pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 38, No. 6, pp. 537~543 (2023)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2023.38.6.537

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

Ready-to-drink (RTD) 커피 음료의 카페인 함량과 표시사항의 적합성

서예은 · 이유정 · 김정환*
을지대학교 식품산업외식학과

Conformance of Caffeine Content and Labeling of Ready-to-drink Coffee

Ye Eun Seo, Yoojeong Lee, Jung Hoan Kim*
Department of Food Technology & Service, Eulji University, Seongnam, Korea

(Received October 11, 2023/Revised November 14, 2023/Accepted November 15, 2023)

ABSTRACT - This study monitored the caffeine content of ready-to-drink coffee and verified the appropriateness of the labeling. The caffeine content was analyzed using HPLC. The average caffeine content of cold brew coffee was 0.31-1.04 mg/mL, with an average of 0.55 mg/mL. The average content of product was 147.27 mg/bottle, and taking into account the recommended daily intake, an adult can consume 2.7 bottles. Americano coffee was 0.15-0.38 mg/mL, with an average of 0.28 mg/mL. The average content of product was 110.42 mg/bottle, and considering the recommended daily intake, an adult can consume 3.6 bottles. The caffeine content of decaffeinated cold brew coffee was 5.14 mg/bottle and compared to Americano coffee, more than 95% of the caffeine was removed. In addition, we verified the tolerance level of the total caffeine content in ready-to-drink coffee, and none of them exceeded 120%, signifying that all commercial products were effectively managed.

Key words: Caffeine, Coffee, Beverage, Monitoring, Tolerance

커피 성분 중 가장 대표적인 물질로 알려진 카페인(caffeine)은 중추신경계를 자극하여 각성효과를 유발하며, 적당량의 카페인 섭취는 피로감 감소, 인지능력 개선과 파킨슨병, 알츠하이머병 및 제2형 당뇨병 등 질병의 발병률을 감소시킬 수 있다[1,2]. 그러나 다량의 카페인 섭취는 신경과민, 불면증, 이뇨, 부정맥 등 인체 내에 부정적인 영향을 미친다[3]. 이와 같은 카페인의 생리활성 작용들은 섭취하는 대상에 따라 다르게 나타나기 때문에 현재 우리나라는 카페인의 최대 일일 권장섭취량을 어린이 및 청소년의 경우 2.5 mg/kg bw/day 이하, 성인은 400 mg/day 이하, 임산부는 300 mg/day 이하로 관리하고 있으며, 1 mL당 0.15 mg 이상 함유한 커피 및 다류를 포함한 액체 식품에 '고카페인 함유' 문구와 총 카페인 함량 및 어린이, 임산부, 카페인 민감자의 섭취에 대한 주의문구를 의무적으로 표시하도록 되어 있다[4]. 유럽식품안전청(European Food Safety Authority, EFSA)[5], 호주 및 뉴질랜드(Food Standards Australia New Zealand, FSANZ)[6]의 경우 카페인 최대 일일 권장섭취량을 성인은 최대 400 mg/day (약 5.7 mg/kg bw/day), 임산부는 200 mg/day, 어린이 및 청소년은 3 mg/kg bw/day로 관리하고 있으며, 캐나다(Health Canada)[7]는 성인 400 mg/day, 임산부 및 수유부 300 mg/day, 어린이 및 청소년은 2.5 mg/kg bw/day로 관리하고 있다. 미국식품의약국(Food and Drug Administration, FDA)[8]은 성인은 최대 400 mg/day로 설정하고 있으나 임산부 및 수유부는 의사와 상담하도록 권장하고 있으며, 어린이 및 청소년에 대해선 일일 권장 섭취량을 설정하지 않고, 카페인 및 기타 각성제의 섭취를 권장하지 않는다.

