

추출 방법에 따른 제조 커피의 품질 특성 및 항산화 활성

김시윤 · 안선정^{1*}

신한대학교 대학원 바이오식품외식산업학과, ¹신한대학교 바이오식품외식산업학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Blended Coffee with Different Extraction Methods

Si-Yoon Kim and Sun-Choung Ahn^{1*}

Dept. of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan Graduate School

¹Dept. of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan University

Abstract

This study measured the biochemical properties, antioxidants, free sugars, organic acids, trigonelin, chlorogenic acids, and caffeine content of coffee prepared using different extraction methods by adding dried apple powder to develop high-quality functional drinks. Espresso had the highest soluble solids content and brownness at $9.17 \pm 0.88^\circ\text{Brix}$ and 1.85 ± 0.57 . Its organic acid content was higher in the sample groups than in the control group, whereas the espresso group was highest in citric acid at 2184.11 ± 0.01 mg/mL, malic acid at 2181.35 ± 0.03 mg/mL, fumaric acid at 40.42 ± 0.01 mg/mL, lactic acid at 32.04 ± 0.02 mg/mL, and formic acid at 49890 mg/mL. Additionally, it had the highest sucrose, glucose, fructose, and sorbitol contents ($p < 0.05$). In the trigonelin content, the sample groups showed a higher content than the control group, with the order being espresso > mokapot > water drip > frenchpress > siphon > hand drip ($p < 0.05$). In the content of chlorogenic acid and caffeine, the sample groups showed higher content than the control group, with the order of espresso > mokapot > water drip > siphon > frenchpress > hand drip ($p < 0.05$). As a result, espresso was found to be suitable for developing coffee drinks in manufactured coffee with different extraction methods.

Keywords: extraction methods, quality characteristics, antioxidant activity, total phenol, DPPH free radical scavenging activity

서 론

커피는 특유의 독특한 향과 조화로운 맛으로 현재 국내만이 아니라 전 세계적으로 가장 많이 음용되고 있는 음료 중 하나이다. 기본적으로 커피는 신맛, 쓴맛, 단맛 그리고 특유의 향의 조화를 이루고 있어 커피의 소비량과 수입량이 매년 증가하면서 기존의 커피 문화는 고급 음료 문화였다면 현재는 일상생활에서 대인관계 차원에서 선택이 아닌 필수 조건의 가교 문화로 형성되어 소비자가 많이 이용하고 있다(Choi et al., 2012).

매년 국내 커피시장은 급격히 커져 그 규모 또한 많이 성장해지면서 커피에 관한 다양한 지식과 전문적인 정보를 통하여 추출 방법이나 추출 도구가 지속적으로 개발되고 있어 이제는 어디서나 쉽게 제조해서 마실 수 있는 환경으

로 바뀌고 있으며, 최근 소비자들은 생활수준의 향상과 더불어 건강에 대한 관심이 더욱 증가하면서 커피의 카페인과 생리활성 물질이 건강에 미치는 영향과 각 원두별 블렌딩 뿐만 아니라 다른 식재료들과 함께 제조하여 건강에 유익한 생리활성 물질의 함량을 높인 기능성 블렌딩 커피음료에 대한 관심이 증가하고 있다(Bae et al., 2020a).

커피에는 다양한 생리활성 물질 중에서 대표적인 카페인을 비롯하여 플라보노이드, 페롤린산 등이 주로 함유하고 있으며, 트리코넬린, 탄닌산, 니코틴산, 퀴놀린산, 그리고 카페인 등의 페놀성분을 함유하고 있다(Shin et al., 2021).

커피 추출은 기본적으로 좋은 품질의 그린 빈(콩)을 선택하고 그린 빈 특유의 맛과 향기외에 로스팅시 갈변 화합물에 의해 커피의 flavor가 생성되며, 그 커피를 제조 도구에 따라 알맞은 크기로 분쇄한 원두를 뜨거운 물 또는 물을 가지고 원하는 풍미와 커피가 가지고 있는 다양한 성분을 용출 하는 것을 말하며, 그에 따른 방법으로는 크게 침지(우러내기, 달이기, 삼출, 진공여과), 여과(드립 여과, 가압 추출)로 분류된다(Yoo, 2013).

침지란 추출 용기에 분쇄된 커피 분말을 넣고 뜨거운 물을 붓거나 찬물을 넣고 가열하여 성분을 용출하는 방식이

*Corresponding author: Sun-Choung Ahn, Dept. of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan University, 95, Hoam-ro, Uijeongbu, Gyeonggi 11644, Korea

Tel: +82-31-870-3514

E-mail: food@shinhan.ac.kr

Received April 18, 2023; revised May 11, 2023; accepted May 16, 2023

며, 여과는 분쇄된 원두 분말이 담긴 종이나 금속으로 된 필터에 물이 한번 통과하여 성분을 용출 하는 방식이다 (Eun et al., 2014). 추출방식에 대해서는 현재에도 다양한 형태와 재질을 이용한 도구로 많이 개발되고 있다.

커피 추출 방식으로 필터를 이용하는 핸드 드립, 고온, 고압의 추출로 신속하게 내리는 에스프레소(Moon, 2013), 우려내기와 가압 추출의 혼합 방식의 프렌치 프레스(Eun et al., 2014), 원형 플라스크 이용하는 사이폰(Yoo, 2013), 직화식 방식의 모카포트(Koh et al., 2020), 물방울을 떨어 뜨려 추출하는 워터 드립(Kim & Kim, 2014; Eun et al., 2014; Yoo, 2013) 등이 이용되고 있다.

사과(*Malus pumila* var. *dulcissima*)는 분류학상 장미과에 속하는 다년생 목본식물로서 85%의 물과 12-14%의 탄수화물, 0.3%의 단백질 그리고 소량의 지질을 함유하고(Kim et al., 2020), 비타민을 포함한 유기산 및 당류와 같은 기호성 성분 그리고 폴리페놀 화합물과 같은 생리 활성 물질을 가지며(Hyson, 2011; Kalinowska et al., 2014; Hyun & Jang, 2016), 사과 함유 폴리페놀은 항산화, 항암, 항바이러스, 항알레르기 등의 효능을 가져 건강 기능성 식품만이 아니라 음료 및 화장품 산업에서도 많이 이용되고 있다(Hyson, 2011; Shoji, 2006; Park & Chung, 2020; Park et al., 2010; Lee & Kim, 2015; Lee, 2014; Yang & Ryu, 2010; Walsh et al., 2003).

