J East Asian Soc Diet Life
27(5): 540~547 (2017)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2017.10.27.5.540

국내 시판 레귤러 커피와 커피 크리머 첨가커피의 이화학적 특성 및 항산화력 비교

장은호[1] · 남동훈[1] · 나하균[1] · 채희성[1] · 이동하[1] · 김민주[1] · 김희훈[1] · 이제혁[2] · 장기효[1†]

[1]강원대학교 식품영양학과, [2]공주대학교 식품영양학과

Comparison of Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Commercial Regular Coffee and Instant Coffee with Coffee Creamer

Eun Ho Jang[1], Donghun Nam[1], Ha-Gyoon Na[1], Hee-Sung Chae[1], Dong-Ha Lee[1], Min-Ju Kim[1], Hi-Hun Kim[1], Je-Hyuk Lee[2] and Ki-Hyo Jang[1†]

[1]*Dept. of Food and Nutrition, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea*
[2]*Dept. of Food and Nutrition, Kongju National University, Yesan 32439, Korea*

ABSTRACT

This study examined the physicochemical characteristics and antioxidant activities of 22 commercial coffees, including two americano-type regular coffees, seven instant coffee mix coffees and 13 vending machine coffees. The seven instant coffee mixes and 13 vending machine coffees contained sugar and coffee creamer. Coffee samples with sugar and coffee creamer had higher pH values than regular coffee ($p<0.05$). Additionally, coffees with sugar and coffee creamer were significantly higher in total phenolics ($p<0.05$), total flavonoids ($p<0.05$) and ABTS radical scavenging activity ($p<0.05$). On-line HPLC-ABTS analyses indicated that antioxidant activities of instant coffees with sugar and coffee creamer were clearly different from those of regular coffee.

Key words: antioxidant capacity, caffeine, coffee, coffee creamer, instant coffee

서 론

국내 커피수입량은 최근 3년 동안 매년 최고치를 경신하면서 증가하였다(https://unipass.customs.go.kr). 2014년 기준, 커피 섭취빈도는 성인 남녀가 하루 평균 1잔 이상을 마셔 한국인들에게 커피는 이미 대중적인 식품으로 발전하였다(http://www.kca.go.kr). 레귤러 커피(regular coffee, 원두커피)와 달리, 인스턴트 커피(instant coffee, soluble coffee)는 각종 커피콩을 용매로 추출하여 건조시켜서 완성되는 파우더상태의 커피의 일종으로 국내에서는 커피믹스 또는 자판기 커피로 대부분 판매된다. 커피믹스(coffee mix)는 인스턴트 커피와 설탕, 커피 크리머(coffee creamer)를 혼합한 후 1회분씩 소포장하여 물에 타서 먹을 수 있게끔 제조된 커피제품이다(http://www.kca.go.kr). 2012년 기준 커피제품 매출액 2조 3천 3백억 중 커피믹스 부분이 1조 1천 5백억원으로 가장 큰 규모를 차지하고 있다(http://www.atfis.or.kr). 커피 크리머는 커피믹스 전체 함량 대비 15~30% 지방을 포함하며, 세부적으로는 식물성 유지, 우유 유래의 카제인(또는 무지방 우유), 유화제 및 물엿 등을 주성분으로 포함된다(Moon JW 2008). 시판되는 커피믹스 제품은 약 12 g의 내용물 중에서 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머) 이외에도 다량의 설탕(5~7 g), 인스턴트 커피(1.2~1.8 g)가 포함되어 있으며, 당류와 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)의 존재는 커피 수용액에 점성을 부여하고, 커피 속 지용성의 성분과 작용하여 향기성분의 휘발성 등에 영향을 준다(Min JS et al 2015).

커피 원두에는 토코페롤(tocopherol)을 포함한 클로로겐산(chlorogenic acid), 카페인(caffeine) 등이 확인되며, 원두를 볶는 과정에서 마이야르 반응으로 다양한 중합체가 생성된다(Hwang SH et al 2013). 커피에서 유래된 다양한 성분들은 커피 섭취시 각성효과, 알츠하이머와 파킨슨병, 산화적 스트레스를 예방하는 효과가 보고되었다(Dorea J & da Costa T 2005; Kim JY & Han YS 2009). 커피의 항산화 효과는 커피 성분에서 유래하는 폴리페놀 성분과 커피의 로스팅 공정에서 생성되는 갈변반응에 따른 생성물에서 기인한다(Rhi JW &, Shin HS 1993). 커피에 대한 연구로는 레귤러 커피의 경우, 추출 및 저장조건(So YJ et al 2014) 등 커피 가공 및 제조, 섭취시의 효능에 대한 연구가 광범위하게 수행된 반면, 국내 인스턴트 커피에 대한 연구는 휘발성 향기 성분 분석

† **Corresponding author :** Ki-Hyo Jang, Tel: +82-33-540-3312, Fax: +82-33-540-3319, E-mail: kihyojang@kangwon.ac.kr

