

추출 및 저장 조건에 따른 더치커피의 이화학적 특성 및 항산화 활성

소윤지 · 이민우 · 유경미 · 강희진 · 황인경*
서울대학교 식품영양학과 · 생활과학연구소

Physicochemical Characteristics and Antioxidant Activity of Dutch Coffee Depending on Different Extraction Conditions and Storage

Yun-Ji So, Min-Woo Lee, Kyung-Mi Yoo, Hee-Jin Kang, and In-Kyeong Hwang*

Department of Food and Nutrition · Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

Abstract This study was designed to evaluate the changes in the physicochemical properties and antioxidant activity of Dutch coffee (cold brew) under different conditions of extraction and storage. Dutch coffee was extracted from ground coffee soaked in water at 4 or 20°C and stored for 8 weeks at 4 or 20°C. The storage temperature affected the decline in pH and increase in acidity compared to the extraction temperature. The total phenol content partly decreased during the storage period. As the extraction temperature increased, the ABTS [2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical-scavenging activities also increased; in fact, DPPH radical-scavenging activity showed a general increase. As the storage time prolonged, the caffeine content decreased, but the contents of caffeic acid and chlorogenic acid increased. The results for all kinds of samples indicated that the general bacterial count was <1 CFU/mL, which indicated that the coffee can be stored for and consumed within 8 weeks.

Keywords: Dutch coffee, extraction temperature, storage, antioxidant activity, general bacterial count

서 론

커피는 일반적으로 커피 원두를 갈아 뜨거운 물로 우려낸 향이 진한 음료를 의미한다. 전 세계적으로 음용 되는 기호식품의 하나인 커피는 강렬한 향과 이미지에 걸맞게 소비되는 양 또한 적지 않다. 커피를 추출하는 방법은 다양하며, 추출 방식은 크게 분쇄한 커피 원두와 물을 일정시간 동안 정지(定置)한 후 필터로 걸러내는 방식과 물을 일정한 속도로 공급하여 흘러주는 드립여과(drip filtration)로 나뉜다(1). 더치커피(Dutch coffee)(2)는 분쇄한 커피 원두를 전용 용기에 담아 일정한 유속으로 물을 공급하여 추출하는 커피로 추출 방법이 드립여과법과 비슷하다. 그러나 추출 시 일반적으로 상온 또는 그 이하 온도의 물을 사용하고 3시간 이상의 장시간 추출하는 것이 다른 점이며, 분쇄한 원두를 함께 섞어 여러 시간 정지한 후 필터로 걸러서 만들기도 한다(3). 일반적인 커피들과 달리 더치커피는 낮은 온도에서 추출하기 때문에 신맛이 적고 특유의 향과 맛을 가지고 있으며(2), 최근에는 많은 관심과 함께 소비가 증가하였다. 또한 일반적인 커피와 달리 원액상태로 저장이 가능하기 때문에 상품으로서의 가치도 높다. 더치커피의 상품가치의 상승은 특허와 상표 등의 등록 현황으로 살펴볼 수 있는데, 현재 국내의 더치커피와 관련하여 출원 혹은 등록된 특허실용은 27건, 디자인은 20건, 상표는 71건이 있

다(4). 특허실용은 주로 2012년부터 등록되기 시작하였고 상표는 2013년부터 등록 건수가 급격하게 증가하였으며, 최근에는 편의점에서 희석된 형태의 RTD (Ready-to-drink) 제품이 출시되기도 하였다. Hwang 등(2)에 따르면 더치커피는 추출 시간에 따라서 페놀 함량 및 기타 성분의 함량과 항산화 활성이 감소한다고 하였고 또한 4°C의 낮은 추출온도에도 불구하고 조지방과 카페인 함량이 적지 않음을 보여주었다. 그러나 그 밖의 관련 문헌이 적고, 특히 커피 추출 시 중요한 온도에 대한 이화학적, 미생물학적 특성과 생리활성 등에 대한 기초적인 선행연구가 부족한 실정이다.

커피는 추출하는 방법과 조건에 따라서 이화학적 특성뿐만 아니라 관능적 특성 또한 변화하기 때문에(5-8) 본 연구에서는 추출온도(4, 20°C)를 달리한 더치커피의 특성을 살펴보았다. 또한 더치커피는 일반적으로 원액상태로 저장하며 음용하기에 저장에 따른 품질 변화와 저장 가능성에 대한 연구를 진행하였다. 총 8주간 4°C와 20°C 총 두 가지 온도에서 저장하며 이화학적 특성 및 미생물학적 특성에 대한 분석하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에는 아라비카종인 2013년산 에티오피아의 예가체프 코케 지방에서 재배된 G2 등급의 커피콩(Ethiopian Yirgacheffe G2)을 사용하였다(143 Greenline roasters, Seoul, Korea). 225°C에서 15분간 로스팅한 풀 시티(full city)상태의 원두를 밀봉한 후 -72°C 이하에 보관하였고 추출 직전에 커피그라인더(Baratza encore, Conical burr, Rimini, Italy)를 이용하여 평균 800 µm로 분쇄하여 일주일 이내에 소비하였다.