지금까지 기능성 재료 첨가 커피의 선행 연구는 첨가재료로 인한 품질 특성과 항산화 연구로 오디 추출물(Lim et al., 2015), 작두콩 첨가(Bae et al., 2020b), 한라봉 추출액(Shin et al., 2021), 대추 추출물(Kim, 2020), 등글레 첨가(Kim et al., 2010), 홍삼 커피 혼합추출물(Choi et al., 2012)의 연구가 보고 되었으며 커피의 추출 방법에 달리하여 기능성을 지닌 재료를 첨가하여 제조한 커피에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서 다양한 생리가능 및 기능성 물질을 지닌 건조 사과 분말을 첨가하여 espresso, mokapot, water drip, siphon, frenchpress, hand drip의 제조 방법으로 추출한 커피를 제조하여 pH, 수분, 가용성 고형분, 색도, 갈색도, 총 폴리페놀, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 유기산, 유리당, 트리고넨린, 클로로겐산, 카페인 함량을 측정하여 우리 몸에 유익한 건강 음료 개발 및 well-being을 추구하는 소비자들에게 적합한 커피 음료로의 활용성을 높이고자 연구하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에서 사용된 커피의 그린 빈은(green bean) 2021년에 수확된 아라비카 품종으로 워시드 방식으로 가공되었으며 과테말라 안티구아(Antigua), 콜롬비아 후일라(Huila), 그리고 브라질 세라도(Cerrado) 3종류로 블렌딩을 하였으며, 건조사과분말은 자연프드팜(dry fruits, Cheong-Ju shi, Chungchung-do)의 제품을 구입하여 사용하였다.

커피 로스팅

커피의 로스팅 과정은 다음과 같다. 로스팅 머신 Jene cafe (CBR-1200, Gyeonggi-Do, Korea)을 이용하여 170°C에서 19 min 간 중.강 배진 사이의 단계에서 원두를 배출하여 아로마 밸브가 장착된 봉투에 담아 72 h 빛이 들어오지 않는 서늘한 곳에서 숙성하였다. 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 반자동 그라인더 (Super jolly man, MAZZER LUIGI SPA, Venezia, Italy)와 자동 그라인더(EKM200, Rommelsbacher, Dinkelsbuhl, Germany)를 이용하여 분쇄하였다.

추출 방법에 따른 커피 제조

커피 시료는 Table 1과 같이 대조군은 핸드드립으로 원두 분말 16 g으로 정하고 첨가시료군은 원두 분말 12 g, 건조 사과 분말 4 g씩으로 칭량하여 6가지의 제조 방법에 따라 추출하였다. Hand drip은 드리퍼(V60, Hario, Tokyo, Japan)을 이용하여, 90±5°C 이상의 온도의 물로 2.25 min 동안 추출하였고, espresso는 업소용 에스프레소 머신 (DELUXE 2Gr, Sanremo, Treviso, Italy)를 이용하여 90±5°C의 물로 9 atm의 압력으로 23 s 동안 추출하였고, siphon은 90±5°C 이상의 물로(TCA-2, Hario, Tokyo, Japan)를 이용하여 2.5 min 동안 추출하였으며, frenchpress는 (CPS-2GP, Hario, Tokyo, Japan)를 90±5°C 이상의 물을 이용하여 3 min 동안 추출하였으며, mokapot는 (MOKA EXPRESS, Bialetti, Omegna, Italy)를 이용하여 90±5°C 이상의 물로 3 min 동안 추출하였다. 마지막으로 water drip은 (My Dutch M550, Beanplus, Seoul, Korea)를 이용하여 물 130 mL을 넣고

Table 1. Making blended coffee by different extraction method

unit (g, mL)

Ingredient	CON	Hand drip	Espresso	Frenchpress	Siphon	Mokapot	Water drip
Water (mL)	130	130	130	130	130	130	130
Blended coffee (g)	16	12	12	12	12	12	12
Dried apple powder (g)	0	4	4	4	4	4	4
Extraction time	2.25 min	2.25 min	23 sec	3 min	2.5 min	3 min	6 h

6 h 동안 추출하였다.

pH, 수분, 가용성 고형분 함량 측정

pH는 시료 25 mL를 pH meter (GmbH; 8603, Mettler-Toledo, Greifensee, Switzerland)로 사용하여 측정하였다. 수분은 커피의 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, Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

색도 및 갈색도 측정

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

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법(Singleton et al., 1999)을 변형하여 측정하였다. 커피 추출 시료 50 μ L에 10% Na_2CO_3 용액(w/v) 100 μ L를 첨가한 후 실온에 방치한 뒤 50% Folin-Ciocalteu's reagent 50 μ L 가한 후 암실에서 60 min 동안 반응시키고 흡광도를 마이크로플레이트 판독기(microplate reader, Epoch, BioTek, USA)를 이용하여 725 nm에서 측정하였다. 이때 총 폴리페놀 화합물은 표준물질로 gallic acid (Sigma Aldrich Co., MO, USA)를 이용하여 작성한 표준곡선을 사용하여 커피의 시료에 함유된 총 폴리페놀 화합물 함량을 산출하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성능 측정

DPPH 자유 라디칼 소거 활성능 측정은 각 시료의 DPPH에 대한 소거 활성 효과로 시료의 환원력을 측정하였다(Blois, 1958). 커피 추출물 100 μ L와 사용 직전에 만든 0.1 mM DPPH용액을 100 μ L 넣고 혼합하여 실온 암소에서 30 min 동안 반응시킨 후, 마이크로플레이트 판독기(microplate reader, Epoch, BioTek, USA)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 DPPH 자유 라디칼 소거 활성능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하여 전자공여능으로 나타내었다.

