

## 건조과일 분말을 첨가한 커피의 품질 특성 및 항산화성

김시윤<sup>1</sup> · 안선정<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>신한대학교 대학원 바이오식품외식산업학과

<sup>2</sup>신한대학교 바이오식품외식산업학과

### Quality Characteristics and Antioxidant Properties of Coffee Using Dried Fruit Powder

Si Yoon Kim<sup>1</sup> and Sun-Choung Ahn<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan Graduate School

<sup>2</sup>Department of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan University

#### Abstract

This study was conducted to present primary data for the development of functional beverages by measuring quality characteristics and antioxidant properties and preparing coffee with dried fruit powder. The pH, water content, and brownness were higher in the control group than in the fruit-added sample group. Total polyphenols were highest in the Prunus Fruit Coffee (PFC) at 2765.43±87.03 mg GAE/L. In terms of DPPH, the fruit addition group (consisting of dried apple, dried cherry, and dried plum) was higher than the control group, and the LFC was the highest at 70.04±2.01%. ABTS showed high antioxidant properties in all sample groups, and LFC showed the highest content at 83.01±1.06%. Caffeine was the highest in the control group, all sample groups showed lower content than the control group, and AFC showed the lowest content at 664.70±16.36. As a result, the fruit-added coffee groups are higher than the control groups in terms of quality characteristics and antioxidant properties, and it is considered that the fruit groups are suitable as functional food materials when developing coffee products.

**Key words:** dried fruit, quality characteristics, functional beverages, antioxidant properties

#### 서 론

우리나라의 국민 소득은 경제 발전으로 인하여 많은 생활의 변화를 갖게 되면서 기준이 서구화되고, 개인의 기준 및 선택의 폭이 더욱 넓어짐에 따라 기호 식품과 식음료에 대해 폭넓은 관심과 수요가 크게 증가하고 있다(Choi & Lee, 2007). 커피는 기본적으로 신맛, 쓴맛, 단맛 및 떫은맛 등의 특유 향과 맛이 조화되어 만들어진 대표적인 기호음료이며, 볶은 커피콩을 갈아 분말을 따듯한 물이나 차가운 물로 우려내어 마시는 음료로써 다양한 독특한 향미로 전 세계에서 가장 많이 사랑받고 음용하는 음료 중 하나이다(Kim & Kim, 2017). 커피 시장의 규모는 2023년에 약 9조 원에 다다르며, 세계 6위 수준으로 경쟁력과 영향력을 가지며 지속적으로 성장할 것이라 보고하고 있다(Park, 2023).

최근 소비자들의 프리미엄 제품에 대한 개개인별 선호도 및 커피 품질의 차이를 구별하는 소비자들이 증가하면서 저가형 블렌딩 커피보다 아라비카종을 사용해서 제조한 스페셜티 커피에 대한 긍정적인 인식을 가지게 되었고 그에 따라 수요가 점점 늘어나고 있다(Kim & Kim, 2017). 커피의 폴리페놀, 구연산, 퀴놀린산, 카페인 및 클로로겐산 등의 생리 활성 성분의 물질이 건강에 도움을 준다는 연구(Shin et al., 2021)의 보고가 많아지며 커피에 관한 관심은 계속해서 꾸준히 증가하고 있으며 다양한 기능성 식품 소재를 혼합하여 조금 더 나은 향과 맛을 유지하면서 우리 몸에 유익한 생리활성을 지닌 기능성 음료 제품 개발에 관심이 증가하고 있다(Kim, 2017; Song et al., 2019).

기능성 식품 소재로 과일은 수분과 식이섬유가 풍부하여 다양한 기능성 물질 섭취 및 질병을 예방하는 청정식품으로 현대인들에게 관심이 많다(Choi et al., 2016). 자몽은 비타민 C와 구연산이 다량으로 함유되어 있어서 피로 회복 및 피부미용에 뛰어난 과일로, 칼로리가 낮고 식이섬유가 풍부해 다이어트에도 효과적이며, 특히 나린진 성분은 체내에 불필요한 지방을 태우며 식욕을 억제시키는 역할을 한

\*Corresponding author: Sun-Choung Ahn, Dept. of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan University, 95 Hoam-ro, Uijeongbu 11644 Korea  
Tel: +82-31-870-3514; Fax: +82-31-870-3509  
E-mail: food@shinhan.ac.kr  
Received May 2, 2024; revised June 4, 2024; accepted July 22, 2024

다(Choi, 2016). 레몬은 리미노이드(Liminoid)가 풍부하여 활성 산소 및 노화 억제에 도움이 되고 비타민 C가 풍부하여 피로 회복과 피부 미용에 효과적이며(Kim et al., 2010), 석류는 ‘에스트로겐’ 전구물질(Phytoestrogen)과 칼륨, 비타민 B1, B2, 나이아신과 유기산, 폴리페놀 및 적색 식품 색소 등 다양한 기능성 물질이 함유되어 있어 건강 기능 식품으로 이용되고 있다(Kim & Eun, 2012). 블루베리는 비타민, 유기산, 당이 풍부하며 flavonoid, carotenoid, isoflavon, polyphenol, anthocyanin 등과 같은 페놀성 화합물이 많이 함유되어 있어 항산화, 항암, 항염증에 도움을 주며(Jun et al., 2019), 딸기는 칼륨과 철분이 많고 vitamin C, quercetin, caffeic acid, ferulic acid, flavanol류 및 안토시아닌 등의 다양한 항산화 물질이 다량 함유하고 있다(Kim et al., 2013). 사과는 비타민, 식이섬유, 무기질, 미네랄 등을 다량 함유하고 사과의 폴리페놀은 항산화, 항암, 항바이러스, 항고혈압 및 항알레르기 등의 효능을 가지고 있어 건강 기능성 식품 개발이나 주스나 잼과 같은 다양한 식품 제조에 이용되고 있다(Park et al., 2021).

