

오디(*Morus bombycis*) 추출물 침지 커피의 품질 특성

임현화¹ · 지석근¹ · 곽한섭^{1,2} · 엄태길^{1,2} · 김미숙^{1,2} · 이영승^{1,2}
도재욱³ · 유성률⁴ · 최근표⁵ · 정진일⁶ · 정윤화^{1,2}

¹단국대학교 식품영양학과, ²단국대학교 글로벌식품산업연구소
³Cafe Moi, ⁴세명대학교 임상병리학과, ⁵강원도립대학 식품가공제과제빵과
⁶국립과학수사연구원 식품의약품연구실

Quality Characteristics of Coffee Brewed from Green Beans Soaked in Mulberry (*Morus bombycis*) Extract

Hyun Hwa Lim¹, Seokgeun Ji¹, Han Sub Kwak^{1,2}, Taekil Eom^{1,2}, Misook Kim^{1,2}, Youngseung Lee^{1,2},
Jae Wook Do³, Sungryul Yu⁴, Geun Pyo Choi⁵, Jin Il Jeong⁶, and Yoonhwa Jeong^{1,2}

¹Department of Food Science and Nutrition and ²Institute of Global Food Industry, Dankook University
³Cafe Moi

⁴Department of Clinical Laboratory Science, Semyung University
⁵Department Food Processing and Bakery, Gangwon Provincial College
⁶Food & Drug Analysis Section, National Forensic Service

ABSTRACT The objective of this study was to investigate the quality characteristics of coffee soaked in *Morus bombycis* extract. Green coffee beans were soaked in *M. bombycis* extract for 2, 4, and 6 hours (sample codes: 2H, 4H, and 6H) at 4°C. Soaked green beans were dried and roasted for coffee extraction. Two controls, roasted with the same amount of heat (C1) and showed the same weight after roasting (C2), were used. Physicochemical characteristics (pH, total acidity, color, browning index, and total soluble solids), DPPH free radical scavenging activity (DPPH), ferric-reducing antioxidant power (FRAP), oxygen radical absorbance capacity (ORAC), total polyphenol content (TPC), and total flavonoid content (TFC) were investigated. Lower pH and higher total acidity were observed in 2H, 4H, and 6H ($P<0.05$), supporting evidence of sour taste. There were significant differences in DPPH between the controls (45.51~47.02%) and samples (50.67~55.25%, $P<0.05$), although 2H and 6H did not show significantly higher DPPH than the controls. 2H, 4H, and 6H showed significantly higher FRAP values (0.320~0.331 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ mM FeSO_4/g) than controls (0.265~0.271 mM FeSO_4/g). ORAC values of samples [1,062.86~1,153.68 mM trolox equivalent (TE)/g] were significantly higher than those of controls (689.40~942.12 mM TE/g). 2H, 4H, and 6H showed significantly higher TPC [24.27~26.07 mg gallic acid equivalent (GAE)/g] and TFC [3.75~4.28 mg quercetin equivalent (QE)/g] than controls (19.79~22.77 mg GAE/g and 1.07~1.95 mg QE/g, respectively) ($P<0.05$). *M. bombycis* extracts soaked into green coffee beans showed polyphenol compounds from green coffee beans. Consumer acceptance of 4H (5.12) was the highest, followed by C2 (4.92). C1 (4.14) showed the lowest consumer acceptance. Consumers were segmented into two groups, those who preferred *M. bombycis* extract-soaked coffee (approximately 61%) and controls (approximately 39%).

Key words: coffee, *Morus bombycis*, antioxidant, polyphenol, consumer acceptance

서 론

우리나라는 커피를 매년 10만 톤 이상을 수입하는 세계 10대 커피 수입국 중 하나이다(1). 커피는 기호 식품으로 소비되고 있으며, 다량의 항산화 물질을 포함하고 있는 것으로

보고되어 왔다(2). 커피의 향 및 향미 성분뿐만 아니라 커피의 기능성에 관한 다양한 연구도 전 세계적으로 진행되어 오고 있다. Hečimović 등(3)은 로스팅 정도에 따른 Arabica 및 Robusta의 총 폴리페놀과 카페인 함량을 비교 분석하였고, Parras 등(4)은 14종의 커피를 3가지 추출법을 이용하여 항산화 활성 비교를 하였다. Kim 등(5)은 우리나라 시판 아메리카노 한 잔의 총 폴리페놀 함량이 63.83~110.12 mg gallic acid 상당량이라고 보고하였다.

한국의 전통적인 산업 중 하나였던 양잠 산업은 시장이 개방된 이후 중국 등과의 원가 경쟁력에서 밀려 산업이 축소

Received 2 December 2014; Accepted 26 January 2015

Corresponding author: Yoonhwa Jeong, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Yongin, Gyeonggi 448-701, Korea

E-mail: yjeong@dankook.ac.kr, Phone: +82-31-8005-3176

되었다. 그러나 양잠 산업의 부산물로 여겨지던 뽕나무의 열매인 오디가 최근에는 웰빙 식품으로 주목을 받으면서 생산량이 증가하고 있다. 국내 오디 생산량은 2007년 2,050톤에서 2011년 6,752톤으로 4년 사이에 3배 이상 생산량이 증가하였고, 지속적인 증가가 예상되고 있다(6-8).

