pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 31. No. 3, 416~424 (2018)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2018.31.3.416

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

녹차음료에서의 카테킨 및 카페인 함량 조사

†김대환 · 이명진 · 김양희 · 유경신 · 이지연 · 박광희
경기도보건환경연구원 식품의약품연구부 식품분석팀

Determination of Amounts of Catechin and Caffeine in Green Tea Beverages

†Dae-Hwan Kim, Myung-Jin Lee, Yang-Hee Kim, Kyong-Sin Ryu, Ji-yeon Lee and Kwang-Hee Park
Food Analysis Team, Dept. of Food and Drug Research, Gyeonggi-do Research Institute of Health and Environmental, Suwon 16205, Korea

Abstract

The physiologically advantageous aspects of green tea have been identified recently and green tea has been a favorite drink of many people. Due to the increased awareness of green tea's positive effects on human health, the demand for foods containing green tea has increased. This has led to the development of diverse green tea-related beverages; thereby many companies in Korea have put a wide variety of manufactured green tea beverages on the market. However, the components within green tea beverages have not been examined in Korea yet. In this study, we investigated the contents of the physiologically functional materials found in green tea, such as catechin, catechin gallate, epicatechin, epicatechin gallate, epigallocatecin gallate, gallocatechin gallate and caffeine. Fifty-six green tea products purchased from the local grocery stores and cafes were analyzed using high performance liquid chromatography (HPLC) analysis. As a result, all tested products contained catechin and caffeine, although the amount of each component was largely different. The total amount of catechin derivatives in the manufactured green tea beverages purchased from cafes was 263.17 mg/L, while they were 61.99 mg/L in the beverages purchased from the local grocery stores. And, to the almost samples the amount of caffeine was proportional to the amount of catechin.

Key words: catechin, caffeine, greentea beverages

서 론

녹차는 인류가 음용한 가장 오래된 차종(種)으로 커피와 함께 세계적으로 널리 소비되고 있는 대표적 다류이다. 녹차의 주재료는 차나무(*Camellia sinensis*) 잎이며, 많은 polyphenol을 함유하고 있다고 알려져 있다(Lin 등 2003). Polyphenol은 약 8,000종이 보고된 대표적인 phyto-chemical로서 화학적 구조에 따라 크게 flavonoid와 non-flavonoid로 구분된다(Bramati 등 2003). 이 중 Flavonoid류는 차, 과일, 와인 등과 같은 식물유래 식품에 다채롭게 존재하며, 섭취 시 항산화 작용 등을 통해 건강에 도움을 준다고 알려져 있다(Tsao R 2010; Daniel 등 2013). 녹차 flavonoid의 대부분은 catechin류로 존재하며, 그 종류로는 catechin, catechin gallate, epicatechin, epicatechin gallate, epigallocatecin gallate(EGCG), gallocatechin gallate 6종이 주종을 이루고 있다고 한다(Khokhar & Magnusdottir 2002; An MK 2008). 녹차추출물에 함유한 catechin의 생리적 기능으로는 항균작용, 충치예방, 비만억제, 혈당저하작용, 항알러지 효과 등이 보고되었다(Rasheed & Haider 1998; Lee 등 2015). 특히 EGCG는 녹차에 함유한 catechin류 중 가장 많이 포함되어 있다고 알려져 있으며(Kondo K 1999), vitamin E를 넘어서는 항산화력 및 혈중 cholesterol 수치 감소를 입증하여 동맥경화예방에 도움이 된다고 한다(Kim & Lee 2002; Kim 등

† Corresponding author: Dae-Hwan Kim, Food Analysis Team, Dept. of Food and Drug Research, Gyeonggi-do Research Institute of Health and Environmental, Suwon 16205, Kroea. Tel: +82-31-250-2573, Fax: +82-31-250-2606, E-mail: gaccac@gg.go.kr

2004; Lee 등 2007). Catechin류 외에도 녹차에는 caffeine, vitamin C, vitamin E, selen 등 다양한 생리활성물질이 들어 있다(Shulz 등 2003). 이 중 caffeine은 methylated- xanthine류 화합물의 일종으로 중추신경흥분, 강심작용, 말초혈관작용과 심장박동 강화를 통한 에너지대사 증가 및 지방연료 사용의 촉진 등의 기능을 한다고 알려져 있다(Ranheim & Halvorsen 2005; Monteiro 등 2007). 다만, 하루 300 mg 이상 과다 섭취할 경우, 불안, 불면, 위장장애 등의 부정적 생리기능을 초래할 수 있다(Kim 등 2008; Chu YF 2012). 전통적인 녹차의 음용 방식은 직접 녹차 잎을 약 80℃의 물에 넣어 일정시간 우려내어 마시는 형태였다. 하지만, 바쁜 현대에 들어서 편리하게 마실 수 있는 녹차음료들이 많이 개발되었다. 참고로 2012년에서 2014년간 "액상차 종류별 소매시장 매출점유 현황"을 보면 녹차음료는 5% 이상의 비중을 꾸준히 차지하고 있다(Nilson Company Korea 2015). 또한, 커피, 녹차 등의 음료를 직접 제조・판매하는 카페의 증가로 녹차음료를 찾는 사람도 같이 늘었다. 그러나, 이런 녹차음료들은 녹차를 직접 우리지 않고 가공하여 제조하기 때문에, 소비자들은 구매제품 내 녹차 catechin 함량이 얼마나 들어있는지 알 수 없었다. 현재까지 발표된 녹차관련 연구결과에서도 카페 등에서 판매하는 녹차음료 내 catechin 성분 함량에 대한 자료를 찾을 수 없다. 이번 연구를 통하여 녹차음료에 대한 정보를 제공함으로써 국민의 건강한 선택에 도움을 주고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료

