

커피원두의 배전강도에 따른 품질특성 및 향기성분에 관한 연구

이문조^{1*} · 김상은¹ · 김종환¹ · 이상원¹ · 염동민²

¹희창유업 기술연구소

²양산대학교 호텔외식·조리학부 호텔식품제과제빵과

A Study of Coffee Bean Characteristics and Coffee Flavors in Relation to Roasting

Moon Jo Lee^{1*}, Sang Eun Kim¹, Jong Hwan Kim¹, Sang Won Lee¹, and Dong Min Yeum²

¹Dept. of Technical Research Center, Heechang Dairy Food Co. Ltd., Gyeongnam 626-230 Korea

²Dept. of Hotel Food and Baking, Yangsan University, Gyeongnam 626-740, Korea

Abstract

This study investigated changes in the physicochemical characteristics and coffee flavors of coffee beans under different roasting conditions. Four different kinds of roasted coffees were analyzed using a headspace gas chromatographic technique. The moisture content and total acidity of roasted coffee decreased whereas the pH and weight loss (%) increased, as coffee beans were roasted at higher temperatures. The Hunter's color values of the roasted coffee (indicating L (lightness) and b (yellowness)) decreased as the roasting temperature of the coffee beans increased, but a (redness) value only increased with light roasting. We also noted that the color of the Arabica coffee was darker than that of the Robusta coffee. The aroma compounds, acetaldehyde, acetone, 2-methylfuran, 2-methylbutanol, 2-methylpyrazine, furfural, 2-propanone, furfuryl alcohol, 2,5-dimethylpyrazine and furfuryl acetate were mainly analyzed. A sensory evaluation of all light-roasted coffees had flavor and sourness and those of all medium-roasted coffees had heaviness and finishness.

Key words: roasted coffee, roasting condition, headspace GC analysis, aroma compound, sensory evaluation

서 론

커피의 품종은 상업적으로 크게 *Coffea arabica* L.(Arabica종)과 *Coffea canephora* L.(Robusta종)로 나눌 수 있는데 보통 Arabica와 Robusta로 불리고 있다. 총 재배량의 75%를 차지하고 있는 Arabica는 고지대에서 재배되며 재배환경과 질병에 민감하다. 반면 23~25%의 재배량을 차지하고 있는 Robusta는 상대적으로 저지대에서 재배되며 높은 온도와 강우 그리고 질병에도 강하다. 이러한 특징을 가지고 있는 두 품종은 맛과 향에 있어서도 차이를 보이는데 Arabica종이 Robusta종보다 더 좋은 맛과 풍부한 향을 나타내어 Arabica종이 더 비싼 가격으로 거래된다. 커피는 인류가 가장 많이 마시는 기호음료로 식물 중 가장 풍부한 휘발성 향기성분을 함유하고 있으며, 지금까지 확인된 커피의 향기성분은 800 가지 정도이며 비극성 물질에서 극성 물질까지 폭넓게 분포하고 있다(1,2). 커피의 가장 중요한 가치는 향미로서 품종, 생산지, 재배, 가공 그리고 저장 방법에 따라 달라진다. 볶은 커피의 가용 성분은 카라멜화 된 당 10~17%, chlorogenic acid 약 4.5%, 유기산 약 2%, 환원당 1~2%, 단백질 1~2%,

회분 약 3%, 카페인 1~2%, trigonelline 약 1% 그리고 휘발성 물질 약 0.35%로 구성되어 있다(3).

우리가 흔히 알고 있는 커피의 맛과 향은 커피 생두의 배전 공정을 거쳐서 생성된다. 배전 커피의 휘발성 향기성분들은 배전 공정 중 Maillard 반응, strecker 분해, 지방 분해, 당 분해 등의 여러 반응에 따른 유리아미노산의 소실과 free sugar, sucrose, chlorogenic acid, trigonelline의 감소에 의해서 생성되며, 커피 원두의 종류, 재배, 수확, 배전 정도 및 배전 기계 등의 요인에 따라서 그 조성이 결정된다(4). 커피의 휘발성 성분으로는 base류 216종, furan류 126종, carbonyl류 및 aldehyde류 102종, sulfur compound류 97종, hydrocarbon류 74종, phenol류 48종, oxazole류 35종, ester류 31종, acid류 25종, alcohol류 20종 등이며, 그 이외에 acetal류, nitrile류, amide류, ether류, epoxide류, pyran류 등이 존재한다(5). 커피의 향기성분 중 15~20개의 성분이 매우 적은 양이더라도 coffee flavor system에서 중요한 역할을 하는 "high aroma value"를 가지며, 커피 향기의 중요한 휘발성 성분 14가지 중 9가지가 Maillard 반응에 의하여 생성된다(6-8).

*Corresponding author. E-mail: lmj@heechang.co.kr
Phone: 82-55-911-3070, Fax: 82-55-912-1212

지금까지 수행된 커피의 성분분석에 대한 연구는 커피의 배전 정도에 따른 분석(9), 커피의 종류에 따른 이화학적 성분 및 GC에 의한 향기성분 분석(10), 추출수율에 관한 분석(11), 가용성 커피에 관한 분석(12), 커피 보관 시 산패에 따른 향미 변화 분석(5) 외에도 많은 연구가 있었다. 또한 커피 가공에서 가장 중요한 단계인 배전과 향기성분에 관련된 논문으로는 배전이 진행되는 중 향기성분의 변화를 연구한 논문(13), 배전 온도 및 시간에 따른 향기성분 형성에 관한 논문(14), 배전도 및 산지에 따른 유효 향기성분에 관한 연구(15), 배전 온도에 따른 향기성분 변화를 Principal Component Analysis(PCA)를 이용하여 분석한 논문(16) 등이 있다.