*Corresponding author: In-Kyeong Hwang, Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
Tel: 82-2-880-5708
Fax: 82-2-882-5708
E-mail: ikhwang@snu.ac.kr
Received June 11, 2014; revised September 5, 2014;
accepted September 8, 2014

추출 방법 및 조건

더치커피는 전용기구(1 Liter triple, Mika coffee, Gwangmyeong, Korea)를 사용하여 반복 추출하였다. 일정한 유속을 위해 연동펌프(Model WIZ, ISCO, Louisville, KY, USA)를 이용해 물을 공급하였으며, 추출온도는 인큐베이터(VB-150B, Vision Biotech, Incheon, Korea)와 항온수조(Model BS-31, JEIO TECH, Daejeon, Korea)를 이용해 공급하는 물의 온도와 주변온도 동일하게 하였다. 60 mL의 정수된 물을 부어 10분간 적시기(pre-wetting) 과정 후 2 mL/min의 속도로 4시간 30분 동안 540 mL를 흘려주고, 30분간 여분의 커피가 추출될 수 있게 방치하였다. 추출온도와 저장온도가 미치는 영향을 통합적으로 알아보기 위해 냉장온도 범위의 4°C와 상온인 20°C 두 가지 온도에서 3회 반복 추출하였고, 멸균된 용기에 나누어 담아 각각 4°C와 20°C에 저장하였다. 시료들 중 4°C에서 추출 및 저장한 시료를 LL로 표기하고, 20°C에서 추출 및 저장한 시료를 RR로 표기한 것과 동일한 방법으로 추출온도와 저장 온도 순서로 LL, LR, RL, RR로 나타내었다. 총 8주간 저장하면서 0, 1, 2, 4, 6, 8주차에 시료를 분석하였으며, 시료의 선정은 단순무작위 표본 추출법(simple random sampling)을 이용하였다.

갈색도 및 고형분 함량

갈색도는 시료를 3차 증류수로 30배 희석하여 분광광도계(Optizen 2120UV, Mecasys, Daejeon, Korea)를 이용하여 420 nm에서 측정하였다(9). 고형분 함량은 시료 약 1g을 취하여 상압 가열 건조법으로 105°C 오븐에서 24시간 건조 후 항량에 도달한 무게를 측정하여 값을 이용하여 %(w/w)로 환산하였다.

pH 및 총산도

pH는 pH meter (S20, Mettler-Toledo Inc., OH, USA)을 이용하여 측정하였고, 저장기간에 따라 각각의 시료는 3반복 측정 후 평균값을 사용하였다. 총산도는 시료를 10배 희석하여 측정 후 citric acid 함량(%)으로 환산하여 표기하였다.

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

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)

주요 유기산 및 카페인 함량측정

Chlorogenic acid, quinic acid, caffeic acid, caffeine의 함량은

HPLC를 이용해 정량하였다. 시료는 3차 증류수로 4배 희석하고 여과하여 분석 시료로 사용하였다. D-(-)-Quinic acid, caffeic acid, caffeine (anhydrous, purum)은 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)에서, chlorogenic acid (primary reference standard)은 HWI Analytic GmbH (Rulzheim, Germany)에서 구매하여 사용하였다. 각각의 주요 유기산의 정량은 Lee(10)가 사용한 분석 조건을 참고하여 설정하였고, 자세한 분석 조건은 Table 1과 같다.

총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Giampiero 등(11)이 사용한 Folin-Ciocalteu 방법을 응용하여 측정하였다. 80배 희석한 시료 200 µL에 1 N Folin-Ciocalteu reagent (Sigma Chemical Co.) 400 µL를 가하고, 30% (w/v) Na₂CO₃ (Sigma Chemical Co.) 600 µL를 넣어 교반한 후 상온 암실에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응 후 분광광도계로 765 nm에서 흡광도를 측정하여, 1 mL당 µmol GAE (gallic acid equivalent)로 환산하여 표기하였다.

ABTS 자유 라디칼 소거 활성능

ABTS 자유 라디칼을 이용한 항산화 활성은 Kim 등(12)이 사용한 방법을 변형하여 측정하였다. 100 mM potassium phosphate buffer (PBS, pH 7.4)를 용매로 하여 1.0 mM AAPH와 2.5 mM ABTS를 제조한 후, 1:1 비율로 섞어 70°C에서 1시간동안 반응시켜 ABTS 자유 라디칼을 생성하였다. 3차 증류수로 100배 희석한 시료 20 µL에 반응시킨 용액 980 µL을 가하여 10분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하여, 시료 1 mL 당 TE (trolox equivalent)로 나타내었다.