본 연구를 위해 구입한 녹차음료는 총 56건으로 소매점에서 18건, 카페에서 38건을 직접 구매하였다. 소매점에서 구입한 18건의 녹차음료는 모두 녹차에 우유 또는 당분 등을 혼합한 녹차음료였으며, 3건을 제외하고는 모두 대만, 일본, 미국에서 수입된 제품이었다. 카페에서 구입한 38건 중 30건은 녹차라떼였으며, 8건은 차갑게 음용하는 ice-tea 형태의 녹차음료였다. 제품을 구입한 카페는 21곳으로 동일브랜드에서 같은 검체를 중복 구입하지는 않았다. 또한, 제품을 구입한 카페들은 모두 프랜차이즈 업체들이었다. 음료 제조 recipe가 확립되어, 지점별 차이가 크지 않을 것으로 판단되었기 때문이다.

2. 표준 용액 및 시약

표준품으로 사용한 catechin, catechin gallate, epicatechin, epicatechin gallate, epigallocatecin gallate, gallocatechin gallate은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다. Carrez solution I과 II를 제조할 때 사용된 potassium ferrocyanide trihydrate와 zinc acetate dehydrate는 Daejung Chemicals & Metals사(Gyeonggi province, Republic of Korea)의 제품을 구매하였다. 또한, Carrez solution II 제조시에 필요한 glacial acetic acid는 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 추출용매로 사용한 methanol(B & J, Republic of Korea)은 HPLC 급을 사용하였다. HPLC 분석 이동상 제조에 필요한 acetic acid는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)와 acetonitrile사(B & J, Republic of Korea)에서 구매하였다. 이동상 제조 시 사용된 여과지는 0.4 μm nylon membrane filter가 사용되었으며, 샘플용액의 여과 시에는 0.45 μm polytetrafluorethylene syringe filter는 Advantec사(Tokyo, Japan)의 제품이 사용되었다. 실험에 사용된 초순수는 Barnstead RO(Thermo scientific, USA)가 이용되었다.

3. 분석기기

녹차음료 중 catechin류 6종과 caffeine 함량 분석에 이용한 기기는 Waters HPLC system(Waters, Milford MA, USA)을 이용하였으며, photo diode array 검출기를 사용하여, 278 nm의 파장에서 확인하였다. Column은 Thermo scientific BDS hypersil cyano, 250×4.6 mm, particle size 5 μg을 사용하였으며, 분석온도는 40℃를 유지하였다. 분석에 사용한 유속은 1.0 mL/min 이었으며, 분석에 사용한 이동상은 Table 1과 같았다. Injection volume은 10 μL를 주입하였으며, 시료마다 3회 이상 분석하여 얻은 평균값을 사용하였다. HPLC-PDA를 통하여 수집된 시험용액의 데이터는 표준품의 retention time과 UV spectrum 파형을 비교하여 확인하였으며, 면적비교를 통하여 정량하였다.

4. 시료의 전처리

검체의 탄수화물, 단백질 등의 제거를 위해 Carrez solutions I(potassium ferrocyanide trihydrate 10.6 g / 증류수 100 mL)과 II(zinc acetate dehydrate 21.9 g과 glacial acetic acid 2 mL / 증류수 100 mL)가 사용되었다(James CS 2013; Moeenfard 등 2014). 녹차음료에서 catechin과 caffeine 추출을 위해서는 다른 연구에서 사용된 시험방법을 변형하여 이용하였다(Fujioka 등 2008; Tfouni 등 2012). 구입한 녹차음료는 모두 구입 당일

Table 1. Analytical method of HPLC

Time (min)	Solvent A[1)] (%)	Solvent B[2)] (%)
0	5	95
22	30	70
24	50	50

[1)] A: Acetonitrile.
[2)] B: Water with 0.2% acetic acid.

에 전처리하였으며, 샘플은 정확하게 3 mL를 취해 50 mL 원심분리튜브(SPL Life Sciences, Gyeonggi-do, Republic of Korea)에 넣었다. 이 후 Carrez solution I과 II 각각 0.1 mL씩 분주 후 1분 동안 진동교반(Vortex-Genie 2, Scientific Industries, Bohemia, NY, USA)하고, 30% methanol 용액을 26.8 mL 첨가하여 30 mL로 정량 후 상온에서 10분간 반응시켰다. 최종 실험용액은 3,500 rpm으로 5분 동안 원심분리(Han-Il Sciences, Republic of Korea) 후 상등액을 0.45 μm polytetrafluoroethylene(PTFE) syringe filter로 여과하여 분석하였다.

