

워시드 커피와 내추럴 커피를 활용한 커피제조 과정에서의 항산화 성분 분석

†신 혜 경

전주기전대학 호텔소믈리에바리스타과 교수

Analysis of Antioxidant Components in Coffee Making Process Using Washed Coffee and Natural Coffee

†Hye-Kyung Shin

Professor, Major in Dept. of Hotel Sommelier & Barista, Jeonju Kijeon College, Jeonju 54989, Korea

Abstract

This study examines the changes in chlorogenic acid (CGA), an antioxidant, and one of its decomposition substances, caffeic acid, at various roasting stages and extraction conditions. Based on the CGA content for each roasting stage, at 3°C after the beginning of the 1st crack, the CGA decreased for washed beans and natural beans by more than 50% compared to that of green coffees. The CGA continued to decrease sharply by more than 75% at the end of the 1st crack for washed beans and at 5°C after the end of the 1st crack for natural beans. At the peak of the 2nd crack, it had decreased by more than 90% for both beans. The Caffeic acid content gradually increased for both washed and natural beans, then rapidly increased from the beginning of the 2nd crack to the peak of the 2nd crack. However, its contents were very small in quantity. Additionally, the content of CGAs for differing extraction conditions were in the order of 3-CGA, Crypto-CGA, and Neo-CGA. Crypto-CGA content was about half that of 3-CGA and Neo-CGA content was approximately 100 ppm less than that of Crypto-CGA. This study was conducted in order to help make coffee that has the most antioxidant effect.

Key words: antioxidant, chlorogenic acid, caffeic acid, washed coffee, natural coffee, coffee extraction conditions, the degree of coffee roasting

서 론

최근 생활수준의 향상과 건강에 대한 관심이 증가하면서 커피가 건강에 미치는 영향에 대한 연구가 활발해지고 있다. 커피에는 항산화 작용을 하는 caffeic acid, chlorogenic acid를 포함한 polyphenols, alkaloids, melanoidins, caffeine 등 다양한 성분이 있다(Rhi & Shin 1993; Yen 등 2005; Vignoli 등 2011). 특히, 커피생두 속에는 caffeic acid, chlorogenic acid, ferulic acid(Naidu 등 2008), quinic acid가 포함되어 있고, 이는 커피추출 방식과 저장 시간 및 온도에 의해 영향을 받는다(Cammerer & Kroh 2006; Perez-Martinez 등 2010).

또한 로스팅 과정에서 chlorogenic acid 함량의 감소와 갈색 물질의 증가에 따른 항산화 활성 변화에 대해 많은 연구 결과들이 보고되었다. 항산화능을 가진 페놀의 함량은 생두에 가장 많고, 커피 제조 과정이 진행될수록 열 분해되어 최대 90%까지 감소한다고 하였다(Kim JY 2008; Glabasia 등 2012). 중볶음과 강볶음 커피 추출물의 항산화 효과를 비교한 결과, 강볶음 커피에서 폴리페놀 성분이 파괴되어 그 함량이 낮아지는 반면, 커피의 총 항산화 효과는 거의 줄어들지 않는 것으로 밝혀졌다. 그 이유는 chlorogenic acid가 복잡한 과정을 거쳐 열 분해되어 여러 물질이 만들어지는 과정에서도 페놀 구조가 유지되면서 항산화 기능의 핵심 부분은 지켜지기 때

† Corresponding author: Hye-Kyung Shin, Professor, Major in Dept. of Hotel Sommelier & Barista, Jeonju Kijeon College, Jeonju 54989, Korea. Tel: +82-10-9048-6072, E-mail:coolykiwi@naver.com

문이다(Glabasnia 등 2012; So 등 2014). 로스팅이 진행됨에 따라 갈색물질의 생성이 점점 더 많아지게 되어 항산화 효과가 높게 나타났다고 하였다(Jo SJ 2014).

Kim YA(2013)는 커피 로스팅 단계에 따른 화학적 성분의 변화와 쓴맛과의 상관관계 연구를 통해 로스팅 단계에서 quinic acid와 caffeic acid로 분해되는 시점을 추정하였다. Frank 등도 chlorogenic acid lactones와 vinylcatechol oligomer의 두 개의 물질에서 쓴맛이 나온다고 밝히며, 로스팅 단계별 각 성분 함량을 제시하고 있다. 특히, chlorogenic acid는 로스팅을 진행하면 증가하다가 중간볶음 단계 중 정점에 도달하면 감소하고, vinylcatechol oligomer가 교체하듯이 증가된다고 밝히고 있다(Frank 등 2008).

앞선 연구들에서는 chlorogenic acid의 항산화 작용과 함유 정도를 살펴보고 있지만, 로스팅이 진행되면서 열 분해되어 chlorogenic acid가 전환되는 성분들에 대한 연구는 미비한 편이다.

생두는 산지에서 여러 가지의 가공 처리과정을 거치며, 다양한 특성을 가진 향미를 갖게 된다. 즉, 건조 공정(dry processing, 내추럴)은 바디가 강하고(heavy in body) 달콤 구수하며(sweet), 부드럽고(smooth) 복합적인 향미(complex)를 가지고 있으며, 수세식 공정(washed processing, 위시드)은 더욱 깔끔하고(cleaner), 더욱 밝으며(brighter), 과실향(fruittier)이 많이 나는 편(Wintgens JN 2004)이나, 바디가 약한 단점이 있다. 펄프드내추럴 공정(pulped natural processing)은 수세식 공정보다는 달콤 구수함과 어느 정도의 바디를 더 가지고 있고, 건조 공정보다는 상큼함(acidity)을 더 가지고 있는 편이다(Shin & Lee 2015). 커피의 성숙도와 가공방식은 caffeoyl과 dicaffeoylquinic acid 함량에 영향을 미치는데, monoesters는 완전 미숙하거나, 살짝 익은 단계에서는 적었다가 성숙한 단계에서는 증가한다. 하지만 완숙을 넘어서면 오히려 줄어들게 된다. 이러한 성분변화는 내추럴커피보다 위시드커피에서 더 잘 나타난다(Ivon F 2001).