기능성 커피에 대한 선행연구를 살펴보면, 커피를 이용한 추출 방법 및 분쇄 입자에 관한 연구들이 대다수이며 기능성 재료 첨가 커피에 관한 연구로는 작두콩(Bae et al., 2020), 한라봉 추출액(Shin et al., 2021), 밀싹과 보리싹(Shin et al., 2023), 사과이어 포도(Lee & Ahn, 2023) 등의 연구가 있으나 기능성 과일을 소재로 첨가하여 제조한 커피에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 생리 가능 및 기능성 물질을 가진 건조 과일(자몽, 레몬, 석류, 블루베리, 딸기, 사과) 분말을 첨가하여 프렌치프레스로 추출한 커피를 제조하여 pH, 수분, 가용성 고형분, 색도, 갈색도, 총 폴리페놀, DPPH, ABTS, 유기산, 유리당, 트리코넬린, 클로로겐산, 카페인 함량 등을 측정하여 커피 자체의 향과 맛이 유지되며 우리 몸에 유익한 건강 커피 제품 개발의 가능성을 제시하여 다양한 요구를 추구하는 소비자들에게 새로운 건강 음료 개발의 기초 자료로 활용하고자 연구하였다.

## 실험 재료 및 방법

본 연구에서 사용된 재료의 그린 빈은(green bean) 워시드 방식(washed processing)으로 가공된 아라비카 품종인 과테말라 안티구아(Antirua), 콜롬비아 후일라(Huila), 그리고 브라질 세라도(Cerrado)를 블렌딩하여 로스팅하였으며, 건조 과일은 자연푸드팜(Dry fruits, Cheong-Jushi, Chungchung-do)의 제품으로 직접 분쇄 후 사용하였다.

### 커피 로스팅

커피 제조의 로스팅 과정은 다음과 같다. 열풍식 머신 Jene-cafe (CBR-1200, Gyeonggi-Do, Korea)을 이용하여 170°C에서 19 min 간 로스팅 하였으며 풀 시티 단계에서 원두를 배출하였다. 사용된 시료의 원두는 SCAA (specialty coffee association of america, 미국 스페셜티 커피협회)의 분류법인 Agtron사의 color roast classification system을 적용하여 SCAA Color tile #45로, Agtron No. 45-50의 범위에 해당된다. 커피 분쇄는 자동 그라인더 (EKM200, Rommelsbacher, Dinkelsbuhl Germany)를 이용하여 분쇄하였다.

### 건조 과일 첨가 커피 제조

건조 과일 첨가 커피의 제조는 건조 과일 (자몽, 레몬, 석류, 블루베리, 딸기, 사과)을 각 10 mesh, 커피는 18 mesh로 분말화 시킨 후, 각 건조 과일 분말 4 g에 커피 분말 12 g씩 칭량해 넣고 섞어 준 다음 커피 도구인 프렌치프레스 (CPS-2GP, Hario, Tokyo, Japan)를 이용하여 90±5°C의 물로 3 min 간 추출하였다.

### pH, 수분, 가용성 고형분 함량 측정

pH는 시료 25 mL를 pH meter (GmbH; 8603, Mettler-Toledo, Greifensee, Switzerland)로 사용하여 측정하였다. 수분은 시료 2 g을 넣은 후, 적외선 수분 측정기 (ML-50, A&D Company, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다. 가용성 고형분은 시료 1 mL를 굴절계 (refractometer,

**Table 1. Make coffee added dried fruit powder of extraction**

Ingredient	CON <sup>1)</sup>	GFC <sup>2)</sup>	LFC <sup>3)</sup>	PFC <sup>4)</sup>	BFC <sup>5)</sup>	SFC <sup>6)</sup>	AFC <sup>7)</sup>
Dried fruits powder (g)	0	4	4	4	4	4	4
Coffee powder (g)	16	12	12	12	12	12	12
Water (mL)	130	130	130	130	130	130	130
Extraction time	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min	3 min

<sup>1)</sup>CON : No additives coffee

<sup>2)</sup>GFC : Coffee with dried grapefruit powder

<sup>3)</sup>LFC : Coffee with dried lemon powder

<sup>4)</sup>PFC : Coffee with dried pomegranate powder

<sup>5)</sup>BFC : Coffee with dried blueberry powder

<sup>6)</sup>SFC : Coffee with dried strawberry powder

<sup>7)</sup>AFC : Coffee with dried apple powder

Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

#### 색도 및 갈색도 측정

색도는 색도계 (CR-0, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 L 값(명도, lightness), a 값(적색도, redness), b 값(황색도, yellowness)을 3회 반복 측정하였으며 표준 백색판 (L = 96.68, a = 0.26, b = 1.89)을 사용하여 측정하였다. 갈색도는 커피의 시료를 3차 증류수로 10배 희석하여 분광광도계 (spectrophotometer, U-2900, Hitachi, Japan)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다.

#### 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법 Singleton et al. (1999)을 변형하여 측정하였다. 시료 50  $\mu$ L에 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  용액(w/v) 100  $\mu$ L를 첨가한 후 실온에 방치한 뒤 50% Folin-Ciocalteu's reagent 50  $\mu$ L 가한 후 암실에서 60 min 동안 반응시키고 흡광도를 분광광도계 (Multiskan SkyHigh; Thermo Fisher Scientific, Inc. Spain)를 이용하여 725 nm에서 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 화합물은 표준물질로 gallic acid (Sigma Aldrich Co., MO, USA)를 이용하여 작성한 검량선을 작성한 다음 시료에 함유된 총 폴리페놀 화합물 함량을 산출하였다.

#### DPPH 라디칼 소거 활성 측정

DPPH 자유 라디칼 소거 활성 측정능은 각 시료의 DPPH에 대한 소거 활성 효과로 시료의 환원력을 측정하였다. Blois (1958). 시료 100  $\mu$ L와 사용 직전에 만든 0.1 mM DPPH 용액을 100  $\mu$ L 넣고 혼합하여 실온 암소에서 30 min 동안 반응시킨 후, 분광광도계 (Multiskan SkyHigh; Thermo Fisher Scientific, Inc. Spain)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 DPPH 자유 라디칼 소거 활성능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 표시하였다.