5. 회수율

검체 전처리에 따른 함량 차이를 보정하고자 회수율을 측정하였다. 이를 위해 catechin류와 caffeine이 포함되어 있지 않은 혼합 우유음료에 표준품을 첨가 후 전처리를 실시하였다. 전처리가 끝난 시험용액은 matrix 차이에 의한 오차를 보정하고자 동일한 음료 matrix로 희석한 표준용액과 비교하였으며, 3회 반복으로 얻은 평균값을 첨가한 양과 비교하여 회수율로 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 분석방법의 유효성검증

시험법의 유효성 검증을 위해 직선성, limit of detection (LOD), limit of quantification(LOQ) 및 회수율(%) 실험을 하였으며, 그 결과는 Table 2와 같았다.

Catechin류 6종과 caffeine의 LOD와 LOQ는 각각의 표준용액을 6회 분석하여 얻어진 결과를 바탕으로 International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use 가이드 라인(ICH Harmonised Tripartite Guideline)에 따라 아래의 방법으로 계산하였다.

Table 2. Regression, LOD[1], LOQ[2], R^2 and recovery for studied the compounds

Compounds	LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)	R^2	Recovery rate (%)
Caffeine	0.0286	0.0868	0.9993	89.74
Catechin	0.0398	0.1207	0.9998	89.66
Epicatechin	0.0418	0.1265	0.9995	89.67
Epgallocatechin-3-gallate	0.0369	0.1119	0.9998	96.54
Gallocatechin-3-gallate	0.0353	0.1071	0.9999	97.68
Epicatechin-3-gallate	0.0338	0.1024	0.9998	97.15
Catechin-3-gallate	0.0325	0.0985	0.9998	98.49

[1] LOD: Limit of detection.
[2] LOQ: Limit of quantification.

$$LOD = 3.3 \times \sigma / S$$
$$LOQ = 10 \times \sigma / S$$
σ = The standard deviation of the response
S = The slope of the calibration curve

직선성을 평가하기 위하여 6단계 농도의 표준품을 분석하였고, 얻어진 크로마토그램에서의 peak 면적과 농도 간의 상관관계를 회귀분석을 통해 결정하였다. 그 결과, R^2값이 0.9993~0.9998로 양호한 결과를 보였다. 회수율 시험은 유럽연합의 Directorate-General for Health and Food Safety(DG SANTE) 2015 기준에 의하면 70~120% 이내이어야 하며, 이번 실험의 회수율은 89.74~98.49% 사이로 확인되었다.

Validation이 완료된 분석방법을 이용하여 녹차음료 중 catechin류 6종과 caffeine을 동시분석 하였으며, 이들의 chromatogram은 Fig. 1과 같았다. 성분들의 정량 값은 실험을 통해 얻은 회수율을 보정하여 계산하였다.

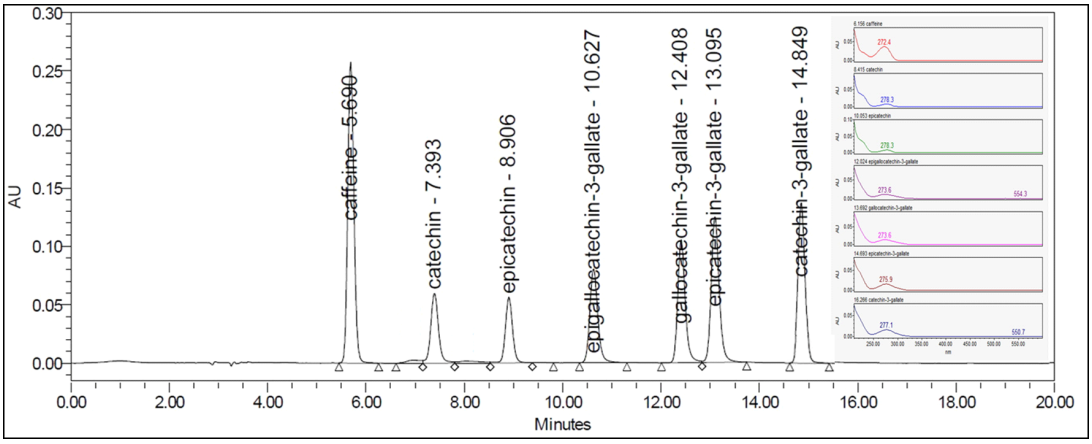

Fig. 1. HPLC chromatogram of simultaneous determination.

2. 카테킨 함량

본 연구에 사용한 모든 녹차음료에는 녹차의 생리활성성분인 catechin, catechin gallate, epicatechin, epicatechin gallate, epigallocatechin gallate, gallocatechin gallate 중 최소 4종 이상의 catechin이 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었다(Table 3, 4). 제품별 비교를 위한 catechin 총 함량은 6종의 개별 catechin류 합을 구하여 "total catechin"으로 표기하였다. 소매점에서 판매하는 모든 녹차음료제품의 total catechin 평균함량은 61.99 mg/L(Table 3)이었으며, 카페 판매제품의 평균은 263.17 mg/L(Table 4)로 카페제품에서 상대적으로 높은 경향을 보였다. 소매점과 카페에서 가장 높은 함량을 보인 제품들은 각각 200.03 mg/L(Table 3)와 832.47 mg/L(Table 4)였다. 이는 Lee 등(2015)의 연구결과와 비교할 경우, 소매제품 catechin 함량은 녹차잎 1~1.5 g을 직접 우려 만든 녹차보다 작지만, 카페제품의 경우 평균적으로 비슷하거나 높다는 것을 알 수 있다.