생두는 로스팅 과정에서 다양한 향미와 색 성분이 생성하게 된다. 즉, 로스팅에 의해 지방분, 당분, 유기산, 탄닌 등 여러 성분이 표출되어 맛과 향이 드러나며, 당과 아미노산의 반응으로 갈색의 melanoidin을 생성하는 Maillard reaction과 caramelization에 의해 원두 고유의 색이 나타난다(Kim 등 2007; Kim & Han 2009). Kim & Park(2006)도 커피원두의 배전공정 중 화학성분 변화를 아라비카종과 로부스타종으로 구분하여 상세하게 제시해 주고 있지만, 가공방식별 커피성분의 변화에 대한 자료는 미비한 편이다.

따라서 본 연구에서는 가공처리 방식이 다른 위시드와 내추럴 생두를 사용하여 커피를 제조할 때 항산화 성분이 얼마

나 생성되고 변화하는 지를 알아보려고 한다. 로스팅 단계에 따라 항산화 작용물질인 chlorogenic acid와 그 분해물질 중 하나인 caffeic acid의 성분의 변화를 살펴보고, 그 중에서 가장 선호하는 로스팅 단계의 원두를 선택하여 다양한 추출 조건에 따라 추출한 후 chlorogenic acid를 상세하게 구분하여 성분 분석하였다.

이 연구를 통하여 항산화 작용을 하는 성분이 로스팅하거나 추출할 때에 얼마나 남아 있고 특히, 가공방식이 다른 커피에는 얼마나 차이있게 함유되어 있는 지를 살펴보고, 커피 로스팅 결과물을 배출하는 시점을 결정할 때나 다양한 방식으로 추출을 시도할 때에 항산화 작용의 효과가 가장 많이 남아 있는 커피를 만들 수 있도록 도움을 주고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용한 커피는 일반 로스터리 카페에서 핸드 드립용으로 자주 활용되는 에티오피아 시다모 구지(Ethiopia Sidamo Guji) 생두를 가공방식에 따라 위시드와 내추럴 2가지 가공방식으로 구분하여 로스터기(THCR-01 Ltd, TAEHWAN Automation Ind. Co., Ltd, Korea)로 볶아 사용하였다.

로스팅은 1.3 열량과 1칸/10칸 뎀퍼로 공기유입을 조절하면서 약한 로스팅 포인트에서부터 5°C 간격으로 샘플을 배출하였다. 24시간 탈기를 시키고 홀빈(whole bean)과 분쇄가루(grounded bean) 상태로 구분하여 샘플별 로스팅 정도를 확인하기 위하여 Agtron #(TRQ-300, Ltd. true systems Korea)을 측정하였다.

시료는 Table 1과 같이 위시드와 내추럴 생두를 나누어 다섯 단계로 로스팅하였다, 1차 크랙(crack) 정점(peak)을 1단계(R1), 1차 크랙 끝나는 시점을 2단계(R2), 1차 크랙 끝나고 5°C 더 진행한 시점을 3단계(R3), 2차 크랙 시작을 4단계(R4), 2차 크랙 정점을 5단계(R5)로 정하였다. 대조군(R0)은 1차 크랙이 시작되고 3°C 더 진행한 시점이다.

2. 가공방식이 다른 커피의 로스팅 단계별 chlorogenic acid와 caffeic acid 성분 분석

로스팅별 커피원두는 커피분쇄기로 분쇄하여 20 mesh(KS No.20 mesh 850 μm, Ltd. Chung Gye Sang Sa, Korea)에 통과시킨 후 체에 걸러진 분쇄 커피(10 g)를 뜨거운 증류수(98°C) 100 mL를 부어 1분간 교반 후 10분간 방치하고 난 뒤 체에 걸러 추출액을 받았다. 얼음물에 식힌 후 200 g씩 받아 10분(4°C)간 원심분리기(-1248R, Ltd. 자이로젠, Korea)에 10,000 × g으로 원심분리를 한 후 분리된 상등액을 10 mL씩 필터에 걸러서 추출액을 받은 후 Turgo 등의 방법에 따라 Carrez 용

Table 1. Profile of sample for the component analyses of chlorogenic acid and caffeic acid

Roasting degree	Temperature (°C)	Roasting point	Time (Minute. second)		Agtron # ¹⁾	
			Washed (W)	Natural (N)	Washed (W)	Natural (N)
R0	197	First crack start + 3°C	6.54	5.54	W 80.7	W 93.4
			(Control)		G 97.2	G 99.0
R1	202	First crack peak	7.54	6.35	W 77.4	W 78.7
					G 99.7	G 99.8
R2	207	First crack end	8.26	7.30	W 61.5	W 65.7
					G 69.5	G 79.8
R3	212	First crack end + 5°C	8.51	8.39	W 54.5	W 57.0
					G 64.6	G 69.3
R4	217	Second crack start	9.58	8.06	W 49.9	W 47.7
					G 56.6	G 62.3
R5	222	Second crack peak	10.07	8.19	W 45.6	W 43.8
					G 48.3	G 53.2

¹⁾ Agtron#: It refers to the Roast Coffee Color Standards value suggested by SCAA, measured by a spectrophotometer manufactured by Agtron USA. #50 represents the intermediate roasting degree (Agtron Roaster Color Kit 2019).

액 I(21.9 g Zinc Acetate[Zn(C₂H₃O₂)₂ · 2H₂O] + 3 mL glacial acetic acid/100 mL), Carrez 용액 II(10.6 g Potassium Hexacyanoferrate(III) [K₃Fe(CN)₆]/100 mL)를 각각 0.3 mL씩 넣고 청징하고, 10분간 반응한 후 여과지(Whatman No.1, cat No 1001-150, UK)로 여과지로 걸렀다. 걸러진 추출액을 0.22 µm PVDF syringe filter (Futechs Co., Ltd., Daejeon, Korea)로 여과한 후 Table 2와 같은 방법으로 HPLC(high-performance liquid chromatography) 분석하였다.