그러나 배전강도에 따른 커피 원두의 향기성분을 분석하여 headspace aroma의 휘발성 향기성분과 관능적 특성과의 상관관계를 규명하기 위한 체계적이고 종합적인 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 4종류의 서로 다른 커피원두를 배전강도에 따라 변화되는 커피의 이화학적 특성 및 향기성분을 분석하여 배전강도에 따른 구성성분의 변화와 배전 후 관능에 미치는 영향을 연구하고자 한다.

재료 및 방법

커피 재료

본 실험에 사용한 커피 원두는 국내 수입상에서 구입한 Colombia supremo, Brazil Santos No.2의 2가지 아라비카종 커피(*Coffea arabica*)와 Ethiopia mocha harrar G4, Indonesia robusta의 2가지 로부스타종 커피(*Coffea canephora*)를 사용하였다.

원두 로스팅 및 분쇄

열풍식, 배치식 드럼로스터(Cafe Rosto Pro 1, IMEX, Seoul, Korea)를 사용하여 3단계(약배전: light, 중배전: medium, 강배전: dark)로 배전하였으며, 약배전 조건은 210°C에서 210초, 중배전은 220°C에서 230초, 강배전은 230°C에서 250초 동안 배전하였고, 배전이 끝난 모든 시료는 실온에서 충분히 냉각한 후 -20°C에서 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다. 냉동 보관된 커피를 상온에서 3시간 해동한 후 배전 커피용 분쇄기(Caimano, ANFIM, Milano, Italy)를 사용하여 중간 정도의 입자크기(600 µm)로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

수분, 무게 손실률

배전된 커피의 수분함량 분석은 AOAC 방법(17)을 토대로 105°C 상압가열건조법으로 측정하였으며, 커피 원두 300 g을 채취하여 강, 중, 약으로 배전한 후 각각의 총 무게를 측정하여 무게 손실률을 계산하였다.

pH와 총 산도

pH는 삼각 플라스크에 분쇄된 커피 10 g에 증류수 100 mL를 넣은 후 85°C로 10분 동안 항온수조에서 120 rpm 속도

로 교반 후 여과지(No 2, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과하여 사용하였다. 여과된 추출액을 pH meter(K-360, Kjelflex, Flawil, Switzerland)로 각 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 총 산도는 Seo(18)의 방법에 따라 분석하였다. 추출액 10 mL를 증류수 20 mL에 넣어 3배 희석하고 0.1 N NaOH 용액을 떨어뜨려 최종 pH 8.1이 되는 시점까지 적정하였다. 이때 소비된 NaOH의 mL 수를 다음 식을 이용하여 citric acid(%) 기준으로 환산하여 표시하였다.

$$\text{Citric acid (\%)} = V \times F \times A \times D \times (1/S) \times 100$$

V: 0.1 N-NaOH 용액의 적정치 소비량(mL)

F: 0.1 N-NaOH 용액의 역가

A: 0.1 N-NaOH 용액 1 mL에 상당하는 유기산(citric acid)의 양

D: 희석배수

S: 시료의 채취량(mL)

색도 측정

색도의 측정은 생두와 로스팅된 시료를 분쇄 후 Hunter 체계를 이용한 색도계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a값(redness), 황색도를 나타내는 b값(yellowness)을 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용한 standard color value는 L=96.28, a=0.08, b=1.80인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

향기성분 분석

본 실험에 사용된 향기성분 분석은 static headspace gas chromatography(HS-GC) method로써 Kim(19)의 방법을 토대로 분석하였다. 배전된 커피 시료 1.0 g을 정확하게 평량하여 22 mL headspace vial에 넣고 질소 가스로 flushing한 다음 septum이 부착된 캡으로 밀봉하였다. 각각의 vial을 headspace autosampler의 시료 holder에 놓은 후 기기조작 방법에 따라 분석을 진행하였다. 향기성분의 확인은 GC-MS mass spectrum의 library search data와 상호 비교하여 동정하였으며, static HS-GC method 및 GC-MS의 분석기기 조건은 Table 1과 같다.

관능검사

관능평가는 관능검사의 목적, 방법 및 평가기준을 잘 이해하고 농도 테스트, 동일한 커피를 구분하는 등의 기본적인 시험을 거쳐 훈련시킨 관능 패널 요원 10명을 선정하여 실시하였다. 각각 약, 중, 강배전 된 커피를 커피메이커를 이용하여 분쇄된 커피 16.5 g에 정수 300 mL를 넣어 4분 동안 동시에 추출한 후 70°C±2°C 범위로 조절하여 50 mL씩 제공하였다. 평가 항목으로서 색(color), 향(flavor), 쓴맛(bitterness), 신맛(sourness), 탄맛(burnt), 풍부함(body)의 6항목에 대하여 5점 척도로 평가하여 선호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