1) 소매점 구입제품의 카테킨 함량

소매점에서 판매하는 제품의 total catechin 함량은 Table 3과 같이 18.37~200.03 mg/L의 범위를 보였다. 이 중 가장 높은 함량을 보인 것은 국내 M사 제품의 녹차라떼로 6종의 catechin이 모두 확인되었다. 그러나, 해당 제품 이외에는 모두 100 mg/L 이하였으며, 그 중 50 mg/L 이하의 제품도 10종이나 되었다. 분석한 제품을 유제품 혼입 여부로 나누어 catechin 함량비를 확인하였으나, 상관관계를 확인할 수 없었다. 전체적으로 카페의 제품보다 소매점 제품에서 catechin류 함량이 현저히 낮았으며, 개별 catechin 함량의 경향성도 보이지 않았다.

2) 카페 구입제품의 카테킨 함량

카페에서 판매하는 제품의 total catechin 함량은 Table 4와 같이 30.31~832.47 mg/L의 범위를 보였다. 이중 가장 높은 함량을 보인 것은 국내 P사 제품의 녹차라떼였으며, 가장 낮은 함량을 보인 것은 S사의 그린티에이드였다. 음료의 형태를 우유가 포함된 라떼와 우유가 불포함된 아이스티(에이드) 형태로 나누어 비교해 본 결과, 라떼형태의 음료에서 catechin류가 훨씬 높게 나오는 것을 확인할 수 있었다. 이는 아이스티나 에이드의 형태의 음료를 제조하는 경우, 식감이나 맛 등의 문제로 녹차원료를 많이 사용할 수 없기 때문으로 사료된다. 38종 제품의 검출 범위를 나누어 보면 100 mg/L 이하는 3종, 100 mg/L 초과 300 mg/L 이하는 22종, 300 mg/L초과 500 mg/L 이하는 11종, 500 mg/L 초과는 2종으로, 카페제품이 소매점 제품보다 catechin류 함량이 상당히 높았다. Catechin 6

Table 3. Each catechin contents of green tea beverages at retail stores (Unit: mg/L)

Purchase	Sample	Catechin	Epicatechin	Epigallocatecin-3-gallage	Gallocatechin-3-gallate	Epicatechin-3-gallate	Catechin-3-gallate	Total catechins (average: 61.99)
Retail store	1	46.35±6.81	43.81±5.74	40.37±26.05	33.52±22.96	19.64±3.07	16.34±1.13	200.03±32.26
	2	10.43±1.00	11.12±0.34	2.18±0.73	N.D.	6.13±1.19	N.D.	35.24±8.86
	3	14.33±0.62	9.14±0.62	N.D.	3.23±0.72	5.38±0.68	N.D.	35.83±6.69
	4	23.48±2.48	14.62±0.22	16.96±2.39	15.29±1.62	8.38±0.27	7.76±1.93	86.50±4.51
	5	19.98±1.62	12.34±0.89	2.52±0.86	4.61±1.06	6.61±0.87	6.65±2.33	52.70±4.38
	6	13.24±0.37	18.63±0.98	27.57±3.10	7.83±0.22	13.84±0.65	6.67±2.41	87.78±2.47
	7	17.93±0.83	10.13±1.04	N.D.	2.83±0.76	N.D.	N.D.	34.76±6.46
	8	21.13±1.13	11.49±0.54	11.80±0.60	16.60±1.43	12.18±0.21	13.53±0.08	86.73±2.90
	9	18.19±3.81	11.40±0.51	16.54±2.82	17.33±0.72	9.66±0.95	9.94±1.28	83.05±4.61
	10	11.15±0.43	11.70±0.59	N.D.	2.69±0.19	5.35±1.11	N.D.	34.75±7.77
	11	10.27±0.39	10.48±0.82	N.D.	N.D.	5.35±0.95	5.87±2.58	33.42±6.01
	12	N.D.	8.18±1.68	N.D.	N.D.	6.33±0.65	N.D.	18.37±7.80
	13	N.D.	7.63±1.10	N.D.	N.D.	5.14±0.77	N.D.	27.17±22.25
	14	70.05±99.07	45.72±6.20	N.D.	N.D.	5.02±0.77	6.59±1.31	127.39±94.96
	15	12.88±0.06	8.70±1.61	N.D.	3.54±1.41	7.99±0.95	9.72±1.23	42.82±5.14
	16	13.03±0.61	8.25±1.15	2.81±0.61	7.23±0.41	9.82±1.06	11.48±0.65	52.63±3.28
	17	N.D.	9.04±1.26	N.D.	3.00±0.13	5.92±0.76	N.D.	21.87±5.15
	18	13.87±0.07	8.46±1.17	3.15±0.92	7.53±0.20	9.86±0.09	11.82±0.65	54.69±2.37

N.D.: Not detection.