유기산 함량 측정

유기산 분석은 UV-Detector (ERC, Refracto MAX 520, Tokyo, Japan)를 사용하여 210 nm에서 분석하였다. Column

은 Aminex 87H column (300 \times 10 mm, Bio-Rad, USA)을 사용하였으며, column의 온도는 40°C로 하였다. 이동상은 0.01 N H_2SO_4 (Fluka, USA)를 사용하였고, 유속은 0.5 mL/min으로 하였으며, 시료는 10 μ 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 Sugar-pak (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. 시료 주입량은 10 μ L로 하여 Shodex RI-101 (Shodex, Japan) detector에서 검출하였다.

트리코넨린, 클로로겐산, 카페인 함량 측정

트리코넨린(trigonelline), 클로로겐산(chlorogenic acid), 카페인(caffeine)의 함량은 시료 10 mL를 취한 다음 비커에 넣고 증류수를 100 mL씩 첨가하였다. 이를 각각 20 mL씩 취하여 50 mL의 measuring flask에 넣고, 아세트산납을 1 mL 첨가한 후 10 min 간 방치한 다음, 10% (w/v) Na_2CO_3 1 mL를 첨가하여 혼합하였다. 시료를 1 mL씩 취한 다음 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 분석 조건으로는 분석기기는 HITACHI (model 655A-11, Hitachi, Ltd., Japan)를 이용하였고, column은 Inertsil ODS-3 (5 μ m, 5.0 \times 250 mm)를 사용하였다. Column의 온도는 35°C로 하였고, 이동상은 acetonitrile: 10 mM KH_2PO_4 (10:90, v/v)을 사용하였으며, 유속은 0.9 mL/min로 하였다. 그리고 검출기는 UV-detector (Shimadzu SPD-10 AVP)를 사용하여 280 nm에서 검출하였다.

통계 처리

통계 처리는 SPSS (Ver. 23.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 각 시료군의 평균과 표준편차를 구하고 one-way ANOVA (analysis of variation)으로 분석한 다음, Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

pH, 수분, 가용성 고형분 함량 결과

pH, 수분, 가용성 고형분 측정 결과는 Table 2에 제시하였다. pH에서는 대조군 5.46 \pm 0.01이며 water drip이 5.54 \pm 0.00로 가장 높게 나타났고, moka pot가 5.12 \pm 0.03로 가장 낮았다. water drip으로 추출한 커피가 가장 높은 값이 나타난 이유는 물과 커피의 접촉시간, 분쇄 굵기와 다지기 동작과 추출방법에 의한 유기산 함량의 차이로 이러한 결

Table 2. pH, moisture contents, and solid content of blended coffee by different extraction method

	pH	Moisture (%)	Solid content (°Brix)
CON	5.46±0.01 ^{1)j2)}	99.20±0.00 ^e	1.23±0.33 ^a
Hand drip	5.37±0.01 ^e	98.13±0.21 ^f	1.97±0.33 ^b
Espresso	5.14±0.02 ^a	91.33±0.17 ^a	9.17±0.88 ^e
Frenchpress	5.31±0.01 ^d	96.94±0.09 ^d	3.03±0.33 ^d
Siphon	5.21±0.00 ^c	97.70±0.09 ^c	2.70±0.00 ^c
Mokapot	5.12±0.03 ^b	94.71±0.00 ^c	5.60±0.10 ^c
Water drip	5.54±0.00 ^g	94.25±0.00 ^b	6.50±0.00 ^f
F value	302.972 ^{***3)}	1836.162 ^{***}	3975.974 ^{***}
P value	.000	.000	.000

¹⁾ Each value is mean±S.D.

²⁾ a-g) 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.

³⁾ *** $p<0.001$

과가 나타난 것으로 사료된다(Park, 2017). 추출 시간에 따른 더치커피 추출액의 페놀 성분과 항산화 효과의 변화의 연구에서 pH가 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다(Hwang et al., 2013).

수분 함량은 대조군이 99.20±0.00%로 가장 높았고, 대조군보다 건조 사과 첨가 시료군들이 모두 낮은 값을 보였다. 시료군에서는 hand drip이 98.13±0.21%로 높았으며, espresso가 91.33±0.17%로 낮았다.

가용성고형분 함량은 대조군이 1.23±0.33°Brix이며, 건조 사과 첨가 시료군 모두 대조군보다 높게 나타났다. 시료군에서 espresso가 9.17±0.88°Brix로 높았고, hand drip이 1.97±0.33°Brix로 나타났다. 이러한 결과는 Eun et al. (2014)의 커피 추출시 고형분의 함량은 커피품종, 배전정도, 추출방법 등에 따라 다르며 고온과 고압의 에스프레소법으로 추출한 커피가 핸드드립이나 다른 추출법에 의한 추출한 커피보다 고형물 함량이 높게 나타났다고 보고한 연구와 일치하는 경향을 보였다.

색도 및 갈색도 결과

색도와 갈색도의 결과는 Table 3에 제시하였다. 색도에서 L 값은 대조군이 9.23±0.15이며, 시료군에서는 mokapot가

16.07±0.06로 가장 높았고, water drip이 9.40±0.00로 가장 낮았다. 추출 방법 달리한 건조 사과 첨가 시료군들이 대조군보다 모두 높은 값을 보였다. a 값에서는 대조군이 1.17±0.15이며, 시료군에서는 mokapot가 6.07±0.06로 가장 높게 나타났으며, water drip이 -0.10±0.00으로 가장 낮은 것으로 나타났으며 시료간 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). b 값에서는 대조군이 -0.90±0.00로 나타났고, 시료군에서 espresso가 5.80±0.10으로 가장 높았으며, mokapot가 -7.43±0.12으로 가장 낮았다.

갈색도는 대조군이 0.50±0.18이며 건조 사과 첨가 커피 시료군 모두 갈색도가 대조군보다 높은 경향을 보였다. 시료군에서는 espresso가 1.85±0.57로 가장 높았으며, hand drip이 0.56±0.18으로 가장 낮았다. 커피의 갈색물질은 원두에 함유되어 있는 환원당과 아미노산에 의해 amino carbonyl 반응에 의해 생성되며 갈색물질은 고분자의 화합물로 항산화 활성과 상관성을 가진다고 보고되고 있다(So et al., 2014). 본 연구에서 mokapot와 espresso로 추출한 커피의 갈색도가 다른 시료보다 유의적으로 높은 것으로 나타났으며($p<0.01$) 이러한 결과는 두 추출 방법의 커피 추출액이 산화방지 활성이 높을 것을 생각된다.