오디는 anthocyanin 함량이 포도보다 높고(9), 혈소판응집 억제, 항산화 및 항염증에 효과가 있는 resveratrol이 다량 함유되어 있으며(10), 또한 오디 추출액에 알코올 분해능이 있다는 연구가 보고되었다(11). Kim 등(12)은 10종의 오디를 이용하여 발효주를 제조한 후 그 품질 특성을 보고하였고, Moon 등(13)은 오디 착즙액을 젤리에 적용하여 오디 착즙액의 양이 증가할수록 젤리의 총 폴리페놀 함량 증가를 보고하였다. Kim(14)은 오디 착즙액을 식혜에 적용하여 사용량이 증가할수록 높은 항산화 활성을 보였다고 보고하였으며, Lee와 Choi(15)는 오디 농축액을 머핀에 적용하여 물 첨가량의 10~15%를 오디 추출액으로 대체 시 소비자 기호도를 높일 수 있다고 보고하였다.

커피는 대부분 커피 자체를 추출하여 마시거나 설탕, 커피 크림 등을 첨가하여 마시는 음료이다. 커피에 추가적으로 다른 소재를 이용하여 기능성, 기호도를 높인 커피 음료에 관한 연구는 미비한 편이다. Andueza 등(16)은 설탕과 커피를 함께 로스팅하여 Torrefacto coffee를 제조하고 항산화 활성에 관하여 보고하였다. Kim 등(17)은 커피를 등글레와 함께 로스팅하고 커피 양, 등글레의 양 및 로스팅 온도를 변수로 사용하여 반응표면 분석법을 적용한 후 최적의 소비자 기호도에 맞는 로스팅 조건을 보고하였다. 또한 Choi 등(18)은 로스팅 커피에 홍삼 분말을 첨가하여 추출한 커피 추출액의 항균 및 항산화에 관한 연구를 보고하였다.

본 연구에서는 커피음료의 다양화와 품질 향상을 위하여 오디 추출액을 커피에 적용하여 커피의 쓴맛을 감소시키고 신맛을 높여 커피의 기호도를 향상시키며 항산화 활성을 가진 기능성 커피를 제조하여 품질 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

생두는 브라질 Minas 지역에서 수확된 Arabica 품종 (Brazil Ipanema Euro, 수입원: Koiners International Co., Ltd., Bucheon, Korea)을 구입하여 사용하였다. 오디는 전북 고창에서 수확된 냉동오디(Gochangnonhyup, Gochang, Korea)를 대형마트(Hanaro mart, Nonhyup, Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. Folin-Ciocalteu reagent, gallic acid, aluminum nitrate, potassium acetate, quercetin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, ascorbic acid, FeCl₃, FeSO₄·7H₂O(iron(II) sulfate heptahydrate), trolox, 2,2'-azobis(2-amidino-propane)dihydrochloride, fluorescein sodium은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 2,4,6-tri(2-pyridyl)-1,3,5-tri-

azine은 Tokyo Chemical Industry Co.(Tokyo, Japan)에서, ethanol, dimethyl sulfoxide는 Junsei Chemical Co. (Tokyo, Japan)에서, sodium carbonate는 Showa Chemical Industry Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다.

오디 추출액 및 오디 침지 커피 제조

냉동 오디를 상온에서 해동 후에 분쇄기(BLIXER 5 Plus Blixer, Robot Coupe, Ridgeland, MS, USA)로 분쇄한 후 1:10(w/v)의 비율로 물을 첨가하였다. 가열하여 용액이 끓기 시작하면 5분 후 가열을 중지하였다. 상온에서 60분간 냉각 후 150×150 μm 표준체로 걸러진 부분만을 추출액으로 사용하였다. 생두 200 g을 오디 추출액 500 mL에 넣어 4°C에서 침지하였다. 생두를 2, 4, 6시간 동안 오디 추출액에 침지한 후 체를 이용하여 생두와 오디 추출액을 분리하였다. Dry oven(50°C)을 사용하여 오디 침지 생두를 건조하였으며, 초기 생두 무게(200 g)와 비슷한 수준의 범위(200~203 g)까지 건조하였다.

로스팅 및 추출

건조가 완료된 생두를 소형 직화식 로스터(KN-8828P-2K, Hottop USA, Cranston, RI, USA)를 사용하여 로스팅을 하였다. 로스터를 가열하여 75°C에서 생두를 투입하고 최대 화력으로 12분간 로스팅을 한 후, 2분간 팬의 강도를 중간으로 하여 온도 상승을 억제하면서 로스팅을 하였다. 로스팅이 완료된 원두는 상온에서 냉각한 후 3일간 15°C에서 보관하였다. 대조군1(C1)은 오디 침지 원두와 동일한 로스팅 조건에서 로스팅을 하였으며, 대조군2(C2)는 오디 침지 원두와 최종 무게를 동일하게 맞추기 위해 총 로스팅 시간을 30초 줄여서 로스팅하였다. 오디 침지 커피의 시료번호는 침지시간(2, 4, 6시간)에 따라 각각 2H, 4H, 6H로 표기하였다. 대조군 및 실험군의 로스팅 조건, 최종 무게, 배출 온도는 Table 1과 같다. 로스팅 3일 후 자동식 커피용 분쇄기(KG79, DeLonghi, Milano, Italy)로 사용하여 가장 고운 분쇄도로 원두를 분쇄한 후 710×710 μm 표준체를 통과한 분쇄 원두를 추출에 사용하였다. 추출은 solid-liquid ex-

