

커피 원두의 배전공정중 변화되는 주요 화학성분에 대한 연구

김관중¹ · 박승국*

동서식품(주) 기술연구소, 경희대학교 식품공학과

Changes in Major Chemical Constituents of Green Coffee Beans during the Roasting

Kwan-Jung Kim¹ and Seung-Kook Park*

¹Technical Research Institute, DongSuh Foods Corporation
Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

Abstract Changes in contents of amino acids, caffeine, trigonelline, chlorogenic acid, and monosaccharides in green coffee beans during roasting were investigated. During roasting, amino acid contents of *Arabica* and *Robusta* coffees decreased by 30%, among which cysteine, serine, lysine, and arginine contents markedly decreased, whereas those of glutamic acid, glycine, alanine, valine, isoleucine, leucine, and phenylalanine slightly decreased or increased. Caffeine contents of *Arabica* and *Robusta* were 1 and 2%, respectively, and remained unchanged during roasting. Trigonellin content of *Arabica* (0.87%-0.90%) was slightly higher than that of *Robusta* (0.74%), and 50 to 65% trigonellin degraded when green beans were heavily roasted. Chlorogenic acid levels of *Robusta* and *Arabica* were 4.82, and 4.38-4.66%, respectively. About 90% chlorogenic acid degraded with heavy roasting. Total monosaccharide contents of *Arabica* and *Robusta* were 38.1-38.7 and 37.7%, respectively, and gradually decreased with roasting.

Key words: coffee beans, roasting process, chemical constituents

서 론

커피는 쓴맛, 떫은 맛, 신맛, 구수한 맛 등이 조화되어 만들어지는 대표적인 기호음료로서 전세계적으로 가장 널리 음용되고 있으며 또한 경제적으로도 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 커피의 종류는 *Coffea Arabica L.*과 *Coffea Canephora L.*의 두품종으로 나눌수 있으며, *Coffea Arabica*(*Arabica*종)가 총재배량의 75%를 차지하고 있다. *Arabica*종에 속하는 것은 Colombia, Ethiopia, Tanzania, Kenya, Brazil mild 커피 등이 대표적인 품종이다. *Coffea Canephora*(*Robusta*종)는 재배량의 25%를 차지하고 있으며 Ivory coast, Cameroon, Uganda, Indonesia, Vietnam, India, Thailand, Brazil conillon 커피 등이 대표적인 품종이다(1-3).

커피원두(green coffee beans)는 빨간 열매중에 있는 종자에서 외피를 벗겨내면 과육이 있고 그 속에 내과피와 은피에 싸여져 2개의 종자가 마주 보며 있고 이 종자를 탈곡과 건조 등 정제할 것을 말한다. 이러한 커피원두는 배전(roasting) 과정을 거쳐서 비로소 커피 고유의 향과 맛을 내기 때문에 배전은 매우 중요한 공정이고 할 수 있다. 커피의 종류에 따라 다양한 향과 맛이 나는 것은 커피원두의 화학적 조성이 다른 것과 배전기구나 방법이 다르기 때문인 것으로 볼 수 있다. 현재까지 커피에 관한 비휘발성

주요성분에 대한 연구는 대부분 커피원두(green coffee beans) 및 배전커피(roasted coffee beans)에 대한 아미노산 함량 및 변화에 관한 연구(4-7), 카페인 함량 및 변화에 관한 연구(8-10), 트리고넨린 함량 및 변화에 관한 연구(11-14), 클로로겐산 함량 및 변화에 관한 연구(15-26), carbohydrates 함량 및 변화에 대한 연구(27-35)에 관한 것 등이 대부분이었으며, Clifford(36-37)는 커피원두 및 배전커피에 대한 일반성분 및 주요성분에 관한 요약보고를 하였다. 그러나, 커피원두가 배전공정을 거치면서 변화되는 주요성분의 변화에 대한 체계적이고 종합적인 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 품종별 커피원두 3종에 대해서 배전공정을 거치면서 변화되는 화학적 주요 성분들 즉, 아미노산, 카페인, 트리고넨린, 클로로겐산 및 당당류의 변화를 비교 및 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 3종의 커피원두는 동서식품(주)으로 부터 제공받은 것으로서, *Arabica* 품종은 Colombia산과 Brazil산, 그리고 *Robusta* 품종은 India산을 선정하였다.

배전 및 분석

위 커피원두 3종에 대해서 SHY Roaster(Model 10, Probat Co., Germany)를 사용하여 약한 배전은 201°C에서 210초, 중간배전은 220°C에서 230초, 강한배전은 230°C에서 250초 동안 배전하였다. 배전커피에 대한 배전정도는 색도계(Dr. Lange model LK-100, Dr Bruno Lange Co., Germany)를 사용하여 측정하였으며, 0에서 10까지의 범위로서 0는 검은색을 나타내고 100은 흰색을 나타낸다.

*Corresponding author: Seung-Kook Park, Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin-Si 449-701, Korea
Tel: 82-31-201-2655
Fax: 82-31-204-8116
E-mail: skpark@khu.ac.kr
Received May 14, 2005; accepted March 6, 2006

약한 배전의 색도범위는 11.0-13.1, 중간배전의 경우는 8.4-9.4, 강한배전의 경우는 5.5-5.7로 하였다(밝기를 표시하는 명도를 의미하며, 0는 검은색, 100은 흰색을 나타낸다). 분석을 위한 시료전처리로서 커피원두 및 배전커피의 경우 분쇄기(Bunn model G3A, Bunn-O-Matic Co., USA)를 사용하여 중간정도의 입자크기(0.6 mm)로 분쇄한 다음 50 mesh(0.3 mm)를 통과시킨 후 통과된 입자들을 분석시료로 사용하였다.