Table 3. Hunter's color values and brown color of blended coffee by different extraction method

	L value	a value	b value	Browning index (420 nm)
CON	9.23±0.15 ^{1)a2)}	1.17±0.15 ^b	-0.90±0.00 ^b	0.50±0.18 ^{1)a2)}
Hand drip	9.95±0.06 ^c	1.83±0.06 ^c	-0.27±0.32 ^c	0.56±0.18 ^a
Espresso	14.47±0.20 ^e	6.00±0.20 ^d	5.80±0.10 ^e	1.85±0.57 ^c
Frenchpress	10.23±0.20 ^d	1.10±0.20 ^b	-0.20±0.17 ^d	0.59±0.07 ^b
Siphon	10.03±0.15 ^c	1.17±0.15 ^b	0.10±0.17 ^c	0.64±0.06 ^{ab}
Mokapot	16.07±0.06 ^f	6.07±0.06 ^d	-7.43±0.12 ^f	1.31±0.75 ^{bc}
Water drip	9.40±0.00 ^b	-0.10±0.00 ^a	1.80±0.10 ^a	0.82±0.28 ^{ab}
F value	5266.000 ^{***4)}	989.125 ^{***}	1383.028 ^{***}	5.114 ^{**}
P value	.000	.000	.000	.006

¹⁾ Each value is mean±S.D.

²⁾ a-f) 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.

³⁾ * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

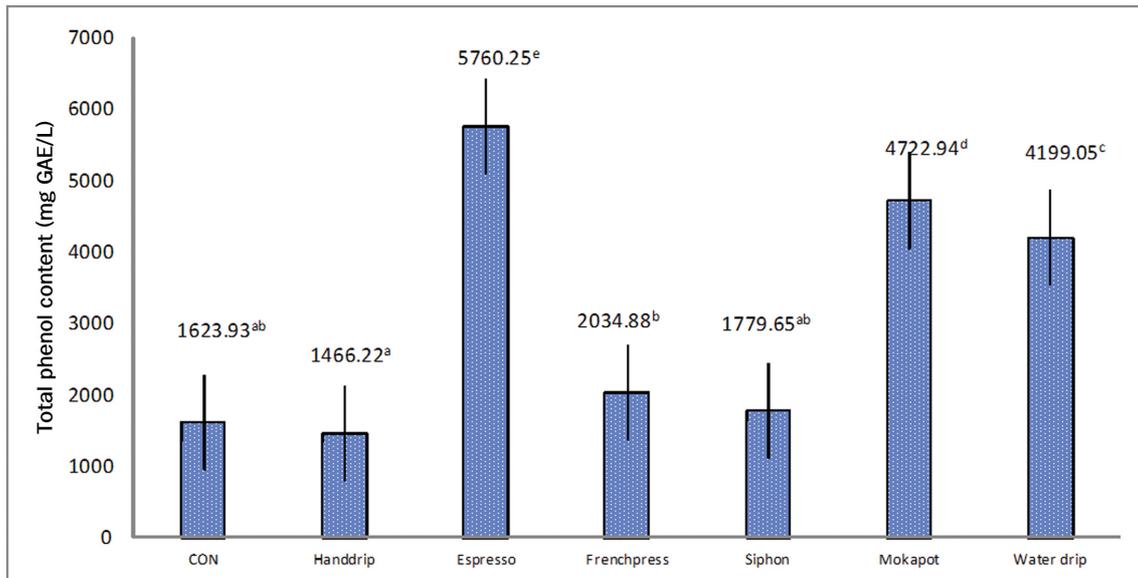


Fig. 1. Total polyphenol content of blended coffee by different extraction method. Each value is mean±S.D. ^{a-d}Means with different letters within a row are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

총 폴리페놀 함량 결과

총 폴리페놀의 함량은 대조군이 1623.93 mg gallic acid equivalents (GAE)/L이며, 시료군에서는 espresso가 5760.25 mg GAE/L로 가장 높았으며 hand drip이 1466.22 mg GAE/L로 가장 낮았다($p<0.05$) (Fig. 1). 본 연구 결과는 에스프레소에 의해 조제된 작두콩 첨가 커피가 콜드브루와 드립 방식에 조제된 시료군보다 총페놀화합물이 높게 나왔다고 보고한 연구(Bae et al., 2020b) 결과와 일치하는 경향을 보였으며 이러한 결과는 에스프레소 방식에 의해 조제된 커피의 경우 다른 추출방식에 비해 스텐레스 필터를 사용하고 강한 압력과 높은 온도를 사용하여 추출효율이 높기 때문

인 것으로 사료된다.

DPPH 자유 라디칼 소거 활성능 결과

DPPH 자유 라디칼 소거 활성능은 Fig. 2에 제시하였다. 대조군이 26.54%이며, 추출방법 달리한 건조 사과 첨가 시료군들이 대조군보다 모두 높은 값을 보였다. 시료군에서는 frenchpress가 45.26%으로 가장 높았고, siphon이 28.20%으로 가장 낮았다($p<0.05$). 한라봉 추출액이 첨가된 커피 분말의 품질 특성 연구(Shin et al., 2021)에서 대조군보다 한라봉 추출액 첨가군의 DPPH 라디칼 소거능이 컸다는 결과와 오디 추출물 첨지 커피의 품질 특성 연구(Lim et al., 2015)

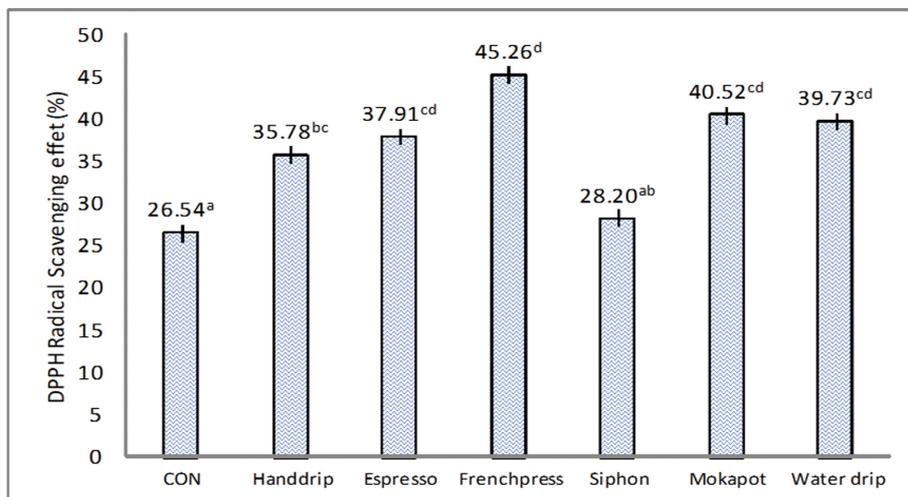


Fig. 2. DPPH free radical scavenging activity of blended coffee by different extraction method. Each value is mean±S.D. ^{a-d}Means with different letters within a row are significantly different from each other at $p<0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