식품공전에 따르면, 커피는 커피원두를 가공한 것이나 또는 이에 식품 또는 식품첨가물을 가한 것으로 정의되며, 볶은커피, 인스턴트커피, 조제커피, 액상커피로 분류되고 있다. 조제커피는 볶은커피 또는 인스턴트커피에 식품 또는 식품첨가물을 혼합한 것이며, 액상커피는 유가공품에 커피를 혼합하여 음용하도록 만든 것인데[9] 커피 고형분이 0.5% 이상인 제품을 포함하는 액상커피가 국내 커피 시장의 50% 이상을 차지하고 있다[10]. 그런데 조제커피의 경우

*Correspondence to: Jung Hoan Kim, Department of Food Technology & Service, Eulji University, Seongnam, Gyeonggi 13135, Korea
Tel: +82-31-740-7218, Fax: +82-31-740-7349
E-mail: peterkim@eulji.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

카페인 평균 함량이 1.6 mg/mL 수준으로 알려져 커피전문점에서 판매되고 있는 단순 추출 커피의 카페인 평균 함량인 0.4 mg/mL보다 4배가량 많이 함유되어 있다[11]. 또한, 국내의 유통 커피류 중 단순 추출 커피 음료인 아메리카노와 콜드브루의 카페인 함량을 비교한 연구에서도 아메리카노의 카페인 함량은 평균 0.49 mg/mL, 콜드브루의 카페인 평균 함량은 0.76 mg/mL로 나타나 아메리카노 제품보다 콜드브루 제품이 카페인의 함량이 더 높았으며[12], Yoon 등[13] 은 인스턴트커피, 커피믹스 및 캔커피 등의 제품 당 카페인 평균 함량은 59.2 mg/bottle, 61.2 mg/bottle, 92.0 mg/bottle으로 보고하였다. 커피 음료 외에도 다양한 음료에 카페인이 함유되어 있는데, 에너지 드링크의 경우 카페인 함량은 76.3-240 mg 수준이며[14], 또 다른 연구에서는 33.3-141.1 mg/bottle 수준의 카페인이 함유되어 있는 것으로 보고되었다[15].

식품산업통계정보(Food Information Statistics System, FIS)[10]에 의하면 현재 우리나라 사람들의 약 50%는 하루에 2-3잔 정도의 커피를 섭취하고 있으며 커피 외에도 기호식품을 통해 카페인을 섭취하는데, 2016년도에 실시된 한국인의 카페인 섭취 수준 평가 결과, 국민 1인당 평균 일일섭취량은 67.8 mg으로 성인 카페인 최대 일일섭취권고량 (400 mg/day)에 비해 약 17% 정도의 수준임이 나타났다[16]. 또한, 국내 관세청 수출입 무역통계[17]에 따르면 2022년 디카페인 생두 수입량은 6,000톤으로 전년 대비 50% 이상 증가하였으며, 국내 대표 커피 전문점에서도 제품 출시와 메뉴 확대에 나서고 있는 만큼 디카페인 커피 음료에 대한 관심과 소비량이 증가하고 있다[9]. 특히 카페인에 민감하거나 임신 중 카페인 함유 음료 섭취로 인한 잠재적인 부작용에 대한 우려 때문에 산모는 카페인 함유를 디카페인 커피로 대체하고 있다[18]. 그러므로 커피 등의 섭취량 증가에 따른 카페인에 대한 안전정보 제공이 중요하다고 사료된다.

이에 본 연구에서는 대형마트, 편의점 및 온라인 마켓 등에서 판매하는 ready-to-drink (RTD) 커피 57건을 수집하여 카페인 함량을 모니터링하여 제품에 표기된 총카페인 함량이 '식품등의 표시기준[19]'에서 고시한 허용오차 120% 미만을 준수하고 있는지 파악하고 표시사항의 적합성을 검토함으로서 RTD 커피의 안전성 정보를 제공하고자 하였다.

Materials and Methods

실험재료

본 실험에 사용된 시료는 시중에서 판매되고 있는 조제커피 음료 중 콜드브루 제품 18종, 아메리카노 제품 19종, 디카페인 아메리카노 제품 20종을 2021년 8-9월에 온라인에서 구매하여 사용하였다.