DPPH 자유 라디칼 소거 활성능

DPPH 자유 라디칼 소거 활성능은 Brand-williams 등(13)의 방법에 따라 측정하였다. 100배 희석한 시료 160 µL에 0.2 mM DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma Chemical Co.)용액 640 µL를 가하여 실온의 암실에서 30분간 반응시켜 96 well에 담아 microplate reader (SpectraMax 190, Molecular Devices, CA, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료 1 mL 당 TE로 환산하여 나타내었다.

일반세균수 측정

일반세균수의 측정은 식품공전의 일반시험법에 따라 실시하였으며, 배지는 Plate Count Agar (BD, NJ, USA)를 이용해 제조사의 조제법에 따라 조제하였다. 세균 수 측정은 표준 평판법에 따라 35±0.5°C의 인큐베이터에서 48±1시간 동안 배양 한 후 집락수(CFU/mL)를 산정하였다.

Table 1. Operating condition of HPLC for quantification of coffee in different extraction condition

Category	Condition
Model	Summit™ HPLC equipped with P680 pump, ASI-100 Injector, UVD430U detector (Dionex, CA, USA)
Column	X-Terra RP C18 (4.6×250 mm, 5 µm, Waters, Ireland)
Mobile phase	Acetonitrile: 10 mM KH ₂ PO ₄ (10:90, v/v), isocratic
Flow rate	0.9 mL/min
Injection volume	20 µL
Temperature	column and sample: 20°C
Detection time	30 min
Wavelength	205 nm (quinic acid)
	274 nm (caffeine)
	325 nm (chlorogenic acid, caffeic acid)

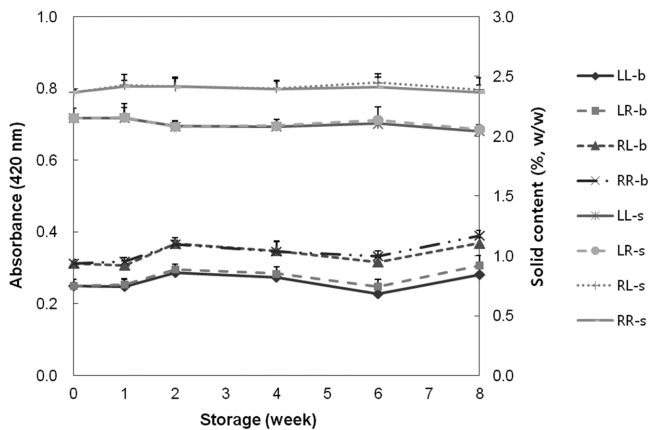


Fig. 1. Changes in brown color (420 nm) and solid content (% w/w) of Dutch coffee under different extraction and storage conditions. ¹LL: both extraction and storage at 4°C, LR: extraction at 4°C and storage at 20°C, RL: extraction at 20°C and storage at 4°C, RR: both extraction and storage at 20°C. ²LL-b (brown color) LL-s (solid content)

대장균수 측정

대장균수의 측정은 Petrifilm *E. coli*/Coliform Count (3M, MN, USA)을 이용하여 실시하였다. 희석한 시료를 1 mL 취하여 접종하고, 37±0.5°C의 인큐베이터에서 48±1시간 동안 배양한 후 집락수(CFU/mL)를 산정하였다.

통계처리

추출 및 저장 조건에 따른 더치커피의 이화학적 특성, 항산화 활성 및 유기산과 카페인의 함량을 측정된 값들은 IBM SPSS statistics 21.0을 이용해 통계 분석하였다. 저장기간에 따른 측정값의 비교는 일원배치 분산분석과 Duncan 사후분석법을 이용해 유의수준 0.05에서 동일 집단군을 구분하였다.

결과 및 고찰

고형분 함량 및 갈색도

추출 직후의 고형분 함량(%)은 4°C와 20°C의 추출온도에서 각각 2.15%와 2.37%로 추출온도가 높을수록 높았고(Fig. 1), 저장기간에 따른 차이를 보이지 않았다. 초기 고형분 값은 본 연구보다 더 긴 시간동안 추출한 더치커피의 중간 분획물의 값과 유사하였다(2). 고형분 함량이 높을수록 갈색도가 증가하기 때문에(14) 갈색도 역시 추출온도가 높을수록 높게 나타나, 4°C와 20°C의 추출온도에서 각각 0.250, 0.313의 값을 보였다(Fig. 1). 갈색도는 저장함에 따라 증가하여 8주차에 가장 높았으며($p < 0.05$), 뜨거운 물로 추출한 커피 또한 20°C 이상의 온도에서 저장 시 색이 어두워진다고 한 연구 결과(16)와 같은 경향을 보였다. 그러나 앞선 연구와 Sopelana 등(15)의 연구에서 4°C에 저장한 커피는 색의 밝기가 감소하지 않아 저온에서의 4°C와 20°C에서 모두 갈색도가 증가한 본 결과와는 차이가 있었다.