표준용액은 chlorogenic acid(C₁₆H₁₈O₉354.3 1 g/mol, ≥ 95%(titration, SIGMA-ALDRICH, China)의 표준시료를 1,000 ppm으로 만든 후 stock solution을 제조하였고, 이 용액을 각각 10~100 ppm으로 만들어 검량선을 작성한 다음 시료에 대

해서 농도를 측정하였다.

Chlorogenic acid와 caffeic acid의 함량은 photodiode-array 검출기가 장착된 HPLC(waters 2695 HPLC system)를 이용하여 분석하였다.

3. 가공방식이 다른 커피의 추출조건에 따른 chlorogenic acid 성분 분석

로스팅별 원두 중에서 샘플 R5의 워시드와 내추럴 커피 2가지를 선택하여 사용하였다. 추출조건은 Table 3과 같이 시간의 차이(1분 침지, 2분 침지, 4분 침지), 사용하는 물 양의 차이(커피량의 5배, 커피량의 8배, 커피량의 15배), 온도의 차이(20~25°C, 60~65°C, 90°C 이상)의 3가지 범주로 구분하였다. 각 추출조건에 따라 추출되어진 추출액을 3-O-caffeoylquinic acid(3-CGA), 4-O-caffeoylquinic acid(Crypto-CGA), 5-O-caffeoylquinic acid(Neo-CGA) 성분 분석하였다.

원두는 커피분쇄기로 분쇄한 후 20 mesh(KS No.20 mesh 850 µm, Ltd. Chung Gye Sang Sa, Korea)에 통과시킨 후 걸러진 분쇄커피(15 g)를 증류수(D.W)에 Table 3과 같이 정해진 비율, 온도, 시간대로 추출하였다.

각 추출조건에 따라 추출된 시료와 표준 용액은 앞에서와 같은 방법으로 진행하여 HPLC 분석하였다.

1) 추출시간별(Minute : A) 추출액 제조

로스팅별 원두를 커피분쇄기로 분쇄하여 20 mesh(KS No.20 mesh 850 µm, Ltd. Chung Gye Sang Sa, Korea)에 통과시킨 후

Table 2. Operating conditions of HPLC

Items	Conditions
Detection	Waters™ 2695, Photodiode Array Detector, Waters, USA
Column	YMC-Triart C ₁₈ , 5 µm, 4.6×250 mm I.D.
Flow rate	10 mL/min
Inj. volume	10 µL
Oven temperature	35°C
Detector	280 nm
Mobile phase	· A: 1% Acetic acid / D.W. · B: 100% ACN, B용매 8%~100% (0~55 min)

Table 3. Profile of extraction condition

Test methods			Washed (W)		Natural (N)	
			Liquid measure (g)	TDS (%)	Liquid measure (g)	TDS (%)
Time ¹⁾	1 min.	A1	71.00	1.88	70.00	1.83
	2 min.	A2	68.00	2.08	69.00	2.14
	4 min.	A3	68.00	2.12	72.00	2.27
Amount of water ²⁾	Amount of coffee × 5 times	B1	45.00	2.64	46.00	2.75
	Amount of coffee × 8 times	B2	98.00	1.69	88.00	1.83
	Amount of coffee × 15 times	B3	195.00	0.84	192.00	0.95
Temperature of water ³⁾	20~25°C	C1	78.00	1.18	77.00	1.35
	60~65°C	C2	71.00	1.88	70.00	1.89
	Over 90°C	C3	72.00	1.93	71.00	2.34

¹⁾ As a result of testing the difference in TDS value, solid content and extraction yield according to the extraction solution and the immersion time, a gentle extraction curve between 0.5 and 1 min., a slightly inclined extraction curve between 1 and 2 min, and an abruptly inclined extraction curve between 2 and 4 min.. And between 4 and 5 mins or more, a gentle extraction curve was obtained. Therefore, we selected 1, 2, and 4 min., that is the time interval of the largest difference (Korea CA 2016).

²⁾ When extracting coffee with water, use less than 8 to 12 times the amount of coffee in proportion to the amount of coffee used. Therefore, based on 8 to 12 times, we used less amount and more amount (Lee JG 2016).

³⁾ Extraction temperature was selected as follows: room temperature (20~25°C) for Dutch coffee, warm medium temperature (60~65°C) and high temperature (above 90°C) for normal ready-to-serve coffee (Korea CA 2016).

체에 걸러진 분쇄 커피(15 g)를 뜨거운 증류수(98°C) 75 mL를 부어 1분간 교반 후 해당 시간 동안 방치하고 난 뒤 체에 걸러 추출액을 받았다.

2) 추출용수비(Amount of water : B) 추출액 제조

로스팅별 원두를 위와 같이 분쇄하여 체에 걸러진 분쇄 커피(15 g)를 뜨거운 증류수(98°C) 해당 물양을 부어 1분간 교반 후 1분 동안 방치하고 난 뒤 체에 걸러 추출액을 받았다.

3) 추출온도(Temperature : C) 추출액 제조

로스팅별 원두를 분쇄하여 체에 걸러진 분쇄 커피(15 g)를 해당 온도의 증류수(D.W) 75 mL를 부어 1분간 교반 후 1분간 방치하고 난 뒤 체에 걸러 추출액을 받았다.

추출조건에 따른 chlorogenic acids 함량 분석은 앞에서 실험하는 성분 분석 방법과 동일하다.

4. 통계분석(Statistical Analysis)

모든 자료의 통계분석은 SPSS 17.0(SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA)을 이용하여 분산분석(무작위 블록디자인 ANOVA)으로 검정한 후 평균±표준편차로 나타내었으며, 사후 검정은 Tukey's multiple comparison test에 따라 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 가공방식이 다른 커피의 로스팅 단계별 chlorogenic acid과 caffeic acid 성분 함량

가공방식이 다른 위시드와 내추럴 원두의 로스팅 단계를 6개(R0~R5)로 나누어 각각의 시료에 대한 chlorogenic acid, caffeic acid의 성분을 분석하였다. 관측값은 3회 반복하여 (n=3)평균과 표본오차로 관측하였다.