Table 1. Static HS-GC and GC-MS condition for the analysis of volatile compounds

Gas chromatography	
Instrument	Perkin-Elmer (Waltham, MA, USA) autosystem clarus 600
Column	Elite-5MS, 30 m×0.22 mm×0.25 μm
Carrier gas	Helium (1.5 mL/min)
Injector temp.	150°C
Detector temp.	230°C
Oven temp.	40°C for 3 min, 6°C/min, 190°C for 15 min
GC-MS	
Instrument	Perkin-Elmer turbomass clarus 600T
Electron voltage	70 eV
Mass range	20~300 amu
Injector temp.	190°C
Ion source temp.	210°C
Scan rate	0.5 sec
Computer system	Turbochrom
Library	NIST

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of Variation)으로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

수분, 총 무게 손실률

커피의 생두 및 배전 정도에 따른 수분의 함량 변화는 Table 2와 같이 Ethiopia 생두의 수분함량이 8.3%로 가장 낮았으며 그 외의 생두는 수분함량이 10.2~11.9% 범위로 비슷하였다. 이는 수확한 생두를 처리하는 방식에서 습식법과 건식법에 의한 차이인 것으로 생각된다(20). 로스팅 조건에 따른 수분의 함량 변화는 약배전에서 Colombia와 Ethiopia는 2.6%와 2.5%로 다른 두 원두에 비해 높게 측정되었으나 중배전 및 강배전에서는 4종류의 원두에서 1.0~1.4%로 큰 차이가 없었다. 모든 원두에서 강배전으로 갈수록 수분함량이 점차 감소하는 변화를 보여주었고, 또한 green beans가 roasting될 때 수분은 이미 약배전에서 많은 양의 수분이 증발되는 것을 알 수 있었다.

Table 2. Moisture content of roasted coffee by different roasting condition

Beans ¹⁾	Moisture (%)			
	Green beans	Light roasting	Medium roasting	Dark roasting
CS	11.9±0.1 ^{2)d3)}	2.6±0.1 ^b	1.4±0.2 ^a	1.0±0.1 ^a
BS	10.2±0.1 ^b	1.8±0.1 ^a	1.2±0.1 ^a	1.0±0.1 ^a
EM	8.3±0.2 ^a	2.5±0.1 ^b	1.3±0.1 ^a	1.0±0.1 ^a
IR	10.5±0.1 ^c	1.7±0.1 ^a	1.3±0.1 ^a	1.2±0.1 ^a

¹⁾CS: Colombia supremo, BS: Brazil Santos No.2, EM: Ethiopia mocha harrar G4, IR: Indonesia robusta.

²⁾Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

배전강도에 따른 커피 원두의 배전 전과 후의 무게를 측정하여 총 무게 손실률을 계산한 결과는 Table 3과 같다. 300 g의 커피 생두를 사용하여 약배전한 경우에는 배전 전의 총 무게보다 12.1~17.8%, 중배전인 경우에는 18.9~20.6%, 강배전에서는 25.0~34.7%로 배전시간이 길어짐에 따라 총 무게 손실률은 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이는 배전강도가 높아질수록 배전 과정 중에 수분과 탄산가스의 방출 그리고 열분해로 인해 많은 화합물들이 방출되었기 때문이다. 하지만 Seo(18)와 Dutra 등(21)이 보고한 각 배전공전 단계별 총 무게 손실률보다는 다소 높게 나왔는데 이는 roasting 조건 및 원두의 양이 서로 달라서 나타난 현상으로 생각된다.

pH와 총 산도

배전 과정 중에 커피에 함유되어 있는 다 결정 구조의 산들은 분해되어 저분자화 되며, 휘발산은 휘발되어 산도는 감소하고 pH는 증가한다(22). 본 연구에서도 4종류의 커피 원두에서 배전 조건이 강할수록 커피의 pH는 증가하지만 총 산도는 감소하는 경향으로 나타났다(Table 4). 강, 중, 약으로 배전한 커피 원두를 추출 즉시 pH를 측정할 결과 약배전 시에는 pH가 4.81~5.27, 중배전인 경우에는 5.27~5.61, 그리고 강배전인 경우에는 5.54~6.01로 배전 조건이 강해질수록 pH가 증가하는 경향을 보였으며 약배전보다 중배전에서 pH는 급격하게 증가하였다. 또한 Ethiopia 원두가 배전 조건의 강약에 따라 가장 많은 pH의 변화를 보였다. Lee(23)는 커피의 pH는 신맛과 연관되는데, 커피의 중요한 관능요소인 신맛은 가장 소실되기 쉬워 고온과 장시간으로 추출하

Table 3. Total weight loss of roasted coffee by different roasting condition

Beans ¹⁾	Coffee beans weight (g) (total weight loss (%))		
	Light roasting	Medium roasting	Dark roasting
CS	246.49±0.80 (17.8%) ^{2)a3)}	239.90±0.23 (20.0%) ^b	208.02±0.09 (30.7%) ^b
BS	255.28±0.87 (14.9%) ^b	238.26±0.31 (20.6%) ^a	222.99±0.28 (25.7%) ^c
EM	263.70±0.75 (12.1%) ^d	239.80±0.29 (20.1%) ^b	195.90±0.25 (34.7%) ^a
IR	259.85±0.52 (13.4%) ^c	243.26±0.49 (18.9%) ^c	224.98±0.18 (25.0%) ^d

¹⁾CS: Colombia supremo, BS: Brazil Santos No.2, EM: Ethiopia mocha harrar G4, IR: Indonesia robusta.