pH 및 총산도

4°C와 20°C에서 추출한 직후 0주차에 더치커피의 pH는 각각 5.61과 5.65로 Hwang 등(2)의 연구에서 추출한 더치커피의 시간별 분획의 pH와 유사한 범위를 보였고, 저장기간이 길어질수록 감소하였다(Fig. 2). 같은 온도에서 저장한 시료끼리 비슷한

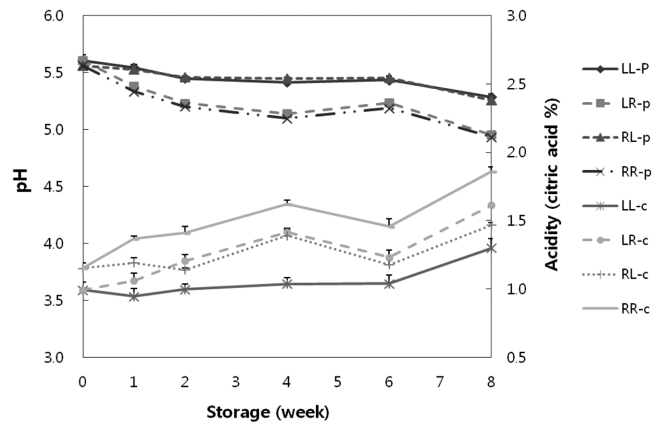


Fig. 2. Changes in pH and titratable acidity (citric acid %) of Dutch coffee under different extraction and storage conditions.

¹LL: both extraction and storage at 4°C, LR: extraction at 4°C and storage at 20°C, RL: extraction at 20°C and storage at 4°C, RR: both extraction and storage at 20°C. ²LL-p (pH) LL-c (titratable acidity)

pH 감소 변화를 보였고, Rosa 등(16)과 Perez-Martinez 등(17)의 연구에서와 마찬가지로 저장온도가 높을수록 pH 감소의 폭이 컸다. 저장에 따른 pH의 감소는 뜨거운 물로 추출한 커피의 저장 가속실험(16)에서와 같이 다양한 유기산의 증가와 chlorogenic acid의 분해로 인한 caffeic acid와 quinic acid의 함량이 증가가 그 원인이 될 수 있다. 또한 커피의 저장온도가 높을수록 chlorogenic acid의 분해가 촉진된다고 한 Sivetz 등(18)의 연구 결과와 경향이 일치하였다. 이와 같은 유기산 함량의 변화는 신맛의 상승에도 영향을 끼치며(19), 따라서 본 실험의 결과도 이러한 변화에 기인한 것으로 볼 수 있다. 총산도 값은 citric acid(%)로 환산하였을 때 4°C와 20°C에서 추출한 시료가 각각 0.99, 1.15%로 20°C에서 추출한 시료가 높았고 모든 추출 조건에서 Hwang 등(2)의 연구 결과보다 두 배 정도 높은 값을 보였다. 이와 같은 산도의 차이는 추출조건에 의한 것이 아니라 사용한 원두의 종류가 다르기 때문에 각 원두의 특성 차이에서 기인하는 영향이 더 큰 것으로 사료된다. 한편, 더치커피의 저장에 따른 총산도의 변화는 추출온도보다 저장온도에 의한 영향력이 더 크게 나타났다. 8주간 저장 실험을 한 결과 4°C에서 추출하여 20°C에 저장한 LR시료의 총산도는 약 1.6배 증가하였으나, 20°C에서 추출하여 4°C에 저장한 RL시료는 약 1.3배 증가하여 상대적으로 높은 온도에서 저장한 시료의 산도 증가 폭이 더 컸다. 또한 8주차에 총산도 값은 LR, RL시료 각각 1.61, 1.47%로 추출 직후 0주차의 총산도 값이 더 낮게 나타난 LR시료의 총산도 값이 저장 이후 더 높게 나타났다(Fig. 2). 이에 총산도와 pH 모두 추출온도보다 저장온도에 의한 영향이 더 큰 것으로 확인되었다.