Table 1. Roasting conditions of two control and three *Morus bombycis* soaked green coffee beans

| Condition | C1 ¹⁾ | C2 | 2H ²⁾ | 4H | 6H |
|--------------------------|------------------|-------|------------------|-------|-------|
| Initial weight (g) | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 | 200.0 |
| Final weight (g) | 159.0 | 170.2 | 168.0 | 168.0 | 167.8 |
| Roasting time (min) | 14.0 | 13.5 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| Initial temperature (°C) | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| Final temperature (°C) | 198 | 192 | 189 | 186 | 186 |

¹⁾C1 and C2 meant control 1 and control 2, respectively. C1 was roasted with same condition of 2H, 4H, and 6H samples. C2 was roasted to the similar weight of 2H, 4H, and 6H with same heat capacity but 30 second shorter.

²⁾2H, 4H, and 6H meant sample codes of 2, 4, and 6 soaking hours in *Morus bombycis* extract at 4°C.

traction 방법(19)으로 하였다. 분쇄된 원두 30 g에 증류수 300 mL를 넣은 후 98°C 항온수조에서 10분 동안 100 rpm 속도로 교반을 하여 추출한 후 원심분리(6,500×g) 하고, 상층액을 여과지(No 2, Advantec, Tokyo, Japan)로 감압 여과하여 사용하였다.

pH 및 총산 함량 측정

여과된 추출액을 pH meter(Orion 3 star, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)로 pH를 측정하였다. 총산 함량은 추출액 10 mL를 0.1 N NaOH로 적정하고 소비된 NaOH의 mL 수를 0.05% 초산 상당량으로 환산하였다.

색도 측정

색도는 오디 침지 추출액(3 mL)을 색도계(JC-801S, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 L 값(명도), a 값(적색도), b 값(황색도)으로 나타내었다.

갈색도(browning index) 측정

갈색도는 여과한 커피 추출액을 40배로 희석한 후 spectrophotometer(Ultrospec 2100 pro, Biochrom Ltd., Cambridge, UK)를 사용하여 420 nm에서 흡광도로 측정하였다(20).

가용성 고형분 함량 측정

가용성 고형분 함량은 굴절당도계(Master-M, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였고 °Brix로 나타내었다.

DPPH radical 소거 활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거 활성은 Blois(21) 방법을 변형하여 사용하였으며, 아래의 식을 이용하여 활성도를 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{control Abs} - (\text{sample Abs} - \text{blank Abs})}{\text{control Abs}} \times 100$$

Ferric-reducing antioxidant power(FRAP) 측정

Benzie와 Strain(22)의 방법을 변형하여 FRAP를 측정하였다. FRAP는 표준물질인 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 표준곡선($R^2=0.997$)을 작성하여 커피 1 g의 환원력(mM FeSO_4/g)으로 나타내었다.

Oxygen radical absorbance capacity(ORAC) 측정

ORAC는 Ou 등(23)의 방법을 사용하여 측정하였으며, ORAC value(μM trolox equivalent(TE)/g)로 나타내었다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Dennis 방법(24)을 변형하여

측정하였다. Gallic acid를 0~1,000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 얻어진 검량곡선($R^2=0.998$)을 통해 시료의 총 폴리페놀 함량을 gallic acid 상당량(mg gallic acid equivalent(GAE)/g)으로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 건강기능식품공전상의 방법(25)을 이용하여 측정하였으며, quercetin을 표준물질로 사용하여 0~180 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선($R^2=0.997$)을 사용하여 quercetin 상당량(mg quercetin equivalent(QE)/g)으로 나타내었다.

소비자 기호도 조사

소비자 기호도 조사는 커피를 월 1회 이상 마시는 51명의 단국대학교 학생(19~27세, 남 10명, 여 41명)을 대상으로 진행하였다. 패널은 9점 척도(1=매우 많이 싫어함, 5=좋지도 싫지도 않음, 9=매우 많이 좋아함)를 정확하게 이해하도록 교육을 받았으며, 전반 기호도 및 색상 기호도, 향 기호도, 커피맛 기호도, 쓴맛 기호도, 신맛 기호도를 평가하였다. 시료의 제시는 Wakeling과 MacFie(26)의 방법을 사용하여 5개의 커피 시료 간 발생하는 영향을 최소화하였다.

추출은 상업용 에스프레소 추출기(Faema E98, Faema, Milan, Italy)를 이용하였다. 커피 14 g을 포트필터에 넣고, 약 10 kg의 힘으로 Tamp 후 9기압 98°C의 수증기로 60 mL 추출하였다. 추출된 시료에 정수된 뜨거운 물(98°C)을 5배 가수 후 보온병에 보관하였다.