#### ABTS 라디칼 소거 활성 측정

ABTS 자유 라디칼 소거 활성 측정능은 ABTS cation decolorization assay 방법 Re et al. (1999)을 수정하여 실시하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.5 mM potassium persulfate를 혼합하여 24시간 암소 보관하여 ABTS radical (ABTS+)을 만들고, ABTS radical은 732 nm에서  $0.7 \pm 0.02$ 의 흡광도 값이 되도록 희석하여 ABTS 용액으로 사용했다. 96 well plate에 ABTS+ 용액 100  $\mu$ L와 농도별 희석한 시료 100  $\mu$ L를 넣고 반응시킨 후 분광광도계(Multiskan SkyHigh; Thermo Fisher Scientific, Inc. Spain) 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 ABTS 자유 라디칼 소거 활성능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 표시하였다.

#### 유기산 함량 측정

유기산 분석은 UV-Detector (ERC, Refracto MAX 520, Tokyo, Japan)를 사용하여 210 nm에서 분석하였다. Column은 Aminex 87H column (300  $\times$  10 mm, Bio-Rad, USA)을 사용하였으며, column의 온도는 40°C로 하였다. 이동상은 0.01 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Fluka, USA)를 사용하였고, 유속은 0.5 mL/min으로 하였으며, 시료는 10  $\mu$ L를 주입하였다.

#### 유리당 함량 측정

유리당 분석은 Dionex ultimate 3000 (Thermo Dionex, USA/pump, auto-sampler, oven) HPLC를 사용하였고, Chromeleon Ver. 6 software를 이용하였다. 유리당의 분리는 Sugarpak (Waters, 300  $\times$  6.5 mm, USA) column을 사용하였으며, column의 온도는 70°C로 하였다. 이동상은 water (Waters Co., Milford, MA, USA)를 이용하고, 유속은 0.5 mL/min으로 하였다. 시료의 주입량은 10  $\mu$ L로 하여 Shodex RI-101 (Shodex, Japan) detector에서 검출하였다.

#### 트리코넬린, 클로로겐산, 카페인 함량 측정

트리코넬린(trigonelline), 클로로겐산(chlorogenic acid), 카페인(cafeine)의 함량은 각각 10 mL를 취한 다음 비커에 넣고 증류수를 100 mL씩 첨가한 후 이를 각각 20 mL씩 취하여 1 mL의 아세트산납을 첨가한 후 10분간 방치한 다음, 10% (w/v)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 mL를 첨가하여 혼합하였다. 시료 1 mL를 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 분석 조건으로는 분석기기는 HITACHI model (655A-11), Hitachi, Ltd., Japan를 이용하였고, column은 Inertsil ODS-3 (5  $\mu$ m, 5.0  $\times$  250 mm)를, 검출기는 U280 nm (Shimadzu SPD-10 AVP)를 사용하여 검출하였다.

#### 통계 처리

통계 처리는 SPSS (Statistical Package for Social Science, ver.23.0, IBM Corp., Amonk, New York, USA) 프로그램을 이용하여 각 측정 군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리 간의 차이 유무를 one-way ANOVA (analysis of variation)로 분석한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성 검증 ( $p < 0.05$ )을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### pH, 수분, 가용성 고형분 함량 및 갈색도

제조한 건조 과일 첨가 커피에 따른 pH, 수분, 가용성 고형분 함량의 결과는 Table 2와 같다. pH는 대조군이  $5.42 \pm 0.04$ , 자몽 첨가 GFC는  $4.65 \pm 0.25$ , 레몬 첨가 LFC는  $4.14 \pm 0.01$ , 석류 첨가 PFC는  $5.01 \pm 0.08$ , 블루베리 첨가 BFC는  $5.18 \pm 0.03$ , 딸기 첨가 SFC는  $4.77 \pm 0.05$ , 사과 첨가 AFC는  $5.32 \pm 0.02$ 로 나타나 대조군보다 건조 과일 첨가 군이 낮은

**Table 2. pH, moisture, Brix and brown color contents of added dry fruits coffee**

	pH	Moisture (%)	Solid content	Browning index 420 nm
CON	5.42±0.04 <sup>c</sup>	98.32±0.09 <sup>d</sup>	1.73±0.12 <sup>a</sup>	0.72±0.01 <sup>d</sup>
GFC	4.67±0.25 <sup>b</sup>	96.64±0.06 <sup>a</sup>	1.60±0.61 <sup>a</sup>	0.41±0.01 <sup>a</sup>
LFC	4.14±0.01 <sup>a</sup>	98.00±0.00 <sup>c</sup>	1.73±0.06 <sup>a</sup>	0.41±0.23 <sup>a</sup>
PFC	5.01±0.08 <sup>c</sup>	97.98±0.21 <sup>c</sup>	1.87±0.23 <sup>a</sup>	0.54±0.00 <sup>bc</sup>
BFC	5.18±0.03 <sup>cd</sup>	97.46±0.38 <sup>b</sup>	1.73±0.12 <sup>a</sup>	0.53±0.01 <sup>bc</sup>
SFC	4.77±0.05 <sup>b</sup>	97.35±0.14 <sup>b</sup>	2.10±0.00 <sup>ab</sup>	0.44±0.01 <sup>ab</sup>
AFC	5.32±0.02 <sup>d</sup>	97.87±0.01 <sup>c</sup>	2.43±0.12 <sup>b</sup>	0.56±0.15 <sup>c</sup>
<i>F</i> value ( <i>P</i> )	56.434 (0.000) <sup>***3)</sup>	30.547 (0.000) <sup>***</sup>	3.731 (0.020) <sup>**</sup>	10.112 (0.000) <sup>**</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p<0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup><sup>\*\*\*</sup> $p<0.05$  <sup>\*\*</sup> $p<0.01$

경향을 나타내었다( $p<0.05$ ). 이는 건조 과일 안에 함유된 유기산으로 인하여 pH가 낮아진 것으로 사료된다. pH는 로스팅 전 그린 빈의 품종, 수확 시기, 가공 방식과 로스팅 시 온도 그리고 커피 추출 방법, 시간과 온도 등의 여러 변수에 의해 차이가 있으며 특히, 커피의 산미와 고유의 풍미를 결정짓는 중요한 품질 요소 중 하나이다(Lee & Kim, 2019; Hwang et al., 2022).