가공방식이 다른 커피의 로스팅 단계별 chlorogenic acid (CGA)의 성분변화는 Fig. 1과 같다. 대조군(R0)과 커피 로스팅 단계별 유의확률은 0.001($p < 0.05$), 커피종류별 유의확률은 0.021($p < 0.05$)로 chlorogenic acid의 함량 차이가 굉장히 유의하다는 것을 보여준다.

Fig. 1은 로스팅 단계에 따른 위시드와 내추럴 원두의 chlorogenic acid(CGA)의 함량 변화이다. R0의 위시드 원두에 대한 CGA 함량은 2,001.8 ppm이며, 내추럴 원두에 대한 CGA 함량은 2,101.8 ppm으로 가장 높았다. 이는 Kim YA(2013) 논문에서 나타난 위시드 생두의 CGA 함량 4,073.48 ppm에 비하면 절반 수준에 해당되는 수치이다.

로스팅이 진행될수록 CGA의 함량은 점점 감소되어 R5 단계에서의 위시드 원두는 377.9 ppm, 내추럴 원두는 485.4 ppm를 나타냈다. 이는 R0에 비해 약 18~23% 줄어들었으며, Kim YA(2013) 논문에서 제시한 생두의 CGA 함량에 비해 약

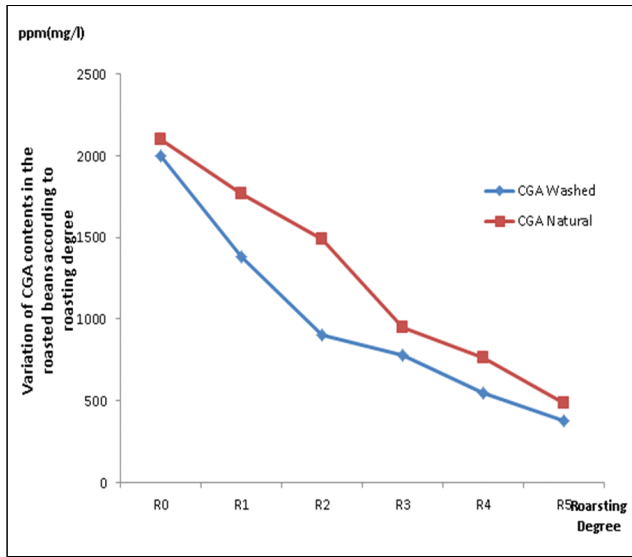


Fig. 1. Variation of CGA contents in the roasted beans according to roasting degree. Mean±S.D. (n=3). $F=202.192$, $p=.000$ ($p<.001$ standard) between R0 and roasting degree, $F=11.123$, $p=.021$ ($p<.05$ standard) between R0 and variety of roasted bean.

90% 이상 감소된 것을 볼 수 있다. 이는 강볶음으로 갈수록 CGA가 분해되어 생두의 CGA 함량이 90% 이상 줄어든다는 연구결과와 일치하는 내용이다(Kim KJ 2001; Kim YA 2013; Lingle TR 2019).

모든 로스팅 단계에서 내추럴 커피가 워시드 커피보다 전반적으로 CGA의 함량이 더 높게 나타났다. 특히, 워시드 커피는 R0에서 R2까지 2,001.8 ppm에서 901.1 ppm로 급격하게 감소하는 반면, 내추럴 원두는 R2(1,488.3 ppm)에서 R3(949.7 ppm) 구간에서 급격히 감소하는 것을 볼 수 있다. CGA 함량이 R0에 비해 50% 줄어들었고, 생두(Kim YA 2013)에 비해 75% 이상 줄어드는 단계이다. 이는 CGA는 워시드 커피가 내추럴 커피에 비해 성분변화에 영향을 쉽게 받는다는 Ivon F (2001)의 연구 결과를 뒷받침 해주는 것이다.

따라서 로스팅한 원두 중에 항산화 성분을 25% 정도라도 남기기 위해서는 워시드커피는 1차 크랙이 끝나는 시점 이상까지, 내추럴은 1차 크랙이 끝나고 5°C 더 진행한 시점 이상까지는 로스팅하지 말아야 할 것으로 판단된다.

Caffeic acid는 항산화 작용을 하는 성분 중의 하나로 chlorogenic acid로 부터 로스팅이 진행됨에 따라 quinic acid와 함께 전환된 성분 중의 하나이다(Ivon F 2001; Kim YA 2013).

커피의 로스팅 단계에 따른 워시드와 내추럴 원두의 caffeic acid의 성분변화는 Fig. 2와 같다. 대조군(R0)과 커피 로스팅 단계별과의 유의확률은 0.000($p<.05$) 미만으로 유의한 차이가 나지만, 커피가공 방식별과의 유의확률은 0.122($p<.05$)로

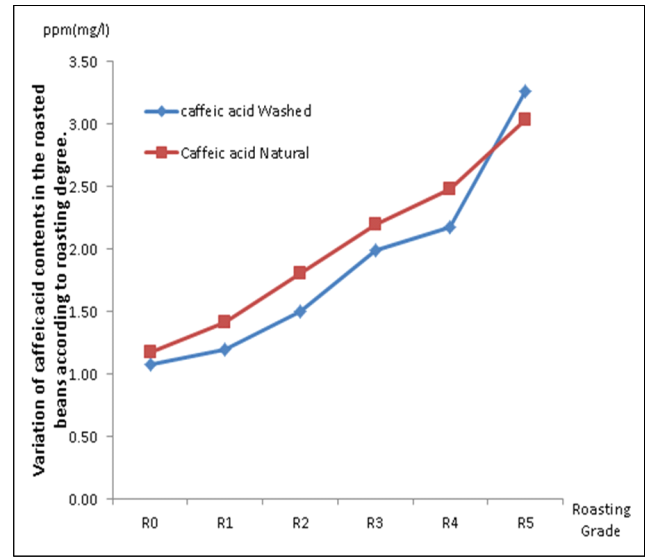


Fig. 2. Variation of caffeic acid contents in the roasted beans according to roasting degree. Mean±S.D. (n=3). $F=54.618$, $p=.000$ ($p<.05$ standard) between R0 and roasting degree, $F=3.449$, $p=.122$ ($p<.05$ standard) between R0 and variety of roasted bean.

caffeic acid의 함량 차이가 유의하지 않았다.