(Min JS et al 2015), 지방산 조성 연구(Lee B et al 2012) 등의 제한적 연구가 보고되었으나, 항산화 기능성에 대한 연구는 전무한 실정이다. 레귤러 커피, 설탕과 커피 크리머를 포함한 인스턴트 커피의 조성차이가 있음에도 불구하고, 인스턴트 커피에 관련된 문헌이 적고 특히 국내산 인스턴트 커피의 생리활성에 대한 기초적인 선행연구가 미비하다. 앞에서 기술한 바와 같이, 커피믹스는 설탕과 커피 크리머를 포함하므로 커피믹스로 제조한 커피의 생리활성은 커피만을 사용하는 레귤러 커피에서 알려진 생리활성과는 차이가 있을 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 커피 크리머 첨가 유무에 따른 커피의 항산화 특성 차이를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

시료는 레귤러 커피 2종, 커피, 설탕과 커피 크리머가 혼합된 커피믹스 7종, 삼척 지역 자판기 커피(vending machine coffee) 13종을 구입하여 사용하였다. 레귤러 커피의 경우에는 2종 모두 아라비카 품종의 커피원두를 사용하였다. 실험에 사용한 커피 크리머 함유 커피믹스의 경우, 시장점유율 기준으로 상위 1~3위 사의 제품을 각각 2~3개를 사용하였다. 자판기 커피 시료의 경우, 강원도 삼척 지역에서 판매되는 상업용 커피를 무작위로 선정하여 구매하였다. 레귤러 커피와 자판기 커피는 한 컵의 용량을 무게로 측정한 뒤 시료로 사용하였다. 커피믹스는 1회분 용량의 내용물 전체를 종이컵으로 옮긴 후에 실제 음용수의 조건인 65℃로 온도가 조절된 뜨거운 증류수 77 mL를 첨가하여 충분히 용해시킨 후 실험에 사용하였다. 측정한 실험결과는 시료마다 용량이 다르므로 한 컵에 들어있는 함량을 표시하기 위해 serving size로 나타낸 값을 함께 제시하였다.

2. pH

커피 시료의 pH는 pH meter(model 725p, Istek, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다.

3. 가용성 고형물

커피에 함유된 가용성 고형물 함량 측정에는 당도계(N-1a, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 구체적으로, 시료에 증류수를 사용하여 적절한 비율로 희석한 후 희석한 시료 100 μL를 사용하여 측정하였다. 측정결과에 희석배수를 반영하여 보정하였다.

4. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 분석은 Park JW 등(2007)의 방법에 준하여 다음과 같이 실시하였다. 50배 희석한 시료 100 μL와 Folin-Ciocalteu`s phenol reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 100 μL를 혼합하고 5분간 반응시켰다. 이에 20% Na_2CO_3 용액 200 μL를 첨가하여 90분간 반응 후 765 nm로 설정된 microplate reader(Eon, BioTek, Winnoski, USA)로 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 사용하였으며, 시료의 총 폴리페놀 함량은 mg gallic acid equivalent(GAE)으로 환산하였다.

5. 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 분석은 Park JW 등(2007)의 방법에 준하여 다음과 같이 실시하였다. 총 페놀 함량측정과 동일한 시료 500 μL에 5% $NaNO_2$를 15 μL 첨가한 후, 5분간 실온에서 반응시켰다. 반응액에 10% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ 용액을 30 μL를 첨가하여 6분간 반응한 후, 1 N NaOH 100 μL를 혼합하여 510 nm에서 microplate reader(BioTek)로 측정하였다. 표준물질로 (+)catechin를 사용하였으며, 총 플라보노이드 함량은 mg catechin equivalent(CE)로 나타내었다.

6. ABTS 라디칼 소거능

ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethyl-benzthiazoline-6-sulphonic acid) 라디칼 소거능 분석은 Hyun JM 등(2015)의 방법에 준하여 다음과 같이 실시하였다. ABTS 라디칼 소거능 활성 측정은 흡광도 측정법과 on-line HPLC법에 의한 측정 등 2가지로 구분하여 측정하였으며, 흡광도 측정법은 ABTS cation decolorization assay 방법(Re R et al 1999)에 따라 다음과 같이 측정하였다. ABTS와 potassium persulfate는 Sigma-Aldrich사 제품을 사용하였다. ABTS와 potassium persulfate를 최종농도 기준으로 각각 7.4 mM과 2.6 mM이 되게끔 용해한 후 실온의 암소에서 16시간 반응시켜 ABTS 이온을 형성시켰다. 제조된 ABTS 용액은 증류수를 첨가하여 734 nm에서 흡광도를 0.70으로 조정하여 사용하였다. ABTS 용액 190 μL에 50배 희석한 커피시료 10 μL를 첨가한 뒤 30분간 암실에서 반응 후 734 nm에서 microplate reader(BioTek)로 측정하였다. 대조군으로는 커피시료 대신 증류수를 사용하여 앞에서 기술한 과정을 반복하여 흡광도 값을 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 대조군 대비 실험군 커피시료의 감소된 흡광도의 비율로 계산되었다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거능(\%)} = \left[1-\left(\frac{\text{실험군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}}\right)\right]\times 100$$