Table 4. Organic acid content of blended coffee by different extraction method

	Citric acid (mg/mL)	Malic acid (mg/mL)	Fumaric acid (mg/mL)	Lactic acid (mg/mL)	Formic acid (mg/mL)	Acetic acid (mg/mL)
CON	422.65±0.03 ^{1(a2)}	N.D. ³⁾	N.D.	N.D.	92.55±0.02 ^a	239.37±0.02 ^a
Hand drip	476.01±0.02 ^b	497.16±0.02 ^a	10.51±0.00 ^a	8.58±0.02 ^a	117.72±0.01 ^b	280.88±0.00 ^b
Espresso	2184.11±0.01 ^g	2181.35±0.03 ^f	40.42±0.01 ^f	32.04±0.02 ^f	498.31±0.02 ^g	1090.26±0.04 ^g
Frenchpress	659.57±0.01 ^d	706.95±0.02 ^c	14.71±0.00 ^c	11.21±0.01 ^c	157.07±0.00 ^d	350.40±0.00 ^d
Siphon	581.55±0.01 ^c	540.56±0.03 ^b	13.05±0.01 ^b	9.77±0.01 ^b	139.31±0.00 ^c	317.37±0.01 ^c
Mokapot	1290.87±0.01 ^f	1194.92±0.01 ^d	23.46±0.01 ^e	21.24±0.01 ^e	288.07±0.01 ^f	598.81±0.02 ^f
Water drip	877.26±0.01 ^e	1279.03±0.02 ^e	20.22±0.03 ^d	12.15±0.03 ^d	190.04±0.03 ^e	381.98±0.02 ^e
F value	7521.983 ^{****4)}	2679.000 ^{***}	2214.166 ^{***}	9773.717 ^{***}	2674.114 ^{***}	9217.457 ^{***}
P value	.000	.000	.000	.000	.000	.000

¹⁾Each value is mean±S.D.

^{2)a-g}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.

³⁾N.D.:Not Detected.

^{4)***} $p<0.001$

에서 대조군보다 오디 침지 추출물 첨가 커피가 DPPH 라디칼 소거능이 컸다는 결과와 일치하는 경향을 보였다.

유기산 함량 결과

유기산 함량은 Table 4와 같다. 유기산은 시트르산, 말산, 푸말산, 젯산, 포름산, 아세트산으로 총 6가지의 유기산이 검출되었으며, 대조군에서는 시트르산, 포름산, 아세트산으로 3가지만 검출되었다. 추출방법을 달리한 건조 사과 첨가 시료군들이 대조군보다 모두 더 높은 유기산 함량을 나타냈다.

시트르산에서는 대조군은 422.65±0.03 mg/mL이며 espresso가 2184.11±0.01 mg/mL로 가장 높은 함량을 나타냈고 hand drip이 476.01±0.02 mg/mL로 낮은 함량을 나타냈다. 말산에서는 espresso가 2181.35±0.03 mg/mL로 가장 높았고, hand drip이 497.16±0.02 mg/mL로 가장 낮았다. 푸말산에서는 espresso가 40.42±0.01 mg/mL로 가장 높았으며, hand drip이 10.51±0.00 mg/mL로 가장 낮았으며 시료 간의 범위는 10.51±0.00-40.42±0.01 mg/mL이다($p<0.05$).

젯산에서는 espresso가 32.04±0.02 mg/mL로 가장 높았으며, hand drip이 가장 낮은 함량인 8.58±0.02 mg/mL로 나타냈다. 시료 간의 범위는 8.58-32.04 mg/mL이다($p<0.05$). 포름산에서는 대조군이 92.55±0.02 mg/mL이며, 건조 사과 첨가 시료군들이 대조군보다 높은 함량을 보였다. espresso가 498.31±0.02 mg/mL로 가장 높은 함량으로 나타났고, hand drip이 117.72±0.01 mg/mL로 가장 낮았다. 시료 간의 범위는 117.72-498.31 mg/mL이며 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$).

초산에서는 대조군이 239.37±0.02 mg/mL의 함량을 나타냈고, 건조 사과 첨가 시료군들이 대조군보다 높은 함량을 보였다. 초산 또한 espresso가 1090.26±0.04 mg/mL로 가장 높은 함량으로 나타났으며, hand drip이 280.88±0.00 mg/mL로 가장 낮았고, 시료 간 유의적인 차이가 나타났

($p<0.05$). 본 연구결과에서 대조군보다 건조 사과첨가 시료군들이 유기산 함량이 더 높은 것으로 나온 것은 건조 사과첨가로 인한 것으로 판단되며 espresso로 제조한 커피가 가장 높은 함량을 나타내었는데 이것은 에스프레소 추출방식인 높은 압력을 이용하여 고온에서 커피를 추출하였기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 사료된다(Hwang et al., 2013).

유기산은 커피의 품질을 평가받는데 중요한 특성 중의 하나로 신맛 뿐만 아니라 쓴맛에도 영향을 주는 것으로 알려져 있으며 로스팅시 열분해에 의해 감소하며 유기산의 종류와 총량은 제조 조건에 의해 변화가 있는 것으로 보고되었고(Kim & Kim, 2017) 본 연구 결과에서는 에스프레소 추출방식이 가장 높은 것으로 나타나 커피 품질 특성을 고려한 음료 제품개발의 기초자료로 활용될 수 있는 것으로 판단된다.