Table 1. HPLC operating parameters for caffeine analysis

Parameters	Condition					
Column	Capcell Pak C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm)					
Mobile phase	A: Water : Acetic acid : Methanol = 79 : 1 : 20 B: Methanol					
Gradient	Time (min)	0	4	7	7.1	10
	A (%)	100	30	30	100	100
	B (%)	0	70	70	0	0
Flow rate	1 mL/min					
Column temp.	40°C					
Injection vol.	10 μL					
Detection time	10 min					
Wavelength	280 nm					

표준용액 제조

표준용액 제조를 위해 caffeine (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 표준품을 사용하였으며, acetaminophen (Sigma-Aldrich)을 내부표준품으로 사용하였다. 카페인 (caffeine) 표준품 약 0.01 g을 정밀하게 칭량한 뒤 15 mL tube에 water로 정용하여 1,000 mg/L 수준으로 조제한 것을 표준원액으로 하였다. 표준원액을 이동상 용액으로 희석하여 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 mg/L 수준의 농도로 표준용액을 제조하였으며, 내부표준용액은 100 mg/L 수준의 농도로 제조하였다. 그 후 표준용액과 내부표준용액을 1:1 용량으로 혼합해 표준곡선을 작성하였다.

분석방법

본 연구의 시험법은 So[20]의 연구를 참고하였으며, 시료를 균질하게 혼합한 후 이동상 용액으로 50배 희석하여 0.2 μm hydrophilic syringe filter (Sartorius AG, Göttingen, Germany)로 여과한 후 최종 시험용액으로 사용하였다. 카페인 정량 분석에 사용된 장비는 HPLC (Agilent 1100 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)이며, 컬럼은 Capcell Pak C18 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm, Shiseido, Tokyo, Japan)을 사용하였고, A 이동상은 water, acetic acid, methanol을 79:1:20 비율로 혼합하여 사용하였고, B 이동상은 methanol을 사용하였다. 자세한 조건은 Table 1에 나타내었다.

시험법 검증

본 연구에서 진행한 시험법은 '식품 등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016) [21]'을 참고하여 유효성을 검증하였다. 선택성, 직선성, 정확도, 정밀도, 검출한계 및 정량한계를 유효성 검증요소로 선택하여 시험법 검증을 진행하였다.

Results and Discussion

시험법 검증

시험법의 유효성 검증 결과, 표준물질과 시료들의 크로마토그램을 확인하였을 때 방해물질이 존재하지 않아 높은 분리능과 선택성을 확인하였다(Fig. 1). 또한, 결정계수(R^2) 0.99 이상으로 높은 직선성을 보여주었다(Fig. 2). 정확도는 회수율로 평가를 진행하였으며, 정밀도는 상대표준편차(relative standard deviation, RSD)로 평가를 진행하였다. 각 농도에서 평균 회수율은 104.00-111.82% 이었으며, 상대표준편차는 모두 2% 이하로 확인되었다. 정확도 및 정밀도는 '식품 등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)[21]'에 제시된 범위인 70-125%, 20%이내로 나타나 기준에 적합함을 확인할 수 있었다. 검출한계(limit of detection, LOD)와 정량한계(limit of quantification, LOQ) 산출 결과, LOD는 0.013 mg/L, LOQ는 0.039 mg/L로 산출되었다. 시험법 검증의 자세한 결과는 Table 2에 나타냈다.