패널에게 시료를 제공하기 직전 보온병에 있는 커피 추출액을 종이컵에 옮겨 제공하였다. 20 mL의 시료를 190 mL의 종이컵에 제공되었으며, 시료의 온도 변화를 최소화하고자 종이컵을 두 겹으로 하였다. 시료의 취식 후 생수(Baeksansu, Nongshim, Seoul, Korea)를 제공하여 시료를 평가한 후 입안을 헹구도록 하였다. 소비자 조사실의 온도는 24°C로 유지되었으며, 조명은 형광등을 이용하였다.

통계 분석

모든 이화학 분석은 3회 반복하였으며 통계 분석은 XLSTAT(version 2012, Addinsoft, Paris, France)를 사용하였다. 이화학적 특성, 항산화 활성, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 소비자 기호도는 시료를 독립변수로 하여 일원분산분석(1-way analysis of variance, ANOVA)을 실시하였다. 시료 간의 유의차($P<0.05$)가 나타날 경우 Fisher's least significant different(LSD) test를 실시하여 어떠한 시료 사이에 유의차가 있는지를 분석하였다. 소비자들이 시료에 대해서 어떠한 기호도 경향성을 보이는지 군집으로 나누어 분석하고자 소비자 전반 기호도를 이용하여 군집분석(agglomerative hierarchical clustering analysis)을 실시하였다.

Table 2. Physicochemical characteristics of two control and three *Morus bombycis* soaked coffee bean extracts

| Sample ¹⁾ | pH | Total acidity (%) | °Brix | Browning index | Color | | |
|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | | | | | L | a | b |
| C1 | 5.70 ^{b2)} | 0.65 ^c | 2.80 ^b | 0.340 ^b | 12.92 ^c | -0.16 ^b | 6.12 ^c |
| C2 | 6.03 ^a | 0.46 ^d | 2.97 ^a | 0.388 ^a | 11.87 ^d | -1.59 ^c | 4.86 ^d |
| 2H | 5.13 ^c | 1.19 ^b | 2.57 ^d | 0.250 ^c | 15.10 ^b | 3.47 ^a | 9.68 ^b |
| 4H | 5.06 ^d | 1.27 ^a | 2.70 ^c | 0.232 ^d | 15.36 ^a | 3.41 ^a | 10.27 ^a |
| 6H | 5.00 ^e | 1.28 ^a | 2.47 ^c | 0.228 ^d | 15.18 ^{ab} | 3.24 ^a | 10.08 ^{ab} |

¹⁾C1 and C2 meant control 1 and control 2, respectively. C1 was roasted with same condition of 2H, 4H, and 6H samples. C2 was roasted to the similar weight of 2H, 4H, and 6H with same heat capacity but 30 second shorter. 2H, 4H, and 6H meant sample codes of 2, 4, and 6 soaking hours in *Morus bombycis* extract at 4°C.

²⁾Different letters within a column meant significant differences at $P<0.05$ by Fisher's least significant difference test.

결과 및 고찰

이화학적 특성

대조군(C1, C2) 및 오디 추출액 침지 커피(2H, 4H, 6H)의 pH, 총산 함량, 가용성 고형분 함량, 갈색도 및 색도는 Table 2와 같다. 오디 추출액 침지 커피와 동일한 조건으로 로스팅한 C1의 pH는 5.70, 유사한 최종 무게를 가지는 C2의 pH는 6.03이었다. pH는 2H에서 5.13, 6H에서 5.00으로 오디 추출액에 생두 침지 시간이 길어질수록 낮아졌다. 이는 생두 침지 시간이 길수록 생두에 오디 추출액의 유기산이 더 많이 흡수된 것으로 보인다. Kim(14)은 오디를 첨가한 식혜의 품질 특성에 관한 연구에서 오디의 함량이 늘어날수록(0~30%) pH가 감소(4.58~5.78)하였다고 보고하였으며, Lee(7)는 오디 농축액을 첨가한 머핀에 관한 연구에서 오디의 함량이 늘어날수록(0~25%) pH가 감소(7.46~6.06)됨을 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다.

총산 함량은 pH와 반비례하였으며 C2에서 가장 낮았다(0.46%). 오디 커피의 총산 함량은 실험군인 2H에서 1.19%, 4H에서 1.27%, 6H에서 1.28%로 C1보다 약 1.9배, C2보다 약 2.8배 높았다. 2H의 총산 함량은 4H와 6H의 총산 함량보다 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 오디 추출액 침지 커피(실험군)가 대조군보다 pH가 낮고 총산 함량이 높기 때문에 오디 침지 커피의 신맛에 영향을 미쳤다고 생각된다.

가용성 고형분 함량은 오디 침지 커피(2H, 4H, 6H)가 2.47~2.57°Brix였으며, 대조군(C1, C2)보다 유의적으로 낮았다($P<0.05$). 커피 생두를 오디 추출액에 침지하는 동안 커피 생두 내의 환원당, 아미노산 등 가용성 고형분 중 일부가 유출되었을 가능성이 있다(27). 또한 침지 후 건조 과정에서 커피 생두의 조직에 변화가 있어서 로스팅 후에 오디 침지 커피 내부의 다공성 정도가 대조군보다 낮아서 추출 시 가용성 고형분이 덜 추출되었을 가능성이 있다.

