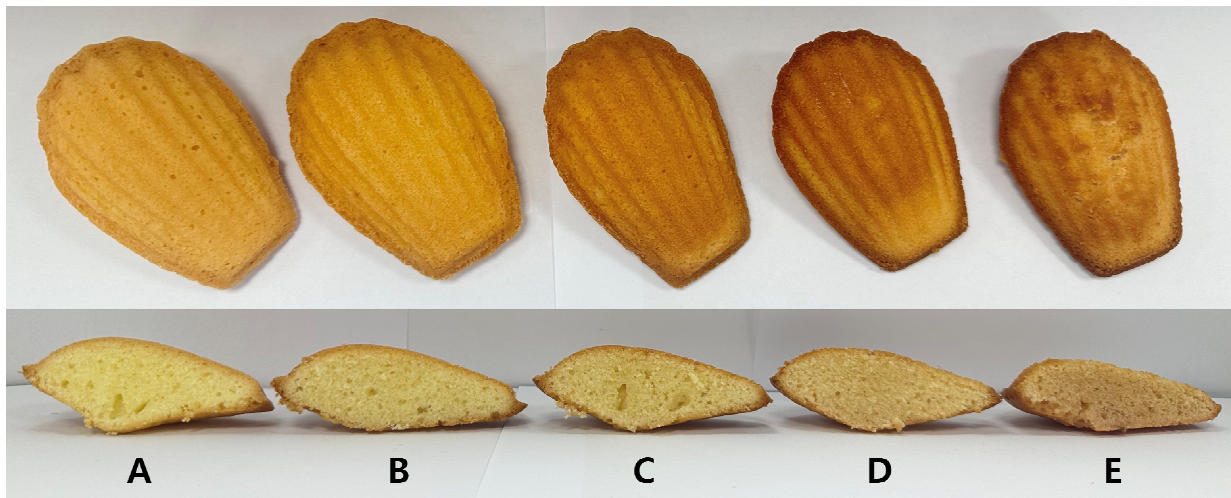
²⁾ Value with different in a row were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Color values of madeleine added with *Prunus cerasus* L. powder

Property	<i>Prunus cerasus</i> L. powder content (%)					
	0	5	10	20	40	
Inside	L (lightness)	83.17±1.15 ^{1)a2)}	80.64±0.56 ^b	77.20±0.34 ^c	73.74±1.01 ^d	68.67±1.02 ^e
	a (redness)	-3.01±0.14 ^c	-1.84±0.14 ^d	0.49±0.24 ^c	3.24±0.31 ^b	7.76±0.63 ^a
	b (yellowness)	33.94±0.69 ^a	32.30±1.27 ^b	32.56±0.46 ^{ab}	30.54±0.70 ^c	30.19±0.84 ^c
Outside	L (lightness)	68.33±1.63 ^a	61.49±2.18 ^b	57.49±1.79 ^c	55.98±1.64 ^c	51.76±0.55 ^d
	a (redness)	12.38±0.95 ^d	16.57±1.43 ^c	18.31±1.38 ^{bc}	19.32±0.22 ^{ab}	20.93±0.80 ^a
	b (yellowness)	46.64±1.24 ^a	43.73±1.04 ^b	42.65±0.91 ^{bc}	40.66±0.95 ^c	34.46±0.83 ^d

¹⁾ Each value in Mean±S.D.

²⁾ Value with different in a row were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

**Fig. 1. Photograph of madeleine added with various levels of *Prunus cerasus* L. powder.**

A: Control (flour without *Prunus cerasus* L. powder).

B: Flour with 5% *Prunus cerasus* L. powder.

C: Flour with 10% *Prunus cerasus* L. powder.

D: Flour with 20% *Prunus cerasus* L. powder.

E: Flour with 40% *Prunus cerasus* L. powder.

같은 결과는 복숭아즙을 첨가한 마들렌(Lim YT 등 2012)에서 복숭아즙 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고, a값은 증가하며, b값은 감소하는 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 황색을 띠는 생강청의 첨가량이 증가할수록 b값이 증가했다는 Lee HJ 등(2022)의 연구로 미루어 볼 때, 붉은색을 띠는 타트체리 분말의 특성에 따라 a값이 증가한 것으로 사료된다.