총 아미노산의 분석

시료의 산 가수분해를 위하여 커피원두 또는 배전커피 2.0 g을 20 mL용량의 앰플에 넣고 6 N HCl 10 mL를 가한 다음 앰플 내부를 질소가스로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 110°C, 24 시간 동안 가수분해 후 HCl을 제거하였다. 물로써 약간 희석시킨 다음 0.1 N-HCl 10 mL를 첨가한 후 Sep-Pak C₁₈ 및 0.45 µm membrane filter(Millipore Co., MA, USA)로 여과한 후 최종 검체로 하였다. 산 가수분해된 아미노산의 분석은 HPLC-Postcolumn OPA 유도체법을 사용하였으며(38,39), 기기는 Biochrom-20(Shiseido Co., Tokyo, Japan)을 이용하였고, 칼럼은 Shodex CX Pak(4.6 × 150 mm, Shiseido Co., Tokyo, Japan)을 사용하였다. 용매 A는 pH 3.6로서 trisodium citrate dihydrate 19.6 g을 증류수 800 mL에 완전히 녹인 후 에탄올 100 mL를 가한 다음 염산 12.6 mL를 더하고 여기에 증류수를 부어 1,000 mL로 맞춘 다음 caprylic acid 0.1 mL를 더한 후 잘 흔들어 혼합한 후 사용하였고, 용매 B는 pH 9.4로서 trisodium citrate dihydrate 14.7 g, sodium tetraborate 9.5 g, sodium 0.6 g 그리고 sodium chloride 35.1 g을 증류수 200 mL과 함께 녹인 다음 증류수를 더하여 1,000 mL로 맞춘 다음 caprylic acid 0.1 mL를 더하여 잘 흔들어 혼합 후 사용하였다. 용매 A와 B의 용출비율은 0-11분까지는 A 용매를 100%, 11.1-23분까지는 A 용매 77%, B 용매 23%로 하였으며, 그리고 23.1-40분까지는 B 용매를 100%로 하였다. Oven 온도는 55°C, 유속은 0.4 mL/min, 검출기는 형광검출기(ex. 340 nm, em. 450 nm)를 사용하였다. 각 아미노산 성분에 대한 정량은 각각의 아미노산 표준품(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 이용하여 chromatogram의 peak 면적비를 기준으로 검량선을 작성한 다음 시료중의 각 아미노산에 대한 함량을 구하였다.

카페인, 트리코넨린 및 클로로겐산 분석

카페인, 트리코넨린 및 클로로겐산을 동시에 분석할 수 있는 Bradbury 등의 방법(40)에 준하였다. 커피원두 또는 배전커피 1.0 g을 정확히 평량하여 100 mL 정용플라스크에 넣고, 뜨거운 증류수(80°C) 100 mL을 더한 후 2시간 동안 물증탕(60°C)을 진행하였으며, 물증탕이 끝난 다음 위 용액을 상온에서 냉각시킨 후 10 배 희석한 다음 0.45 µm filter로 여과하여 최종 검체로 하였다. 분석기기로서 Hitachi HPLC(Model 7000, Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 이용하였고, column은 C₁₈ Capcell Pak(Shiseido Co., Tokyo, Japan)을 사용하였다. Column온도는 40°C로 하였으며, 이동상은 10 mM HCl : methanol = 90 : 10을 사용하였으며, 유속은 0.5 mL/min로 하였다. 그리고 검출기는 diode array detector(UV 210-310 nm)를 사용하였다. 표준용액 조제는 카페인, 트리코넨린, 클로로겐산(Sigma, St. Louis, MO, USA)의 표준시료를 각각 1,000 ppm으로 만든 다음 잘 혼합한 후 stock solution을 제조하였고, 위 용액을 각각 5, 10, 20, 40, 60 ppm으로 만들어 working solution으로 사용하여 검량선을 작성한 다음 시료에 대해서 농도를 측정하였다.

단당류 분석

단당류 분석은 Trugo(41)와 Jones(42)의 방법을 사용하였으며, 시료 0.3 g을 정확히 평량하여 반응튜브에 넣고 여기에 72% 황산 2 mL를 더한 후 유리막대로 잘 저어주면서, 반응튜브를 수욕조(30°C)에 1시간 동안 방치하면서 15분 간격으로 유리막대로 잘 저어주었다. 캡이 달린 삼각플라스크에 시료를 옮겨 담고 121°C로 20분간 autoclaving 하였다. 100 mL 정용플라스크에 위 액을 옮겨 담고 증류수로 100 mL를 맞춘 다음 3 mL를 취하여, 위 액을 증류수를 사용하여 50 mL로 희석 한 다음 C₁₈ Sep-Pak filter 및 0.45 µm disk filter(Millipore Co., MA, USA)를 통과 시킨 후 최종 검체로 하여 50 µL를 ion chromatograph에 주입하여 분석하였다. 분석기기로는 ion chromatograph(Model 4000, Dionex Co., CA, USA)을 이용하였고, column은 CarboPac PA1(Dionex Co., CA, USA)을 사용하였다. 이동상은 150 mM NaOH를 사용하였고, 유속은 1.0 mL/min로 하였으며, 검출기는 pulse amperometry detector를 사용하였다. 표준용액 조제는 arabinose, galactose, glucose, mannose(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 각각 1,000 ppm으로 만든 다음 잘 혼합한 후 stock solution을 제조하였고, 위 용액을 각각 각각 1, 5, 10, 20 ppm으로 만들어 working solution으로 사용하여 검량선을 작성한 다음 시료에 대해서 농도를 측정하였다.