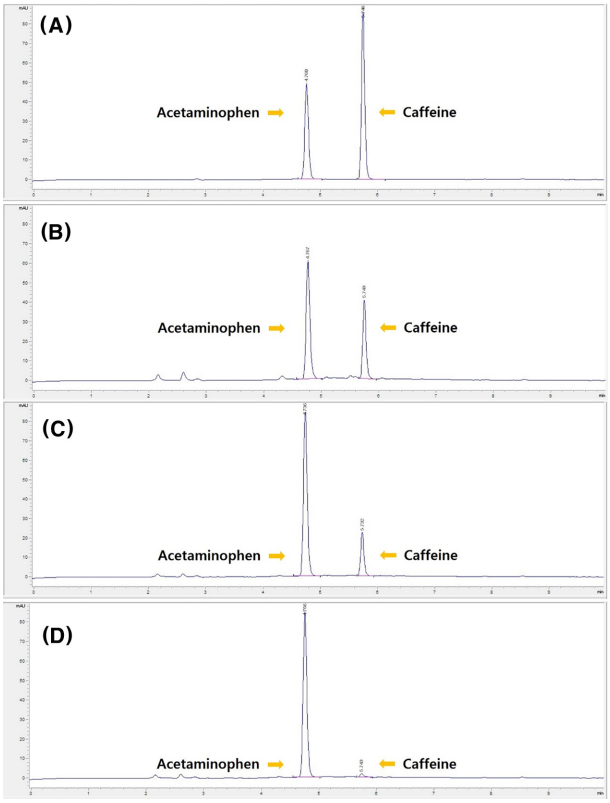

Fig. 1. Chromatogram of (A) caffeine standard 50 mg/L, (B) cold brew coffee, (C) americano coffee, (D) decaffeinated cold brew coffee.

조제커피 음료 카페인 함량

본 연구에서는 카페인 함량이 LOD 미만인 경우 not detected (ND)로 표기하였다.

콜드브루 제품의 카페인 함량은 Table 3에서 보는 것과 같다. 시료의 카페인 함량은 0.31-1.04 mg/mL이었으며 평균 0.55 mg/mL 수준이며, 미국의 커피전문점에서 판매하고 있는 콜드브루 제품의 카페인 평균 함량인 1.17 mg/mL[22]와 비교하여 약 0.5배 정도 낮은 수준으로 나타났다. 또한 제품 1개당 카페인 함량은 83.70-245.44 mg/bottle이며, 평균 함량은 147.27 mg/bottle로 나타났으며, 이는 207.22 mg/355mL 수준의 카페인이 함유되어 있는 미국의 콜드브루 제품[22]에 비해 약 70% 수준으로 나타났다. 따라서 한국에서 판매되고 있는 콜드브루 제품의 카페인 함량은 미국에서 판매되고 있는 콜드브루 제품보다 카페인 함량이 낮은 수준임을 확인하였다. 또한, 일일 섭취 허용량을 적용하여 타 연구와 비교하였을 때 타 연구[22]는 평균 1.9병을 섭취할 수 있으나 본 연구에서는 성인은 평균 2.7병, 제품별로 0.6-4.8병을 섭취할 수 있다. 또한, 임산부는 0.8-3.6병, 평균 2.0병을 섭취할 수 있으며, 청소년이 60 kg인 경우 1.6-1.8병, 평균 1.0병을 섭취할 수 있다.

아메리카노 제품의 카페인 함량은 Table 4에서 보는 것

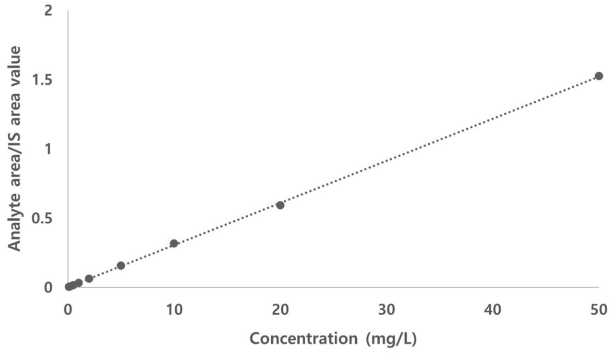

Fig. 2. Caffeine calibration curve (y = 0.0304x + 0.0023, R^2 = 0.9998).

Table 2. Validation results of analytical method for the determination of caffeine

Compound	Concentration (mg/L)	Accuracy (%)		Precision (RSD %)		LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)
		Intraday (n=5)	Interday (3days)	Intraday (n=5)	Interday (3days)		
Caffeine	2	104.00	108.37	1.58	1.96	0.013	0.039
	10	111.82	108.03	0.95	0.52		
	50	109.68	107.81	1.11	0.69		