오디 침지 커피(2H, 4H, 6H)의 L, a, b 값은 대조군보다 유의적으로 높았다($P<0.05$). 오디 침지 커피의 색상의 명도, 적색도, 황색도가 더 높은 것으로 나타났다. 오디 침지 과정에서 오디 추출액이 커피 생두 내부로 침투해 들어가서 커피의 로스팅 후에 오디 추출액 색상의 영향으로 커피 추출액의 명도, 적색도, 황색도가 높게 나온 것으로 보인다. 갈색

도는 대조군인 C1, C2가 각각 0.340과 0.388이었으며 오디 침지 커피는 대조군보다 유의적으로 낮았다(0.228~0.250) ($P<0.05$). 대조군과 오디 침지 커피 간의 갈색도 차이는 커피 생두의 환원당, 아미노산 등의 성분이 오디 추출액에 침지하는 동안 빠져나가 커피 로스팅 시 Maillard 반응이 덜 일어나게 되어 오디 침지 커피의 갈색 정도가 낮게 나타난 것으로 보인다(27).

항산화 활성

대조군(C1, C2)과 오디 침지 커피(2H, 4H, 6H)의 DPPH 라디칼 소거능, FRAP, ORAC 값은 Table 3과 같다. DPPH 라디칼 소거능은 대조군 C1 및 C2에서 각각 45.51%와 47.02%, 실험군 2H, 4H 및 6H에서 각각 55.25%, 52.88%, 50.67%였다. 오디 침지 커피가 대조군보다 DPPH 라디칼 소거능이 높았다($F=8.22$, $P=0.003$). C1과 C2의 FRAP는 각각 0.265 및 0.271 mM FeSO₄/g이었으며, 오디 침지 커피는 대조군보다 유의적으로 높았다(0.320~0.331 mM FeSO₄/g). 이는 침지 과정에서 생두에 오디의 항산화 물질이 흡수되어 항산화 활성이 높아진 것으로 판단된다($F=79.96$, $P<0.001$). 그러나 오디 침지 커피(2H, 4H, 6H) 사이에 침지

Table 3. DPPH radical scavenging activity, ferric-reducing antioxidant power (FRAP), and oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of two control and three *Morus bombycis* soaked coffee bean extracts

| Sample ¹⁾ | DPPH (%) | FRAP (FeSO ₄ ·7H ₂ O μmol/g) | ORAC (mM TE/g) ³⁾ |
|----------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|
| C1 | 45.51±1.57 ^{e2)} | 0.265±0.001 ^b | 689.40±17.59 ^d |
| C2 | 47.02±0.18 ^{cd} | 0.271±0.004 ^b | 942.12±21.68 ^c |
| 2H | 55.25±0.95 ^a | 0.331±0.012 ^a | 1,062.86±10.26 ^b |
| 4H | 52.88±0.96 ^{ab} | 0.320±0.002 ^a | 1,153.68±7.39 ^a |
| 6H | 50.67±0.85 ^{bc} | 0.326±0.005 ^a | 1,124.89±36.20 ^a |

¹⁾C1 and C2 meant control 1 and control 2, respectively. C1 was roasted with same condition of 2H, 4H, and 6H samples. C2 was roasted to the similar weight of 2H, 4H, and 6H with same heat capacity but 30 second shorter. 2H, 4H, and 6H meant sample codes of 2, 4, and 6 soaking hours in *Morus bombycis* extract at 4°C.

²⁾Different letters within a column meant significant differences at $P<0.05$ by Fisher's least significant difference test.

³⁾TE meant trolox equivalent.

시간에 따른 항산화 활성의 유의적인 차이는 없었다($P > 0.05$). 오디 침지 커피의 ORAC 값이 대조군보다 높았다($F = 203.11$, $P < 0.001$). 4H에서 원두 1 g당 1,153.68 mM TE로 가장 높게 측정되었으며, 6H에서 1,124.89 mM TE/g으로 두 번째로 높은 값을 가졌으나 두 실험군 간에 유의적인 차이는 없었다($P > 0.05$). C1의 ORAC 값이 가장 낮았으며, C2는 942.12 mM TE/g으로 C1보다 ORAC 값은 높았으나 오디 침지 커피(실험군)와 비교해서 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). 위 결과는 오디 추출액 침지를 통하여 커피의 항산화 활성이 증가되었다는 것을 보여준다.

기존의 오디를 첨가하여 가공한 식혜, 모닝빵, 젤리, 초콜릿, 샐러드드레싱에서의 첨가량 증가에 따라서 대조군 대비 항산화 능력이 증가한 연구 결과와 유사하였다(13,14,28-30). 그러나 침지 시간에 따른 항산화 활성은 일정한 경향을 나타내지는 않았다. DPPH 라디칼 소거능은 침지 시간이 길어짐에 따라 감소하였으며, ORAC 값은 4H에서 가장 높은 수치를 보여주었다.