결과 및 고찰

총 아미노산 함량

커피원두 3종에 대한 품종에 따른 총 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같이 모두 17종을 분리하였다. 커피원두의 품종에 따른 총 아미노산 함량 및 alanine, phenylalanine 함량에 있어서 *Robusta* 커피원두의 경우 *Arabica* 품종인 Colombia 및 Brazil에 비해서 상대적으로 많았다. 즉, *Robusta*의 경우 총 아미노산 함량은 9.2% 이었고, *Arabica*의 경우에는 약 7.0-7.6%로 나타났다.

배전공정별에 따른 총 아미노산의 열에 의한 분해정도는 Table 1에서 보여주는 바와 같이 강한 배전에서 *Arabica* 및 *Robusta* 모두 커피원두를 기준으로 약 30% 정도 감소하였는데, 특히 배전 정도가 강해질수록 cysteine은 화학적으로 분해되어 거의 존재하지 않는 것으로 확인되었고, serine, lysine 및 arginine의 함량은 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 이와는 정반대로 glutamic acid, glycine, alanine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine 등의 소수성 아미노산들은 배전공정중 감소폭이 적거나 오히려 증가하는 경향을 나타냈다. 이와 같은 결과는 단백질 구조에서 찾아볼 수 있는데 소수성 아미노산들은 단백질의 구조상 내부에 위치해 있기 때문에 상대적으로 외부에 노출되어 있는 친수성 아미노산에 비해서 열에 의한 영향을 덜 받음으로서 화학반응이나 분해되는 정도가 낮기 때문인 것으로 추정된다. Thaler 등(4) 및 Feldman 등(5)의 보고에 의하면 serine, cysteine, lysine, serine, threonine 등은 배전공정중 현저하게 분해되었으며, 이와는 반대로 glutamic acid는 50% 정도 증가하였고, leucine, phenylalanine, proline 등은 약간 증가하였으며, valine의 경우 강하게 배전된 *Robusta* 커피에서 36% 정도 증가한 것으로 보고하였다. Methioine 경우 커피원두중에 약 120-200 mg/100 g 정도 존재한다고 보고하였는데(4), 본 연구에서는 커피원두 및 배전커피에서 모두 검출이 되지 않았다. 이는 산 가수분해 방법으로 시료 전처리하는 과정에서 전부 분해되는 것으로 추정된다.

Table 1. Changes in amino acids content in green and roasted coffee beans (Colombia, India and Brazil)

Unit: mg/100 g (db)

	Colombia Green Coffee	Colombia Light Roast	Colombia Medium Roast	Colombia Dark Roast	Brazil Green Coffee	Brazil Light Roast	Brazil Medium Roast	Brazil Dark Roast	India Green Coffee	India Light Roast	India Medium Roast	India Dark Roast
Aspartic acid	699 ± 35 ¹⁾	568 ± 29	549 ± 30	376 ± 16	650 ± 30	578 ± 27	621 ± 33	430 ± 20	1005 ± 51	557 ± 33	545 ± 25	509 ± 30
Threonine	240 ± 11	173 ± 12	173 ± 10	97 ± 4.9	218 ± 10	162 ± 11	151 ± 5.7	88 ± 3.7	319 ± 9.7	145 ± 3.9	140 ± 6.5	103 ± 5.1
Serine	305 ± 15	139 ± 10	168 ± 11	59 ± 4.5	293 ± 13	126 ± 7.7	101 ± 6.5	38 ± 2.1	407 ± 25	104 ± 8.8	90 ± 7.3	50 ± 2.9
Glutamic acid	1831 ± 75	1922 ± 82	1747 ± 87	1490 ± 66	2215 ± 97	1902 ± 90	1491 ± 82	1682 ± 77	2336 ± 99	1935 ± 93	1998 ± 97	1976 ± 88
Proline	510 ± 20	428 ± 22	376 ± 15	250 ± 17	527 ± 21	382 ± 20	424 ± 18	337 ± 20	738 ± 29	386 ± 21	355 ± 15	301 ± 17
Glycine	355 ± 17	417 ± 31	273 ± 10	270 ± 13	335 ± 18	352 ± 19	365 ± 22	320 ± 20	484 ± 27	391 ± 22	446 ± 26	389 ± 15
Alanine	344 ± 11	350 ± 17	323 ± 12	273 ± 9.3	452 ± 20	367 ± 17	308 ± 15	344 ± 17	448 ± 30	368 ± 19	383 ± 12	380 ± 14
Cystine	22 ± 1.7	2.7 ± 0.3	2.6 ± 0.1	0	29 ± 1.9	9 ± 0.8	0	0	66 ± 2.5	5 ± 0.2	0	0
Valine	377 ± 11	386 ± 19	350 ± 15	301 ± 13	496 ± 27	401 ± 29	476 ± 18	378 ± 11	495 ± 27	403 ± 29	411 ± 11	423 ± 20
Methionine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isoleucine	286 ± 13	285 ± 17	264 ± 16	219 ± 10	240 ± 15	271 ± 12	265 ± 13	261 ± 17	373 ± 20	286 ± 11	296 ± 17	296 ± 20
Leucine	573 ± 27	616 ± 29	533 ± 17	478 ± 18	749 ± 24	639 ± 28	496 ± 27	581 ± 21	749 ± 33	632 ± 25	658 ± 19	656 ± 22
Tyrosine	167 ± 5.7	196 ± 6.6	157 ± 7.3	136 ± 4.9	261 ± 11	224 ± 9.9	164 ± 10	208 ± 8.7	220 ± 11	199 ± 8.1	213 ± 10	207 ± 11
Phenylalanine	387 ± 12	374 ± 15	315 ± 10	281 ± 12	460 ± 19	401 ± 11	347 ± 12	367 ± 10	540 ± 27	400 ± 21	425 ± 14	410 ± 13
Histidine	120 ± 5.5	121 ± 6.1	84 ± 7.1	75 ± 2.7	108 ± 9.1	112 ± 8.0	105 ± 6.9	107 ± 7.9	151 ± 10	110 ± 6.9	129 ± 5.6	104 ± 6.2
Lysine	362 ± 13	96 ± 7.1	74 ± 3.4	55 ± 2.5	295 ± 19	93 ± 7.9	90 ± 5.7	85 ± 3.2	412 ± 17	86 ± 5.5	98 ± 4.9	82 ± 4.7
Arginine	334 ± 15	32 ± 1.7	35 ± 2.3	20 ± 1.9	291 ± 10	64 ± 2.5	47 ± 2.1	27 ± 1.3	431 ± 21	50 ± 2.1	47 ± 1.8	25 ± 1.1
Total	6912 ± 288	6106 ± 305	5422 ± 253	4380 ± 196	7619 ± 345	6083 ± 301	5451 ± 277	5253 ± 250	9174 ± 439	6057 ± 310	6234 ± 272	5911 ± 270