수분은 대조군이 98.32±0.09% GFC가 96.64±0.06%, LFC가 98.00±0.00%, PFC가 97.98±0.21%, BFC가 97.46±0.38%, SFC가 97.35±0.14%, AFC가 97.87±0.01%로 나타났다( $p<0.05$ ). 대조군보다 건조 과일 첨가 군이 전반적으로 수분 함량이 낮은 경향을 나타내었으며, 이는 고온의 노출로 인한 수분의 증발과 건조된 과일 첨가의 영향을 받은 것으로 판단된다.

가용성 고형분은 대조군이 1.73±0.12°Brix, 이며 SFC가 2.10±0.00°Brix, AFC가 2.43±0.12°Brix로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 사과에는 과당, 설탕, 포도당이 함유되어 있으며 특히 과당이 10-14% 정도로 많이 차지하고 있으므로 사과 첨가 커피가 높은 결과를 나타내었다 판단되며 건조 사과를 첨가한 제조 커피의 최적화 품질 특성 연구(Kim & Ahn, 2022)에서도 건조 사과 분말의 첨가 비율이 높을수록 Brix 함량이 증가하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

또한 갈색도에서는 대조군(CON)이 0.72±0.01를 나타내었고 GFC가 0.41±0.01, LFC가 0.41±0.23, PFC가 0.54±0.00, BFC가 0.53±0.01, SFC가 0.44±0.01, AFC가 0.56±0.15로 과일 첨가 군보다 대조군이 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 밀짚과 보리짚을 혼합한 커피 추출액의 이화학적 특성 및 생리활성성분의 연구(Shin et al., 2023)에서도 본 연구와 유사한 결과를 보였으며 고온의 커피 추출과 고형분 함량에 갈색도가 영향을 받았으며(So et al., 2014), 건조 과일 첨가에 의한 혼합 비율의 차이로 첨가 군의 갈색도가 대조군보다 낮게 나타난 것으로 사료된다.

## 색도

커피 시료의 색도의 결과는 Table 3과 같다. 명도에서

**Table 3. Hunter's color values of added dry fruits coffee**

	L value	a value	b value
CON	17.90±0.10 <sup>bc</sup>	0.63±0.06 <sup>a</sup>	2.27±0.06 <sup>c</sup>
GFC	17.83±0.12 <sup>b</sup>	1.13±0.06 <sup>c</sup>	2.00±0.10 <sup>d</sup>
LFC	18.63±0.15 <sup>d</sup>	2.20±0.00 <sup>e</sup>	0.83±0.12 <sup>b</sup>
PFC	18.08±0.12 <sup>bc</sup>	1.30±0.10 <sup>d</sup>	1.63±0.21 <sup>c</sup>
BFC	18.10±0.10 <sup>c</sup>	0.83±0.06 <sup>b</sup>	2.07±0.15 <sup>de</sup>
SFC	18.53±0.06 <sup>d</sup>	1.70±0.00 <sup>f</sup>	1.43±0.06 <sup>c</sup>
AFC	9.70±0.10 <sup>a</sup>	1.53±0.06 <sup>c</sup>	0.37±0.15 <sup>a</sup>
<i>F</i> value ( <i>P</i> )	2607.400 (0.000) <sup>***3)</sup>	256.000 (0.000) <sup>***</sup>	147.370 (0.000) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD.

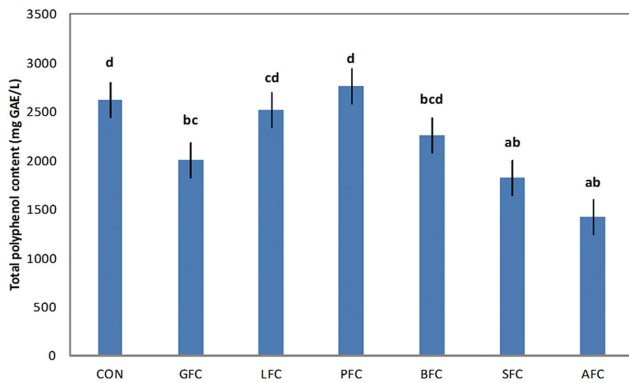
<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p<0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup><sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$

는 대조군이 17.90±0.10을 나타내었고, 첨가군에서는 레몬과 딸기를 첨가한 커피가 가장 높았다( $p<0.05$ ). 황색도에서는 대조군이 0.63±0.06으로 가장 낮았고 첨가군에서는 LFC가 2.20±0.00으로 높았으며 BFC가 낮았다( $p<0.05$ ). 레몬 고유의 과피와 과육의 밝은 색채로 인하여 LFC가 가장 높았다고 사료되며, 적색도에서는 대조군이 2.27±0.06으로 가장 높았고, 첨가군에서는 BFC가 2.07±0.15로 높았으며 AFC가 0.37±0.15로 낮았다( $p<0.05$ ). 이것은 블루베리의 성분 중 안토시아닌 색소의 기인으로 안토시아닌 색소는 산성에서 적색, 알칼리에서는 청색을 띠는 특징을 가지고 있어 첨가량이 증가할수록 블루베리의 유기산에 의하여 pH가 낮아져 적색도가 높아졌을 것으로 사료된다(Lee & Kim, 2018).