7. 클로로겐산과 카페인 함량

시료에 함유된 클로로겐산(CGA)와 카페인의 함량은 HPLC

로 분석하였다(Fujioka K & Shibamoto T 2008). 시료는 여과지를 사용하여 여과한 뒤, 여액 1 mL에 ethanol 3 mL를 첨가하여 원심분리기(5810R, Eppendorf)로 원심분리(3,061 ×g, 10 min)하였다. 회수한 상층액 시료를 농축기(Eppendorf Vacufuge plus Vacuum Concentrator, Eppendorf)로 최종부피를 1 mL로 농축한 후 HPLC에 주입하였다. 클로로겐산과 카페인의 표준품은 Sigma-Aldrich사 제품을 사용하였다. 농축된 시료와 표준품 용액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 여액 20 μL를 Eclipse XDB-C18 column(4.6 × 250 mm ID, 3.6 μm, Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA)이 장착된 HPLC(Agilent 1200, Agilent Technologies Inc.)에 주입하였다. 10 mM citric acid(용매 A)와 100% methanol(용매 B)을 사용하였다. 분석시간 70분 동안 10 mM citric acid와 100% methanol은 다음과 같이 농도구배를 주어 농도를 달리하였다. 10 mM citric acid와 100% methanol의 혼합비율은, 분석 시작 시점에는 85:15(vol/vol), 0~35분에는 60:40까지 변화시킨 후, 35~40분에는 60:40으로 유지하였고, 40~60분에는 85:15까지 변화시킨 후, 60~70분에는 85:15로 유지하였다. 칼럼을 통과한 물질들은 클로로겐산 정량은 275 nm에서 카페인은 325 nm에서 측정하였다. 클로로겐산과 카페인의 정량분석은 표준물질로 작성한 표준곡선에서 표준물질과 peak 면적 값의 비율로부터 산출한 검량선을 작성하여 정량하였다(Fujioka K & Shibamoto T 2008).

8. On-line HPLC에 의한 항산화물질 탐색 및 ABTS 라디칼 소거능 활성 측정

커피시료를 여과지를 사용하여 여과한 뒤, 여액 1 mL에 ethanol 3 mL를 첨가하여 원심분리기(5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany)로 원심분리(3,061 ×g, 10 min)하였다. 회수한 상층액 시료를 농축기(Eppendorf Vacufuge plus Vacuum Concentrator)로 최종부피를 1 mL로 농축한 후 HPLC에 주입하였다. ABTS 시약은 2 mM ABTS와 3.5 mM potassium peroxodisulfate를 각각 제조한 후 섞어주었다. 3차 증류수를 가하여 8배 희석한 후 24시간 동안 암실에서 반응시켜 ABTS 라디칼 생성을 유도하였다. 농축된 시료와 표준품 용액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 여액 20 μL를 Eclipse XDB-C18 column(4.6 × 250 mm ID, 3.6 μm, Agilent Technologies Inc.)이 장착된 HPLC(Agilent 1200, Agilent Technologies Inc.)에 주입하였다. HPLC용 water와 acetonitrile을 용매로 사용하였다. 분석시간 100분 동안 water와 acetonitrile은 다음과 같이 농도구배를 주어 농도를 달리하였으며, 유속은 0.4 mL/min였다. 용매인 water와 acetonitrile의 혼합비율은, 0~10분에는 100:0(vol/vol), 10~80분에는 0:100으로 변화시킨 후, 80~100분에는 100:0까지 변화시켰다. 유속 0.4 mL/min의 속도로 칼럼을 통과한 물질들은 파장 320 nm로 설정된 첫 번째 검출기에서 페놀성 물질들이 분석되었으며, 연속적으로 첫 번째 검출기를 통과한 후 T자 모양의 관으로 0.2 mL/min의 속도로 공급되는 ABTS 라디칼이 생성된 ABTS 시약과 합류된 후, 유속 0.6 mL/min 속도로 파장 734 nm로 설정된 두 번째 검출기를 통과하였다. 두 번째 검출기로부터 ABTS 라디칼 소거능 chromatogram을 얻었다. On-line HPLC 결과는 첫 번째 검출기에서 얻은 페놀성물질 chromatogram와 두 번째 검출기에서 얻은 ABTS 라디칼 소거능 chromatogram을 시간을 조정하여 함께 표시하였으며, 페놀성 물질의 농도에 비례하여 양(positive)의 방향으로 표시된 반면, 두 번째 검출기의 ABTS 라디칼 소거능은 소거능에 비례하여 음(negative) 방향으로 표시되었다.

9. 통계처리

실험결과는 3회 반복하여 평균±표준편차로 나타내었다. 유의성 평가를 위하여 SPSS ver 17.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 각 측정군들 간의 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 후, 통계적 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 가용성 고형물 및 pH

3종 커피시료들의 가용성 고형물 함량과 pH에 대한 결과는 Table 1과 같다. 일반적으로 가용성 고형물은 식품의 당도와 비례한다. 실험에 나타난 원두 커피의 평균 가용성 고형물 함량은 0.9 ºBx로 가장 낮게 나타났으며, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피는 각각 7.6 ºBx와 11.4 ºBx로 나타났다(p<0.05). 커피믹스 1봉의 중량이 약 12 g이며, 이중 당류 함량은 제품의 약 50% 수준이라는 보고서(http://www.kca.go.kr)를 인용하면 약 6 g의 설탕이 커피믹스에 존재하므로, 이를 77 mL의 물에 녹이면 7.8 ºBx로 계산된다. 따라서, 본 연구