¹⁾Mean ± SD (n = 3).

카페인 함량

커피원두의 품종별에 따른 카페인 함량은 Table 2에 나타난 바와 같이 *Arabica* 품종인 Colombia 및 Brazil은 건조함량으로서 약 1.0%, *Robusta* 종인 India의 경우 약 2.0% 수준을 나타냈다. 배전공정별에 따른 카페인 함량 분석결과 배전정도와 상관없이 *Arabica* 배전커피의 경우 건조함량으로서 약 1.0% 정도로써, *Arabica* 커피원두의 카페인 함량 수준과 거의 동일하였고, 또한 *Robusta* 배전커피의 경우 2.0% 정도로써 *Robusta* 커피원두의 카페인 함량과 거의 비슷한 수준이었다.

일반적으로 배전공정은 카페인 승화점(178°C) 이상에서 진행된다므로 카페인의 손실은 어느 정도 예상할 수 있으나, 매우 강한 배전공정이 아닌 경우 카페인의 손실은 매우 적으며, 이와 같이 카페인 손실이 적은 이유로는 다음과 같이 두가지를 고려할 수 있다. 첫째, 배전공정중 커피원두 내부 압력상승으로 인하여 카페인의 승화점이 증가한다는 점이고, 둘째, 커피원두의 최외각 껍질을 통한 증기의 확산속도가 매우 낮다는 것이다(43).

트리코넨린 함량

커피원두에 함유되어 있는 트리코넨린은 퓨린-알칼로이드로서 매우 약한 쓴맛을 지니고 있으나 배전공정중 화학적으로 급격히 분해되어 pyridines, pyrroles, 환상고리화합물 등의 주요 휘발성 성분들을 생성하며, 이들 성분들은 커피품질에 많은 영향을 미치기 때문에 중요한 화학성분으로서 역할을 한다고 알려져 있다(14,15). 커피원두의 품종별에 따른 트리코넨린 함량은 Table 2에서 보여주는 바와 같이 *Arabica* 종인 Colombia 및 Brazil 커피원두의 경우 건조함량으로서 각각 0.83%, 0.90%로 분석되었고, *Robusta* 종인 India의 경우 0.74%로서 *Arabica*가 *Robusta*에 비해서 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 이와같은 결과는 커피원두종의 트리코넨린 함량은 *Arabica*의 경우 0.8-1.2%, *Robusta*의 경우 0.6-0.75%로 보고한 이전의 연구결과(12,13,16,36,37)와 거의 일치하였다.

배전정도별에 따른 트리코넨린 함량변화는 Table 2, Fig. 1에서 보여주는 바와 같이 배전정도가 강해질수록 트리코넨린 함량은

Table 2. Changes in caffeine, trigonelline, chlorogenic acid content in green and roasted coffee beans

Unit: % (db)

Coffee Beans	Constituents	Green coffee beans	Light roasted coffee beans	Medium roasted coffee beans	Dark roasted coffee beans
Colombia	Caffeine	1.04 ± 0.09 ¹⁾	1.00 ± 0.08	0.99 ± 0.09	1.01 ± 0.07
	Trigonelline	0.87 ± 0.06	0.76 ± 0.05	0.67 ± 0.05	0.48 ± 0.02
	Chlorogenicacids	4.38 ± 0.27	1.33 ± 0.07	0.98 ± 0.05	0.51 ± 0.03
Brazil	Caffeine	1.05 ± 0.08	1.05 ± 0.13	1.04 ± 0.09	1.04 ± 0.11
	Trigonelline	0.90 ± 0.07	0.86 ± 0.06	0.71 ± 0.04	0.45 ± 0.03
	Chlorogenicacids	4.66 ± 0.23	1.23 ± 0.09	0.80 ± 0.05	0.39 ± 0.02
India	Caffeine	1.99 ± 0.11	2.02 ± 0.13	1.96 ± 0.10	2.02 ± 0.18
	Trigonelline	0.74 ± 0.02	0.47 ± 0.03	0.36 ± 0.02	0.27 ± 0.03
	Chlorogenicacids	4.82 ± 0.39	0.82 ± 0.03	0.54 ± 0.02	0.32 ± 0.01