²⁾Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 4. pH and total acidity (TA) of roasted coffee by different roasting condition

Beans ¹⁾	Light roasting		Medium roasting		Dark roasting	
	pH	TA (%)	pH	TA (%)	pH	TA (%)
CS	4.81±0.03 ^{2)a3)}	0.51±0.01 ^d	5.27±0.02 ^a	0.31±0.03 ^b	5.54±0.02 ^a	0.18±0.01 ^b
BS	5.19±0.01 ^c	0.35±0.02 ^b	5.61±0.01 ^b	0.22±0.02 ^a	5.73±0.01 ^c	0.18±0.02 ^b
EM	4.91±0.02 ^b	0.47±0.01 ^c	5.45±0.01 ^c	0.28±0.01 ^b	6.01±0.02 ^d	0.13±0.01 ^a
IR	5.27±0.03 ^d	0.31±0.02 ^a	5.53±0.01 ^a	0.24±0.01 ^a	5.66±0.01 ^b	0.22±0.02 ^c

¹⁾CS: Colombia supremo, BS: Brazil Santos No.2, EM: Ethiopia mocha harrar G4, IR: Indonesia robusta.

²⁾Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

게 되면 사라지기 쉬운 맛이라 하였다. Kim 등(20)과 Lee(23)는 pH가 낮은 커피원두가 좋은 신맛을 나타낼 수 있다는 것을 보고하였고, 본 실험에서는 전체적으로 Colombia 커피의 pH가 낮아 관능에서 좋은 커피 신맛을 보일 것으로 사료된다.

커피 원두의 품종, 재배 고도, 수확 후 저장기간, 가공법, 배전강도 등과 같이 여러 가지 요인의 영향을 받는 산도는 관능적인 기호도와 관련이 깊다(24). 총 산도는 약배전일 경우 0.31~0.51%, 중배전에서는 0.22~0.31%, 강배전에서 0.13~0.22%로 배전의 강도가 클수록 총 산도는 감소하는 경향을 나타내어 Seo(18)와 Park 등(24)이 보고한 결과와도 유사하게 나타났다. Seo(18)와 Lee(23)는 citric acid, malic acid, chlorogenic acid 그리고 quinic acid가 커피 원두에 포함되어 있는 주요 산성물질이라고 하였으며, quinic acid를 제외한 유기산 성분들은 배전 과정 동안 감소하여 총 산도가 감소한다고 보고하였다.

색도 측정

산지별 원두의 배전 정도에 따른 색도 변화는 Table 5에

Table 5. Hunter's color value of roasted coffee by different roasting condition

Samples ¹⁾	L	a	b	
CS	green bean	39.42±0.02 ^{2)a3)}	0.61±0.05 ^b	5.61±0.04 ^j
	light	30.31±0.00 ^h	4.64±0.03 ⁱ	3.99±0.03 ^h
	medium	27.58±0.02 ^d	2.11±0.70 ^{fg}	1.06±0.01 ^e
	dark	26.57±0.02 ^a	1.06±0.06 ^{cd}	0.11±0.04 ^b
BS	green bean	40.93±0.01 ^l	1.17±0.04 ^d	7.12±0.01 ^k
	light	29.99±0.01 ^g	3.78±0.06 ^h	2.36±0.02 ^f
	medium	28.17±0.01 ^e	1.80±0.01 ^{ef}	0.22±0.03 ^c
	dark	27.40±0.01 ^c	1.23±0.08 ^d	-0.22±0.00 ^a
EM	green bean	41.03±0.12 ^m	1.72±0.01 ^e	8.34±0.02 ^l
	light	31.95±0.18 ^j	5.29±0.08 ^j	5.03±0.06 ⁱ
	medium	27.39±0.01 ^c	1.82±0.09 ^{ef}	0.85±0.05 ^d
	dark	26.51±0.02 ^a	0.82±0.22 ^{bc}	0.03±0.02 ^b
IR	green bean	50.42±0.01 ⁿ	0.09±0.03 ^a	9.50±0.01 ^m
	light	31.71±0.01 ⁱ	4.57±0.04 ⁱ	3.84±0.02 ^g
	medium	28.39±0.05 ^f	2.25±0.03 ^g	0.85±0.02 ^d
	dark	27.27±0.01 ^b	1.26±0.02 ^d	0.03±0.04 ^b

¹⁾CS: Colombia supremo, BS: Brazil Santos No.2, EM: Ethiopia mocha harrar G4, IR: Indonesia robusta.

²⁾Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

나타내었다. L값의 경우는 green bean 상태일 경우 Indonesia 원두가 50.42로 가장 높게 측정되었으며, 약배전 시 가장 높은 것은 31.95의 Ethiopia종이었고 중배전에서는 28.39의 Indonesia종이었다. 강배전 시에는 Brazil종이 27.40으로 가장 높은 것으로 나타났으나 4종 모두 유의적인 차이는 없었다. 전체적으로 배전 조건이 강해질수록 원두의 L값은 감소하는 경향을 보였으며 이는 배전시간과 온도에 따라 감소한다는 결과(25)와 유사하게 나타났다. Hunter scale의 L값과 b값은 배전 조건이 강해질수록 Maillard 반응으로 인해 감소하는 경향을 보였고 a값은 약배전 시까지는 증가하였다가 중, 강배전으로 배전 조건이 높아질수록 감소하는 결과를 보였는데, green(-)과 red(+))를 나타내는 a값은 배전에 의해 녹색이 적색으로 변하면서 증가하다가 배전 조건이 강할수록 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 기존의 다른 실험 결과들(26,27)과 L값과 b값에서는 일치하였지만 a값은 다른 차이를 보였다. 이러한 차이는 주로 커피원두의 색과 관계가 있는 a값이 실험에 사용된 각기 다른 커피 품종과 가공 방법의 차이에 의해서 영향을 받았기 때문이라고 사료된다(28).