## 총 폴리페놀 함량 측정

커피의 총 폴리페놀 측정 결과는 Fig. 1과 같다. 대조군이 2,624.63±114.61 mg GAE/L, GFC 2,011.70±267.27 mg GAE/L, LFC가 2,516.67±610.85 mg GAE/L, PFC가 2,765.43±87.03 mg GAE/L, BFC가 2,261.95±195.98 mg GAE/L, SFC가

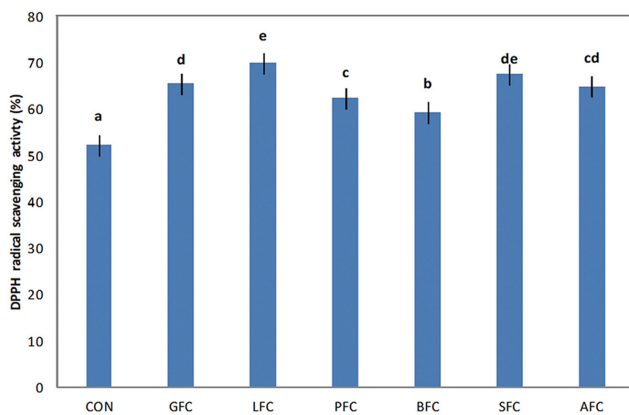


**Fig. 1.** Total polyphenol content of added dry fruits coffee. Sample description in Table 1. Each value is mean±SD, Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

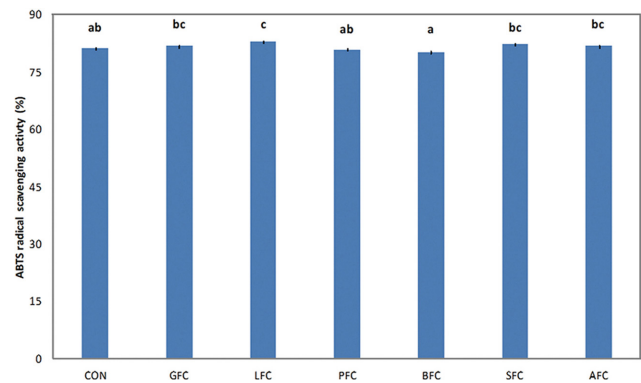
1,824.63±101.30 mg GAE/L, AFC가 1,426.62±209.76 mg GAE/L로 나타났다. 석류 첨가 PFC가 가장 높았으며 이는 건조 석류를 첨가함에 따라 석류에 포함되어있는 붉은색이나 자색의 안토시아닌계 폴리페놀 물질의 함량의 영향으로 나타난 것으로 사료된다(Kim et al., 2022).

#### DPPH 자유 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능에서는 대조군이 52.31±1.09%, GFC가 65.54±2.25%, LFC가 70.04±2.01%, PFC가 62.48±0.60%, BFC가 59.38±0.82%, SFC가 67.62±1.62%, AFC가 64.95±1.39%로 과일 첨가군이 대조군보다 모두 높게 나타났다. 이러한 결과는 작두콩 첨가 커피의 항산화능 평가 연구(Bae et al., 2020)와 한라봉 추출액(Shin et al., 2021)이 첨가된 커피 분말의 제조 및 품질 특성에 관한 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다. 이



**Fig. 2.** DPPH radical scavenging activity of added dry fruits coffee. Sample description in Table 1. Each value is mean±SD, Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.



**Fig. 3.** ABTS radical scavenging activity of added dry fruits coffee. Sample description in Table 1. Each value is mean±SD, Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

는 커피 추출인 침지 과정에서 커피에 건조 과일의 항산화 물질들이 첨가되면서 항산화 활성 및 라디칼 소거능이 대조군보다 높아진 것으로 사료된다(Kim et al., 2011).

#### ABTS 자유 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능에서는 대조군(CON)이 81.29±0.74%, GFC가 81.70±0.96%, LFC가 83.01±1.06%, PFC가 80.85±0.44%, BFC가 80.15±1.00%, SFC가 82.22±0.23%, AFC가 81.75±0.56%로 나타났다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 로스팅된 원두커피의 항산화 활성은 원두에 함유된 클로로젠산 등의 폴리페놀 성분과 로스팅 진행 과정 중 amino-carbonyl 반응에 생성되는 갈변 물질과(Jo et al., 2016), 과실류의 과피 및 건조 과피의 높은 항산화성(Kim, 2021)에 영향을 받은 것으로 사료된다.

#### 유기산 측정

커피의 유기산 측정 결과는 Table 4와 같다. 구연산(citric acid), 사과산(malic acid), 푸말산(fumaric acid), 젖산(lactic acid), 개미산(formic acid), 초산(acetic acid)으로 총 6종의 유기산을 측정하였다. 구연산은 대조군 1,203.05±59.31 mg/L, 시료군에서 LCF가 3,282.67±55.86 mg/L로 가장 높았으며 대조군보다 함량이 높았다( $p < 0.05$ ). 사과산은 대조군이 124.74±1.09 mg/L로 가장 낮았으며, SCF는 6배 정도 높은 함량인 800.41±0.10 mg/L을 나타내었다. 푸말산은 대조군이 18.31±1.19 mg/L이며 첨가 시료군에서는 BFC가 20.79±2.38 mg/L로 가장 높은 함량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 젖산은 대조군이 17.47±1.14 mg/L이며, 첨가군에서는 BFC 커피가 15.58±2.29 mg/L로 가장 높은 함량을 나타내었다. 개미산에서는 대조군(CON)이 213.47±13.29 mg/L로 가장 높았으며 시료군에서는 205.09±8.30 mg/L인 BFC가 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 초산은 대조군이 466.78±28.43 mg/L로 가장 높았고, 첨가 시료군에서는 BFC가 472.90±25.50 mg/L로 가장