¹⁾Mean ± SD (n = 3)

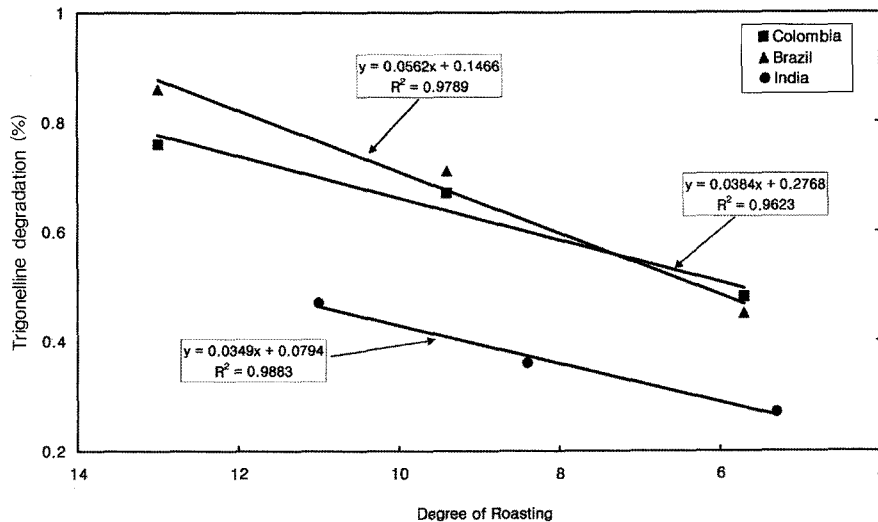


Fig. 1. Correlation between trigonelline degradation and degree of roasting.

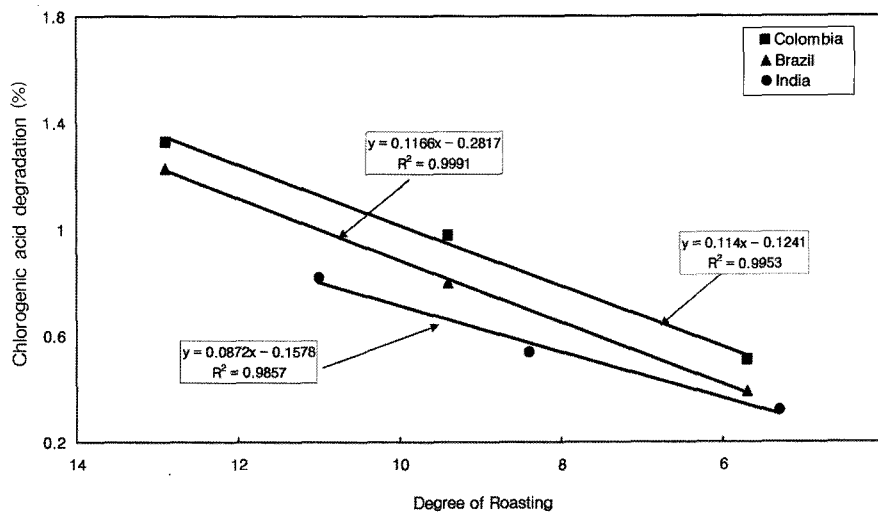


Fig. 2. Correlation between chlorogenic acid degradation and degree of roasting.

감소하는 것으로 나타났는데, *Robusta*의 경우 강한 배전공정에서 트리고넨린의 분해정도는 약 65% 수준으로 *Arabica*의 50% 수준에 비해서 보다 쉽게 분해되는 것으로 확인되었다.

Robusta 커피원두가 *Arabica*에 비해서 트리고넨린 분해정도가 높은 것은 아직까지 명확하게 규명되지 않았지만 커피원두의 조직, 크기, 형태 등의 외관에서의 차이 즉, *Robusta* 커피원두의 경우 *Arabica*에 비해서 크기가 작고, 조직의 밀도가 낮기 때문에 상대적으로 열에 의한 영향을 많이 받은 것으로 추측된다. 배전 정도와 트리고넨린 함량 변화와의 상관관계식은 Fig. 1에서 보여주는 바와 같이 직선성을 나타냈으며, 배전커피 3종류에 대한 상관관계수(correlation coefficient; r^2)는 Colombia; $r^2=0.9623$, India; $r^2=0.9883$, Brazil; $r^2=0.9789$ 로 확인되었다.

클로로겐산(5-Caffeoylquinic acid; CQA) 함량

클로로겐산은 quinic acid에 caffeic acid가 ester 결합을 하고 있는 것을 의미하며, 3개의 이성질체인 CQA(caffeoylquinic acids), diCQA(dicaffeoylquinic acids), FQA(feruoylquinic acids) 등을 가지고 있다(19). 일반적으로 총 클로로겐산은 위 3개의 이성질체

의 합을 뜻하고, 본 연구에서 분석한 클로로겐산은 5-CQA를 의미한다(19,20). 클로로겐산은 배전공정중 화학적으로 쉽게 분해되어 여러종류의 phenol 화합물 등을 생성하며, 이러한 phenol 화합물은 커피의 맛과 향에 많은 영향을 주기 때문에 커피품질을 평가하는데 있어서 중요한 성분으로 알려져 있다. 커피원두의 품종별에 따른 클로로겐산 함량 분석결과는 Table 2에서 보여주는 바와 같이 *Arabica* 품종인 Colombia 및 Brazil이 건조함량으로서 각각 약 4.38%, 4.66%, 그리고 *Robusta*의 경우 4.82%로서 *Robusta*가 *Arabica*에 비해서 약간 많았다. 일반적으로 클로로겐산(5-CQA) 함량의 경우 *Robusta*가 건조함량으로서 4.42-6.47%, 그리고 *Arabica*의 경우 3.44-5.61%로서 *Robusta*가 *Arabica* 비해서 보다 많이 함유하고 있는 것으로 보고되었다(5,18-26).