유기산 및 카페인 함량

추출온도가 높을수록 추출 직후 0주차에 시료의 chlorogenic acid 함량이 많았고, 4°C와 20°C에서 추출한 시료는 각각 373.7, 436.7 µg/mL의 값을 보였다. 저장기간에 따라 전반적으로 증가하였으나, 20°C에서 저장한 시료만 유의적인 차이를 보였고(Table 2), 4°C에 저장한 시료는 Sopelana 등(15)과 Perez-Martinez 등(17)의 연구 결과와 유사하게 저장하는 동안 chlorogenic acid의 함량의 차이가 크지 않았다. 그러나 뜨거운 물로 추출한 커피를 80°C의 높은 온도에서 보관하면 chlorogenic acid lactone이 가수분해 되어 약 60% 감소하고 대신 chlorogenic acid의 양이 증가한다고 알려져 있

Table 2. Chlorogenic acid and caffeic acid content ($\mu\text{g/mL}$) of Dutch coffee under different extraction and storage conditions

Storage (week)	Chlorogenic acid ($\mu\text{g/mL}$)				Caffeic acid ($\mu\text{g/mL}$)			
	LL ¹⁾	LR	RL	RR	LL	LR	RL	RR
0	373.6 \pm 7.7	373.6 \pm 7.7 ^b	436.7 \pm 18.8	436.7 \pm 18.8 ^{bc}	11.53 \pm 0.04 ^{ab}	11.53 \pm 0.04 ^{ab}	11.04 \pm 1.58 ^b	11.04 \pm 1.58 ^b
1	408.7 \pm 18.7	386.6 \pm 8.7 ^{ab}	416.3 \pm 4.3	419.7 \pm 12.1 ^c	12.39 \pm 2.36 ^{ab}	10.09 \pm 2.16 ^{ab}	10.80 \pm 1.74 ^b	10.68 \pm 1.28 ^b
2	371.4 \pm 15.4	398.6 \pm 32.7 ^{ab}	441.0 \pm 29.1	450.1 \pm 16.3 ^{abc}	11.03 \pm 2.03 ^{ab}	9.77 \pm 3.18 ^b	13.36 \pm 2.68 ^b	11.79 \pm 2.23 ^b
4	394.2 \pm 32.9	398.9 \pm 35.8 ^{ab}	429.5 \pm 26.3	489.2 \pm 10.7 ^a	10.10 \pm 2.91 ^b	10.40 \pm 2.31 ^{ab}	12.44 \pm 2.88 ^b	13.02 \pm 2.78 ^b
6	383.2 \pm 12.3	397.8 \pm 18.9 ^{ab}	428.7 \pm 15.3	485.2 \pm 15.9 ^a	15.13 \pm 0.63 ^a	12.05 \pm 1.58 ^{ab}	21.08 \pm 2.97 ^a	20.52 \pm 2.04 ^a
8	393.5 \pm 19.3	428.2 \pm 12.0 ^a	419.5 \pm 15.0	472.5 \pm 25.7 ^{ab}	12.93 \pm 0.34 ^{ab}	14.64 \pm 0.89 ^a	20.68 \pm 4.49 ^a	20.16 \pm 5.79 ^a

All results are expressed as mean \pm SD (standard deviation) for three replicates. Data were analysed by one-way ANOVA followed by Duncan's post hoc test for multiple comparison. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) in the same column, and other values not marked any letter are not significantly different.

¹⁾LL: both extraction and storage at 4°C, LR: extraction at 4°C and storage at 20°C, RL: extraction at 20°C and storage at 4°C, RR: both extraction and storage at 20°C

Table 3. Quinic acid and caffeine content ($\mu\text{g/mL}$) of Dutch coffee under different extraction and storage conditions

Storage (week)	Quinic acid ($\mu\text{g/mL}$)				Caffeine ($\mu\text{g/mL}$)			
	LL ¹⁾	LR	RL	RR	LL	LR	RL	RR
0	279.0 \pm 13.5	279.0 \pm 13.5 ^b	304.6 \pm 13.5	304.6 \pm 13.5 ^{ab}	1215.7 \pm 31.4 ^a	1215.7 \pm 31.4	1374.5 \pm 20.7 ^a	1374.5 \pm 20.7 ^a
1	296.6 \pm 17.0	283.9 \pm 15.9 ^{ab}	298.9 \pm 8.3	288.2 \pm 8.9 ^a	1074.9 \pm 64.8 ^b	1150.7 \pm 59.6	1237.6 \pm 66.7 ^b	1256.1 \pm 36.5 ^b
2	280.1 \pm 14.9	287.0 \pm 22.6 ^{ab}	307.4 \pm 19.5	308.2 \pm 18.2 ^{abc}	1090.2 \pm 11.0 ^b	1126.5 \pm 54.7	1249.1 \pm 35.6 ^b	1292.3 \pm 53.6 ^{ab}
4	288.7 \pm 26.1	291.1 \pm 25.3 ^{ab}	300.3 \pm 21.8	328.3 \pm 17.0 ^a	1115.9 \pm 65.1 ^b	1126.2 \pm 77.8	1227.8 \pm 18.3 ^b	1277.4 \pm 75.9 ^{ab}
6	280.0 \pm 11.8	291.1 \pm 20.7 ^{ab}	296.9 \pm 19.2	320.3 \pm 7.9 ^{ab}	1111.0 \pm 14.9 ^b	1098.3 \pm 68.7	1232.6 \pm 43.0 ^b	1273.0 \pm 34.0 ^{ab}
8	285.9 \pm 15.0	316.0 \pm 17.9 ^a	296.7 \pm 18.9	316.2 \pm 20.9 ^{ab}	1123.4 \pm 76.0 ^b	1193.0 \pm 69.6	1222.7 \pm 9.2 ^b	1212.2 \pm 57.5 ^b

All results are expressed as mean \pm SD (standard deviation) for three replicates. Data were analysed by one-way ANOVA followed by Duncan's post hoc test for multiple comparison. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) in the same column, and other values not marked any letter are not significantly different.