**Table 4. Organic acid contents of added dry fruits coffee**

	Citric acid (mg/L)	Malic acid (mg/L)	Fumaric acid (mg/L)	Lactic acid (mg/L)	Formic acid (mg/L)	Acetic acid (mg/L)
CON	1,203.05±59.31 <sup>c</sup>	124.74±1.09 <sup>a</sup>	18.31±1.19 <sup>d</sup>	17.47±1.14 <sup>c</sup>	213.47±13.29 <sup>d</sup>	466.78±28.43 <sup>c</sup>
GFC	1,934.13±5.63 <sup>f</sup>	351.55±1.12 <sup>d</sup>	15.35±0.43 <sup>a</sup>	12.18±0.95 <sup>b</sup>	161.33±7.92 <sup>bc</sup>	383.57±19.51 <sup>cd</sup>
LFC	3,282.67±55.86 <sup>e</sup>	217.85±0.41 <sup>b</sup>	14.91±0.20 <sup>a</sup>	9.06±0.60 <sup>a</sup>	125.07±6.32 <sup>a</sup>	260.91±7.19 <sup>a</sup>
PFC	1,338.53±22.56 <sup>d</sup>	314.35±1.47 <sup>c</sup>	15.77±0.50 <sup>ab</sup>	12.35±0.48 <sup>b</sup>	165.05±9.58 <sup>c</sup>	393.81±8.01 <sup>d</sup>
BFC	1,095.52±24.99 <sup>b</sup>	217.47±2.86 <sup>b</sup>	20.79±2.38 <sup>c</sup>	15.58±2.29 <sup>c</sup>	205.09±8.30 <sup>d</sup>	472.90±25.50 <sup>e</sup>
SFC	1,776.94±40.39 <sup>e</sup>	800.41±0.10 <sup>f</sup>	17.55±0.50 <sup>bc</sup>	10.21±0.39 <sup>ab</sup>	146.04±10.46 <sup>b</sup>	335.58±5.37 <sup>b</sup>
AFC	707.67±43.67 <sup>a</sup>	716.28±8.10 <sup>c</sup>	14.91±0.24 <sup>a</sup>	12.29±0.94 <sup>b</sup>	170.21±11.40 <sup>c</sup>	356.53±10.12 <sup>bc</sup>
<i>F</i> value ( <i>P</i> )	1313.157 (0.000) <sup>***3)</sup>	18105.252 (0.000) <sup>***</sup>	12.958 (0.000) <sup>***</sup>	19.666 (0.000) <sup>***</sup>	29.941 (0.000) <sup>***</sup>	55.467 (0.000) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p<0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup> $p<0.001$

높은 함량을 나타냈다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 건조 과일 종류와 추출 조건에 따라 유기산의 종류와 함량에 영향을 주는 것으로 사료되며 유기산들은 로스팅 과정에서 휘발성으로 바뀌게 되면서 커피의 맛과 향에 영향을 주는 요인으로 커피 제품 개발 시 활용에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다(Oh et al., 2008; Lee & Park, 2023).

#### 유리당 측정

제조한 건조 과일 첨가 커피의 유리당 측정 결과는 Table 5와 같다. 유리당 측정에서는 포도당(glucose), 과당(fructose) 2종을 측정하였으며, 대조군에서는 유리당 함량이 검출되지 않았다( $p<0.05$ ). 포도당에서는 SFC가 4,752.45±13.88 mg/L로 가장 높았으며( $p<0.05$ ). 과당에서는 AFC가 8,438.66±76.24 mg/L로 가장 높았다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 커피 추출 방법에 따른 영향으로 사료되며 제조 커피의 품질 특성 및 향산화 연구에서도 건조 사과를 첨가함에 따라 과당이 증가하였다는 결과와 비슷한 경향을 보였으며(Kim & Ahn, 2023), 당

**Table 5. Free sugar contents of added dry fruits coffee**

	Glucose (mg/L)	Fructose (mg/L)
CON	N.D. <sup>a3)</sup>	N.D. <sup>a3)</sup>
GFC	2,528.58±44.93 <sup>c</sup>	3,306.33±121.49 <sup>c</sup>
LFC	824.17±7.00 <sup>b</sup>	1,351.60±51.56 <sup>b</sup>
PFC	1,469.21±7.84 <sup>c</sup>	2,189.72±9.96 <sup>c</sup>
BFC	2,169.29±43.50 <sup>d</sup>	2,405.26±8.50 <sup>d</sup>
SFC	4,572.45±13.88 <sup>e</sup>	5,453.79±41.46 <sup>f</sup>
AFC	3,251.56±72.23 <sup>f</sup>	8,438.66±76.24 <sup>e</sup>
<i>F</i> value ( <i>P</i> )	5217.662 (0.000) <sup>****4)</sup>	6654.653 (0.000) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p<0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>N.D.: Not detected.

<sup>4)</sup> $p<0.01$  \*\* $p<0.05$  \*\*\* $p<0.001$

함량에 대한 차이는 첨가 과일 속의 함유된 당의 영향으로 사료된다(Kim et al., 2006; Choi et al., 2013). 또한 유리당은 커피 원두의 향기 성분 형성에 큰 영향을 주므로(Kim & Kim, 2017) 제품 개발에 중요한 품질 요인이라 사료된다.

#### 트리코넨린, 클로로젠산, 카페인 측정

제조한 건조 과일 첨가 커피의 트리코넨린(trigoneline), 클로로젠산(chlorogenic acid), 카페인(caffeine) 측정 결과는 Table 6과 같다. 트리코넨린은 대조군이 429.09±14.46 mg/L로 가장 높았고 첨가 군에서는 PFC가 342.22±2.46 mg/L로 높은 함량을 나타내었다( $p<0.05$ ). 커피에 함유된 트리코넨린은 퓨린 알칼로이드로써 긍정적인 쓴맛을 지녔으며 화학적인 반응으로 로스팅 과정에서 급격히 분해되어 주요 휘발성 물질들을 생성시키는 화학성분으로 커피의 품질의 영향을 미치는 것으로도 알려져 있다(Kim & Park, 2006). 클로로젠산은 대조군이 277.91±9.86 mg/L로 가장 높았으며 첨가군