배전정도별에 따른 클로로겐산 함량 변화는 Table 2, Fig. 2에서 보여주는 바와 같이 배전정도가 강해질수록 클로로겐산 함량 감소 정도와 상관관계식은 직선성을 보여주고 있으며, 배전커피 3종에 대한 상관관계수(correlation coefficient; r^2)는 Colombia; $r^2=0.9953$, India; $r^2=0.9857$, Brazil; $r^2=0.9991$ 로 나타났다. 특히, 강한 배전공정의 경우 *Arabica* 및 *Robusta* 배전커피의 경우 클로로

Table 3. Changes in monosaccharides content in green and roasted coffee beans

Unit: % (db)

Coffee Beans	Monosacchrides	Green Coffee Beans	Light Roasted Coffee Beans	Medium Roasted Coffee Beans	Dark Roasted Coffee Beans
Colombia	Arabinose	2.36 ± 0.17 ¹⁾	1.68 ± 0.15	1.43 ± 0.18	1.09 ± 0.09
	Galactose	9.30 ± 0.39	8.30 ± 0.25	7.72 ± 0.31	6.69 ± 0.26
	Glucose	9.71 ± 0.43	6.77 ± 0.30	6.61 ± 0.21	7.04 ± 0.29
	Mannose	17.01 ± 1.22	13.81 ± 1.08	13.79 ± 1.23	13.58 ± 1.27
	Total	38.08 ± 2.21	30.56 ± 1.78	29.55 ± 1.93	28.40 ± 1.91
Brazil	Arabinose	2.86 ± 0.20	1.80 ± 0.14	1.37 ± 0.11	1.04 ± 0.08
	Galactose	10.41 ± 0.57	7.76 ± 0.39	7.42 ± 0.41	5.87 ± 0.31
	Glucose	9.92 ± 0.61	6.52 ± 0.42	6.47 ± 0.37	6.38 ± 0.29
	Mannose	15.49 ± 1.13	13.21 ± 1.29	13.09 ± 1.17	12.07 ± 1.09
	Total	38.69 ± 2.51	29.29 ± 2.24	28.35 ± 2.06	25.36 ± 1.77
India	Arabinose	2.69 ± 0.19	1.53 ± 0.78	1.37 ± 0.63	1.02 ± 0.07
	Galactose	11.26 ± 0.73	8.83 ± 0.39	8.35 ± 0.45	6.95 ± 0.37
	Glucose	9.12 ± 0.68	8.05 ± 0.55	7.46 ± 0.62	7.36 ± 0.49
	Mannose	14.66 ± 1.29	12.58 ± 1.32	13.11 ± 1.09	11.79 ± 1.09
	Total	37.72 ± 2.89	30.99 ± 3.04	30.29 ± 2.79	27.12 ± 2.02

¹⁾Mean ± SD (n = 3).

겐산의 분해에 의한 감소정도는 커피원두 대비 약 90% 이상으로 나타났다. 따라서 클로로겐산 함량을 토대로 배전정도와와의 상관관계식을 구한 다음, 클로로겐산의 함량을 대입한다면, 배전커피 제품의 배전정도를 추정하는 것이 가능하다.

일반적으로 *Robusta* 커피가 *Arabica*에 비해서 품질측면에서 떨어지는 것으로 인식되어 왔는데, 이는 *Robusta* 커피의 클로로겐산의 함량이 *Arabica*에 비해서 상대적으로 많은 것과 연관이 있는 것으로 보고되어있다(20,23). 특히 diCQA는 관능적으로 쓴맛, 신맛을 나타내며, 4,5-diCQA의 경우는 금속적인 쓴맛을 나타내기 때문에 커피품질에 나쁜 영향을 주는데, *Robusta*의 경우 *Arabica*에 비해서 4,5-diCQA의 함량이 항상 높은 것으로 보고하였다.

Monosacchrides 함량

단당류는 아미노산 및 단백질 분해물과 결합하여 Maillard 반응물을 생성하며, 커피에 있어서는 배전공정중 분해되어 푸란 유도체를 생성한다. 이러한 푸란 유도체들은 황함유 아미노산들과 쉽게 반응하여 furfurylthiol 등과 같은 물질들을 생성한다. 이들 화합물들은 볶음 냄새 그리고 커피의 향과 유사한 향 특성을 지니고 있기 때문에 커피품질에 있어서 매우 중요한 역할을 한다. 커피원두의 품종별에 따른 단당류 함량을 분석한 결과는 Table 3에서 보여주는 바와 같이 *Arabica* 품종인 Colombia 및 Brazil의 경우 건조함량으로서 각각 38.08, 38.69% 정도이고, *Robusta*의 경우 37.72%로서 *Arabica*가 *Robusta*에 비해서 총 단당류의 함량이 많았다. 또한 단당류의 각각의 성분함량을 비교하면 mannose의 경우 *Arabica*가 건조함량으로서 17.0% 정도 그리고 *Robusta*가 약 14.6%로서 *Arabica*가 상대적으로 높았다. 반면에 galactose 함량은 *Robusta*가 11.3%로서 *Arabica*의 9.3% 수준에 비해서 상대적으로 많이 함유하고 있는 것으로 확인되었다.