¹⁾LL: both extraction and storage at 4°C, LR: extraction at 4°C and storage at 20°C, RL: extraction at 20°C and storage at 4°C, RR: both extraction and storage at 20°C.

으며(15), melanoidins에서 chlorogenic acid가 유리되어 그 함량이 증가할 수 있다고 한다(20,21). 본 연구에서는 선행연구에 비해 저장 온도가 더 낮아 chlorogenic acid lactone의 분해와 chlorogenic acid의 유리가 상대적으로 적게 일어난 것으로 보이며 4°C에서는 그 현상이 더 둔화되어 차이를 보이지 않을 것으로 사료된다. Caffeic acid의 함량은 chlorogenic acid와 마찬가지로 추출 직후에 추출온도가 높을수록 더 높은 함량을 보였고 전반적으로 증가하였다. 특히, 6주차에 20°C에서 추출한 시료에서 그 함량이 급격히 증가하였는데(Table 2), 이는 증가한 chlorogenic acid의 일부가 caffeic acid와 quinic acid로 가수분해 되었기 때문으로 사료된다. Caffeine도 다른 유기산들과 동일하게 추출 직후 0주차에 그 함량이 4°C와 20°C에서 각각 1215.7, 1374.5 $\mu\text{g/mL}$ 로 더 낮은 온도에서 추출 시료가 더 낮은 함량을 보였다(Table 3). 더치커피의 caffeine 함량은 다양한 종류의 원두를 재료로 하여 coffee-maker로 추출한 커피와 유사한 값을 나타내었다(22). 실제 caffeine은 추출하는 물의 증가에 따라 용해도가 급격하게 상승한다. 그러나 더치커피의 경우 추출하는 시간이 드립여과법을 이용하는 coffee-maker에 비해 30배 이상 길기 때문에 낮은 추출온도에도 불구하고 추출 이후 caffeine 함량이 오히려 더 높거나 비슷한 값을 나타내었다고 사료된다. 저장하는 동안 caffeine 함량은 전반적으로 감소하였으나 이와 같은 결과는 드립커피를 추출 후 저장 실험한 Perez-Martinez 등(17)의 연구에서와는 차이를 보였다.

총 페놀 함량

저장기간 동안 4°C와 20°C에서 추출한 커피의 총 페놀 함량은 각각 15.12-17.35, 17.52-20.63 $\mu\text{mol GAE/mL}$ 의 범위로 나타나

(Table 4), 다양한 종류의 원두를 뜨거운 물로 추출한 커피의 총 페놀 함량과 유사하였다(22,23). 저장기간이 길어짐에 따라 20°C에서 추출한 시료들(RL, RR)은 저장 중 약간의 변동이 있었으나 최종적으로 8주차의 페놀 함량은 추출 직후의 함량과 차이를 보이지 않았고, 4°C에서 추출한 시료들(LL, LR)은 가수분해 등에 의한 구성 성분 함량 등의 변화(15)로 약 10% 감소하였다.

항산화 활성

ABTS 자유 라디칼 소거 활성능은 Fig. 3에 제시된 것과 같이

Table 4. Changes in total phenolic content ($\mu\text{mol GAE}^1/\text{mL}$) of Dutch coffee under different extraction and storage conditions

Storage (week)	Extraction and storage condition			
	LL ²⁾	LR	RL	RR
0	17.35 \pm 0.36 ^a	17.35 \pm 0.36 ^a	18.97 \pm 0.33 ^b	18.97 \pm 0.33 ^a
1	16.72 \pm 0.89 ^{ab}	16.44 \pm 0.53 ^{ab}	18.40 \pm 0.62 ^b	17.52 \pm 0.58 ^b
2	16.90 \pm 0.71 ^{ab}	16.45 \pm 0.70 ^{ab}	20.63 \pm 0.41 ^a	18.95 \pm 0.58 ^a
4	16.28 \pm 0.70 ^{ab}	15.66 \pm 1.06 ^b	19.08 \pm 0.10 ^b	18.35 \pm 0.35 ^{ab}
6	16.70 \pm 0.66 ^{ab}	15.68 \pm 0.71 ^b	19.20 \pm 0.50 ^b	18.28 \pm 0.32 ^{ab}
8	15.76 \pm 0.50 ^b	15.12 \pm 0.37 ^b	18.56 \pm 0.74 ^b	18.02 \pm 0.41 ^{ab}

All results are expressed as mean \pm SD (standard deviation) for three replicates. Data were analysed by one-way ANOVA followed by Duncan's post hoc test for multiple comparison. Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$) in the same column.