두 가지의 원두 모두 로스팅이 진행될수록 caffeic acid의 함량이 점차 증가하지만 그 정도는 아주 소량이었으며, R0-R4 단계에서는 거의 유사한 간격으로 증가하다가, R4와 R5단계 사이에서 워시드 원두는 2.2 ppm에서 3.3 ppm으로, 내추럴 원두는 2.5 ppm에서 3.1 ppm으로 크게 증가하였다. 이처럼 로스팅을 더 진행하면 할수록 caffeic acid 함량은 증가할 것으로 예상되나, 매우 소량이므로 항산화 작용에 영향을 미칠 것이라고는 기대하기 어려울 것으로 예상된다.

폴리페놀은 벤젠고리(페닐기)에 히드록시기(-OH)가 둘 이상 결합한 분자구조가 포함된 화합물로 식물체에 널리 분포되어 그 종류가 4천 가지가 넘는다. 그러나 커피에서는 chlorogenic acid가 총 폴리페놀의 대부분(90%)을 차지하고 있으며, 생두 속 유기산 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있다(Mun SY 2017). 무게비로는 생두 건조 무게 대비 14%로 상당량이 존재한다(Glabasnia 등 2012).

Chlorogenic acid는 quinic acid에 caffeic acid가 ester 결합을 하고 있으며, CQA(caffeoyl quinic acid), Di CQA(dicaffeoyl quinic acid), FQA(feruoyl quinic acid)의 3개의 이성질체로 존재한다. 따라서 chlorogenic acid의 함량은 3개의 이성질체의 합을 뜻한다(Kim YA 2013).

Chlorogenic acid는 열에 불안전하여 로스팅이 진행될수록 chlorogenic acid는 급속도로 감소하여 caffeic acid와 quinic acid로 전환되지만, caffeic acid 성분은 미량 생성이 되는 반면,

다른 성분들이 더 많이 생성될 것으로 보여진다.

Ivon F(2001)가 제시한 바와 같이 chlorogenic acid에는 hydroxycinnamic acids를 가진 quinic acid의 esters와 caffeic acid 외에 ferulic, *p*-coumaric acids 등 다른 성분들이 생성될 것으로 예상된다.

2. 가공방식이 다른 커피별 추출조건에 따른 chlorogenic acid 성분들의 함량 비교

커피 속의 폴리페놀에는 ester화된 quinic acid 구조를 지닌 분자가 들어 있다. 그 형태로는 caffeoylquinic acid, feruloylquinic acid, dicaffeoylquinic acid 등으로 남아있고, 그 외에도 coumaric acid, dimethoxycinnamic acid, sinapinic acid 등이 발견되었다 (DOI: 10.5772/51687). 그 중에서 caffeoylquinic acid는 3-O-caffeoylquinic acid, 4-O-caffeoylquinic acid, 5-O-caffeoylquinic acid의 복합체들로 존재하고 있다. 그 구조는 Fig. 3과 같다.

3-O-caffeoylquinic acid는 chlorogenic acid(3-CGA)의 복합체이며, 커피와 식물 속에 들어 있는 성분으로 생물에 항산화 작용을 하는 폴리페놀 복합체이다. 이것은 강한 신경보호액 성분인 있어서 항바이러스성, 항진균성, 항산화 물질, 항암의 속성을 가지고 있다. 3-CGA는 포도당, 지질대사를 조절하고 인슐린 감수성을 향상시킨다(Olthof 등 2001). 4-O-caffeoylquinic acid는 일명 Crypto-chlorogenic acid(crypto-CGA)이라고 불린다. 다양한 식물들에서 발견되는 폴리페놀로서 다양한 노화수반병을 예방하는 데 중요한 역할을 한다(Takeoka & Dao 2003). 5-O-caffeoylquinic acid(5-CQA)는 neo-chlorogenic acid(Neo-CGA)의 전환체이며, 보통 살구와 같은 마른 과일에서 발견되는 페놀산이다. Hydroxycinnamates 종류 속에 포함된 항산화 물질이다. 즉, 저밀도지질단백질의 산화를 억제하므로 심장병 질환의 위험을 줄이는데 효과가 있다(Noratto 등 2009).

이에 커피를 다양한 추출조건에 의해 추출한 후 폴리페놀 성분인 chlorogenic acid의 종류별 함량을 살펴보았다.

1) 추출시간에 따른 chlorogenic acids(CGAs)의 함량 비교

추출시간을 달리한 추출물의 CGAs의 성분변화는 Fig. 4와 같다. 사용하는 원두의 종류별 유의수준은 0.001($p < .05$),

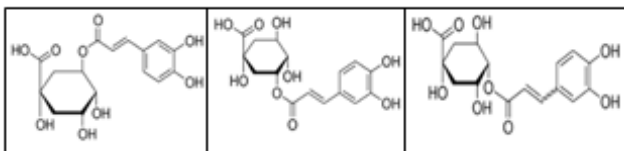


Fig. 3. Types of caffeoylquinic acids. Left figure is 3-O-caffeoylquinic acid; middle is 4-O-caffeoylquinic acid; right is 5-O-caffeoylquinic acid.