Table 1. Soluble solids and pH in regular coffees, mixed coffees and vending machine coffees commercially available in Korea

Sample	Soluble solids (ºBx)	pH
Regular coffees	0.9±0.2[c1)]	5.3±0.2[b]
Mixed coffees	7.6±4.1[b]	5.7±0.7[ab]
Vending machine coffees	11.4±1.5[a]	6.2±0.2[a]

[1)] Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

에서 확인된 커피믹스로 제조한 커피의 가용성 고형물 함량 7.6 ºBx는 예측한 결과와 부합된다. 하지만, 자판기 커피(11.4 ºBx)의 경우, 커피믹스로 제조한 커피(7.6 ºBx)와 비교시 약 40% 정도 높게 측정되었다. 설탕 함량이 표시되는 커피믹스와는 다르게 설탕 함량 표시 의무가 없는 자판기 커피는 대중의 기호도를 만족시키기 위해 설탕의 첨가량을 증가시킨 것으로 판단된다. 세계보건기구(WHO)에서는 가공식품을 통한 당류 섭취량을 1일 열량의 10% 미만 즉, 2,000 kcal 기준으로 50 g 미만을 섭취하도록 권장하고 있다(World Health Organization 2015). 하루에 커피믹스로 제조한 커피를 약 7잔, 자판기 커피를 5잔을 섭취할 경우, 1일 권장 당류섭취량을 넘어서는 것을 확인할 수 있다. 과도한 당류의 섭취는 대사증후군 및 당뇨등의 질병의 원인(Kwon SH 2007)이 되므로, 자판기 커피에도 열량 및 당류 함량 등의 영양성분 표시가 필요하다고 생각된다.

레귤러 커피의 pH는 5.3였으며, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피의 pH는 각각 5.7와 6.2로 나타나, 설탕과 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)가 포함된 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피의 pH가 유의적으로 높았다(p<0.05). 레귤러 커피의 pH는 사용 커피원두의 종류, 용출되는 유기산, 제조방법에 따라 영향을 받으며(Hwang SH et al 2013), 설탕과 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)의 존재 여부에 따라 크게 달라진다(Min JS et al 2015). Min JS 등(2015)은 레귤러 커피, 레귤러 커피에 설탕을 첨가한 경우, 레귤러 커피에 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)를 첨가한 경우, 레귤러 커피에 설탕과 커피 크리머를 첨가한 경우에 이들 커피의 pH는 각각 4.83, 4.86, 5.40, 6.07이며, 설탕과 커피 크리머의 동시첨가가 커피의 pH를 0.16 상승시킴을 보고하였다. 본 연구에서 사용한 인스턴트 커피(커피믹스로 제조한 커피, 자판기 커피)는 설탕과 커피 크리머를 보유하고 있으므로 Min JS 등(2015)의 연구결과와 유사한 결과를 보이는 것으로 판단된다.

2. 폴리페놀 함량, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성

13종 커피의 폴리페놀을 gallic acid를 등량값으로 한 컵(serving size)과 mL로 표시하였다(Table 2). 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피, 자판기 커피 한 컵에 함유된 폴리페놀 함량은 각각 133.6 mg, 124.9 mg과 117.1 mg으로 유의적인 차이가 없었다. 하지만, 각 커피의 mL당 폴리페놀 함량은 레귤러 커피가 0.5 mg으로 측정되었고, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피는 각각 1.6 mg과 1.5 mg으로 레귤러 커피 대비 약 3배 높은 함량을 나타내었다. 시판 레귤러 커피 한 컵에 함유된 생리활성 성분 및 항산화 활성을 분석한 연구(Kim MJ et al 2013)에서 총 폴리페놀 함량은 0.18~0.37 mg GAE/mL로 정량되었으며, 커피 브랜드에 따른 차이가 있었다고 보고하였다. 또, 다른 연구자(Rhi JW & Shin HS 1993)는 레귤러 커피의 총 폴리페놀 함량은 2.8~6.5 mg GAE/mL로 보고하여 연구자에 따른 차이가 있었으며, 이러한 함량 차이는 커피 추출방식, 분쇄된 커피분자의 크기로 인한 차이로 설명할 수 있다고 하였다(Eun JB et al 2014; Kim SE et al 2013).

Table 2. Total phenolics,total flavonoids and ABTS radical scavenging activity in regular coffees, mixed coffees and vending machine coffees commercially available in Korea

Sample	Total phenolics (GAE mg)[1)]	Total flavonoids (CE mg)[2)]	ABTS radical scavenging activity (%)
Regular coffees	133.6± 6.7 (0.5±0.0)[a3)4)]	27.8±22.5 (0.1±0.1)[b5)]	24.7± 0.9[b]
Mixed coffees	124.9±27.9 (1.6±0.4)[a]	152.6±74.6 (2.0±1.0)[a]	49.3±10.7[a]
Vending machine coffees	117.1±36.9 (1.5±0.5)[a]	144.1±56.5 (2.0±0.8)[a]	46.5±13.3[a]

1) Expressed as mg gallic acid equivalents (GAE)/serving size.
2) Expressed as mg catechin equivalents (CE)/serving size.
3) Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).
4) Numbers in parentheses are expressed as mg GAE/mL.
5) Numbers in parentheses are expressed as mg CE/mL.