Table 3. Caffeine of cold brew coffee and tolerance

Sample	Caffeine content detected (mg/mL) (A)	Total volume per serving (mL) (B)	Caffeine content per serving (mg/bottle) (A×B)	Caffeine content per product as label (mg/bottle) (C)	Tolerance (%) (A×B/C×100)
CC1	0.54	235	126.90	160.67	78.98
CC2	0.50	235	117.50	160.67	73.13
CC3	0.36	325	117.00	165.00	70.91
CC4	0.53	235	124.55	103.84	119.94
CC5	0.72	236	169.92	224.46	75.70
CC6	0.94	236	221.84	204.75	108.35
CC7	1.04	236	245.44	259.93	94.43
CC8	0.53	235	124.55	106.00	117.50
CC9	0.59	325	191.75	167.00	114.82
CC10	0.47	265	124.55	103.81	119.98
CC11	0.43	265	113.95	187.00	60.94
CC12	0.47	370	173.90	262.00	66.37
CC13	0.32	500	160.00	179.00	89.39
CC14	0.62	300	186.00	199.20	93.37
CC15	0.44	300	132.00	135.00	97.78
CC16	0.31	270	83.70	110.00	76.09
CC17	0.51	235	119.85	103.84	115.42
CC18	0.50	235	117.50	103.84	113.15
Average	0.55	-	147.27	-	-

*The tolerance is the labeling error notified in the labeling standard for food.

Table 4. Caffeine of café americano and tolerance

Sample	Caffeine content detected (mg/mL) (A)	Total volume per serving (mL) (B)	Caffeine content per serving (mg/bottle) (A×B)	Caffeine content per product as label (mg/bottle) (C)	Tolerance (%) (A×B/C×100)
CA1	0.33	230	75.90	70.00	108.43
CA2	0.35	230	80.50	123.00	65.45
CA3	0.37	185	68.45	109.20	62.68
CA4	0.30	2100	630.00	840.00	75.00
CA5	0.23	274	63.02	98.00	64.31
CA6	0.15	175	26.25	38.00	69.08
CA7	0.21	500	105.00	137.00	76.64
CA8	0.35	330	115.50	145.00	79.66
CA9	0.35	230	80.50	95.00	84.74
CA10	0.15	500	75.00	157.00	47.77
CA11	0.15	230	34.50	52.00	66.35
CA12	0.22	240	52.80	70.00	75.43
CA13	0.26	270	70.20	98.00	71.63
CA14	0.35	500	175.00	253.00	69.17
CA15	0.24	230	55.20	98.00	56.33
CA16	0.32	230	73.60	110.00	66.91
CA17	0.35	470	164.50	240.00	68.54
CA18	0.34	190	64.60	90.00	71.78
CA19	0.38	230	87.40	135.00	64.74
Average	0.28	-	110.42	-	-

*The tolerance is the labeling error notified in the labeling standard for food.

과 같다. 시료의 카페인 함량은 0.15-0.38 mg/mL이었으며 평균 함량은 0.28 mg/mL로 나타났다. 콜드브루 제품보다 0.5배가량 낮은 수준으로 나타났다. 제품 1개당 카페인 함량은 26.25-630.00 mg 수준이며, 평균 함량은 110.42 mg로 나타났다. 콜드브루 제품과 아메리카노 제품 1개당 카페인 함량을 비교하면 아메리카노 제품 시료 중 제품 총량이 2.1 L에 달하는 시료가 있어 제품 1개당 카페인 함량이 더 높았다. 또한, 카페인 함량이 166.10 mg/bottle 수준으로 나타난 단순 추출 커피 연구결과와 비교하였을 때 RTD 아메리카노 제품이 더 낮은 수준의 카페인을 함유하고 있었다[23]. 또한, 인스턴트 커피의 평균 0.38 mg/mL 수준의 카페인이 함유되어 있다고 조사된 연구결과와 상이하나, 인스턴트 커피는 크림, 설탕 등 기타 첨가물이 첨가되어 카페인 농도가 크게 감소한 것으로 사료된다[24]. 타 연구와 본 연구의 결과로 카페인의 일일 섭취 허용량을 비교하면 Jeon 등[23]의 연구는 성인은 평균 2.4병을 섭취할 수 있으나 본 연구는 평균 3.6병을 섭취할 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 임산부는 2.1-11.4병, 평균 2.7병을 섭취할 수 있다. 또한, 청소년이 60 kg인 경우 4.2-5.7병, 평균 1.4병을 섭취할 수 있다.