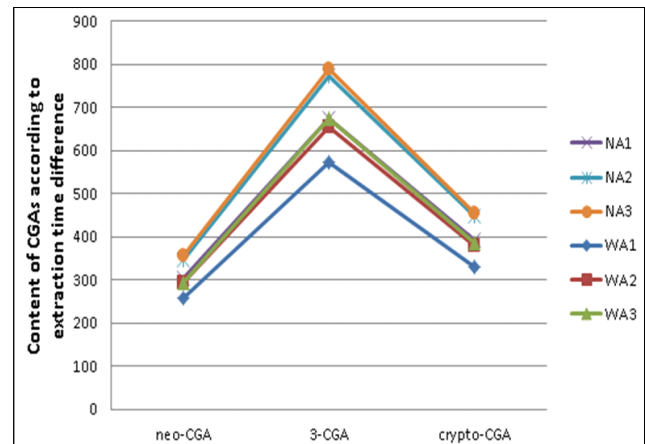


Fig. 4. Contents of CGAs according to extraction time difference. Mean±S.D. (n=3). $F=16.695$, $p=.001$ ($p < .05$ standard) in the type of coffee, $F=149.149$, $p=.000$ ($p < .05$ standard) in the chlorogenic acid type, $F=18.947$, $p=.000$ ($p < .05$ standard) by extraction condition.

CGA 종류별 유의수준은 0.000($p < .05$)이고, 추출조건별 유의수준 모두 0.000($p < .05$)으로 유의한 차이를 크게 나타냈다.

추출시간에 따른 chlorogenic acids의 함유량은 3-CGA, Crypto-CGA, Neo-CGA 순이었다. 3-CGA는 Crypto-CGA의 함유량에 비해 2배 정도 더 높았고, Crypto-CGA는 Neo-CGA에 비해 100 ppm 정도 더 높은 것으로 나타났다. 가공 방식이 다른 커피들 중에서 내추럴 커피가 위시드 커피에 비해 chlorogenic acids의 함유량이 더 높은 것으로 나타났다. 그 중에서 내추럴 커피를 4분 추출한 것이 3-CGA 788.1 ppm, Crypto-CGA 453.5 ppm, Neo-CGA 357.1 ppm으로 가장 높게 나타났고, 위시드 커피를 1분 추출한 것이 3-CGA 574.3 ppm, Crypto-CGA 331.13 ppm, Neo-CGA 259.06 ppm 순으로 가장 낮게 나타났다.

2) 추출용수비에 따른 chlorogenic acids 함량 비교

추출용수비를 달리한 추출물의 CGAs 함량은 Fig. 5와 같다. 사용하는 원두의 종류별 유의확률은 0.421($p < .05$)로 유의한 차이를 나타내지 않았으나, chlorogenic acid 종류별 유의수준과 추출용수비 차이에 따른 유의수준은 0.031과 0.000 ($p < .05$)으로 유의한 차이를 나타냈다.

추출용수비에 따른 CGAs의 함유량도 3-CGA, Crypto-CGA, Neo-CGA 순이었다. 가장 많은 함유량을 나타낸 것은 내추럴 커피를 이용하여 커피량의 5배 물량으로 추출한 것이 3-CGA 956.7 ppm, Crypto-CGA 548.02 ppm, Neo-CGA 430.02 ppm으로 가장 높았고, 위시드 커피에 커피량의 15배 물량으로 추출한 것이 3-CGA 263.39 ppm, Crypto-CGA 156.89 ppm, Neo-CGA 114.55 ppm으로 가장 낮게 나타났다.

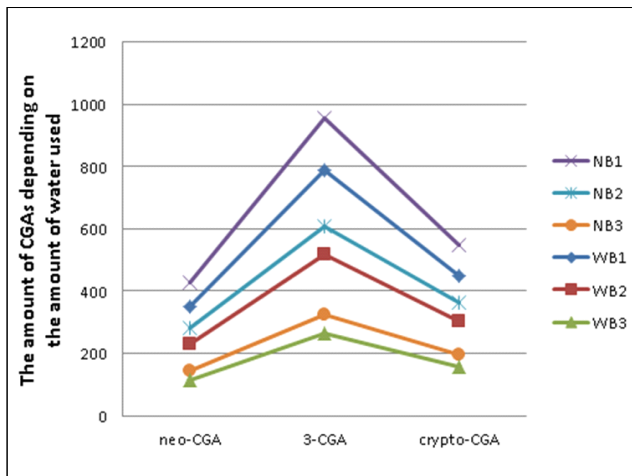


Fig. 5. Contents of CGAs depending on the amount of water used. Mean±S.D. (n=3). $F=0.688$, $p=0.421$ ($p<0.05$ standard) in the type of coffee, $F=4.500$, $p=0.031$ ($p<0.05$ standard) in the chlorogenic acid type, $F=42.487$, $p=0.000$ ($p<0.05$ standard) by extraction condition.

또한, 추출용수비에 따라 CGAs의 함량이 내추럴 커피가 워시드 커피에 비해 전반적으로 높게 나타났다. 가장 많은 CGAs 함량을 보인 5배 물을 사용한 내추럴 커피는 워시드 커피 3-CGA 789.4 ppm, Crypto-CGA 448.9 ppm, Neo-CGA 352.4 ppm에 비해 높게 나타났고, CGAs 간의 경사도도 높고 선명하게 그 차이를 잘 나타내고 있다.

하지만 가장 낮은 CGA 함량을 보인 15배의 물을 사용한 내추럴 커피는 3-CGA 326.2 ppm, Crypto-CGA 194.8 ppm, Neo-CGA 145.9 ppm으로 워시드 커피에 비해 살짝 높게 나타나 있으나, CGAs 간의 경사도는 완만하여 비슷한 함량을 보이고 있다. 이것은 용수비가 높을수록 추출된 CGAs 성분이 희석되어지는 현상에 의해 그 값이 낮아진 것으로 추정된다.