배전정도에 따른 단당류의 함량 변화는 Table 3에 나타난 바와 같이 배전정도가 강해질수록 감소하는 경향을 보였다. 즉, 연한 배전의 경우 커피원두를 기준으로 약 18-24% 정도, 중간 배전의 경우 20-27%, 강한 배전의 경우 25-34% 정도로서 감소하는 것으로 나타났다. 특히 arabinose의 경우는 강한 배전에서 분해되는 정도가 가장 심하여 커피원두를 기준으로 손실정도가 약

64-54%로 나타났으며, 반면에 mannose의 경우 손실정도는 약 20% 수준으로 열에 상대적으로 안정하였다. Thaler(31,32)의 보고에 의하면 배전정도에 따른 실험결과 강한 배전에서 arabinose의 경우 손실정도가 약 60%로서 가장 많았고, 반면에 glucose의 손실 정도는 약 20% 수준으로 가장 적었다고 하였다.

본 연구를 통해 커피원두의 주요 비휘발성 성분들이 배전공정중 현저하게 변화된다는 사실을 것을 알 수 있었다. 커피원두의 주요 비휘발성 성분들의 변화 즉, 아미노산, 카페인, 트리고넨린, 클로로겐산 및 단당류 등은 커피 고유의 맛과 향기성분 발현에 직·간접적인 영향을 주기 때문에, 이러한 성분들에 대한 체계적이고 종합적인 분석은 향후 커피의 관능적 특성과의 상관관계 연구에 일정 부분 기여 할 것으로 기대된다.

요 약

커피 품종별 커피원두 3종에 대해서 배전공정 전, 후 변화되는 주요 화학적 성분인 아미노산, 카페인, 트리고넨린, 클로로겐산 및 단당류의 성분 변화를 측정된 결과는 다음과 같다. 아미노산 성분 변화에서는 *Robusta* 커피원두의 경우 *Arabica*에 비해서 총 아미노산, alanine 및 phenylalanine 함량이 많았으며, 배전공정중 총 아미노산의 분해정도는 *Arabica* 및 *Robusta* 모두 커피원두를 기준으로 약 30% 정도 감소하였다. 특히, cysteine은 화학적으로 분해되어 거의 존재하지 않았고, serine, lysine 및 arginine 함량은 현저하게 감소하였으며, 이와는 정반대로 glutamic acid, glycine, alanine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine 등은 배전공정중 감소폭이 적거나 또는 증가하는 경향을 나타냈다. 카페인 함량에서는 *Arabica*에서는 건조함량으로서 약 1.0%이었고 *Robusta*는 약 2.0%로 나타났으며, 배전정도에 따른 카페인 함량 변화는 거의 없었다. 트리고넨린 함량의 경우 *Arabica*는 건조함량으로서 0.87-0.90% 수준이었고 *Robusta*의 경우는 0.74%로 나타났으며, 배전정도에 따른 트리고넨린 함량을 분석한 결과 배전정도가 강해질수록 *Robusta*의 경우 커피원두를 기준으로 약 65% 정도, 그리고 *Arabica*는 50% 정도 감소하였다. 클로로겐산 함량에서는 *Arabica*의 경우 건조함량으로서 4.38-4.66% 수준이었고 *Robusta*의 경우는 4.82%로서 *Robusta*가 *Arabica*에 비해서 보다 많은 양을 함유

하고 있었으며, 배전정도가 강해질수록 *Robusta* 및 *Arabica* 모두 커피원두 대비 약 90% 이상 감소하는 것으로 나타났다. 총단당류 함량에서는 *Arabica* 품종인 Colombia 및 Brazil의 경우 건조 함량으로서 각각 38.08, 38.69%, *Robusta*의 경우 37.72%로서 *Arabica*가 *Robusta*에 비해서 총 단당류의 함량이 약간 많았으며, 배전정도별에 따른 단당류의 함량 변화는 배전정도가 강해질수록 감소하는 경향을 보였다.