플라보노이드 함량은 catechin을 등량값으로 한 컵(serving size)과 mL로 표시하였다(Table 2). 레귤러 커피의 플라보노이드 함량은 27.8 mg으로 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피의 함량인 152.6와 154.3 mg보다 유의적으로 낮았다(p<0.001). 이러한 결과는 플라보노이드 함량을 mL로 비교하였을 경우에도 유사하였다. Kim MJ 등(2013)은 시판커피 한 컵의 플라보노이드 함량이 35.3~69.3 mg으로 보고하여 본 연구의 레귤러 커피의 플라보노이드 함량보다는 높았으나, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피의 플라보노이드 함량보다는 낮았다. 커피의 생리활성 성분을 수용성과 지용성 층으로 각각 분리하여 측정시 폴리페놀 성분은 수용성 층에서 81~89%가 정량된 반면, 플라보노이드 성분은 95% 이상이 수용성 층에서 존재하였다(Kim MJ et al 2013). 본 연구에서 확인된 인스턴트 커피에서의 높은 플라보노이드 함량은 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피에 사용된 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)의 영향에 따른 결과로 추측된다. 동일한 용량의 커피에서 얻을 수 있는 항산화 활성을 ABTS 라디칼 소거능으로 나타내었으며, 그 결과는 Table 2

와 같다. ABTS 라디칼 소거능은 레귤러 커피가 24.7%였으며, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피는 각각 49.3%와 46.5%로 나타나, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피가 유의적으로 높았다(p<0.05). 커피콩의 주된 품종으로는 아라비카와 로부스타가 있으며, 아라비카는 레귤러 커피의 주 원료로 사용되고, 로부스타는 쓴맛이 강해 설탕과 프림을 함께 섭취하는 형태로 커피믹스 제조에 사용된다(Vignolia JA et al 2014). Vignolia JA 등(2014)은 로부스타가 아라비카에 비하여 페놀함량과 ABTS 활성이 모두 높은 것으로 보고하였다. 선행연구에서 레귤러 커피의 항산화 활성은 커피에 함유된 카페인 함량과 농도의존적 비례관계가 있다고 보고하였다(Kim MJ et al 2013). 따라서, 인스턴트 커피(커피믹스, 자판기 커피)와 레귤러 커피에서 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, ABTS 라디칼 소거능 차이와 커피에 존재하는 카페인 함량을 분석하였다.

3. 카페인과 클로로겐산 함량

카페인과 클로로겐산 함량을 HPLC로 분석하였다(Fig. 1, Table 3). 1회분 커피에 포함된 평균 카페인 함량은 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피가 각각 106.0 mg, 46.8 mg과 45.5 mg으로 측정되어 레귤러 커피에서 가장 높았다(p<0.05). 커피 1 mL에 포함된 평균 카페인 함량은 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피가 각각 0.43 mg/mL, 0.60 mg/mL와 0.62 mg/mL로 측정되어 자판기 커피에서 가장 높았다(p<0.05). 인스턴트 커피 1회 분량에 포함된 카페인 함량은 외국의 연구사례에서는 60~85 mg(Lean MEJ & Crozier A 2012)으로 나타났으며, 국내산 커피믹스 6

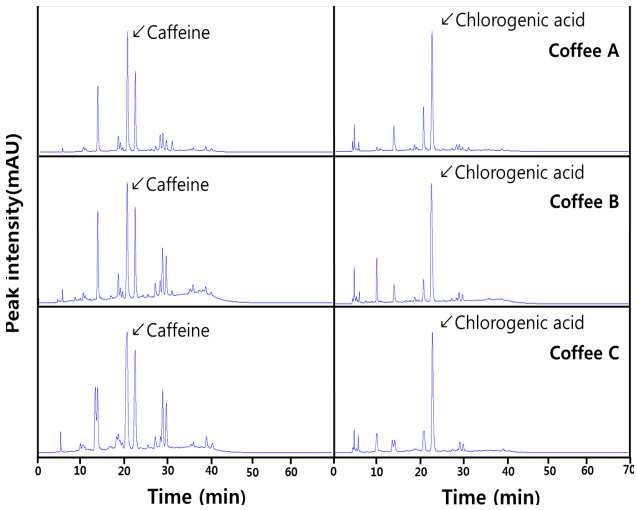


Fig. 1. HPLC chromatograms of caffeine and chlorogenic acid from regular coffees (coffee A), mixed coffees (coffee B) and vending machine coffees (coffee C).

Table 3. Caffeine and chlorogenic acid contents in serving size of regular coffees, mixed coffees and vending machine coffees commercially available in Korea

Sample	Caffeine (mg/serving size)	Chlorogenic acid (mg/serving size)
Regular coffees	106.0±33.8(0.43±0.13)[a1)2)]	24.2±12.1(0.10±0.05)[a3)]
Mixed coffees	46.8±23.6(0.60±0.31)[b]	8.9±3.6(0.12±0.05)[b]
Vending machine coffees	45.5±19.3(0.62±0.27)[b]	7.6±5.1(0.10±0.07)[b]

1) Means in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).
2) Numbers in parentheses are expressed as mg GAE/mL.
3) Numbers in parentheses are expressed as mg CE/mL.