디카페인 콜드브루 제품의 카페인 함량은 Table 5에서 보는 것과 같다. 시료의 카페인 함량은 0.01-0.03 mg/mL 수준으로 나타났다. 이는, 시판 디카페인 커피 음료에서 ND-0.46 mg/mL 수준으로 검출된 McCusker 등[25] 연구 결과와 차이가 있으며, 본 연구에서는 커피의 식품유형을 토대로 분류하여 연구를 진행하였으나 McCusker 등[25]의 연구는 식품유형에 따른 분류가 정확하지 않아 비교에 어려움이 있다고 사료된다. 또한, 콜드브루 제품과 비교하였을 때 카페인 평균 함량이 0.55 mg/mL에서 0.02 mg/mL로 감소해 약 95% 이상 카페인이 제거되었기에 식약처에서 고시한 디카페인 제품 기준(카페인 함량을 90% 이상 제거한 제품)[4]에 충족하였으며, 시판 커피 음료에 비해 약 96% 이상 카페인이 제거된 McCusker 등[26] 연구와는 유사한 결과로 나타났다. 또한, 임신 중 카페인 함유 음료 섭취로 인한 잠재적인 부작용에 대한 우려를 하는 임산부들에게도 섭취가 가능한 커피 음료임이 확인되었다. 다만, 일부 제품의 경우 총카페인 함량을 기재하고 있었으나 디카페인 커피 제품은 카페인 함량이 1 mL당 0.15 mg 미

Table 5. Caffeine content of decaffeinated cold brew coffee

Sample	Caffeine content detected (mg/mL) (A)	Total volume per serving (mL) (B)	Caffeine content per serving (mg/bottle) (A×B)
DC1	0.02	300	6.00
DC2	ND	500	ND
DC3	0.01	500	5.00
DC4	0.01	30	0.30
DC5	0.02	200	4.00
DC6	0.01	500	5.00
DC7	0.02	300	6.00
DC8	0.01	30	0.30
DC9	0.01	500	5.00
DC10	0.02	250	5.00
DC11	0.03	250	7.50
DC12	0.01	440	4.40
DC13	0.01	11	0.11
DC14	0.01	500	5.00
DC15	0.01	500	5.00
DC16	0.02	250	5.00
DC17	0.01	500	5.00
DC18	0.03	500	15.00
DC19	0.03	400	12.00
DC20	0.01	200	2.00
Average	0.02	-	5.14

*ND: Not Detected.

만이기에 고카페인 음료로 분류되지 않으며, 표시사항에 대한 의무가 없다. 그러나 아직까지도 카페인 섭취로 인한 임신 중 영향이 연구[27-28], 되어지고 있기 때문에 주의할 필요가 있으며, 디카페인 커피에 대한 다양한 연구가 필요하다고 사료된다.

표시사항 적합성

모든 제품에서 '고카페인 함유', '어린이, 임산부, 카페인 민감자는 섭취에 주의해 주시기 바랍니다'가 표기되어 있어 주의문구 표시기준을 기재하였으며, 허용오차 120% 미만으로 확인되어 표시기준을 잘 준수하고 있었다(Table 3 및 4). 또한, 모든 제품이 허용오차 120%를 초과하지 않았지만 실제로 측정된 총 카페인의 함량이 제품에 표기된 총 카페인 함량에 비해 약 20-60% 이하로 검출된 제품이 있어 정확한 함량을 표기할 필요가 있다고 사료된다.

현재 식약처[29]에서 고카페인 음료에 대해 표시기준 이외에도 구매를 유도하는 광고를 제한하고, 학교 및 청소년 기호식품 우수판매업소에서 판매를 제한하는 등 관리방안이 마련되어 있으며, 이와 같이 고카페인 음료에 대해 꾸준한 모니터링 및 관리를 통해 소비자들에게 안전정보를 제공하는 것이 필요하다고 사료된다.