그렇지만 앞서서 살펴본 추출시간의 차이에 따른 커피의 CGAs 함량의 수치와 비교해 보면 추출용수비에 따른 커피의 CGAs 함유량은 가장 높은 값과 낮은 값과의 간격이 더 크게 벌어져 있다. 이는 추출용수비가 추출시간의 조건보다 커피 추출에 더 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

3) 추출온도에 따른 chlorogenic acids 함량 비교

추출온도를 달리한 추출물의 CGAs의 함량은 Fig. 6과 같다. 사용하는 원두의 종류별의 유의확률은 0.053 ($p<0.05$)이고, chlorogenic acid 종류별 유의수준과 추출조건인 온도의 차이에 따른 유의 수준 모두 0.001 과 0.000 ($p<0.05$)으로 유의한 차이를 나타냈다.

추출온도에 따른 CGAs의 함량도 3-CGA, Crypto-CGA,

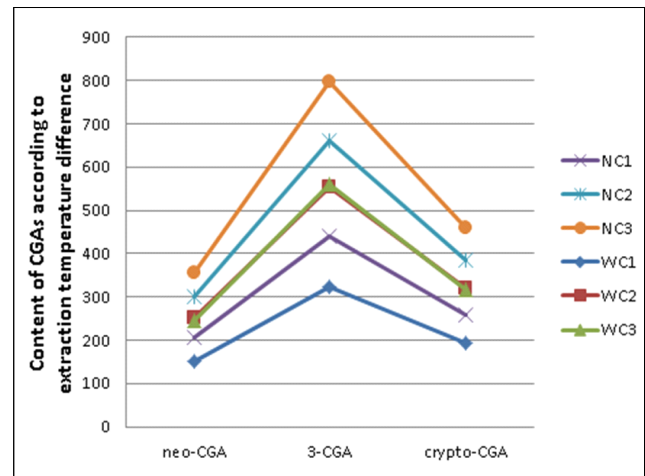


Fig. 6. Contents of CGAs according to extraction temperature difference. Mean±S.D. (n=3). $F=4.471$, $p=0.053$ ($p<0.05$ standard) in the type of coffee, $F=13.677$, $p=0.001$ ($p<0.05$ standard) in the chlorogenic acid type, $F=23.896$, $p=0.000$ ($p<0.05$ standard) by extraction condition.

Neo-CGA 순이었으며, CGAs 간의 경사도는 높고 선명하게 그 차이를 잘 나타내고 있다. 3-CGA는 추출온도별 어떤 상태에서든 가장 많은 함량을 나타내고 있었고, Crypto-CGA는 3-CGA에 비해 절반 정도였으며, Neo-CGA는 Crypto-CGA에 비해 더 적은 양을 나타냈다.

또한 전반적으로 내추럴 커피가 워시드 커피에 비해 CGAs 함량이 높게 나타났다. 내추럴 커피를 고온의 물로 추출하였을 때 3-CGA 795.8 ppm, Crypto-CGA 458.2 ppm, Neo-CGA 356.7 ppm으로 가장 높았고, 그 다음으로 내추럴 커피를 중온으로 추출한 것이 3-CGA 661.5 ppm, Crypto-CGA 385.3 ppm, Neo-CGA 301.9 ppm, 워시드 커피를 고온과 중온으로 추출한 것, 내추럴 커피를 저온으로 추출한 것, 워시드 커피를 저온으로 추출한 것(3-CGA 324.0 ppm, Crypto-CGA 193.6 ppm, Neo-CGA 149.9 ppm) 순으로 나타났다. 이는 내추럴 커피가 워시드 커피에 비해 물의 온도에 더 큰 영향을 받는 것을 짐작할 수 있었고, 온도가 높을수록 더 많은 성분이 뽑아지는 것을 확인할 수 있었다.

특히, 워시드 커피는 중온에서 추출한 커피(3-CGA 553.9 ppm, Crypto-CGA 321.3 ppm, Neo-CGA 252.2 ppm)와 고온에서 추출한 커피(3-CGA 56.4 ppm, Crypto-CGA 317.1 ppm, Neo-CGA 246.2 ppm)의 CGAs의 값의 차이는 크게 나지 않았다. 이는 워시드 커피는 중온 이상이면 성분을 충분히 뽑아낼 수 있다는 것을 알게 되었다.

한편, 추출온도에 따른 커피의 CGAs 함유량은 가장 높은 값과 가장 낮은 값과의 간격이 추출용수비에 따른 CGAs 함유량의 간격과 마찬가지로 크게 벌어져 있다. 그러나 그 수치

는 추출용수비에 따른 CGAs 함량이 더 높게 나타나 있다. 즉, 물양의 추출조건이 다른 조건들에 비해 가장 큰 영향을 미친다는 것을 예상할 수 있다.

요약 및 결론

본 연구에서는 가공방식이 다른 커피를 사용하여 로스팅 단계에 따른 항산화 작용 물질인 chlorogenic acid와 그 분해 물질 중 하나인 caffeic acid의 함량 변화를 살펴보았다. 그 중에서 가장 선호하는 로스팅 단계의 원두를 선택하여 다양한 추출조건에 따라 chlorogenic acids(3가지)의 성분 함량을 분석하였다.

로스팅 단계별 chlorogenic acid 함량은 1차 crack이 시작되고, 3°C 더 진행된 단계에서 위시드 커피와 내추럴 커피 모두 50% 이상 감소되었으며, 로스팅을 더 진행하면 위시드 커피는 1차 크랙이 끝나는 시점에서, 내추럴 원두는 1차 크랙이 끝나고 5°C 더 진행된 단계에서 75%까지 급격히 줄어들었으며, 2차 크랙 정점에서는 2가지 커피 모두 90% 이상 감소되었다.

로스팅 단계별 caffeic acid 함량은 로스팅이 진행될수록 점차 늘어나는 수치를 보였지만 아주 소량이었다. 위시드와 내추럴 커피 모두 증가하는 양상을 보이지만, 아주 소량이므로 항산화 작용에 영향을 미칠 것이라고 기대하기는 어려운 것이다.