Table 4. Each catechin contents of green tea beverages at cafe (Unit: mg/L)

Purchase	Sample	Catechin	Epicatechin	Epigallocatecin-3-gallage	Gallocatechin-3-gallate	Epicatechin-3-gallate	Catechin-3-gallate	Total catechins (average: 263.17)
Café	1	48.18±5.30	24.90±12.35	20.84±22.12	4.81±0.85	33.27±32.83	10.24±1.02	142.24±63.86
	2	70.59±11.32	89.97±14.48	275.45±51.59	32.12±5.07	76.63±13.82	14.06±0.08	558.82±96.36
	3	36.44±3.50	64.53±6.85	72.27±12.53	12.96±0.26	20.38±0.99	7.54±2.28	214.12±21.33
	4	14.82±3.15	34.01±0.80	137.80±24.05	5.44±0.66	29.74±3.77	6.03±2.61	227.84±22.21
	5	13.00±0.09	52.91±4.57	230.33±40.85	4.26±0.53	43.71±6.93	6.10±1.97	350.31±49.94
	6	N.D.	27.96±0.39	102.30±18.31	4.04±0.88	23.63±2.60	N.D.	166.61±7.38
	7	18.92±1.40	16.54±0.01	12.32±1.18	5.37±1.90	10.53±2.65	N.D.	63.69±1.82
	8	21.21±2.07	16.81±0.02	37.67±3.79	110.25±19.31	78.62±13.83	N.D.	268.35±33.62
	9	14.96±0.96	20.61±1.32	60.08±10.81	8.15±0.46	9.80±3.83	N.D.	117.39±4.36
	10	29.44±11.47	73.07±16.13	298.44±53.07	6.08±0.69	56.92±9.22	7.18±2.10	471.11±64.17
	11	33.72±25.86	74.74±7.98	213.90±39.79	8.97±1.04	44.81±9.10	6.35±2.27	382.48±29.78
	12	11.85±0.18	33.28±3.31	80.27±14.45	N.D.	20.84±2.16	N.D.	152.59±15.38
	13	30.92±1.77	33.29±3.72	110.74±20.25	10.71±0.47	29.53±2.48	N.D.	220.20±20.67
	14	N.D.	8.80±0.80	1.04±0.64	N.D.	8.09±0.44	6.10±2.48	30.31±13.27
	15	13.33±0.36	49.83±2.64	143.50±25.51	3.46±0.99	34.63±4.72	N.D.	248.75±26.57
	16	39.86±7.29	59.37±7.70	90.21±15.95	9.57±0.88	23.57±1.47	N.D.	227.62±24.42
	17	23.86±2.63	14.50±0.20	52.77±8.09	5.50±1.65	46.46±6.51	6.64±2.26	149.73±13.50
	18	48.92±14.18	61.28±7.08	66.68±9.52	34.52±6.70	21.84±19.33	20.10±2.20	253.34±20.36
	19	35.84±5.35	44.29±5.50	12.91±1.76	16.40±0.95	16.37±12.82	15.63±0.78	141.43±1.52
	20	35.61±0.04	36.48±37.20	66.24±73.69	12.18±6.99	20.43±7.29	N.D.	175.30±117.40
	21	18.22±1.39	49.04±5.70	53.81±9.10	9.76±0.80	15.73±0.65	6.60±1.39	153.17±13.47
	22	27.34±10.21	69.32±5.54	202.81±37.81	8.30±1.61	36.15±5.01	N.D.	347.79±34.28
	23	40.31±4.31	75.32±8.26	164.96±29.88	20.83±1.69	47.00±6.84	N.D.	352.26±45.54
	24	79.18±65.61	178.00±31.57	454.49±84.41	23.64±3.62	88.99±15.49	8.17±1.69	832.47±67.79
	25	38.27±0.98	46.05±6.17	96.40±17.35	9.66±3.32	19.80±1.08	N.D.	214.71±22.48
	26	35.08±29.92	51.07±7.12	194.21±35.41	9.59±3.63	32.38±3.52	6.80±2.41	329.13±17.35
	27	17.80±4.76	46.53±2.98	145.05±26.21	4.41±0.59	31.78±4.41	N.D.	249.50±22.68
	28	17.09±5.54	46.48±5.17	145.45±25.80	4.42±0.28	35.38±5.18	6.22±2.56	255.02±38.84
	29	70.36±11.60	78.52±11.77	199.16±36.52	8.02±0.76	42.78±7.88	6.97±2.19	405.81±66.34
	30	20.90±6.44	68.16±6.70	175.31±32.84	25.83±2.22	69.51±11.84	8.26±1.66	367.96±45.50
	31	23.58±2.19	47.36±5.25	62.47±10.57	13.77±0.72	44.22±6.74	7.33±1.10	198.72±24.38
	32	29.46±3.23	58.06±6.41	108.07±19.74	19.36±2.36	57.12±9.24	8.02±1.35	280.10±39.63
	33	36.05±21.41	63.82±8.07	171.03±29.92	24.72±2.50	84.38±15.87	8.34±2.21	388.34±75.56
	34	37.24±21.94	61.16±4.72	170.85±29.44	24.35±2.51	64.43±10.59	8.14±1.28	366.17±67.92
	35	30.41±6.65	80.50±11.23	185.77±33.73	9.65±0.41	40.93±5.79	6.45±2.37	353.70±54.63
	36	20.88±10.22	19.98±0.60	31.19±5.17	N.D.	37.26±5.17	7.81±1.82	119.64±15.79
	37	30.09±2.48	24.71±0.02	19.98±2.91	12.80±1.17	28.66±3.68	17.87±1.51	134.10±11.73
	38	17.10±2.65	17.96±0.32	15.76±1.19	4.01±1.00	28.04±2.69	6.70±2.25	89.58±2.95

N.D.: Not detection.