국문요약

본 연구에서는 대형마트, 편의점 및 온라인 마켓에서 수집한 조제커피 제품의 카페인 함량을 모니터링하고 표시사항의 적합성을 검토하고자 하였다. 카페인의 함량은 HPLC을 사용하여 정량 분석하였다. 그 결과, 콜드브루 제품의 카페인 함량은 0.31-1.04 mg이었으며 평균 0.55 mg으로 나타났다. 제품 1개당 평균 함량은 147.27 mg/bottle로 나타나, 일일 권장섭취량을 감안하였을 때 성인 1인당 2.7병을 섭취할 수 있다. 아메리카노 제품의 카페인 함량은 0.15-0.38 mg이었으며 평균 함량은 0.28 mg 수준으로 나타났다. 제품 1개당 평균 함량은 110.42 mg/bottle로 나타나, 일일 권장섭취량을 감안하였을 때 성인 1인당 3.6병을 섭취할 수 있는 것으로 나타났다. 디카페인 콜드브루 제품의 카페인 평균 함량은 5.14 mg/bottle로 나타났으며 일반 아메리카노 제품에 비해 약 95%이상 카페인이 제거되어 식품의약품안전처에서 제시한 디카페인 제품 기준에 충족하였다. 또한, 총 카페인 함량의 허용오차인 120%를 초과하지 않아 관리가 잘 이루어지고 있음을 확인하였다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Ye Eun Seo https://orcid.org/0009-0002-9452-5440
Yoojeong Lee https://orcid.org/0009-0003-3442-4215
Jung Hoan Kim https://orcid.org/0000-0002-0162-6326

References

1. Borota, D., Murray, E., Keceli, G., Chang, A., Watabe, J.M., Ly, M., Toscano, J.P., Yassa, M.A., Post-study caffeine administration enhances memory consolidation in humans. *Nat. Neurosci.*, **17**, 201-203 (2014).
2. Fuller, M., & Rao, N. Z., The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. *Sci. Rep.*, **7**, 17979 (2017).
3. Stavric, B., Methylxanthines: toxicity to humans. 2. Caffeine. *Food Chem. Toxicol.*, **26**, 645-662 (1988).
4. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2023, August 15). Assessment of caffeine intake from foods. Retrieved form https://scienceon.kisti.re.kr/commons/util/originalView.do?cn=TRKO201500007410&dbt=TRKO&rn=
5. European Food Safety Authority (EFSA), (2023, October 26). EFSA explains risk assessment: Caffeine. Retrieved from https://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/efsaexplainscaffeine150527
6. Food standards Austraila New Zealand (FSANZ), (2023, October 26). Food issues, Caffeine. Retrieved from https://www.foodstandards.gov.au/consumer/prevention-of-food-borne-illness/caffeine
7. Health Canada, (2023, October 26). Food and nutrition, Food Safety, Food Additives, Caffeine in Foods. Retrieved from https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-safety/food-additives/caffeine-foods.html
8. U.S. Food and Drug Administration (US FDA), (2023, October 26). For consumers, consumer updates, spilling the beans: How much caffeine is too much?. Retrieved from https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/spilling-beans-how-much-caffeine-too-much
9. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2023, August 31). Food code, 9. Beverages, 9-2 Coffee. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%9D%8C%EB%A3%8C&itemCode=FC0A006 001002A034
10. Food Information Statistics System (aT FIS), (2023, August 15). Newsletter-coffee. Retrieved from https://www.atfis.or.kr/home/pdf/view.do?path=/board/202302/295201b9-8fcb-4848-9dbd-5020f7607ce8.pdf
11. Kwon, S.H., Kim, K.S., Lee, B.M., Han, Y.S., Heo, M.J., Kwon, M.J., Om, A.S., Monitoring of microbial contamination and caffeine content of cold brew coffee. *J. Food Hyg. Saf.*, **36**, 342-346 (2021).
12. Ryu, K., Gang, G., Park, H., Lee, J., Choi, S., Jo, E., Cho, B., Kim, J., Comparison of caffeine, benzopyrene, and hazard-