4. 무기질 함량

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 무기질 함량은 Table 5에 제시하였다. 칼슘 함량은 100 g당 대조군, 타트체리 분말

5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 $129.70\pm 0.27 < 142.55\pm 0.22 < 157.42\pm 0.08 < 183.45\pm 0.35 < 207.29\pm 0.33$ mg로 타트체리 분말을 첨가량이 증가할수록 마들렌의 칼슘 함량이 증가하였다($p<0.05$). 마그네슘과 망간 함량은 100 g당 대조군에서 각각 256.43 ± 0.55 mg와 1.56 ± 0.04 mg로 가장 높은 수치를 보였으며, 아연의 함량은 타트체리 분말 5% 첨가군에서 6.91 ± 0.50 mg로 가장 높았다($p<0.05$). 철의 함량은 100 g당 대조군, 타트체리 분말 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 $29.34\pm 0.44 > 27.68\pm 0.17 > 13.08\pm 0.05 > 6.08\pm 0.40 > -1.54\pm 0.24$ mg로 타트체리 분말을 첨가량이 증가할수록 마들렌의 철의 함량은 감소하였다. 셀레늄의 함량은 100 g당 타트체리 분말

Table 5. Minerals composition of madeleine added with *Prunus cerasus* L. powder

Composition (mg/100 g)	<i>Prunus cerasus</i> L. powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Calcium	129.70±0.27 ¹⁾²⁾	142.55±0.22 ^d	157.42±0.08 ^c	183.45±0.35 ^b	207.29±0.33 ^a
Magnesium	256.43±0.55 ^a	249.62±0.44 ^b	246.88±0.68 ^b	231.56±0.27 ^c	215.44±0.42 ^d
Manganese	1.56±0.04 ^a	0.98±0.05 ^b	0.92±0.06 ^b	0.33±0.02 ^c	-0.26±0.03 ^d
Zinc	4.84±0.35 ^c	6.91±0.50 ^a	5.73±0.60 ^b	3.82±0.09 ^d	3.62±0.31 ^d
Iron	29.34±0.44 ^a	27.68±0.17 ^b	13.08±0.05 ^c	6.08±0.40 ^d	-1.54±0.24 ^e
Selenium	5.57±0.24 ^c	25.60±0.08 ^b	27.67±0.35 ^a	-29.17±0.53 ^d	-55.21±0.16 ^e

¹⁾ Each value in Mean±S.D.

²⁾ Value with different in a row were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

5%와 10%에서 각각 25.60±0.08 mg와 27.67±0.35 mg로 나타났다. 선행연구(Yoon JA 등 2024)에서 마들렌의 깻잎 분말 첨가량이 증가할수록 칼슘, 구리, 마그네슘, 망간, 아연, 철 및 셀레늄의 함량이 증가하였다고 보고하였는데, 이는 부재료의 종류에 따라 무기질 함량에 차이가 있는 것으로 판단된다.

5. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 총 페놀과 총 플라보노이드 함량은 Table 6에 제시하였다. 총 페놀 함량은 대조군에서 2.38±0.06 mg GAE/g였으며, 타트체리 분말 10% 첨가군 및 20% 첨가군에서 각각 3.20±0.12 mg GAE/g 및 3.50±0.05 mg GAE/g 수치로 유의하게 높았다($p<0.05$). 이는 타트체리 분말 첨가량을 달리해서 제조한 푸딩의 총 폴리페놀 함량의 측정값이 1.42~56.87 mg GAE/g까지 증가하였다고 한 연구보고(Oh JS 2023)와 유사하였다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 존재하는 2차 대사산물로서 생체 기능을 증진시키며, 항산화의 생리적 기능을 담당하고 있다(Ferretti G 등 2010). 또한 솔잎 분말을 첨가한 쌀 마들렌 연구(Kim WJ 등

2014)에서 솔잎 분말 첨가량이 증가할수록 총 페놀 함량도 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으나, 총 페놀 함량은 솔잎 분말 5 g 첨가한 마들렌이 가장 높았으며, 이는 제품 제조 과정 중 총 페놀 함량이 감소한 것이라고 지적하였다. 그러나 본 연구 결과와는 차이가 있지만, 솔잎 분말(Kim WJ 등 2014), 골드키위 유산균 발효물(Ryu JY 등 2018) 및 강황 분말(Jun KS 2019) 첨가한 마들렌에서는 부재료의 함량이 증가할수록 총 페놀 함량이 증가한다고 보고하였다.

총 플라보노이드 함량은 대조군에서 5.97±0.28 mg QE/g로 가장 높았으며, 타트체리 분말 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 4.37±0.64>3.97±0.79>2.23±0.12>0.43±0.20 mg QE/g로 유의하게 감소하였다($p<0.05$). 본 연구와는 대조적으로 솔잎 분말을 첨가한 쌀 마들렌의 경우 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 총 플라보노이드 함량이 증가하였다고 보고하였으며, 이는 솔잎 분말 제품의 클로로필에 의한 항산화 능력의 영향으로 판단된다고 보고하였다(Kim WJ 등 2014). 따라서 마들렌 제조 시 부재료의 종류나 부재료가 함유하고 있는 영양소 성분 등에 따라 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량이 달라지는 것으로 사료된다.