향기성분 분석

본 실험에서 분석한 로스팅 정도에 따른 커피원두의 휘발성 향기성분을 분석하여 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 약 20여종의 휘발성 향기성분이 검출되었으며, 배전 조건이 강해지면서 몇 가지 성분을 제외한 대부분의 성분들은 증가하는 경향을 나타냈다. 특히 furan 유도체 화합물들의 증가 정도는 다른 성분들에 비해서 매우 높았다. 그러나 furfural의 함량은 배전 정도가 강해질수록 감소하였으며 diacetyl, 2,3-pentanedione 및 pyrazine 등도 배전 조건이 강해질수록 감소하였다. 이는 Holscher와 Steinhart(29)의 연구결과와 일치하였다.

커피 품종별로는 그 차이가 미미하지만 Robusta 커피원두가 Arabica에 비해서 각각의 성분들 즉, acetaldehyde, acetone, furan, 2-methylpropanal, 3-methylbutanal, 2-methylbutanal 및 furfural acetate 함량이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. Gutmann 등(30)의 연구에서도 Robusta 커피원두에서 furan류, pyrazine, benzene, 2-butanone, 2-methylpropanal, 2-methylbutanal 및 3-methylbutanal 함량이 Arabica에 비해서 현저하게 많았고, terpenes, 3-methylbutan-1-ol 및 3-octanone 함량은 상대적으로 적은

Table 6. Peak area percentage of volatile compounds in roasted coffee by different roasting condition

No	Components	CS ¹⁾			BS			EM			IR		
		L ²⁾	M	D	L	M	D	L	M	D	L	M	D
1	Acetaldehyde	5.29	2.64	1.01	2.69	1.56	0.81	5.82	2.82	1.45	3.83	2.14	1.20
2	Methyl formate	—	—	0.52	0.14	0.26	0.67	—	0.29	0.65	—	0.29	0.55
3	Ethyl alcohol	0.78	0.59	1.46	0.81	0.90	1.87	1.02	0.85	3.88	0.78	0.83	1.32
4	Acetone	2.64	7.65	13.14	4.73	8.52	12.45	4.73	9.19	14.73	4.32	8.43	15.85
5	Furan	1.30	2.07	6.11	1.31	2.05	4.17	—	2.33	12.2	1.04	2.02	4.94
6	2-Methylpropanal	0.41	0.48	0.51	—	0.50	0.52	0.09	0.38	0.62	0.41	0.60	0.53
7	Diacetyl	0.46	0.28	0.16	0.59	0.28	0.11	0.31	0.24	0.12	0.60	0.49	0.18
8	2-Butanone	0.23	0.24	0.51	0.24	0.39	0.43	0.18	0.22	0.52	0.28	0.30	0.47
9	2-Methylfuran	0.70	0.86	1.95	0.56	0.98	1.22	0.67	0.94	2.25	0.82	1.01	1.94
10	2-Methylbutanal	0.39	0.36	0.38	0.28	0.25	0.32	0.31	0.25	0.30	0.49	0.48	0.52
11	3-Methylbutanal	0.63	0.43	1.07	1.35	0.91	1.55	1.94	1.05	2.37	0.74	0.72	1.17
12	2,3-Pentanedione	0.64	0.36	0.43	2.05	0.33	—	0.47	0.43	—	0.39	0.21	—
13	Pyrazine	1.46	1.19	1.18	0.99	0.69	0.57	1.04	0.61	0.42	1.75	1.72	1.35
14	Pyridine	4.76	5.49	5.79	6.68	6.40	6.44	6.68	6.88	6.95	7.98	8.20	8.64
15	2-Methyl pyrazine	6.31	4.85	4.82	9.45	8.76	7.34	5.82	4.17	3.99	10.30	9.74	8.96
16	Furfural	5.43	2.92	2.64	14.57	4.49	3.50	14.38	4.37	3.24	4.71	2.29	—
17	Furfuryl alcohol	27.55	29.17	7.96	19.86	32.23	3.70	24.70	34.47	10.45	34.78	29.43	11.75
18	2-Propanone	11.67	9.44	6.07	12.34	12.06	9.32	9.89	10.90	5.35	9.83	7.86	7.62
19	2,5-Dimethylpyrazine	5.06	4.41	4.23	3.53	2.84	—	3.83	2.52	2.95	5.49	5.61	4.93
20	2,3-Dimethylpyrazine	0.61	0.62	0.72	0.37	0.37	0.77	0.51	0.31	—	0.68	1.04	0.92
21	Methyl furfural	—	1.53	1.46	—	1.49	1.69	—	1.40	1.15	—	1.10	0.94
22	Furfural acetate	2.11	4.32	2.15	2.00	3.37	2.59	3.37	4.98	3.91	2.58	4.16	3.13
23	Trimethyl pyrazine	—	0.67	1.22	0.45	0.52	0.95	—	0.68	0.85	—	0.34	0.63
	Aroma index M/B ³⁾	304.4	358.3	382.4	233.3	251.3	283.7	372.0	427.3	432.7	292.9	336.7	412.8

¹⁾CS: Colombia supremo, BS: Brazil Santos No.2, EM: Ethiopia mocha harrar G4, IR: Indonesia robusta.