¹⁾GAE (gallic acid equivalent)

²⁾LL: both extraction and storage at 4°C, LR: extraction at 4°C and storage at 20°C, RL: extraction at 20°C and storage at 4°C, RR: both extraction and storage at 20°C

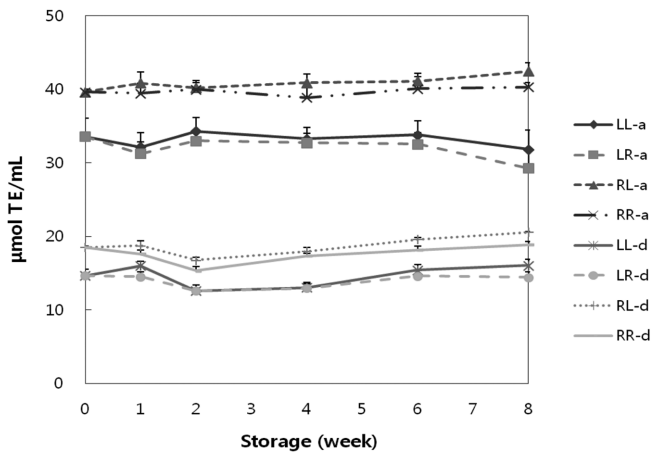


Fig. 3. ABTS and DPPH free radical scavenging activity of Dutch coffee under different extraction and storage conditions.
¹LL: both extraction and storage at 4°C, LR: extraction at 4°C and storage at 20°C, RL: extraction at 20°C and storage at 4°C, RR: both extraction and storage at 20°C. ²LL-a (ABTS) LL-d (DPPH)

4°C와 20°C에서 추출한 시료가 각각 33.6, 39.6 µmol TE/mL로 20°C에서 추출한 시료가 더 높았고($p < 0.05$), 저장기간 동안 차이를 보이지 않았다. 한편 DPPH 자유 라디칼 소거 활성능 또한 4°C와 20°C에서 추출한 시료가 각각 14.7, 18.5 µmol TE/mL로 20°C에서 추출한 시료가 더 높았다(Fig. 3). 앞선 결과 값은 Ludwig 등(22)의 연구에서 filter coffee-maker로 추출한 아라비카 종과 로부스타종의 항산화 활성을 측정된 값과 유사하였다. 저장기간에 따라 DPPH 자유 라디칼 소거 활성능은 증가하는 경향을 보였고, 이와 유사하게 Sopelana 등(15)의 연구에서는 뜨거운 물로 추출한 커피를 60일간 보관한 결과 DPPH 항산화 활성이 추출 직후 보다 증가하였다고 보고하였다. 또한 저장기간에 따른 항산화 활성의 증가, 감소는 melanoidin과 그 전구체들의 비산화적 중합반응에 의한 것일 수 있다는 가능성을 제시하여 저장에 따른 갈색도의 증가와도 연관이 있을 것으로 사료된다.

일반세균수 및 대장균수

모든 추출조건은 시료는 8주간 저장하는 동안 일반세균수가 모두 평균 1 CFU/mL 미만으로 검출되었고, 대장균은 음성이었다. 이와 유사하게 뜨거운 물에서 추출한 커피를 4°C와 25°C에서 60일간 저장하였던 연구(15) 또한 본 연구의 실험 조건에서와 같이 일반세균이 1 CFU/mL 미만으로 검출되었다고 보고하였다. 한편, 최근 기준치 이상의 세균수로 더치커피가 문제가 되었는데(24), 이는 제조상의 위생 문제로 인한 것으로 사료되며, 이에 따라 더치커피는 위생적인 환경에서 추출하는 것이 중요함을 알 수 있다. 특히 상온에서 개방된 상태로 오래 방치하지 않아야 하고, 세척이 잘 된 용기에 담아서 보관해야 저장기간이 길어져도 안전하게 음용할 수 있다. 따라서 더치커피 추출과 보관 시 위생상의 주의점이 요구된다.

요약

더치커피는 추출온도가 높을수록 산도를 제외한 모든 지표에서 높은 값을 보였고, 대체적으로 저장기간이 길어짐에 따라 pH, 총 페놀 함량, 카페인은 감소하였고 갈색도, 산도, DPPH 라디칼 소거 활성능, chlorogenic acid, caffeic acid, quinic acid의 함량은

증가하였다. 또한 8주간 4°C와 20°C에 저장하였을 때 일반세균 및 대장균은 거의 검출되지 않아 위생적인 환경에서 추출한다면 8주간 저장하며 음용하기에 안전한 것으로 나타났다. 더치커피를 저장하는 동안 다양한 지표들의 관찰을 통해 더치커피의 저장 특성을 이해할 수 있었으며, 이후 더치커피의 저장에 따른 향기 성분 등의 분석과 유통기한 등을 설정하는데 기초자료가 될 것으로 기대한다.