Table 6. Total phenolic, total flavonoid contents of madeleine added with *Prunus cerasus* L. powder

Property	<i>Prunus cerasus</i> L. powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Total phenolic (mg GAE/g)	2.38±0.06 ¹⁾²⁾	2.68±0.09 ^b	3.20±0.12 ^a	3.50±0.05 ^a	2.30±0.04 ^b
Total flavonoid (mg QE/g)	5.97±0.28 ^a	4.37±0.64 ^b	3.97±0.79 ^c	2.23±0.12 ^d	0.43±0.20 ^e

¹⁾ Each value in Mean±S.D.

²⁾ Value with different in a row were significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

6. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거 활성은 Fig. 2와 Fig. 3에 제시하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 대조군, 타트체리 분말 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 $-75.18 \pm 1.20\% < -67.38 \pm 1.83\% < -50.21 \pm 2.27\% < -15.70 \pm 2.04\% < 16.94 \pm 1.43\%$ 순으로 나타났다($p < 0.05$). 이는 솔잎 생즙과 분말(Kim WJ 등 2014), 생강추출물(Guon TE & Chung HS 2016), 렌틸콩 분말(Bae DB 등 2016), 강황 분말(Jun KS 2019), 타트체리 분말 첨가 푸딩(Oh JS 2023) 등의 연구가 유사한 결과를 보였다.

ABTS 라디칼 소거 활성은 대조군, 타트체리 분말 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가군에서 $59.27 \pm 0.03\% < 59.67 \pm 0.05\% < 60.16 \pm 0.17\% < 60.87 \pm 0.07\% < 61.13 \pm 0.05\%$ 순으로 나타났다($p < 0.05$). Ferretti G 등(2010)과 Oh JS(2023)은 타트체리 분말의 항산화 활성은 안토시아닌을 비롯한 다양한 폴리페놀 화합물에 의한 것으로 여겨지며, 항산화 활성이 없는 마들렌, 푸딩 및 머핀 등에 접목시켜 항산화 활성이 높은 식품 개발

에 기초 자료가 될 것이라고 강조하였다.

7. 기호도 검사

타트체리 분말을 첨가한 마들렌의 기호도 검사 결과는 Table 7과 같다. 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 질감(texture) 및 전체적인 기호도(overall acceptability) 모두 통계적으로 유의적 차이를 나타내지 않았다. 관능검사 결과, 5점 만점에 외관은 타트체리 40% 첨가군이 4.15점, 향은 타트체리 10% 첨가군과 20% 첨가군이 동일하게 3.92점, 맛은 타트체리 10% 첨가군이 4.15점, 텍스처는 타트체리 10% 첨가군이 4.31점, 전반적인 기호도는 타트체리 10% 첨가군과 20% 첨가군이 동일하게 3.92점으로 다른 군에 비해 높게 나타나 관능평가에서 타트체리 10% 첨가군을 가장 선호하는 것으로 평가되었다. 모든 결과를 종합할 때, 타트체리 10% 첨가군이 품질과 관능평가에서 우수하여 제품개발에 활용할 가치가 있는 것으로 사료된다.

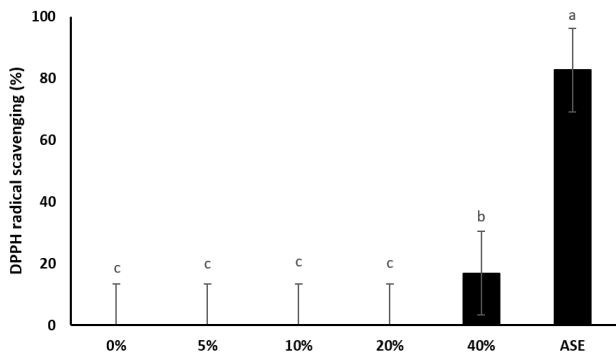


Fig. 2. DPPH radical scavenging activities in extract with *Prunus cerasus* L. powder.

Each value in mean±S.D. Value with different letters were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ASE: ascorbic acid.