종의 개별 검출량을 비교한 결과, 평균 123 mg/L로 가장 높은 함량을 보인 것은 EGCG였다(Table 5). 이는 녹차의 catechin류 중 EGCG가 가장 높은 함량을 보인다는 Kondo 등(1999)의 결과와 같았다.

3. 카페인 함량

Pan 등(2003)의 연구와 같이 녹차잎에는 상당량의 caffeine이 포함되어 있다고 알려져 있는 만큼 녹차를 이용하여 만든 음료에도 카페인이 포함되어 있었다. 소매점 제품의 caffeine 함량 평균은 약 65.14 mg/L(Table 6), 카페 제품의 평균은 약 165.35 mg/L(Table 7)로 caffeine 역시 카페 제품의 함량이 더욱 높게 나타났다. 또한, total catechin 평균 함량 대비 caffeine 평균 함량을 비교해 보면 소매제품이 1 : 4.2와, 카페제품이 1 : 2.5로 소매제품이 catechin 및 caffeine 함량은 작지만, catechin 함량 대비 caffeine 함량이 더 큰 걸 확인할 수 있었다. 이는 소매제품에 녹차원료와 별개로 향미를 위한 caffeine을 첨가하였기 때문으로 사료된다. 그러나, 소매제품의 경우, 식품의 약품안전처에서 caffeine의 농도가 150 mg/L 이상이 될 경우, "고카페인음료"라는 문구를 표시하도록 기준을 정해 놓은 만큼 제조과정 중 caffeine 함량을 기준에 맞추어 제조하였을 것으로 판단된다.

1) 소매점 구입제품의 카페인 함량

본 연구를 위하여 구입한 모든 소매제품에는 "고카페인" 문구가 없었으며, 함량범위는 Table 6과 같이 24.89~141.52 mg/L로 모두 식품의약품안전처의 기준을 충족하였다. 가장 높은 caffeine 함량을 보인 제품은 catechin 함량이 가장 높았던 제품과 동일하였다. 해당제품은 소매제품으로서는 유일하게 카페제품과 같은 함량과 경향성을 보이는 것으로 비춰볼 때 녹차원료를 많이 사용한 것으로 생각된다. 유제품 함유 여부로 제품을 나누어 비교해본 결과, 가장 높은 함량을 보인 3가지 제품은 모두 유제품을 포함한 라떼형태의 제품으로 라떼제품에서 비교적 높은 caffeine 함량을 나타냈다. 그러나 소매점에서 구입한 18종 중 14종은 100 mg/L 이하였으며, 이

Table 5. Average of contents by each catechins of green tea beverates at cafe

Kinds of catechin	Average of contens(mg/L)
Catechin	30.01
Epicatechin	50.51
Epgallocatechin-3-gallate	123.22
Gallocatechin-3-gallate	14.04
Epicatechin-3-gallate	38.27
Catechin-3-gallate	7.12

Table 6. Caffeine contents of green tea beverages at retail store (Unit: mg/L)

Purchase	Sample	Caffeine (average: 65.14)
Retail store	1	141.52±24.11
	2	24.89±2.56
	3	25.74±2.14
	4	88.81±14.13
	5	44.01±5.51
	6	51.36±7.01
	7	67.84±9.93
	8	68.68±9.89
	9	40.99±4.92
	10	41.02±5.07
	11	38.51±4.60
	12	32.71±3.49
	13	55.71±7.82
	14	44.63±5.74
	15	197.32±34.44
	16	108.38±17.73
	17	53.22±7.36
	18	112.25±18.45

Table 7. Caffeine contents of green tea beverages at cafe (Unit: mg/L)

Purchase	Sample	Caffeine (average: 165.35)
Café	1	577.66±108.06
	2	241.93±42.83
	3	83.98±12.61
	4	171.23±29.54
	5	264.57±47.08
	6	131.41±22.05
	7	24.49±2.02
	8	22.71±1.62
	9	38.93±4.67
	10	315.54±56.76
	11	139.93±24.82
	12	106.90±17.45
	13	84.76±14.16
	14	44.78±5.78
	15	183.27±31.88
	16	80.70±12.53
	17	121.08±20.12
	18	194.69±34.08

Table 7. Continued

Purchase	Sample	Caffeine (average: 165.35)
Café	19	168.23±28.93
	20	84.49±13.24
	21	62.94±9.19
	22	253.18±45.24
	23	123.67±20.60
	24	319.81±58.70
	25	89.88±14.25
	26	195.57±34.61
	27	157.64±29.16
	28	168.77±29.08
	29	154.07±26.31
	30	181.30±31.43
	31	126.30±21.09
	32	160.96±27.60
	33	157.34±26.33
	34	156.93±26.66
	35	139.49±24.13
	36	245.33±43.46
	37	397.28±72.01
	38	111.50±17.87

중 10종은 50 mg/L도 되지 않았다. 카페인을 함유한 콜라와 비교를 위해 Kim 등(2014)의 연구 결과를 살펴보면 시중 유통되는 콜라의 caffeine 농도는 91~123 mg/L로 녹차의 caffeine 농도가 훨씬 낮았다. 다만, caffeine이 전혀 없지 않기 때문에 어린아이의 섭취에는 주의가 필요하다.