총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량

대조군(C1, C2)과 오디 침지 커피(2H, 4H, 6H)의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같다. C1과 C2의 총 폴리페놀 함량은 19.79 mg GAE/g 및 22.77 mg GAE/g으로 오디 침지 커피보다 낮았다($P < 0.05$). 2H 및 4H의 총 폴리페놀 함량은 각각 26.06 및 26.07 mg GAE/g이었으며 전체 시료 중 가장 높았다. 오디 추출액을 첨가한 젤리의 총 폴리페놀 함량이 대조군보다 유의적으로 높은 연구 결과와 유사하였다(13). 그러나 6H의 총 폴리페놀 함량은 24.27 mg GAE/g으로 2H와 4H보다 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). 이는 장시간 침지 시 커피 내부의 폴리페놀이 오디 추출액으로 빠져 나가는 것으로 추측된다. 이러한 경향은 4H와 6H의 가용성 고형분 함량의 변화와 일치하였다.

대조군과 오디 침지 커피의 총 플라보노이드 함량은 Fig.

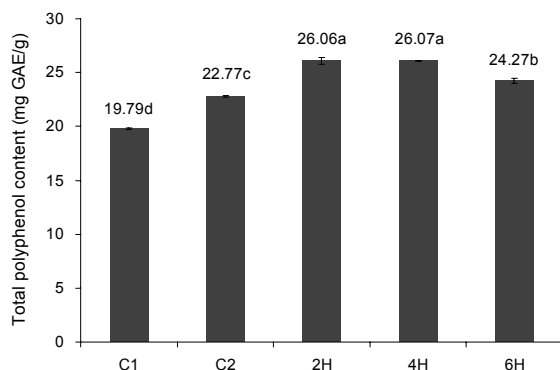


Fig. 1. Total polyphenol contents of two control and three *Morus bombycis* soaked coffee bean extracts. Total polyphenol content of the coffee extract was presented as gallic acid equivalent (mg GAE)/g of roasted coffee. Roasting conditions and sample labels were referred to Table 1. Different letters meant significant differences at $P < 0.05$ by Fisher's least significant difference test.

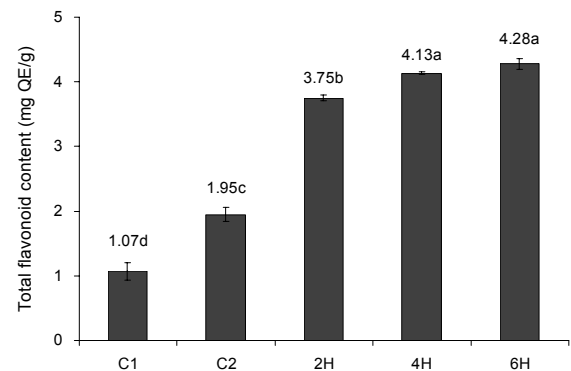


Fig. 2. Total flavonoid contents of two control and three *Morus bombycis* soaked coffee bean extracts. Total flavonoid content of the coffee extract was presented as quercetin equivalent (mg QE)/g of roasted coffee. Roasting conditions and sample labels were referred to Table 1. Different letters meant significant differences at $P < 0.05$ by Fisher's least significant difference test.

2와 같다. C1과 C2의 총 플라보노이드 함량은 1.07 mg QE/g 및 1.95 mg QE/g으로 커피 자체에도 일정 수준의 총 플라보노이드가 함유되어 있는 것으로 생각된다. 2H, 4H 및 6H의 총 플라보노이드 함량은 각각 3.75, 4.13, 4.28 mg QE/g이었다. 오디 추출액의 플라보노이드가 생두에 침투된 것으로 여겨진다.

소비자 기호도 조사

소비자 기호도 조사 결과는 Table 4와 같다. 시료 간에 전반 기호도는 유의적인 차이가 있었다($F = 3.49$, $P = 0.009$). 4H에 대한 기호도가 9점 만점 중 5.12점으로 가장 높았으며, C2가 4.92로 그 뒤를 이었고 C1이 4.14로 가장 낮았다. 색상에 대한 기호도는 2H, 4H, C2 순서로 높았으며, 6H 및 C1보다 유의적으로 높았다($F = 0.86$, $P < 0.001$). 풍미에 대한 기호도는 C2가 5.16점으로 가장 높았으며, C1이 4.08점으로 가장 낮았다($F = 3.78$, $P = 0.005$). 오디 침지 커피는

Table 4. Consumer acceptance ratings (n=51) of two control and three *Morus bombycis* soaked coffee bean extracts

| Sample ¹⁾ | Acceptance | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|--------------------|-------|--------------------|----------|-------------------|
| | Overall quality ²⁾ | Color | Aroma | Flavor | Sourness | Bitterness |
| C1 | 4.14 ^b | 4.39 ^c | 4.88 | 4.08 ^b | 4.65 | 3.69 ^b |
| C2 | 4.92 ^a | 5.43 ^{ab} | 5.37 | 5.16 ^a | 5.06 | 4.69 ^a |
| 2H | 4.78 ^{ab} | 5.75 ^a | 5.29 | 4.57 ^{ab} | 4.65 | 4.69 ^a |
| 4H | 5.12 ^a | 5.53 ^{ab} | 5.29 | 4.80 ^{ab} | 4.57 | 5.25 ^a |
| 6H | 4.59 ^{ab} | 4.90 ^{bc} | 5.10 | 4.75 ^{ab} | 4.67 | 4.61 ^a |