또한 가공방식이 다른 내추럴 커피와 위시드 커피를 비교해 보면, 내추럴 커피가 위시드 커피에 비해 항산화 물질인 chlorogenic acid와 caffeic acid 함량이 로스팅 단계마다 전반적으로 더 많은 것으로 나타났고, 다양한 추출조건에 따른 chlorogenic acids 함량도 더 많은 수치를 나타냈다. 특히, chlorogenic acids는 모든 커피에서 추출조건에 관계없이 3-CGA, Crypto-CGA, Neo-CGA 순으로 나타났다.

추출조건은 추출용수비에 따른 차이가 추출결과에 가장 큰 영향을 미치고 있었고, 그 다음으로 추출온도의 차이, 추출시간의 차이의 순으로 영향을 미치는 것을 알게 되었다. 이를 통하여 추출조건에 따라 추출액에 포함되어지는 항산화 성분의 함량을 예상하고, 추출조건을 계획해 적용해 볼 수 있을 것이다.

본 연구를 통하여 가공방식이 다른 커피를 사용하여 로스팅하거나 추출할 때, 커피 속에 항산화 성분들이 가장 많이 남아 있는 한 잔을 만들 수 있도록 도움이 되길 바란다.

References

Agtron Roaster Color Kit. 2019. Available from <http://www>.

- agtron.net/Coffee1.html [cited 24 January 2019]
- Cammerer B, Kroh, LW. 2006. Antioxidant activity of coffee brews. *Eur Food Res Technol* 223:469-474
- Frank O, Blumberg S, Krumpel G, Hofmann T. 2008. Structure determination of 3-O-caffeoyl-epi-gamma-quinide, an orphan bitter lactone in roasted coffee. *J Agric Food Chem* 56: 9581-9585
- Giada MDLR. 2013. Food Phenolic Compounds: Main Classes, Sources and Their Antioxidant Power. IntechOpen. Available from <https://www.intechopen.com/books> [cited 30 March 2019]
- Glabasnia A, Blank I, Mora F, Leloup V, Kerker J. 2012. The multiple role of polyphenol chemistry in coffee associated with quality attributes. pp.1-44, *24thASICCConference* Costa Rica
- Ivon F. 2001. Coffee Flavor Chemistry. pp.26-27. John Wiley & Sons
- Jo SJ. 2014. Study on the change of caffeine and antioxidant composition by roasting condition and extraction time of coffee bean. Master's Thesis. Chungwoon Univ. Korea
- Kim HK, Hwang SY, Yoon SB, Chun DS, Kong SK, Kang KO. 2007. A study of the characteristics of different coffee beans by roasting and extracting condition. *Korean J Food Nutr* 20:14-19
- Kim JY, Han YS. 2009. Influence of roasting time on antibacterial and antioxidative effects of coffee extract. *Korean J Food Cookery Sci* 25:496-505
- Kim JY. 2008. Changes in coffee antioxidant ability and food Ingredients of coffee bean extracts by manufacturing process. Master's Thesis. Pukyong National Univ. Korea
- 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 KJ. 2001. Studies on the changes in chemical constituents and sensory characteristics of green coffee beans during roasting. Ph.D. Dissertation. Kyung Hee Univ. Korea
- Kim YA. 2013. Effect of roasting on coffee (*Coffea arabica*) bitter taste induced chemical composition and sensory characteristics, Master's Thesis, Seoul Venture Univ. Korea
- Korea Coffee Association. 2016. Coffee instructor level 1. pp. 139-211. Coffee Today
- Lee JG. 2016. Coffee extraction method. *J Korea Soc Coffee for Coffee Ind* 5:1-6
- Lee YR. 2019. Antioxidant activity of peanut flours with

- germination and roasting. *Korean J Food Nutr* 32:155-159
- Lingle TR. 2019. The Coffee Cupper's Handbook: A systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. Specialty Coffee Association of America
- Mun SY. 2017. Components of coffee. Daejeon Daily News. Available from http://www.daejeonilbo.com/news/newsitem.asp?pk_no=1263530 2017.5.11. [cited 16 April 2019]
- Naidu MM, Sulochanamma G, Sampathu SR, Srinivas P. 2008. Studies on extraction and antioxidant potential of green coffee. *Food Chem* 107:377-384
- Noratto G, Porter W, Byrne D, Cisneros-Zevallos L. 2009. Identifying peach and plum polyphenols with chemopreventive potential against estrogen-independent breast cancer cells. *J Agric Food Chem* 57:5219-5226
- Olthof MR, Hollman PC, Katan MB. 2001. Chlorogenic acid and caffeic acid are absorbed in humans. *J Nutr* 131:66-71
- Perez-Martinez M, Caemmerer B, De Pena MP, Cid C, Kroh LW. 2010. Influence of brewing method and acidity regulators on the antioxidant capacity of coffee brews. *J Agric Food Chem* 58:2958-2965
- Rhi JW, Shin HS. 1993. Antioxidative effect of brown materials extracted from roasted coffee beans. *Korean Soc Food Sci Nutr* 25:220-224
- Shin HK, Lee SG. 2015. Green Coffee. pp.2-3. Coffee Today
- So YJ, Lee MW, Yoo KM, Kang HJ, Hwang IK. 2014. Physico-chemical characteristics and antioxidant activity of dutch coffee depending on different extraction conditions and storage. *Korean Soc Food Sci Nutr* 46:671-676
- Takeoka GR, Dao LT. 2003. Antioxidant constituents of almond [*Prunus culcis* (Mill.) DA Webb] hulls. *J Agric Food Chem* 51:496-501
- Vignoli JA, Bassoli DG, Benassi MT. 2011. Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. *Food Chem* 124:863-868
- Wintgens JN. 2004. Coffee: Growing, processing, sustainable production. A guide for growers, traders, and researchers. WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA
- Yen WJ, Wang BS, Chang LW, Duh PD. 2005. Antioxidant properties of roasted coffee residues. *J Agric Food Chem* 53:2658-2663

Received 13 March, 2019

Revised 11 July, 2019

Accepted 15 July, 2019