References

- Peters A. Brewing makes the difference. pp. 97-106. In: Proceedings of the 14th International Scientific Colloquium on Coffee. July 14-19, San Francisco, CA, USA. ASIC, Bussigny, Switzerland (1991)
- Hwang SH, Kim KS, Kang HJ, Kim MJ. Phenolic compound contents and antioxidative effects on Dutch coffee by extraction time. Korean Publ. Health Res. 39: 21-29 (2013)
- Lin SY, Wang LH, Lin YH, Han YH, Wang YS, Yeh CS. Antioxidative activity and caffeine content of coffee from different preparation methods. Taiwan. J. Agric Chem. Food Sci. 47: 268-275 (2009)
- Korean Intellectual Property Rights Information Service. Search word: Dutch coffee. Available from: <http://www.kipris.or.kr>. Accessed Jun 18, 2014.
- Voilley A, Sauvageot F, Simatos D. Influence of some processing conditions on the quality of coffee brew. J. Food Process Pres. 5: 135-143 (1981)
- Bell LN, Wetzel CR, Grand AN. Caffeine content in coffee as influenced by grinding and brewing techniques. Food Res. Int. 29: 785-789 (1996)
- Snchez-Gonzlez I, Jimnez-Escrig A, Saura-Calixto F. *In vitro* antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso, and filter). Food Chem. 90: 133-139 (2005)
- Gloess AN, Schonbachler B, Klopprogge B, Lucio D, Chatelain K, Bongartz A, Strittmatter A, Rast M, Yeretizian C. Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. Eur. Food Res. Technol. 236: 607-627 (2013)
- Morales FJ, Jimnez-Prez S. Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence. Food Chem. 72: 119-125 (2001)
- Lee SY. A study of preference and alkaloid content of various commercial coffees. MS thesis, Youngnam University, Gyeong-san, Korea (2004)
- Giampiero S, Carla M, Paola P, Dino M. Effect of roasting degree, equivalent thermal effect and coffee type on radical scavenging activity of coffee brews and their phenolic fraction. J. Food Eng. 90: 74-80 (2009)
- Kim DO, Lee LW, Lee HJ, Lee CY. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. J. Agr. Food Chem. 50: 3713-3717 (2002)
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Sci. Technol. 28: 25-30 (1995)
- Sivetz M, Foote HE. Coffee Processing Technology. Avi Pub Co., Inc., London, UK. pp. 127-161 (1963)
- Sopelana P, Prez-Martnez M, López-Galilea I, de Peaa MP, Cid C. Effect of ultra high temperature (UHT) treatment on coffee brew stability. Food Res. Int. 50: 682-690 (2013)
- Rosa MD, Barbanti D, Lericri CR. Changes in coffee brews in relation to storage temperature. J. Sci. Food Agr. 50: 227-235 (1990)
- Perez-Martinez M, Sopelana P, de Pena MP, Cid C. Effects of refrigeration and oxygen on the coffee brew composition. Eur. Food Res. Technol. 227: 1633-1640 (2008)
- Sivetz M, Desrosier NW. Coffee Technology. Avi Pub Co., inc., Westport, CT, USA. pp. 527-575 (1979)
- Manzocco L, Lagazio C. Coffee brew shelf life modelling by integration of acceptability and quality data. Food Qual. Prefer. 20: 24-29 (2009)

20. Delgado-Andrade C, Morales FJ. Unraveling the contribution of melanoidins to the antioxidant activity of coffee brews. *J. Agr. Food Chem.* 53: 1403-1407 (2005)
21. Bekedam EK, Schols HA, Van Boekel MA, Smit G. Incorporation of chlorogenic acids in coffee brew melanoidins. *J. Agr. Food Chem.* 56(6): 2055-2063 (2008)
22. Ludwig IA, Sanchez L, Caemmerer B, Kroh LW, De Pena MP, Cid C. Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Res. Int.* 48: 57-64 (2012)
23. Kreicbergs V, Dimins F, Mikelsons V, Cinkmanis I. Biologically active compounds in roasted coffee. pp. 110-115. In: *The 6th Baltic Conference on Food Science and Technology on Innovations for Food Science and Production*. May 5-6, Jelgava, Latvia. Latvia University of Agriculture Faculty of Food Technology, Jelgava, Latvia (2011)
24. Lee GC. 'Excessive bacteria' manufacturers prosecuted for poor hygiene Dutch coffee. Available from: <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2013/11/13/0200000000AKR20131113198500004.HTML?from=search>. Accessed Sep. 4, 2014.