유리당 함량 결과

유리당 함량은 대조군을 제외하고 sucrose, glucose, fructose, sorbitol의 4종이 검출되었으며 그 결과는 Table 5에 제시하였다.

Sucrose는 espresso가 6235.05±0.03 mg/mL로 가장 높았으며, water drip이 1196.23±0.02 mg/mL로 가장 낮았다. glucose에서는 9190.72±0.01 mg/mL로 espresso가 가장 높았으며 water drip이 1914.92±0.00 mg/mL로 가장 낮았다. 시료군에서 sucrose와 glucose의 함량은 espresso > mokapot > frenchpress > siphon > hand drip > water drip 순으로 나타났($p<0.05$).

Fructose는 espresso가 23082.31±0.01 mg/mL로 가장 높았으며 hand drip이 5350.45±0.02 mg/mL로 가장 낮은 함량으로 나타냈다. 시료군의 함량은 espresso > water drip > mokapot > frenchpress > siphon > hand drip > 순으로 나타났($p<0.05$). Sorbitol은 espresso가 1307.06±0.0 mg/mL로 가장 높았

Table 5. Free sugar content of blended coffee by different extraction method

	Sucrose (mg/mL)	Glucose (mg/mL)	Fructose (mg/mL)	Sorbitol (mg/mL)
CON	N.D. ³⁾	N.D.	N.D.	N.D.
Handdrip	1337.50±0.01 ^{1) b2)}	2300.96±0.02 ^b	5350.45±0.02 ^a	393.33±0.02 ^b
Espresso	6235.05±0.03 ^f	9190.72±0.01 ^f	23082.31±0.01 ^f	1307.06±0.01 ^f
Frenchpress	2201.06±0.01 ^d	4346.64±0.01 ^d	8378.03±0.02 ^c	564.18±0.02 ^c
Siphon	1543.35±0.02 ^c	3296.27±0.02 ^c	5774.22±0.12 ^b	308.93±0.02 ^a
Mokapot	5216.87±0.01 ^e	7477.44±0.02 ^e	12150.64±0.02 ^d	965.71±0.00 ^e
Water drip	1196.23±0.02 ^a	1914.92±0.00 ^a	12842.23±0.02 ^e	897.85±0.02 ^d
F value	5.113 ^{***4)}	1.514 ^{***}	3.895 ^{***}	1496.000 ^{***}
P value	.000	.000	.000	.000

¹⁾ Each value is mean±S.D.

^{2)a-e} 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.

³⁾ N.D.: Not Detected.

며 siphon이 308.93±0.02 mg/mL로 가장 낮았고 espresso > mokapot > water drip > frenchpress > hand drip > siphon 순으로 나타났다($p < 0.05$).

본 연구에서 대조군을 제외한 건조 사과첨가 시료군에서 유리당 함량은 건조 사과첨가에 의한 것으로 생각되며 유리당은 사과의 품종과 재배 환경 그리고 재배 과정에 따라 함량의 차이와 비율이 각각 특이적으로 함유되는 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2006). 유리당은 로스팅된 커피의 향 형성에 큰 영향을 미치는 것으로 단당류와 이당류는 로스팅이 진행되면서 감소한다(Kim & Kim, 2017). 본 연구에서 추출 방법에 따른 유리당의 함량에 차이가 있으므로 나타났으며 espresso 군이 가장 높아 가장 효과 있는 추출 방법으로 사료된다.

트리코넨린, 클로로겐산, 카페인함량 결과

트리코넨린(trigoneline), 클로로겐산(chlorogenic acid), 카페인(caffeine)의 함량 결과는 Table 6에 제시하였다. 트리코넨린은 대조군이 139.64±0.01 mg/mL이며 건조 사과첨가 시료군들이 대조군보다 높은 함량을 나타냈다. 시료군에서

는 espresso가 923.43±0.02 mg/mL로 가장 높았고 hand drip이 171.85±0.03 mg/mL로 가장 낮았다. 트리코넨린 함량은 espresso > mokapot > water drip > frenchpress > siphon > hand drip 순으로 나타났다($p < 0.05$).

클로로겐산에서는 대조군이 85.84±0.0 mg/mL이며, 건조 사과 첨가 시료군들이 대조군보다 높은 함량을 나타냈다. 시료군에서는 espresso가 796.96±0.02 mg/mL로 가장 높았으며, hand drip이 122.67±0.03 mg/mL로 가장 낮았으며 클로로겐산 함량은 espresso > mokapot > water drip > siphon > frenchpress > hand drip 순으로 나타났다($p < 0.05$). 클로로겐산은 커피의 주요 phenol 화합물이며 이것은 로스팅 과정 중 화학적으로 분해되어 여러 종류의 phenol 화합 물질로 생성되는데 이러한 phenol 화합 물질은 커피의 향과 맛에 큰 영향을 준다(Kim & Park, 2006).

카페인에서는 대조군이 457.24±0.03 mg/mL의 함량을 나타냈고 건조 사과 첨가 시료군이 대조군보다 높은 함량을 보였다. 시료군에서는 espresso가 2730.93±0.02 mg/mL로 가장 높았고 hand drip이 505.17±0.01 mg/mL로 가장 낮았으며, 카페인함량은 espresso > mokapot > water drip > siphon >

Table 6. Trigoneline, chlorogenic acid and caffeine content of blended coffee by different extraction method

	Trigoneline (mg/mL)	Chlorogenic acid (mg/mL)	Caffeine (mg/mL)
CON	139.64±0.01 ^{1)a2)}	85.84±0.01 ^a	457.24±0.03 ^{1)a2)}
Hand drip	171.85±0.03 ^b	122.67±0.03 ^b	505.17±0.01 ^b
Espresso	923.43±0.02 ^e	796.96±0.02 ^e	2730.93±0.02 ^e
Frenchpress	243.17±0.01 ^d	162.35±0.01 ^c	646.86±0.01 ^c
Siphon	222.93±0.02 ^c	165.37±0.02 ^d	672.13±0.01 ^d
Moka pot	533.27±0.01 ^f	485.17±0.01 ^f	1655.27±0.02 ^f
Water drip	287.03±0.02 ^e	230.97±0.02 ^e	1061.40±0.01 ^e
F value	8076.836 ^{***3)}	3621.833 ^{***}	6464.586 ^{***}
P value	.000	.001	.000

¹⁾ Each value is mean±S.D.