2) 카페 구입제품의 카페인 함량

카페제품의 함량범위는 Table 7과 같이 22.71~577.66 mg/L로 비교적 넓은 범위를 나타내었고, 전체적으로 높은 편이었다. 카페에서 구입한 38종 중 21종은 150 mg/L를 초과하였으며, 300 mg/L 초과제품도 3종이나 되었다. 22.71~38.93 mg/L로 가장 낮은 함량을 보인 3종은 O사에서 판매하는 제품으로 각각 모히또, 한라봉, 유자 등을 혼합한 주스 형태 제품이기 때문에 상대적으로 caffein의 함량이 낮았던 것으로 생각된다. 현행법상 카페는 식품접객업소 휴게음식점에 속하므로 식약처의 "고카페인 표기"의 의무가 없다. 그러므로, 카페에서 파는 녹차음료의 경우에 caffeine 함량이 비교적 높기 때 caffeine에 민감한 성인도 섭취에 주의할 필요가 있다. 결과적으로, 카페제품의 경우 catechin과 caffeine 함량의 경향성을 비교한 결과, Fig. 2와 같이 비례하는 양상을 보였다. 즉, 제조 시 녹차원료의 비율이 높아짐에 따라 두 종류의 화합물 함량이 모두 높아졌음을 유추할 수 있었다.

요약 및 결론

국내 소매점과 카페에서 시판 중인 56종의 녹차음료를 구입하여 catechin류 6종과 caffeine을 동시 분석한 결과, 모든 녹차음료에는 녹차의 생리활성성분인 catechin류가 4종 이상 포함되어 있었으며, 녹차의 잎과 동일하게 EGCG의 함량이 가장 높았다. Total catechin 함량은 소매점보다 카페에서 파는 녹차음료에서 훨씬 높게 나타났다. 녹차음료를 유제품의 혼입 여부로 나누어 라떼제품군과 아이스티(에이드) 제품군으로 비교한 결과는 라떼제품군에서 비교적 높은 catechin과 caffeine 함량을 보였다. Caffeine 함량은 소매제품보다 카페의

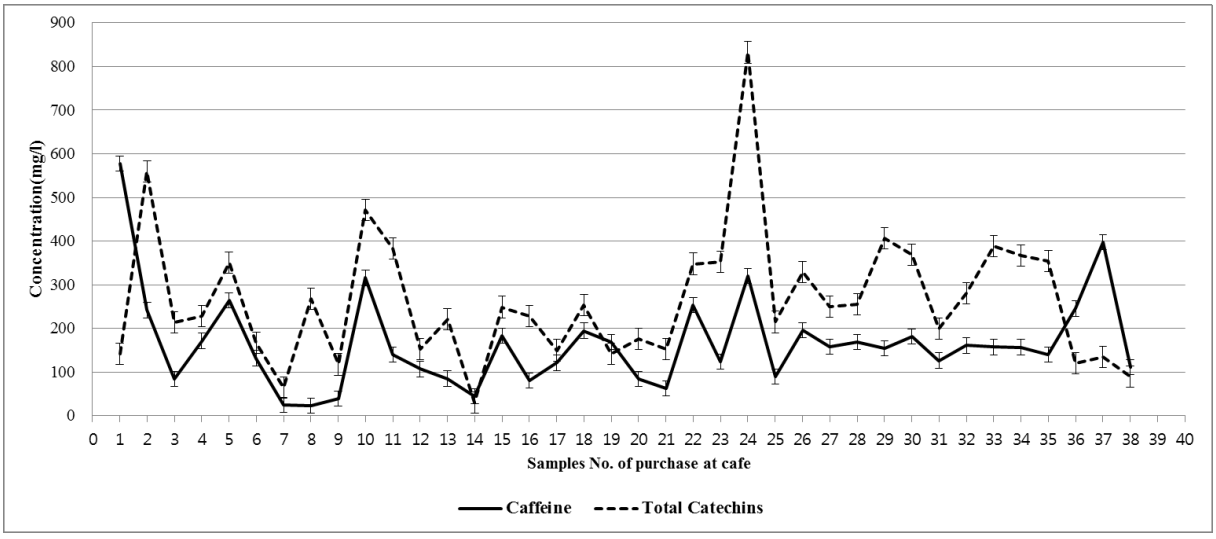

Fig. 2. Comparison of significance realtionships between catechins and caffeine.

녹차음료 제품에서 월등히 높은 것을 확인하였다. 이는 소매제품의 경우, 식약처의 '고카페인 제품 표시 기준'을 지키기 위한 것으로 생각된다. 결과적으로 catechin 섭취를 위해 녹차음료를 선택할 경우, 소매점보다는 카페에서 판매하는 라떼 형태의 제품이 유리하다. 그러나, 카페판매 녹차음료에서의 catechin 함량은 caffeine 함량과 비례하므로 caffeine에 민감한 사람, 특히 어린이들은 음료선택에 주의해야 할 필요가 있다.