**Table 6. Trigoneline, chlorogenic acid caffeine contents of added dry fruits coffee**

	Trigoneline (mg/L)	Chlorogenic acid (mg/L)	Caffeine (mg/L)
CON	429.09±14.46 <sup>c</sup>	277.91±9.86 <sup>d</sup>	1,079.18±14.01 <sup>d</sup>
GFC	335.96±12.21 <sup>cd</sup>	221.61±8.98 <sup>c</sup>	816.68±7.08 <sup>c</sup>
LFC	294.27±4.35 <sup>b</sup>	182.18±6.38 <sup>b</sup>	705.04±14.89 <sup>b</sup>
PFC	342.22±2.46 <sup>d</sup>	221.16±3.96 <sup>c</sup>	822.52±4.85 <sup>c</sup>
BFC	327.83±3.17 <sup>c</sup>	220.94±3.14 <sup>c</sup>	809.40±4.94 <sup>c</sup>
SFC	296.01±5.06 <sup>b</sup>	188.15±1.88 <sup>b</sup>	718.98±3.33 <sup>b</sup>
AFC	245.87±2.89 <sup>a</sup>	167.48±4.48 <sup>a</sup>	664.70±16.36 <sup>a</sup>
<i>F</i> value ( <i>P</i> )	158.163 (0.000) <sup>***3)</sup>	105.113 (0.000) <sup>***</sup>	496.119 (0.000) <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean±SD.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p<0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup> $p<0.01$  \*\* $p<0.05$  \*\*\* $p<0.001$

에서는 자몽, 석류, 블루베리 첨가 시료군이 높은 함량을 나타내었다. 클로로젠산은 커피의 주된 페놀 화합물로 알려져 있으며, 로스팅 과정에서 열에 의해 분해되어 다양한 페놀 물질들을 생성시키며, 커피의 쓴맛, 떫은맛, 산미의 주요 물질로도 알려져 있다(Eun et al., 2014). 카페인에서는 대조군이 1,079.18±14.01 mg/L로 가장 높았고 첨가군이 대조군보다 낮게 나타났( $p<0.05$ ). 첨가군 중에서는 AFC가 664.70±16.36 mg/L로 가장 낮은 함량을 보였다. 이러한 결과는 추출 조건을 달리한 스위트 사파이어 포도 첨가 커피의 품질 특성의 연구에서 트리코넬린과 카페인이 감소하는 결과로 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다(Lee & Ahn, 2023). 이러한 결과는 카페인 함량을 조절을 위한 스페셜 커피 제품 개발 활용에 도움이 될 것으로 사료된다.

## 요 약

기능성 음료 개발에 기초자료를 제공하고자 건조 과일(자몽, 레몬, 석류, 블루베리, 딸기, 사과) 분말을 첨가하여 커피를 제조하여 pH, 수분, 가용성 고형분, 색도, 갈색도, 총 폴리페놀, DPPH, ABTS, 유기산, 유리당, 트리코넬린, 클로로젠산, 카페인 함량 등을 측정하여 연구하였으며, 그 결과는 다음과 같다. pH와 수분 함량은 대조군이 5.42±0.04와 98.32±0.09%로 가장 높게 나타났으며, 가용성 고형분에서는 AFC가 가장 높은 함량을 나타내었다. 갈색도는 대조군이 0.72±0.01로 가장 높았으며 명도와 적색도는 첨가 시료군보다 대조군이 높게 나타났으며 황색도는 LCF가 2.20±0.00로 높게 나타났다. 총폴리페놀은 PFC가 2,765.43±87.03 mg GAE/L로 가장 높았고, DPPH radical 소거능은 LFC가 70.04±2.01%로 가장 높았고 과일 첨가 시료군이 대조군보다 모두 높게 나타났다. ABTS radical 소거능은 모든 시료군이 대조군보다 높은 항산화성을 보였으며 LFC가 83.01±1.06%로 가장 높은 활성을 보였다. 유기산에서 구연산은 LFC가 가장 높았고 사과산에서는 SFC가 가장 높았으며 과일 첨가 시료군이 대조군보다 높게 나타났다. 푸말산은 BFC가 20.79±2.38 mg/L로, 젖산에서는 대조군이 17.47±1.14 mg/L이 높은 것으로 나타났다. 포도당은 SFC가 4,572.45±13.88 mg/L로 가장 높았으며, 과당에서는 AFC가 8,428.66±76.24 mg/L로 가장 높은 함량을 나타내었다. 트리코넬린은 대조군이 429.09±14.46 mg/L로 가장 높았고, 클로로젠산에서는 대조군이 277.91±9.86 mg/L로 첨가 시료군보다 가장 높은 함량을 나타냈다. 카페인에서는 첨가 시료군 모두 대조군보다 낮은 함량을 보였으며 특히 AFC가 664.70±16.36 mg/L로 가장 낮은 함량을 보였다.

위의 결과로 건조 과일 분말 첨가 커피의 품질 특성 및 항산화성은 과일 첨가 커피 시료군들이 대조군보다 높은 것으로 나타나 커피 제품 개발 시 기능성 식품 소재로 과일 군들이 적합한 것으로 사료되며, 각 과일의 특성에 따라 커피

제품 개발 활용의 가능성이 큰 것으로 사료된다. 향후 건조 과일 분말이 아닌 과일의 원물을 첨가하여 커피를 추출하거나 커피 제조 방법을 달리한 후속 심화 연구가 필요하다 사료되며, 소비자의 요구에 맞는 항산화성 등의 건강 기능성을 높이고 카페인을 낮춘 커피 기능성 음료 개발 및 커피산업 발전에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