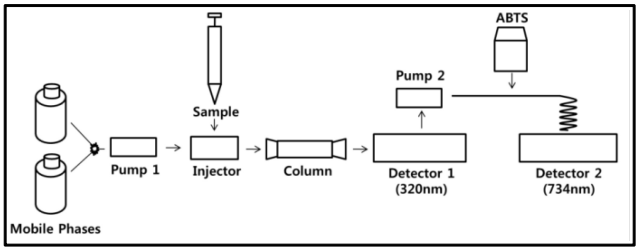
종을 분석한 결과(http://www.kca.go.kr)는 40.9~77.2 mg으로 나타나, 본 실험과 유사하게 측정되었다. 타 연구자들의 결과로 판단시 커피믹스로 제조한 커피나 자판기 커피와 달리 레귤러 커피는 상대적으로 많은 양의 원두에 뜨거운 물로 추출하고 희석하여 섭취하기 때문에, 희석 현상에 의해 단위부피(mL)에 함유된 카페인의 함량이 줄어든 것으로 판단된다. 레귤러 커피의 경우, 커피원두를 300~350℃의 고온에서 5~20분간 볶음공정 후 분쇄하여 커피분말을 얻고, 80~95℃ 열수로 추출하여 제조된다(Yang SI et al 2015). 따라서, 커피를 제공하는 판매처의 에스프레소 머신의 열수 추출 수율에 따라 커피 고형분의 추출수율이 달라질 수 있다. 카페인은 커피에 들어있는 알카로이드 성분으로 열에 안정적이고 로스팅 과정에 손실이 적다. 커피믹스에 표시되는 영양표시 항목에는 1회 제공량 당 열량, 탄수화물, 당류, 단백질, 지방, 포화지방, 트랜스지방, 콜레스테롤, 나트륨 등으로 제한되어 있다(http://www.kca.go.kr). 카페인의 적당한 섭취는 졸음예방, 피로회복, 이뇨작용 촉진 등의 긍정적 효과가 있지만, 지나친 섭취는 불면증, 기관지 확장, 메스꺼움, 신경과민, 위산분비 촉진 등의 원인이 될 수 있다(Koo BW et al 2015). 식품의약품안전처에 따르면 성인의 카페인 1일 섭취량을 400 mg 이하, 임산부의 경우 300 mg 이하, 어린이의 경우 체중 kg당 2.5 mg 이하로 제한하고 있으며, 고카페인 액상제품(0.15 mg 이상/mL)의 경우, '고카페인 함유' 문구 및 총 카페인 함량을 mg으로 표시하게끔 규정하고 있다(https://mfds.go.kr). 한국인 성인의 카페인 섭취는 90% 이상이 커피관련 음료로부터 이루어지고 있고(http://www.kca.go.kr), 본 연구에서 분석된 액상의 자판기 커피 카페인 함량이 0.62 mg/mL로 현행법상으로 규정한 '고카페인 함유' 제품에 해당되므로 자판기 커피의 카페인 함량 정보를 소비자에게 제공하는 과정이 필요하다.