References

An MK. Ahn JB, Lee KG. 2008. Development of green tea beverage with organic tea leaves. *Korean J Food Sci Technol* 40:485-490

Bramati L, Aquilano F, Pietta P. 2003. Unfermented rooibos tea: Quantitative characterization of flavonids by HPLC-UV and determiantion of the total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 51:7472-7474

Chu YF. 2012. Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention. pp.81-83. John Wiley & Sons

Daniel DR, Ana RM, Jeremy PES, Massimiliano T, Gina B, Alan C. 2013. Dietary(poly)phenolics in human health: Structures, bioavaility, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxid Redox Signaling* 18:1818-1892

Fujioka K, Shibamoto T. 2008. Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chem* 106:217-221

ICH Harmonised Tripartite Guideline. Validation of Analytical Procedures: Test and Methodology Q2(R1). pp.1-17. International Conference on Harmonisation

James CS. 1995. Analytical Chemistry of Foods. p.153. Blackie Academic and Professional. London. England

Khokhar S, Magnusdottir SGM. 2002. Total phenol, catechin, and caffeine, contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. *J Agric Food Chem* 50:565-570

Kim DO, Jeong SW, Lee CY. 2002. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry* 81:321-326

Kim MH, Kim YR, Lee JW, Park BK, Kim MK, Choi MK, Kim AJ. 2008. The effect of caffeine on lipid and mineral content in the serum of rats. *Korean J Food Nutr* 21:336-343

Kim SH, Han DS, Park JD. 2004. Changes of some chemical compounds of Korean (Posong) green tea according to harvest periods. *Korean J Food Sci Technol* 36:542-546

Kim SJ, Hong MS, Lee ES, Cho IS, Lee YC, Kim SD, Cho HB, Kim JH, Jung K. 2014. Research on the caffeine content of drinks. *Report of SIHE* 50:3-10

Kondo K, Kurihara M, Miyata N, Suzuki T, Toyoda M. 1999. Scavengingmechanisms of (−)-epigallocatechin gallate and (−)-epicatechingallate on peroxyl radicals and formation of superoxide during the inhibitory action. *Free Radicals Biol Med* 27:855-863

Lee LS, Kim SH, Park JD, Kim YB, Kim YC. 2015. Physiochemical properties and antioxidant activities of loose-leaf green tea commercially available in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 47:419-424

Lee MJ, Kwon DJ, Park OJ. 2007. The comparison of antioxidant capacities and catechin contents of Korean commercial green, oolong, and black teas. *Korean J Food Culture* 22: 449-453

Lee YS, Jung SA, Kim JH, Cho KS, Shin EK, Lee HY, Ryu HK, Ahn HJ, Jung WI, Hong SH. 2015. A study on change in chemical composition of green tea, white tea, yellow tea, oolong tea and black tea with different extraction conditions. *Korean J Food Nutr* 28:766-773

Lin YS, Tsai YJ, Tsay JS, Lin JK. 2003. Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. *J Agric Food Chem* 51:1864-873

Moeenfard M, Rocha L, Alves A. 2014. Quantification of caffeoylquinic acids in coffee brews by HPLC-DAD. *J Anal Methods Chem* 2014:1-10

Monteiro M, Farah A, Perrone D, Trugo LC, Donangelo C. 2007. Chlorogenic acid compounds from coffee are differentially absorbed and metabolized in humans. *J Nutr* 137: 2196-2201

Nilson Company Korea. 2015. Retail market sales report by tea types. Available from http://www.thinkfood.co.kr/news/articleView.html?idxno=61850 [cited 20 December 2016]

Pan X, Niu G, Liu H. 2003. Microwave-assisted extraction of tea polyphenols and tea caffeine from green tea leaves. *Chem Eng Process* 42:129-133

Ranheim T, Halvorsen B. 2005. Coffee consumption and human health-beneficial or detrimental? Mechanisms for effects of coffee consumption on different risk factors for cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. *Mol Nutr Food Res* 49:274-284

Rasheed A, Haider M. 1998. Antibacterial activity of *Camellia*

sinensis extracts against dental caries. *Arch Pharmacal Res* 21:348-352

SANTE/EU. 2015. Method Validation and Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed. pp.1-42. European Union

Shulz H, Joubers E, Shütze W. 2003. Quantification of quality parameters for reliable evaluation of green rooivos (*Asphalthus linearis*). *Eur Food Res Technol* 216:539-543

Tfouni SAV, Serrate CS, Carreiro LB, Camargo MCR, Teles CRA, Cipolli KMVAB, Furlani RPZ. 2012. Effect of roasting on chlorogenic acids, caffeine and polycyclic aromatic hydrocarbons levels in two *Coffea cultivars*: *Coffea arabica* cv. *Catuaí amarelo* IAC-62 and *Coffea canephora* cv. Apoatã IAC-2258. *Int J Food Sci Technol* 47:406-415

Tsao R. 2010. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients* 2:1231-1246

Received 27 September, 2017
Revised 28 May, 2018
Accepted 08 June, 2018