¹⁾C1 and C2 meant control 1 and control 2, respectively. C1 was roasted with same condition of 2H, 4H, and 6H samples. C2 was roasted to the similar weight of 2H, 4H, and 6H with same heat capacity but 30 second shorter. 2H, 4H, and 6H meant sample codes of 2, 4, and 6 soaking hours in *Morus bombycis* extract at 4°C.

²⁾Different letters within a column meant significant differences at $P < 0.05$ by Fisher's least significant test.

Table 5. Consumer segmentation by agglomerative hierarchical clustering analysis (AHC) of overall quality ratings for two control and three *Morus bombycis* soaked coffee bean extracts

| Cluster | Panelist | C1 ¹⁾ | C2 | 2H | 4H | 6H |
|---------|----------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 31 | 3.23 ^{c2)} | 4.52 ^b | 5.23 ^{ab} | 5.39 ^a | 4.65 ^{ab} |
| 2 | 20 | 5.55 ^a | 5.55 ^a | 4.10 ^b | 4.70 ^{ab} | 4.50 ^{ab} |

¹⁾C1 and C2 meant control 1 and control 2, respectively. C1 was roasted with same condition of 2H, 4H, and 6H samples. C2 was roasted to the similar weight of 2H, 4H, and 6H with same heat capacity but 30 second shorter. 2H, 4H, and 6H meant sample codes of 2, 4, and 6 soaking hours in *Morus bombycis* extract at 4°C.

²⁾Different letters within a row meant significant differences at $P < 0.05$ by Fisher's least significant difference test.

4.57~4.80으로 C2보다 낮았으며 유의적인 차이는 없었다 ($P > 0.05$). 쓴맛에 대한 기호도($F = 7.53$, $P < 0.001$)는 시료 사이에 유의차가 있었으며 C1이 가장 낮았다. 오디 침지 커피의 쓴맛은 커피 생두를 동일한 조건에서 로스팅하였을 때보다 낮았다. 그러나 동일한 무게(C2)로 로스팅한 시료와 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 이는 동일한 조건으로 로스팅 시 오디 침지 커피의 쓴맛 기호도가 높은 것으로 여겨진다. 향에 대한 기호도($F = 0.746$, $P = 0.56$)와 신맛에 대한 기호도($F = 1.186$, $P = 0.32$)는 시료 간 유의차가 없었으며, 이는 소비자 기호도의 차이가 없는 것으로 여겨진다.

전반 기호도를 이용한 군집분석 결과는 Table 5와 같다. 31명의 패널로 구성된 군집1은 오디 침지 커피에 대한 기호도(4.65~5.39)가 대조군(3.23~4.52)보다 높았다. 20명의 패널로 구성된 군집2는 대조군(5.55)의 기호도가 오디 침지 커피(4.10~4.70)의 기호도보다 높았다. 군집분석을 통해서 소비자는 대조군을 선호하는 소비자와 오디 침지 커피를 선호하는 소비자로 나누어졌다. 오디 침지 커피를 선호하는 소비자가 전체 평가 인원의 약 61%를 차지하였다.

요 약

본 연구에서는 커피 생두를 오디 추출액에 2~6시간 침지시켜 오디 침지 커피를 제조하고 이화학적 특성, 항산화 활성, 소비자 기호도 등의 품질 특성을 조사하였다. 오디 침지 커피는 대조군보다 신맛이 더 강하였다. 가용성 고형분 함량 및 갈색도는 오디 침지 커피가 대조군보다 낮았다. 오디 침지 커피는 대조군보다 높은 a값(적색도) 및 b값(황색도)을 보여 일반 커피색보다 주황빛을 띠었다. 항산화 활성은 오디 침지 커피가 대조군보다 유의적으로 높았으나($P < 0.05$), 침지 시간에 따라 비례하지는 않았다. 총 폴리페놀 함량은 2H 및 4H에서 가장 높았으며, 총 플라보노이드 함량은 4H 및 6H에서 가장 높았다. 통계적으로 4H에서 DPPH, FRAP, ORAC의 항산화 활성, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량이 가장 높았으며, 이는 4시간 침지 오디 침지 커피(4H)가 항산화 활성이 가장 우수한 커피로 여겨진다. 소비자 기호도 조사에서 4H가 가장 높은 전반 기호도를 보여주었

며, 색, 향, 풍미, 쓴맛에서도 높은 기호도를 가지는 것으로 평가되었다. 군집분석을 통해서 소비자는 오디 침지 커피를 좋아하는 약 61%의 소비자와 대조군을 좋아하는 약 39%의 소비자로 나누어졌다. 군집분석 결과는 오디 침지를 통한 기능성 커피의 시장성을 보여준다. 이화학적 특성, 항산화 활성, 소비자 조사 결과를 종합하여 볼 때, 4시간의 침지 시간이 오디 커피 제조에 가장 적합한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가 식품 전문인력 양성사업의 지원에 의해 이루어졌습니다.