클로로겐산은 caffeolyquinic acid(CQA), feruloylquinic acid,

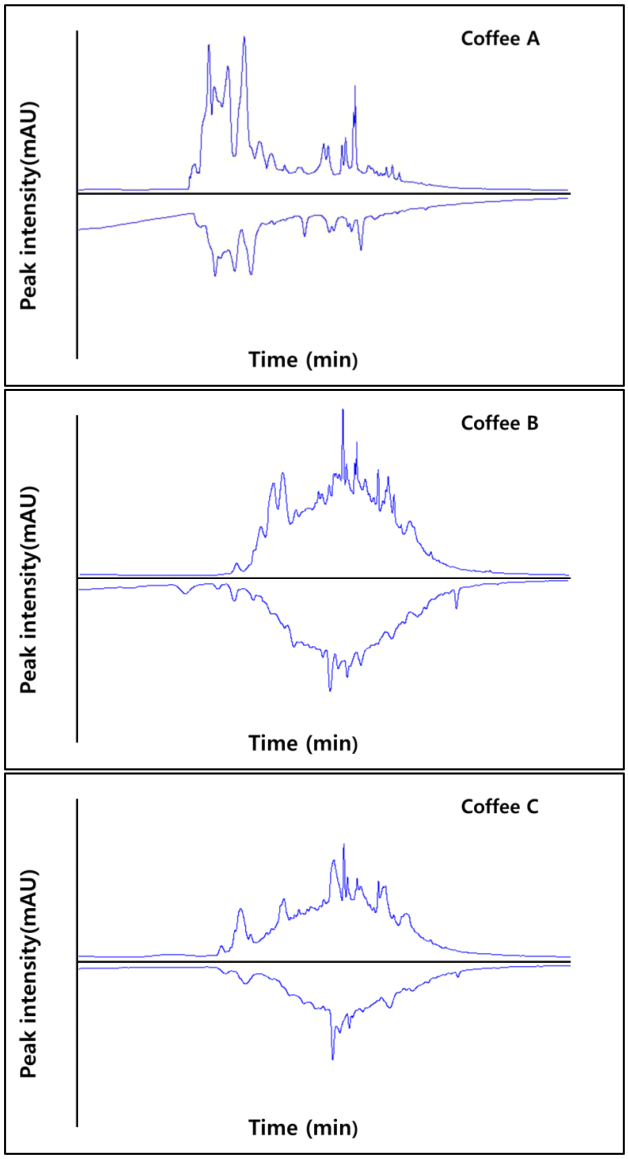
dicaffeoylqunic acid(diCQA) 세 가지 물질을 지칭하며, 열에 약해 로스팅 과정에서 caffeic acid와 quinic acid 등의 페놀성 화합물으로 변화된다(Fujioka K & Shibamoto T 2008). 이러한 화합물들은 커피의 맛과 향에 영향을 주어, 커피의 품질 평가에서 중요한 성분으로 알려져 있다(Kim KJ & Park SK 2006). 1회분 커피에 포함된 평균 클로로겐산 함량은 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피, 자판기 커피가 각각 24.2 mg, 8.9 mg과 7.6 mg으로 측정되어 레귤러 커피에서 가장 높았다($p<0.05$). 레귤러 커피의 경우, 1회분에 함유된 클로로겐산 함량이 5.17~69.8 mg이라고 보고한 결과(Kim MJ et al 2013)와 본 연구에서 정량된 레귤러 커피(24.2 mg)의 결과가 유사하였다. 커피 1 mL에 포함된 평균 클로로겐산 함량은 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피, 자판기 커피가 각각 0.10 mg/mL, 0.12 mg/mL와 0.10 mg/mL로 측정되었다(Table 3). 하지만, 본 연구는 클로로겐산 세 가지 물질들 중에서 CQA만을 정량하였으므로 커피에 있는 모든 클로로겐산을 포함하지 않았다는 제한점이 있다.

4. On-line HPLC를 통한 항산화 물질 탐색 및 활성측정

On-line ABTS HPLC법에서 2개의 검출 파장이 다른 검출기를 연속적으로 사용하여 320 nm에서는 시료의 페놀성 물질들을, 첫 번째 검출기를 통과한 시료와 ABTS 용액을 반응시킨 후 734 nm에서 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였다(Fig. 2). 본 연구에서는 전처리 단계에서 커피시료로부터 단백질과 거대물질을 제거한 후 분석하였다. 320 nm에서 측정한 커피시료 3종의 페놀성 물질은 레귤러 커피의 경우, 분석 초기에 다양한 물질들이 확인되었으며, 상대적으로 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피는 분석 중반 이후에 다양한 물질들이 확인되었다. 흥미롭게도 공통적으로 설탕과 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)를 함유하고 있는 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피에서 유사한 크로마토그램 패턴을 보여주었다. 일반적으로 커피믹스와 자판기 커피에서 수분을 제외하면 커피가 10~15%이며, 설탕과 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)가 나머지 85~90%를 차지하므로 설탕과 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)에서 유래된 물질들이 on-line HPLC 분석에 반영된 것으로 생각된다. 제조사에 따르면, 커피 크리머에는 식물성 크림(크리머)혹은 무지방 우유 함유 크리머를 사용하는데, 식물성 크림은 카제인나트륨이나 천연카제인 혹은 농축우유단백분말에 물엿, 식물성 경화유지, 제이인산칼륨 등을 포함한다. 본 연구에서는 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피의 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머) 성분에 의해 ABTS 라디칼 소거능이 이들 커피에서 증가된 것으로 예상되나, 구체적인 물질규명을 시도하지 않았다. 커피의 항산화 활성에



(A)



(B)

Fig. 2. The schematic diagram of on-line HPLC system (A) and on-line HPLC analysis of each coffees (B).
Coffee A, Regular coffees; Coffee B, mixed coffees; Coffee C, vending machine coffees. The HPLC chromatogram of samples was detected at positive peaks at 320 nm for phenolic compounds and the ABTS radical scavenging activity of each compound was expressed at negative peaks at 734 nm.

영향을 미치는 생리활성 성분들에는 카페인, 클로로겐산 이외에도 토코페롤을 포함한 다양한 지용성 물질들과 수용성 물질들이 복합적으로 작용하므로 본 연구의 결과만으로는 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피의 항산화 활성을 설명하기에는 제한점이 있다. 하지만, 한국인의 식생활에서 인스턴트 커피의 섭취빈도가 증가하고 있는 실정을 고려시 인스턴트 커피섭취시 예상되는 생리활성 성분과 항산화 활성에 대한 더 많은 후속연구가 필요하다고 생각된다.