²⁾L: light roasting, M: medium roasting, D: dark roasting.

³⁾Aroma index M/B: 2-methylfuran/ 2-butanone×100.

것으로 보고하였다. Mayer 등(15)은 stable isotope dilution assay를 이용하여 배전 정도를 달리한 커피에 대해 28개의 key potent compound를 확인하였으며, 그중에 headspace GC법에 의한 7개 화합물(acetaldehyde, propanal, methylpropanal, 2-methylbutanal, 3-methylbutanal, 2,3-butanedione, 2,3-pentanedione)들은 배전 정도가 강해질수록 약간씩 증가하는 경향을 나타낸 것으로 보고하였다. 본 실험의 결과를 비교해 보면 aldehyde 화합물인 경우에는 일치하였

으나, decarbonyl compound류인 diacetyl 및 2,3-pentanedione의 경우에는 상이한 결과를 나타냈다. 이는 실험에 사용한 원두의 재배지역과 품종 및 배전 조건 등에서 기인한 차이라고 사료된다.

관능검사

약, 중, 강배전 조건으로 배전한 원두를 분쇄하여 원두커피 추출기를 통해서 제조한 커피에 대한 관능 패널들의 관능

Table 7. Sensory evaluation of roasted coffee by different roasting condition

Samples ¹⁾	Sensory preference ²⁾						
	Color	Flavor	Bitterness	Sourness	Burnt	Body	
CS	light	2.4±0.89 ^{3)ad)}	4.2±0.45 ^b	4.0±0.71 ^d	3.0±0.00 ^{bc}	2.2±0.45 ^a	3.0±0.00 ^{bc}
	medium	3.0±0.71 ^a	4.6±0.55 ^b	2.8±0.84 ^{abcd}	2.6±1.14 ^{abc}	3.0±0.71 ^{abc}	1.0±0.71 ^a
	dark	4.0±0.71 ^a	3.4±0.55 ^{ab}	1.8±0.84 ^{ab}	1.4±0.55 ^{ab}	4.2±0.45 ^c	3.8±0.84 ^{bc}
BS	light	2.6±0.55 ^a	3.8±0.84 ^{ab}	2.0±0.71 ^{abc}	3.0±0.45 ^{bc}	2.0±0.71 ^a	2.8±0.84 ^{bc}
	medium	3.2±0.84 ^a	3.6±1.14 ^{ab}	2.1±0.55 ^{ab}	2.0±1.41 ^{abc}	4.0±1.00 ^{bc}	2.8±1.30 ^{bc}
	dark	2.8±1.30 ^a	3.0±1.00 ^{ab}	1.2±0.45 ^a	1.1±0.28 ^a	4.0±0.71 ^{bc}	2.6±1.14 ^{bc}
EM	light	3.5±1.25 ^a	3.6±1.06 ^{ab}	3.7±1.11 ^{cd}	3.3±1.33 ^c	3.0±0.93 ^{abc}	2.4±0.99 ^{ab}
	medium	3.2±0.94 ^a	2.3±1.03 ^a	3.4±1.12 ^{bcd}	2.9±1.13 ^{bc}	3.3±1.10 ^{abc}	2.8±1.01 ^{bc}
	dark	2.6±1.05 ^a	2.3±1.16 ^a	2.9±1.03 ^{bcd}	2.1±0.88 ^{abc}	2.3±1.33 ^{ab}	4.2±0.68 ^c
IR	light	2.1±1.03 ^a	3.3±0.62 ^{ab}	3.0±1.13 ^{bcd}	3.3±0.98 ^c	2.6±1.12 ^{abc}	2.9±0.96 ^{bc}
	medium	2.3±1.16 ^a	3.1±0.70 ^{ab}	3.6±0.83 ^{cd}	2.7±0.98 ^{abc}	3.0±1.00 ^{abc}	3.4±1.06 ^{bc}
	dark	3.2±1.01 ^a	2.3±0.90 ^a	3.5±0.99 ^{bcd}	3.0±1.00 ^{bc}	3.1±0.80 ^{abc}	4.1±0.74 ^{bc}

¹⁾CS: Colombia supremo, BS: Brazil Santos No.2, EM: Ethiopia mocha harrar G4, IR: Indonesia robusta.

²⁾Scale score: 1 (dislike very much) to 5 (like very much).