ous metals in brewed coffee selling in Gwangju MetropolitanCity. *J. Food Hyg. Saf.*, **36**, 172-179 (2021).
13. Yoon, M.H., Lee, M.J., Hwang, S.I., Moon, S.K., Kim, J.K., Jeong, I.H., Yim J.R., A evaluation of the caffeine contents in commercial foods. *J. Food Hyg. Saf.*, **16**, 295-299 (2001).
14. Attipoe, S., Leggit, J., Deuster, P.A., Caffeine content in popular energy drinks and energy shots. *Mil. Med.*, **181**, 1016-1020 (2016).
15. McCusker, R.R., Goldberger, B.A., Cone, E.J., Caffeine content of energy drinks, carbonated sodas, and other beverages. *J. Anal. Toxicol.*, **30**, 112-114 (2006).
16. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2023, August 31). Safe level of caffeine intake in Korea. Retrieved from https://www.better.go.kr/hz.blltn.BodoBlltnSl.laf?rgstp_nm=&targetRow=&brd_seq=16&bltn_seq=1996
17. Korea Customs Service, (2023, August 31). Export-import trade statistics. Retrieved from https://tradedata.go.kr/cts/index.do
18. Eskenazi, B., Stapleton, A.L., Kharrazi, M., Chee, W.Y., Associations between maternal decaffeinated and caffeinated coffee consumption and fetal growth and gestational duration. *Epidemiology*, **10**, 242-249 (1999).
19. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2023, August 15). Labeling standards of foods. Retrieved from https://www.mfds.go.kr/eng/brd/m_15/view.do?seq=72427&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=2
20. So, Y.J., A study on physicochemical and sensory characteristics of eutch coffee (cold brew) eepending on eifferent extraction conditions and changes of characteristics during storage. Master thesis, Seoul National University, Seoul, Korea (2014).
21. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), Guidelines on standard procedures for preparing analysis method, MFDS, Cheongju, Korea (2016).
22. Lane, S., Palmer, J., Christie, B., Ehlting, J., Le, C., Can cold brew coffee be convenient? A pilot study for caffeine content in cold brew coffee concentrate using high performance liquid chromatography. *TAR*, **8**,15-23 (2017).
23. Jeon, J.S., Kim, H.T., Jeong, I.H., Hong, S.R., Oh, M.S., Yoon, M.H., Shim, J.H., Jeong, J.H., Abd El-Aty, A.M., Contents of chlorogenic acids and caffeine in various coffee-related products. *J. Adv. Res.*, **17**, 85-94 (2019).
24. Gilbert, R.M., Marshman, J.A., Schwieder, M., Berg, R., Caffeine content of beverages as consumed. *Can. Med. Assoc. J.*, **114**, 205-208 (1976).
25. McCusker, R.R., Fuehrlein, B., Goldberger, B.A., Gold, M.S., Cone, E.J., Caffeine content of decaffeinated coffee. *J. Anal. Toxicol.*, **30**, 611-613 (2006).
26. McCusker, R.R., Goldberger, B.A., Cone, E.J. Caffeine content of specialty coffees. *J. anal. toxicol.*, **27**, 520-522 (2003).
27. Paula, T.M.D.E., Cardoso, L.C., Felicioni, F., Caldeira-Brant, A.L., Santos, T.G., Castro-Oliveira, H., Menezes, G.B., Bloise, E., Chiarini-Garcia, H., de Almeida, F.R.C.L., Maternal chronic caffeine intake impairs fertility, placental vascularization and fetal development in mice. *Reprod. Toxicol.*, **121**, 108471 (2023).
28. Williford, E.M., Howley, M.M., Fisher, S.C., Conway, K.M., Romitti, P.A., Reeder, M.R., Olshan, A.F., Reefhuis, J., Browne, M.L., National Birth Defects Prevention Study., Maternal dietary caffeine consumption and risk of birth defects in the National Birth Defects Prevention Study, 1997-2011. *Birth Defects Res.*, **115**, 921-932 (2023).
29. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2023, August 15). Open forum on food and drug safety. Retrieved from https://www.mfds.go.kr/brd/m_59/view.do?seq=404.