REFERENCES

1. KCS. 2014. Statistics of import and export of coffee. http://www.customs.go.kr/kcsweb/user.tdf?a=user.newTradestatistics.NewTradestatisticsApp&c=1003&mc=STATS_INQU_TRADE_020. Korea Customs Service, Daejeon, Korea (accessed Oct 2014).
2. Moreira DP, Monteiro MC, Ribeiro-Alves M, Donangelo CM, Trugo LC. 2005. Contribution of chlorogenic acids to the iron-reducing activity of coffee beverages. *J Agric Food Chem* 53: 1399-1402.
3. Hečimović I, Belščak-Cvitanović A, Horžić D, Komes D. 2011. Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. *Food Chem* 129: 991-1000.
4. Parras P, Martínez-Tomé M, Jiménez AM, Murcia MA. 2007. Antioxidant capacity of coffees of several origins brewed following three different procedures. *Food Chem* 102: 582-592.
5. Kim MJ, Park JE, Lee JH, Choi NR, Hong MH, Pyo YH. 2013. Antioxidant capacity and bioactive composition of a single serving size of regular coffee varieties commercially available in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 45: 299-304.
6. Sung GB, Kim KY, Ji SD. 2013. Survey and analysis of mulberry tree for mulberry production. *J Seric Entomol Sci* 51: 48-55.
7. Lee JA. 2011. A study on recognition and preference for processed product developments of mulberry (*Morus alba* L.) fruit products. *Korean J Culinary Res* 17: 231-243.
8. MIFAFF. 2012. *Agricultural statistic on silkworm rearing and current state of sericulture in 2011*. Ministry of Food, Agricultural, Forestry and Fishery, Sejong, Korea. p 1-56.
9. Chang SW, Kim HJ, Song JH, Lee KY, Kim IH, Rho YT. 2011. Determination of several phenolic compounds in cultivars of grape in Korea. *Korean J Food Preserv* 18: 328-334.
10. Kim HB, Kim JB, Kim SL. 2005. Varietal analysis and quantification of resveratrol in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* 47: 51-55.
11. Lee EJ, Bae JH. 2011. Study on the alleviation of an alcohol induced hangover and the antioxidant activity by mulberry fruit. *Korean J Food & Nutr* 24: 204-209.
12. Kim HR, Kwon YH, Kim HB, Ahn BH. 2006. Characteristics of mulberry fruit and wine with varieties. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 209-214.
13. Moon HK, Lee SW, Moon JN, Yoon SJ, Lee S, Kim GY. 2012. Quality characteristics of jelly added with mulberry juice. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 797-804.

14. Kim JS. 2012. Quality characteristics of *Sikhea* with mulberry fruit. *Korean J Culinary Res* 18: 206-215.
15. Lee JA, Choi SH. 2011. Quality characteristics of muffins added with mulberry concentrate. *Korean J Culinary Res* 17: 285-294.
16. Andueza S, Cid C, Cristina Nicoli M. 2004. Comparison of antioxidant and pro-oxidant activity in coffee beverages prepared with conventional and "Torrefacto" coffee. *LWT - Food Sci Technol* 37: 893-897.
17. Kim HK, Jung H, Ahn E, Huh D, Kim HC, Paik JE. 2010. Sensory characteristics of coffee with the addition of the *Polygonatum sibiricum*. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 947-956.
18. 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* 41: 320-326.
19. Mendes LC, de Menezes HC, Aparecida M, Da Silva AP. 2001. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora conillon*) using acceptability tests and RSM. *Food Qual Pref* 12: 153-162.
20. Ludwig IA, Sanchez L, Caemmerer B, Kroh LW, De Peña MP, Cid C. 2012. Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Res Int* 48: 57-64.
21. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
22. Benzie IF, Strain JJ. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Method Enzymol* 299: 15-27.
23. Ou B, Hampsch-Woodill M, Prior RL. 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem* 49: 4619-4626.
24. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
25. Ministry of Food and Drug Safety. 2011. *Stand and specification of functional foods*. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea. No. 2011-68, III 3.6.3-1 - III 3.6.3-3.
26. Wakeling IN, MacFie HJH. 1995. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. *Food Qual Pref* 6: 299-308.
27. Illy A, Viani R. 1995. *Espresso coffee: the chemistry of quality*. Academic Press, London, UK. p 290-299.
28. Kim HJ, Shin SK, Kim MR. 2013. Antioxidant activities and quality characteristics of bread added with dried mulberry pomace. *Korean J Food Cookery Sci* 29: 769-776.
29. Hwang MH, Jeon HL, Kim HD, Lee SW, Kim MR. 2012. Quality characteristics and antioxidant activities of chocolate added with mulberry pomace. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 479-487.
30. Lee YJ, Ryu HS, Chun SS. 2010. Quality characteristics of salad dressing prepared with mulberry fruit powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 537-544.