## References

- Bae HC, Park JY, Moon JH. 2020. Anti-inflammatory effects of a mixture of coffee and sword bean extracts. *Food. Sci. Biotechnol.* 52: 237-243.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *J. Sci. Nature.* 181: 1199-1200.
- Choi EJ, Shim SY, Lee AM, Park MJ, Kim MJ, Kim MJ, Yang SJ, Kang KH, Oh SJ. 2016. Color and surface change of teeth restoration result of treatment of fruit extracts. *J. Digit. Converg.* 14: 449-457.
- Choi HG, Kang NJ, Moon BY, Kwon JK, Rho IR, Park KS, Lee SY. 2013. Changes in fruit quality and antioxidant activity depending on ripening levels, storage temperature, and storage periods in strawberry cultivars. *Hortic. Sci. Technol.* 31: 194-202.
- Choi MK, Lee YS. 2007. The relationships among coffee consumption, blood pressure, and serum lipids in Korean adult men and women. *Korean J. Food. Nutr.* 20: 460-466.
- Eun JB, Jo MY, Im JS. 2014. Physicochemical characteristics of coffee extracts using different extraction methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 723-728.
- Hwang ES, Moon SJ. 2022. Quality characteristics and acrylamide content based on coffee bean roasting conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 51: 697-705.
- Jo SJ, In MJ, Kim DC. 2016. Effect of the roasting intensity and extraction time of coffee bean on the antioxidant activity of coffee extract. *Food Eng. Prog.* 20: 165-169.
- Jun HI, Jang SW, Oh HH, Jeong DY, Song GS. 2019. Antioxidant activity and anthocyanin analysis of blueberry with different extraction conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 48: 1223-1232.
- Kim BH, Eun JB. 2012. Physicochemical and sensory characteristics of makgeolli with pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate added. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 417-421.
- Kim CH, Whang HJ, Ku JE, Park KW, Yoon KR. 2006. Free sugars content of selected Korean apple cultivars. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 22-27.
- Kim EM. 2017. Effects of extraction methods on antioxidative properties of carrot, apples, and blueberry juices. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 23: 166-173.
- Kim HA, Yoon MY, Song HH, Jeong KJ, Yoo HS. 2010. Effects of lavender, lemon and eucalyptus essential oil on Th2 related factors of DNCB-induced atopy dermatitis in NC/Nga mice Model. *J. Pharmacopuncture.* 13: 53-61.
- Kim JH, Kim MJ, Choi SK, Bae SH, An SK, Yoon YM. 2011. Antioxidant and antimicrobial effects of lemon and eucalyptus

- essential oils against skin floras. J. Soc. Cosmet. Scientists Korea. 37: 303-308.
- Kim JS, Kang EJ, Chang YE, Lee JH, Kim GC, Kim MK. 2013. Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree. Korean J. Food Cook. Sci. 29: 725-731.
- Kim KJ, Park SK. 2006. Changes in major chemical constituents of green coffee beans during the roasting. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 153-158.
- Kim MK. 2021. Comparison analysis of antioxidant effects from rutaceae fruits. J. Korea Soc. Comput. Inform. 26: 157-163.
- Kim SA, Chung SW, An HJ, Lim CK, Jeon MK, Jang YJ. 2022. Changes in morphology, total polyphenols, caffeine, and chlorogenic acid in beans of arabica coffee (*Coffea arabica*) during roasting. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 51: 344-351.
- Kim SH, Kim JS. 2017. Chemical composition and sensory attributes of brewed coffee as affected by roasting conditions. Culi. Sci. & Hos. Res. 23: 1-11.
- Kim SY, Ahn SC. 2022. A study on the quality characteristics of coffee with different amounts of dried apple powder. Food Service Industry Journal. 18: 285-296.
- Kim SY, Ahn SC. 2023. Quality characteristics and antioxidant activity of blended coffee with different extraction methods. Food Eng. Prog. 27: 146-154.
- Lee CH, Ahn SC. 2023. Quality characteristics of sweet sapphire grape added coffee with different extraction conditions. Food Eng. Prog. 27: 220-227.
- Lee J, Kim SM. 2019. Quality characteristics of jeung-pyun manufactured with dutch coffee extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 48: 328-334.
- Lee JC, Park JY. 2023. Characteristics of organic acid and volatile flavor compounds according to input temperatures when roasting various types of anaerobic fermented green beans. Culi. Sci. & Hos. Res. 29: 21-31.
- Lee KO, Kim KB. 2018. Quality characteristics of jeungpyun added with blueberry powder. Culi. Sci. & Hos. Res. 24: 96-104.
- Oh HH, Hwang KT, Kim MY, Lee HK, Kim SZ. 2008. Chemical characteristics of raspberry and blackberry fruits produced in Korea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 738-743.
- Park KD. 2023. A study on the difference of chlorogenic acid content according to the degree of coffee roasting and hand drip coffee extraction. Food Service Industry Journal. 19: 167-175.
- Park WH, Park SB, Cha SH, Han IB, Bak SL, Hyun TK, Jang KI. 2021. Quality and antioxidant characteristics of apple puree containing peel and added vitamin C. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 50: 992-1000.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. J. Sci. Free Radical Biology and Medicine 26: 1231-1237.
- Shin BK, Koo NG, Lee YJ, Lee MS, Mun GC, Kim HJ, Lee YT. 2023. Physicochemical properties and bioactive compounds of coffee extracts prepared by partial substitution with wheat and barley grass. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 52: 509-515.
- Shin KO, Ha SY, Shin SB, Kim JY, Yang M. 2021. Manufacturing and quality characteristics analysis of coffee powder with added hallabong extract. Korean J. Food. Nutr. 34: 593-603.
- Singleton, VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. J. Sci. In Methods in Enzymology 299: 152-178.
- So YJ, Lee MW, Yoo KM, Kang HJ, Hwang IK. 2014. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of dutch coffee depending on different extraction conditions and storage. Korean J. Food Sci. Technol. 46: 671-676.
- Song KY, Kim EK, Kim NY, Kim YS, Lee SH, Kim IY, Ha JH, Kim KY, Jeong YH. 2019. Antioxidant activities of El salvadoran coffee arabica cv. bourbon coffee extracts with different roasting conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 48: 1453-1458.

### Author Information

**김시윤:** 신한대학교 대학원 바이오식품외식산업학과 박사과정

**안선정:** 신한대학교 바이오식품외식산업학과 교수