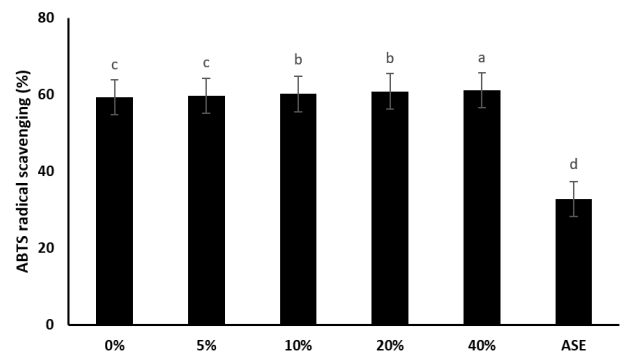


Fig. 3. ABTS radical scavenging activities in extract with *Prunus cerasus* L. powder.

Each value in mean±S.D. Value with different letters were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. ASE: ascorbic acid.

Table 7. Sensory evaluation of preference test of madeleine added with *Prunus cerasus* L. powder

Sensory	<i>Prunus cerasus</i> L. powder content (%)				
	0	5	10	20	40
Appearance	3.92±1.38 ¹⁾²⁾	3.77±0.89 ^a	4.08±0.83 ^a	4.00±0.78 ^a	4.15±0.95 ^a
Flavor	3.77±1.25 ^a	3.62±0.92 ^a	3.92±0.92 ^a	3.92±1.14 ^a	3.85±1.17 ^a
Taste	4.00±0.96 ^a	3.85±0.77 ^a	4.15±1.03 ^a	4.08±1.14 ^a	4.00±1.18 ^a
Texture	4.08±0.92 ^a	4.00±0.88 ^a	4.31±0.99 ^a	4.00±1.18 ^a	3.62±1.39 ^a
Overall acceptance	3.46±1.34 ^a	3.46±1.01 ^a	3.92±0.83 ^a	3.92±1.07 ^a	3.54±1.50 ^a

¹⁾ Each value in Mean±S.D.

²⁾ Value with different in a row were significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

요 약

본 연구에서는 타트체리 분말을 0%, 5%, 10%, 20% 및 40% 첨가하여 제조한 마들렌의 이화학적 품질특성 및 항산화 효과를 조사하였다. 타트체리 분말의 첨가량이 증가할수록 색상은 진해지고 부피는 작아졌다. 베이킹 손실률은 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p < 0.05$). 마들렌의 명도(L값)와 황색도(b값)는 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 적색도(a값)는 타트체리 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다($p < 0.05$). 마들렌에 타트체리 분말 첨가량이 증가할수록 갈습 함량은 유의하게 증가하였으며, 셀레늄의 함량은 100 g당 타트체리 분말 5%와 10%에서 각각 25.60 ± 0.08 mg와 27.67 ± 0.35 mg로 나타났다($p < 0.05$). 타트체리 분말의 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거활성이 유의하게 증가하였다. 전체적인 선호도에서는 다른 군에 비해 타트체리 분말 10% 첨가군의 선호도가 높았으며($p < 0.05$), 맛과 질감은 대조군, 5% 및 10%군에서 높게 나타났다. 본 연구를 종합해 보면, 타트체리 분말로 마들렌을 만들 때, 타트체리 분말을 10% 첨가하는 것이 영양학적, 감각적 측면에서 효과적인 것으로 판단된다. 식품분야에서의 지속적인 연구를 통해 타트체리 분말을 함유한 기능성 제품을 활용하는 다양한 방안이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th ed. J Assoc Off Anal Chem, Washington, DC, USA. pp 33-36.
- Bae DB, Kim KH, Yook HS (2016) Quality characteristics of madeleine added with lentil (*Lens culinaris*) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(12): 1816-1822.
- Baek JJ, Park EB, Ryu SI, Paik JK (2022) Quality characteristics of madeleine with leaves powder of *Pinus koraiensis*, newtrot dessert. Korean J Food Nutr 35(4): 253-258.
- Baek MJ (2023) Quality characteristics of Konjak jelly according to different concentration of tart cherry juices. MS Thesis Daejin University, Gyeonggi. pp 1-24.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181(4617): 1199-1200.
- Bozhuyuk MR (2022) Morphological and biochemical characterization of wild sour cherry (*Prunus cerasus* L.) Germplasm. Erwerbs-Obstbau 64: 357-363.
- Cha SS, Jung HO, Son HK, Lee JJ (2014) Physicochemical and sensory characteristics of cookies with added purple kohlrabi powder. Food Sci Preserv 21(6): 824-830.
- Ferretti G, Bacchetti T, Belleggia A, Neri D (2010) Cherry antioxidants: From farm to table. Molecules 15(10): 6993-7005.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem 12(2): 239-243.
- Fu Q, Song S, Xia T, Wang R (2022) Effects of cherry (*Prunus cerasus* L.) powder addition on the physicochemical properties and oxidation stability of jiangsu-type sausage during refrigerated storage. Foods 11(22): 3590.
- Göncü A (2024) The effect of using sour cherry (*Prunus cerasus* L.) puree in tarhana formulations on nutritional value and functional properties of tarhana. Food Sci Nutr 12(8): 5412-5425.
- Guon TE, Chung HS (2016) Effect of *Zingiber officinale* Roscoe extract on antioxidant and apoptosis in A2058 human melanoma cells. J East Asian Soc Diet Life 26(3): 207-214.
- Han YH (2021) Effects of artichoke powder on the quality characteristics of madeleine. MS Thesis Daejin University, Gyeonggi. pp 8-24.
- Jang JO (2007) Quality properties of madeleine added with black bean chungkukjang flour. J East Asian Soc Diet Life 17(6): 840-845.
- Jeon JE, Lee IS (2022) Quality characteristics of madeleines made with the addition of roasted black soybean flour. J Korean Soc Food Cult 37(6): 529-539.
- Jun KS (2019) Quality characteristics of madeleine adding with curcuma aromatica powder. Culi Sci & Hos Res 25(11): 114-123.
- Kang JH, Chung CH (2020) Quality characteristics of madeleine with added citrus mandarin peel powder. Culi Sci & Hos Res 26(1): 135-145.
- Kelley DS, Adkins Y, Laugero KD (2018) A review of the health benefits of cherries. Nutrients 10(3): 368.
- Kim BM, Jung MJ, Jun JY, Kim DS, Jeong IH (2016) The quality characteristics and processing of madeleine containing red snow crab chionoecetes japonicaus leg-meat powder. Korean J Fish Aquat Sci 49(3): 277-284.
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM (2007) Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-Geol radish, Ganwha turnip, and Korean radish. Korean J Food Sci Technol 39(3): 255-259.
- Kim KP, Kim KH, Yook HS (2016) Quality characteristics of madeleine added with organic Ginseng (*Panax ginseng* C.