^{2)a-e} 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.

^{3)***} $p < 0.001$

frenchpress > hand drip 순으로 나타났다($p < 0.05$).

Eun et al. (2014)의 연구에서 에스프레소 머신으로 추출한 시료 커피의 함량이 가장 높았으며 이는 에스프레소 머신의 고온고압 및 고속의 추출로 인해 카페인 함량이 높게 나왔다고 보고하였으며 본 연구와 일치하는 경향을 나타냈다.

본 연구에서 트리고넨린, 클로로겐산과 카페인 함량 모두 espresso 군이 가장 많은 함량을 보인 것은 건조사과 첨가와 추출방식의 차이에 의한 것으로 사료되며 트리고넨린은 대조군이 139.64 ± 0.01 mg/mL에서 espresso 군 923.43 ± 0.02 mg/mL으로 약 6.6배, 클로로겐산은 대조군 85.84 ± 0.0 mg/mL에서 espresso 군 796.96 ± 0.02 mg/mL으로 약 9.4배나 증가한 함량으로 클로로겐산은 과일과 채소에 존재하는 대표 페놀류이며 커피콩에 존재하는 클로로겐산은 커피의 착색의 원인물질이며 항산화 작용 등 다양한 기능성을 가지는 것으로 보고되어 기능성 음료 개발의 가능성이 있는 것으로 판단되며 카페인도 대조군 457.24 ± 0.03 mg/mL에서 espresso 군 2730.93 ± 0.02 mg/mL로 약 6배 정도 증가한 함량으로 카페인은 퓨린 염기의 일종으로 중추신경 자극 및 활성산소에 의해 유도되는 지질과산화물을 억제하는 항산화제로 작용하므로 다른 추출방식의 커피보다 더 높은 산화방지활성을 가질 것으로 사료된다(Lee et al., 2017).

요약 및 결론

본 연구에서는 고품질 기능성 음료의 제품개발을 하기 위하여 현재 가장 많이 응용되고 있는 커피와 다양한 생리활성 물질을 가지고 있는 건조 사과 분말을 혼합하여 추출 방법을 달리하여 제조한 커피 음료의 pH, 수분, 가용성 고형분, 색도, 갈색도, 총 폴리페놀, DPPH, 유기산, 유리당, 트리고넨린, 클로로겐산, 카페인 함량을 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

pH에서는 water drip이 5.54 ± 0.00 로 가장 높게 나타났고, mokapot가 5.12 ± 0.03 로 가장 낮았다.

수분 함량은 대조군이 $99.20 \pm 0.00\%$ 로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 대조군보다 건조 사과 첨가 시료군들이 모두 낮은 값을 보였다. 시료군에서는 hand drip이 $98.13 \pm 0.21\%$ 로 높았으며, espresso가 $91.33 \pm 0.17\%$ 로 낮은 함량을 나타냈다. 가용성고형분 함량은 대조군이 $1.23 \pm 0.33^\circ\text{Brix}$ 이며, 건조 사과 첨가 시료군 모두 대조군보다 높게 나타났다. 시료군에서 espresso가 $9.17 \pm 0.88^\circ\text{Brix}$ 로 높았으며 hand drip이 $1.97 \pm 0.33^\circ\text{Brix}$ 로 나타났다.

색도에서는 L 값은 대조군이 9.23 ± 0.15 이며, 시료군에서는 mokapot가 16.07 ± 0.06 로 가장 높았고, water drip이 9.40 ± 0.00 로 가장 낮았다. a 값에서는 대조군이 1.17 ± 0.15 이며, 시료군에서는 mokapot가 6.07 ± 0.06 로 가장 높았고, water drip이 -0.10 ± 0.00 로 가장 낮았다. b 값에서는 espresso가 5.80 ± 0.10 로 가장 높았으며, mokapot가 $-7.43 \pm$

0.12 으로 가장 낮았다. 갈색도는 대조군이 0.50 ± 0.18 이며 건조사과 첨가 커피 시료군 모두 갈색도가 대조군보다 높은 경향을 보였다. 시료군에서는 espresso가 1.85 ± 0.57 로 가장 높았으며, hand drip이 0.56 ± 0.18 으로 가장 낮았다.

총 폴리페놀의 함량은 대조군이 1623.93 mg GAE/L이며, 시료군에서는 espresso가 5760.25 ± 49.98 mg GAE/L로 가장 높았으며 hand drip이 1466.22 mg GAE/L로 가장 낮았다. DPPH 자유 라디칼 소거 활성능은 대조군이 26.54% 이며, 추출방법 달린 건조사과 첨가 시료군들이 대조군보다 모두 높은 값을 보였다. 시료군에서는 frenchpress가 $45.26 \pm 0.71\%$ 으로 가장 높았고, siphon이 $28.20 \pm 6.32\%$ 으로 가장 낮았다($p < 0.05$).

유기산 함량은 추출방법을 달리한 건조사과 첨가 시료군들이 대조군보다 모두 더 높은 유기산 함량을 나타냈으며 espresso군이 시트르산에서 2184.11 ± 0.01 mg/mL로, 말산에서 2181.35 ± 0.03 mg/mL로, 푸말 산에서 40.42 ± 0.01 mg/mL로, 젯산에서 32.04 ± 0.02 mg/mL, 포름산에서 498.31 ± 0.02 mg/mL로, 초산에서 1090.26 ± 0.04 mg/mL로 가장 높은 함량을 나타냈다. 유리당 함량 결과로 sucrose와 glucose에서는 6235.05 ± 0.03 mg/mL, 9190.72 ± 0.01 mg/mL로 espresso가 가장 높았으며 espresso > mokapot > frenchpress > siphon > hand drip > water drip 순으로 나타났다($p < 0.05$). Fructose에서는 espresso가 23082.31 ± 0.01 mg/mL로, sorbitol에서는 espresso가 1307.06 ± 0.0 mg/mL으로 가장 높았다($p < 0.05$).