³⁾Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

⁴⁾Values with different letters in the same column are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

적 기호도 측정 결과를 Table 7에 나타내었다. 약, 중, 강배전된 커피에 대한 전체적인 향기의 관능지수는 약배전 > 중배전 > 강배전 순으로 나타났다. 이러한 결과는 “buttery” 속성을 나타내는 diacetyl 및 2,3-pentanedione 함량이 약배전보다 강배전 조건으로 배전 정도가 강할수록 상대적으로 적어지는 것과 연관이 있는 것으로 추측되며, 또한 강배전에서 “etheral” 특성을 나타내는 2-methylfuran의 함량이 증가하여 전체적인 향기의 관능지수가 감소한 것으로 추정된다. 4종류의 원두커피에서 강배전 조건에서 쓴맛과 탄맛을 강하게 느끼는 경향을 보였고 특히 Brasil 원두는 강배전 조건에서 1.2 ± 0.45 로 가장 낮은 점수를 받았는데 배전 조건이 강해질수록 커피의 쓴맛에 영향을 미치는 caffeic acid, quinic acid, phenolic compound 및 glycosides 등이 증가한 것으로 추정되며, Kim(19)은 배전 조건이 강할수록 smoky/burnt note가 강하게 나타나는 pyridine 및 furan의 증가와 많은 관련이 있는 것으로 보고하였다. 모든 종류의 원두에서 모두 약배전 시에 pH가 낮고 산도가 높게 나온 것을 미루어 신맛이 많이 나타날 것으로 예상하였는데 관능평가 결과에서도 약배전의 경우에서 대체적으로 신맛을 강하게 느꼈다. 하지만 Indonesia 원두는 각 배전 조건을 약, 중, 강으로 달리하더라도 신맛의 발현이 각각 3.3 ± 0.98 , 2.7 ± 0.98 및 3.0 ± 1.00 으로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 확인되었다. 입안에서 느껴지는 풍부함은 mouthfeel과도 비슷한 의미로 이해하면 되는데 입안에 커피를 머금었을 때 느껴지는 커피의 질감을 표현한 것으로 강배전 조건에서 더욱 강하게 느끼는 것으로 나타났다. Lee 등(31)의 연구에 의하면 강배전한 에스프레소 커피의 경우에는 다당류가 많이 잔류하게 되는데, 이러한 다당류가 향기성분의 잔류, 추출액의 점도, 풍부함 등을 느낄 수 있도록 한다고 보고되어 있다. 관능평가에서 각 항목별 관능지수와 Aroma Index M/B와의 상관관계를 살펴보면 Aroma Index M/B의 주요 요소인 2-methylfuran의 함량은 배전 조건이 강해질수록 Robusta종이 Arabica종에 비해서 상대적으로 많이 생성되며, 이러한 특성은 Robusta 배전 커피의 향기 및 전반적인 관능 특성에 영향을 미치는 것으로 추측된다.

요 약

본 연구는 Arabica종(CS, BS)과 Robusta종(EM, IR)의 품종이 다른 커피원두를 사용하여 약, 중, 강배전 정도에 따른 이화학적 특성과 향기성분을 분석하여 배전강도에 따른 구성성분의 변화와 배전 후 관능에 미치는 영향을 연구하였다. 배전 정도에 따른 수분함량은 모든 원두에서 배전강도가 강해질수록 수분함량은 감소하였으며 중배전에서 수분함량이 급격히 줄어들어 강배전에서는 1.0~1.2%로 비슷한 결과를 보였다. 총 무게 손실률은 배전강도가 증가함에 따라 수분함량과 반비례로 증가하는 경향을 보였다. 배전강도가 강

해질수록 배전커피의 pH는 증가하고 약배전보다 중배전과 강배전으로 배전 조건이 높아질수록 pH는 급격하게 변화하였다. 총 산도는 pH의 증가와 반대로 배전강도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. Hunter scale의 L값과 b값은 배전이 진행될수록 Maillard 반응으로 인해 감소하는 경향을 보였고 a값은 약배전 시까지는 증가하였다가 중, 강배전으로 진행될수록 감소하는 결과를 보였다. 로스팅 정도에 따른 배전커피에 대한 휘발성 향기성분 분석결과 약 20여종의 휘발성 향기성분이 검출되었으며, 향기성분 중 furan 성분은 강배전으로 갈수록 함량이 급격히 증가하였고, furfural, diacetyl, 2,3-pentanedione 및 pyrazine 등은 배전 정도가 강해질수록 감소하였다. 일반적으로 배전 정도가 강해질수록 aldehyde 화합물의 함량이 많이 증가하는 경향을 보였다. 관능평가를 통하여 약배전으로 배전된 원두에서 추출한 커피에서 향과 신맛을 가장 많이 느낄 수 있다고 평가되었으며 신맛의 경우에는 pH와 산도의 결과와 연관성이 있었다. 배전강도가 강해질수록 쓴맛과 탄맛을 강하게 느끼며, 중배전 이상으로 배전된 커피에서는 입안에서 느껴지는 풍부함이 강하게 느낄 수 있다고 조사되었다. 배전강도가 강할수록 향기성분 중 furfural, diacetyl, 2,3-pentanedione 및 pyrazine 등은 배전 정도가 강해질수록 감소하였고, 2-methylfuran은 커피의 배전강도가 강할수록 증가하여 커피 맛과 높은 상관관계를 보여주는 유효 향기성분인 동시에 커피의 배전 정도에 따라 성분 함량이 감소하거나 증가함을 보이므로 배전 정도를 결정짓는 지표 물질로 사용할 수 있음을 보여주었다. Arabica종의 Brasil santos No.2 품종이 향기성분 및 관능점수가 높아 다른 품종의 커피보다 맛이 더 좋은 것으로 나타났다.