요약 및 결론

레귤러 커피와 인스턴트 커피(커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피)의 이화학적 분석 및 항산화 활성을 측정한 결과는 다음과 같다. 가용성 고형물은 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피, 자판기 커피 순서로 각각 0.6 ºBx, 7.6 ºBx와 11.4 ºBx로 나타나, 인스턴트 커피에서 당 함량이 유의적으로 높았다($p<0.001$). pH는 5.3~6.2로 측정되었으며, 인스턴트 커피가 레귤러 커피에 비교시 유의적으로 높았다. 커피에 들어있는 폴리페놀 함량은 인스턴트 커피(1.5~1.6 GAE mg/mL)가 레귤러 커피(0.5 mg/mL)에 비교시 유의적으로 높았다($p<0.05$). 플라보노이드 함량과 ABTS 라디칼 소거능에서도 유사한 경향이 나타나, 인스턴트 커피가 레귤러 커피에 비교시 유의적으로 높았다($p<0.05$). 카페인 함량은 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피에서 각각 0.43 mg/mL, 0.60 mg/mL와 0.62 mg/mL로 나타났으며, 클로로겐산 함량은 레귤러 커피, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피에서 각각 0.10 mg/mL, 0.12 mg/mL와 0.10 mg/mL로 나타났다. On-line HPLC를 사용해 ABTS 라디칼소거능을 측정시, 커피믹스로 제조한 커피와 자판기 커피에서는 유사한 크로마토그램 패턴을 보인 반면, 레귤러 커피와는 뚜렷한 차이를 보여 인스턴트 커피에 사용되는 커피 크리머(또는 무지방 우유 함유 크리머)에 다양한 생리활성 물질들이 포함되어 있어서 항산화력을 증가시키는 원인이 되었다.

REFERENCES

Dorea J, da Costa T (2005) Is coffee a functional food? Brit J Nutr 93: 773-782.

Eun JB, Jo MY, Im JS (2014) Physicochemical characteristics of coffee extracts using different extraction methods. Korean J Food Sci Technol 46(6): 723-728.

Fujioka K, Shibamoto T (2008) Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. Food Chem 106: 217-221.

http://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=2511&page=&searchKey=&searchString=searchCategory=. Accessed on July 27, 2017.

http://www.kca.go.kr/brd/m_46/view.do?seq=1800&itm_seq_1=2. Accessed on July 27, 2017.

https://mfds.go.kr/index.do?mid=686&seq=2101&cmd=v. Accessed on July 27, 2017.

https://unipass.customs.go.kr:38030/ets/. Accessed on July 27, 2017.

Hwang SH, Kim KS, Kang HJ, Kim MJ (2013) Phenolic compound contents and antioxidative effects on Dutch coffee by extraction time. Korean Public Health Res 39: 21-29.

Hyun JM, Park KJ, Kim SS, Park SM, Lee YJ, An HJ (2015) Antioxidant and anti-inflammatory effects of solvent fractions from the peel of the native Jeju citrus ‘Hongkyool’ and ‘Pyunkyool’. J Life Sci 25: 1132-1138.

Kim JY, Han YS (2009) Influence of roasting time on antibacterial and antioxidative effects of coffee extract. Korean J Food Cook Sci 25: 496-505.

Kim KJ, Park SK (2006) Changes in major chemical constituents of green coffee beans during the roasting. Korean J Food Sci Technol 38(2): 153-158.

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(3): 299-304.

Kim SE, Kim JH, Lee SW, Lee MJ (2013) A study of roasting conditions on benzopyrene content in coffee beans. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(1): 134-138.

Koo BW, Shin JS, Song CH, Huh YS (2015) The influence of caffeine coffee period to the anaerobic exercise capacity and the blood fatigue substance. Korean J Sports Sci 24 (4): 1327-1335.

Kwon SH, Jeong HJ, Shim JA, Son YA, Kim MK (2007) Effect of feeding with different source of carbohydrate and fiber on carbohydrate and lipid metabolism in type 2 diabetic rats. Korean J Food Culture 22(1): 157-165.

Lean MEJ, Crozier A (2012) Coffee, caffeine and health: What’s in your cup? Maturitas 72: 171-172.

Lee B, Lee HJ, Cho E, Hwang KT (2012) Fatty acid compositions of fats in commercial coffee creamers and instant coffee mixes and their sensory characteristics. J Korean Soc Food Sci Nutr 41: 362-368.

Min JS, Kwon HM, Park SK (2015) Impacts of coffee creamer,

dried skim milk and sugar on the volatile aroma compounds and sensory characteristics in instant coffee. Korean J Food Sci Technol 47: 137-144.

Moon JW (2008) Instant decaffein, health, science. pp. 271-273. In: Perfect Espresso. Moon JW(ed). IBline Press, Inc., Seoul, Korea.

Park JW, Lee YJ, Yoon S (2007) Total flavonoids and phenolics in fermented soy products and their effects on antioxidant activities determined by different assays. Korean J Food Culture 22: 353-358.

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Bio Med 26: 1231-1237.

Rhi JW, Shin HS (1993) Antioxidative effect of brown materials extracted from roasted coffee beans. Korean J Food Sci Technol 25: 220-224.

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.

Vignolia JA, Viegasb MC, Bassolib DG, Benassic TM (2014) Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. Food Res Int 61: 279–285.

World Health Organization (2015) Guideline: Sugars intake for adults and children.

Yang SI, Kim HJ, Yang YS, Oh BS, Kim DC (2015) Comparison of oxidative ability between coffee bean and coffee residue extracts. J Foodserv Ind Management Res 10: 73-82.

Date Received Aug. 22, 2017
Date Revised Oct. 10, 2017
Date Accepted Oct. 13, 2017