문 헌

- Clarke R, Macrae R. Introduction. pp. 1-41. In: Coffee Chemistry. Clarke R, Macrae R (eds). Elsevier Applied Science Publishers. Barking, UK (1985)
- Sievetz M, Desorsier NW. Coffee Technology. AVI Publishing Co, Westport, CT, USA. pp. 416-565 (1979)
- Ukers WH. All about Coffee. 2nd ed. Gale Research Co., Detroit, MI, USA. pp. 35-271 (1976)
- Thaler H, Gaigl R. Die zusammensetzung des eiweisses des rohkaffees, Z. Lebensm. Unters. Forch. 118 : 10-24 (1962)
- Feldman JR, Ryder WS, Kung JT. Importance of non-volatile compounds to the flavor of coffee. J. Agric. Food Chem. 17: 733-739 (1969)
- Macdonald IA, Macrae R. The determination of amino acids in coffee products. Proc. Coll. ASIC. Berlin, Germany. pp. 333-340 (1985)
- Steinhart H, Luger A. Amino acids pattern of steam treated coffee. Proc. Coll. ASIC. Kyoto, Japan. pp. 278-285 (1995)
- Yeransian JA, Kadin H, Broker E. A more accurate method for determination of caffeine in decaffeinated coffee. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 46: 120-125 (1963)
- Duijn J, Stegen GHD. Analysis of caffeine and trigonelline using high-performance liquid chromatography. J. Chromatogra. 179: 199-204 (1979)
- Newton JM. Spectrophotometric determination of caffeine in coffee products. J. Assoc. Anal. Chem. 62: 705-708 (1979)
- Trugo LC, Macrae R. Application of high performance liquid chromatography to the analysis of some non-volatile coffee components. Archivos Latinoamericanos De Nutrit. 36: 98-107 (1989)
- Trugo LC, Macrae R, Dick J. Determination of purine alkaloids and trigonelline in instant coffee and other beverages using high performance liquid chromatography. J. Sci. Food Agric. 34: 300-306 (1983)
- Moore LC, Macrae R, Grenenger DM. Determination of trigonelline in coffee. Anal. Chem. 23: 327-331 (1951)
- Viani R, Horman I. Thermal behavior of trigonelline. J. Food Sci. 39: 1216-1217 (1974)
- Viani R, Horman I. Determination of trigonelline in coffee. Proc. Coll. ASIC. Montpellier, France. pp. 275-278 (1975)
- Merritt MC, Proctor BE. Effect of temperature during the roasting cycle on selected components of different types of whole bean coffee. J. Sci. Food Agric. 14: 200-206 (1975)
- Maier H.G. On the composition of fast roasted coffee. Proc. Coll. ASIC. Berlin, Germany. pp. 291-296 (1985)
- Van der Stegen GHD, Van Duijn. J. Analysis of chlorogenic acids. Proc. Coll. ASIC. Paris, France. pp. 107-112 (1980)
- Clifford MN, Wight J. The measurement of feruloylquinic acids and caffeoylquinic acids in coffee beans. J. Sci. Food Agric. 27: 73-84 (1976)
- Clifford MN. Chlorogenic acids. pp. 153-202. In: Coffee Chemistry. Clarke R, Macrae R (eds). Elsevier Applied Science Publishers. Barking, UK (1985)
- Konig WA, Sturm R. Gaschromatographie und massenspektrometrie als hilfsmittel zur untersuchung hochsiedender kaffeinhaltstoffsstoffe. Proc. Coll. ASIC. San Francisco, USA. pp. 271-278 (1982)
- Maier HG, Grimsehl A. Die sauren des kaffees. II. chlorogensauren im rohkaffee. Kaffee und Tee Market 32: 3-5 (1982)
- Trugo LC, Macrae R. A study of the effect of roasting on the chlorogenic acid composition of coffee using HPLC. Food Chem. 15: 219-229 (1984)
- Hughes WJ, Thorpe TM. Determination of organic acids and sucrose in roasted coffee by capillary gas chromatography. J. Food Sci. 52: 1078-1083 (1987)
- Trugo LC, Macrae R. Chlorogenic acid composition of instant coffee. Analyst 109: 263-266 (1984)
- Clifford MN. The phenolic compounds of green coffee and roasted coffee beans. PhD thesis. The University of Strathclyde. Glasgow, Scotland (1972)
- Wolfrom ML, Plunkett RA, Laver ML. Carbohydrates of the coffee bean. J. Agric. Food Chem. 8: 58-65 (1960)
- Wolfrom ML, Patin DL. Isolation and characterization of cellulose in the coffee bean. J. Agric. Food Chem. 12: 376-377 (1964)
- Thaler H, Arneth. Polysaccharide der grünen bohnen von coffee arabica. Z. Lebensm. Unters. Forch. 138: 26-35 (1967)
- Thaler H, Arneth. Polysaccharide des gerösteten arabica-kaffees. Z. Lebensm. Unters. Forch. 138: 137-145 (1968)
- Thaler H, Arneth. Studies of coffee and coffee-substitute. VIII. behaviour of polysaccharide-complexes of raw arabica-coffee during roasting. Z. Lebensm. Unters. Forch. 140: 101-109 (1969)
- Thaler H. The chemistry of coffee extraction in relation to polysaccharides. Food Chem. 4: 13-22 (1979)
- Thaler H. Studies of coffee and coffee-substitute, polysaccharides of the raw beans of coffee canephora var. robusta. Z. Lebensm. Unters. Forch. 140: 342-347 (1969)
- Maier HG, Diemair W, Ganssmann J. Zur isolierung und charakterisierung der braunen kaffeeröststoffe. Z. Lebensm. Unters. Forch. 137: 282-292 (1968)
- Maier HG, Buttle H. Zur isolierung und charakterisierung der braunen kaffeeröststoffe. Z. Lebensm. Unters. Forch. 150: 331-335 (1973)
- Clifford MN. The composition of green and roasted coffee beans. Proc. Biochem. 5: 13-16 (1975)
- Clifford MN. The composition of green and roasted coffee beans. Proc. Biochem. 3: 20-29 (1975)
- Benson JR, Hare PE. σ -Phthalaldehyde fluorogenic detection of primary amines in the picomole range; comparison with fluorescamine and nihydrin. Proc. Natl. Acad. Sci. 72: 619-622 (1975)
- Umagat H, Hucera P, Bennett JC. Total amino acids analysis using pre-column fluorescence derivatization. J. Chromatogra. 241: 324-334 (1982)
- Bradbury A, Weers M. Non-volatile compounds analysis in coffee. Kaft Eur. Anal. Method. 5-17 (1995)
- Trugo LC. Carbohydrates. pp. 83-114. In: Coffee Chemistry. Clarke R, Macrae R (eds). Elsevier Applied Science Publishers. Barking, UK (1985)
- Jones GV. Carbohydrate composition in coffee by quantitative saccharification. GF World Wide Analytical Methodology. pp. 3-12 (1989)
- Macrae R. Nitrogenous components pp. 115-152. In: Coffee Chemistry. Clarke R, Macrae R (eds). Elsevier Applied Science Publishers. Barking, UK (1985)