문 헌

- Grosch W. 1995. Instrumental and sensory analysis of coffee volatiles. *ASIC* 16: 147-156.
- Jang SM, Hur GT, Lee JK, Kim YH. 2006. *Coffee Science*. Kwangmoonkag, Seoul, Korea. p 222.
- Reineccius G. 1995. The maillard reaction and coffee flavor. *ASIC* 16: 249-257.
- Baik HJ, Ko YS. 1996. Studies on the aroma components of roasted and ground coffee. *Korean J Food Sci Technol* 28: 15-18.
- Lee JH, Buyn SY. 2008. Enrichment of coffee flavors with supercritical carbon dioxide. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23: 193-198.
- Moon JW, Cho JS. 1999. Changes in flavor characteristics and shelf-life of roasted coffee in different packaging conditions during storage. *Korean J Food Sci Technol* 31: 441-447.
- Blank I, Sen A, Grosch W. 1992. Potent odorants of the roasted powder and brew of arabica coffee. *Z Lebensm Unters Forsch* 195: 239-247.
- Ho C, Hwang T, Yu T, Zang J. 1993. An overview of the maillard reactions related to aroma generation in coffee. *ASIC* 15: 519-527.

9. Gi KH. 1987. This study is on the analysis of the aroma compounds and compare the result with sensory evaluation score by roasting time. *PhD Dissertation*. Hanyang University, Seoul, Korea.
10. Baik HJ. 1986. Headspace gas chromatographic analysis and sensory evaluation of various domestic and foreign-made commercial roasted and ground coffee. *PhD Dissertation*. Hanyang University, Seoul, Korea.
11. Clark RJ. 1985. *Coffee chemistry*. Elsevier Applied Science Publishers, Barking, UK. Vol 2, p 115-143.
12. Sivetz M, Desrosier NW. 1979. *Coffee technology*. AVI Publishing Co, Inc., Westport, CT, USA. p 467.
13. Czerny M, Grosch W. 2000. Potent odorants of raw arabica coffee: Their changes during roasting. *J Agric Food Chem* 48: 868-872.
14. Baggenstoss J, Poisson J, Kaegi R, Perren R, Escher F. 2008. Coffee roasting and aroma formation: Application of different time-temperature conditions. *J Agric Food Chem* 56: 5836-5846.
15. Mayer F, Czerny M, Grosch W. 1999. Influence of provenance and roast degree on the composition of potent odorants in arabica coffees. *Eur Food Res Technol* 209: 242-250.
16. Franca AS, Oliveira LS, Oliveira RCS, Agresiti PCM, Augusti R, Mendonca JCF, Silva XA. 2009. A preliminary evaluation of the effect of processing temperature on coffee roasting degree assessment. *J Food Eng* 92: 345-352.
17. AOAC. 2002. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA p 8-35.
18. Seo HS. 2002. Studies on physicochemical characteristics, sensory characteristics and antioxidant activities of coffee in relation to the roasting degree. *MS Thesis*. Seoul National University, Seoul, Korea.
19. Kim KJ. 2001. Studies on the changes in chemical constituents and sensory characteristics of green coffee beans during roasting. *PhD Dissertation*. Kyunghee University, Seoul, Korea.
20. 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.
21. Dutra ER, Oliveira LS, Franca AS, Ferraz VP, Afonso RJCF. 2001. A preliminary study on the feasibility of using the composition of coffee roasting study on the feasibility of using the composition of coffee roasting exhaust gas for the determination of the degree of roast. *J Food Eng* 47: 241-246.
22. Sivetz M, Desrosier NW. 1979. *Coffee technology*. AVI Publishing Co., Westport, CT, USA. p 527-574.
23. Lee SH. 2009. A study of the characteristics of coffee beans changing by roasting conditions. *MS Thesis*. Woosuk University, Jeonbuk, Korea.
24. Park SJ, Moon SW, Lee J, Kim EJ, Kang BS. 2011. Optimization of roasting conditions for coffee beans by response surface methodology. *Korean J Food Preserv* 18: 178-183.
25. Lee JW, Shin HS. 1993. Antioxidative effect of brown materials extracted from roasted coffee beans. *Korean J Food Sci Technol* 25: 220-224.
26. Nicoli MC, Anese M, Manzocco L, Lerici CR. 1997. Antioxidant properties of coffee brews in relation on the roasting degree. *Lebensm Wiss Technol* 30: 292-297.
27. Pittia P, Dalla Rosa M, lerici CR. 2001. Textural changes of coffee beans as affected by roasting conditions. *Lebensm Wiss Technol* 34: 168-175.
28. Mendes LC, Menezes HC, Aparecida M, Silva AP. 2001. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora conillon*) using acceptability tests and RSM. *Food Qual and Prefer* 12: 153-162.
29. Holscher W, Steinhart H. 1993. Formation pathways for primary roasted coffee aroma compounds. ACS symposium Series 543. p 206-217.
30. Gutmann W, Werkhoff D, Barthels M, Vitzthum OG. 1997. Vergleich der headspace aromaprofile von arabusta kaffee mit *arabica* and *robusta* sorten. Proc 8th Coll ASIC. p 153-161.
31. Lee SY, Hwang I, Park MH, Seo HS. 2007. Sensory characteristics of diluted espresso (Americano) in relation to dilution rates. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 839-847.

(2012년 9월 26일 접수; 2012년 12월 26일 채택)