- A. Meyer) leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(5): 717-722.
- Kim WJ, Kim JM, Cheong HS, Huh YR, Shin MS (2014) Antioxidative activity and quality characteristics of rice madeleine added with pine needle powder and extract. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(3): 446-453.
- Kim WS (2010) Effect of addition of enzyme-resistant rice RS3 on quality and textural characteristics of madeleine. Korean Journal of Human Ecology 19(1): 191-201.
- Kirakosyan A, Seymour EM, Llanes DEU, Kaufman PB, Bolling SF (2009) Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products. Food Chem 115(1): 20-25.
- Lee HJ, Park EB, Ryu SI, Paik JK (2022) Quality and characteristics of madeleine that is helpful for hypercholesterolemia using ginger syrup. Korean J Food Nutr 35(4): 231-238.
- Lim YT, Kim DH, Ahn JB, Choi SH, Han GP, Kim GH, Jang KI (2012) Quality characteristics of madeleine with peach (*Prunus persica* L. Batsch) juice. Korean J Food Nutr 25(3): 664-670.
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J Ethnopharmacol 71(1-2): 109-114.
- Oh JS (2023) Quality characteristics of pudding with tart cherry powder. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 1-74.
- Oh WG, Kim JH, Lee SC (2011) Preparation and characterization of white bread with sweet persimmon. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(2): 253-258.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rich-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med 26(9-10): 1231-1237.
- Ryu JY, Park HJ, Lee SL, Koh SY, Lim JH, Kim HA, Kim SM (2018) Quality characteristics of madeleine added with halla gold kiwifruit fermented by lactic acid bacteria. Food Sci Preserv 25(2): 205-211.
- Shin SM (2021) Properties of madeleine with kamut (*Triticum turanicum* Zakubz) Powder. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 1-64.
- Stretton B, Eranki A, Kovoor J, Bacchi S, Gupta A, Maddern G, Boyd M (2023) Too sour to be true? Tart cherries (*Prunus cerasus*) and sleep: A systematic review and meta-analysis. Curr Sleep Med Rep 9: 225-233.
- Yoon JA (2022) Quality characteristics of muffins supplemented with porphyra dentata powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 51(10): 1066-1073.
- Yoon JA, Park SJ, Kim DH, Lee JM, Shin KO (2024) Quality characteristics and antioxidant effects of madeleines added with *Peripla frutescens* (L.) Britton powder. J East Asian Soc Diet Life 34(3): 143-153.

Date Received	Jul. 15, 2024
Date Revised	Jul. 31, 2024
Date Accepted	Aug. 6, 2024