트리고넨린은 건조 사과첨가 시료군들이 대조군보다 높은 함량을 나타냈고 espresso가 923.43 ± 0.02 mg/mL으로 가장 높았고 트리고넨린 함량은 espresso > mokapot > water drip > frenchpress > siphon > hand drip 순으로 나타났다($p < 0.05$). 클로로겐산과 카페인에서는 건조 사과 첨가시료군들이 대조군보다 높은 함량을 나타냈고 espresso가 796.96 ± 0.02 mg/mL, 2730.93 ± 0.02 mg/mL으로 가장 높았고 espresso > mokapot > water drip > siphon > frenchpress > hand drip 순으로 나타났다($p < 0.05$). 이상의 결과로 본 연구에서는 추출 방법에 따른 건조 사과 첨가 커피에서 espresso가 유리당, 유기산과 항산화성 및 클로로겐산 등의 함량이 매우 높아 커피음료 개발에 적합한 것으로 나타났다. 향후 커피 섭취 시 카페인, 클로로겐산, 트리고넨린 등 다양한 생리활성 물질의 효과를 높이기 위하여 새로운 추출 방법과 다양한 곡류 및 과일을 첨가한 커피의 추가 연구가 필요하다 생각한다. 또한 현대사회의 건강 문제를 조금이나마 해결할 수 있는 기능성 첨가재료에 대한 지속적 연구가 필요하며 커피의 새로운 기능성 음료 개발로 성장하고 있는 커피 산업의 매출 증대의 효과와 발전을 기대해 볼 수 있다고 사료 된다.

References

Bae HC, Park JU, Moon JH. 2020a. Anti-inflammatory effects of

- a mixture of coffee and sword bean extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 52: 237-243.
- Bae HC, Kim HS, Kim EH, Moon JH. 2020b. Antioxidant activity of coffee added with sword bean. *Korean J. Food Preserv.* 27: 385-392.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Choi YH, Kim SE, Huh J, Han YH, Lee MJ. 2012. Antibacterial and antioxidative activity of roasted coffee and red ginseng mixture extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 4: 320-326.
- Eun JB, Cho MY, Im JS. 2014. Physicochemical characteristics of coffee extracts using different extraction methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46: 723-728.
- Hwang SH, Kim MJ, Kim KS, Kang HJ. 2013. Phenolic compound contents and antioxidative effects on dutch coffee by extraction time. *Korean Public Health Res.* 39: 21-29.
- Hyson DA. 2011. A comprehensive review of apples and apple components and their relationship to human health. *Adv. Nutr.* 2: 408-420.
- Hyun TK, Jang KI. 2016. Apple as a source of dietary phytonutrients: An update on the potential health benefits of apple. *EXCLI J.* 15: 565-569.
- Kalinowska M, Bielawska A, Lewandowska-Siwkiewicz H, Priebe W, Lewandowski W. 2014. Apples: Content of phenolic compounds vs. variety, part of apple and cultivation model, extraction of phenolic compounds, biological properties. *Plant Physiol. Biochem.* 84: 169-188.
- Kim AR, Kim JS. 2014. Flavor contributing nonvolatile chemical and sensory characterization of cold water extraction-based coffee by different extraction methods (Dripping vs Steeping) and time. *J. Korea Soc. Coffee Ind.* 3: 1-9.
- 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 HK, Jung HA, Ahn EM, Huh D, Kim HC, Paik JE. 2010. Sensory characteristics of coffee with the addition of the *Polygonatum sibiricum*. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 20: 947-956.
- 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 MH, The-thiri M, Moon DG, Ryu GH. 2020. Quality characteristics of noodles with various levels of apple flour and apple concentrate. *Food Eng. Prog.* 24: 120-125.
- Kim SH, Kim JS. 2017. Chemical composition and sensory attributes of brewed coffee as affected by roasting conditions. *Culin. Sci. Hosp. Res.* 23: 1-11.
- Koh GH, Lee CH, Yoon JR. 2020. Physicochemical characteristics of coffee brews using different brewing methods. *Food Eng. Prog.* 24: 110-119.
- Lee KS, Kim JM, Yoon KY. 2017. Physicochemical properties, bioactive composition, and antioxidant activity of different coffee beans dependent on the cultivation region. *Korean J. Food Sci. Technol.* 49: 474-479.
- Lee S, Kim JK. 2015. Quality characteristics of *Aronia melanocarpa* by different drying method. *Korean J. Food Preserv.* 22: 56-62.
- Lee SM. 2014. Quality characteristics of apple jam added with ginger. *Culin. Sci. Hosp. Res.* 20: 79-88.
- Moon JW. 2013. PERFECT espresso. IBLINE, Seoul, Korea.
- Lim HH, Ji SG, Kwak HS, Eom TK, Kim MS, Lee YS, Do JW, Yu SR, Choi GP, Jeong JI, Jeong YH. 2015. Quality characteristics of coffee brewed from green beans soaked in mulberry (*Morus bombycis*) extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 579-585.
- Park KD. 2017. Draw comparison of chlorogenic acid content of the dutch extraction method. *Food Serv. Ind. J.* 13: 297-305.
- Park HS, Chung HS. 2022. Effects of apple polyphenols on color, hardness, digestibility, and syneresis of corn starch gels. *Korean J. Food Preserv.* 29: 233-240.
- Park NY, Kim JW, Seo JH, Woo SC, Jeong YJ. 2010. Quality changes in pulp-containing apple juice upon addition of vitamin C. *Korean J. Food Preserv.* 17: 451-456.
- 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.
- Shoji T. 2006. Application of apple polyphenols for ingredient. *J. Japanese Soc. Food Sci.* 53: 159-164.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology*. Academic Press. 299: 152-178.
- So YJ, Lee MW, Yoo K, 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.
- Walsh SE, Maillard JY, Russell AD, Catrenich CE, Charbonneau DL, Bartolo RG. 2003. Activity and mechanisms of action of selected biocidal agents on Gram-positive and-negative bacteria. *J. App. Microbiol.* 94: 240-247.
- Yang HJ, Ryu GH. 2010. Preparation and characterization of jochung, a grain syrup, with apple. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 132-137.
- Yoo DJ. 2013. *Coffee Inside* (5th ed.). Lion company. Seoul, Korea.

Author Information

김시윤: 신한대학교 대학원 바이오식품외식산업학과 박사과정

안선정: 신한대학교 바이오식품외식산업학과 교수