한국식생활문화학회지 22(4): 449 - 453, 2007
KOREAN J. FOOD CULTURE 22(4): 449 - 453, 2007

국내 시판되는 녹차, 우롱차 및 홍차의 카테킨 함량과 항산화능 비교

이민준 · 권대중[1] · 박옥진*
연세대학교 식품영양과학연구소, (주) 해원바이오테크 기술연구소[1], 여주대학 푸드코디네이션과*

The Comparison of Antioxidant Capacities and Catechin Contents of Korean Commercial Green, Oolong, and Black Teas

Min June Lee, Dae Joong Kwon[1], Ok Jin Park*
Research Institute of Food and Nutritional Sciences, Yonsei University
Research & Development Center, Haewon Biotech, Inc.[1]
*College of Yeojoo, Dept. of Food Coordination**

Abstract

Using green tea(GT), oolong tea(OT), black tea(BT) and green tea bag(GTB) out of tea products in market, this study quantified polyphenol and catechins as anti-oxidant substances and analyzed their respective anti-oxidant capacities. As a result, more epigallocathechin(EGC) was found in GT and GTB as well as caffein(CAF) in GT and BT. GT contained more epigallocathechin gallate(EGCG) than other tea types. Both FRAP and ORAC, as two methods of analyzing anti-oxidant capacities, showed that GTB had highest anti-oxidant capacities, while OT had lowest of all. By brand, it was found that all the 3 brands of GT had similarly high anti-oxidant capacities, but there were differences in the anti-oxidant activities of GTB and BT depending on brand. Out of catechin components, it was found that epicatechin(EC), epicathechin gallate(ECG) and EGCG were major components affecting anti-oxidant capacities.

Key Words : tea, catechin, antioxidant capacity, EC, ECG, EGCG

I. 서 론

차의 음용은 인류의 역사와 더불어 시작되어 오랜 세월 동안 민간의약용으로 이용되어 왔으며 점차 경험적인 효능이 인정되면서 기호음료로 이용되어 왔다. 최근에는 여러 가지 기능성이 과학적으로 규명됨에 따라 기능성 식품으로서 가치가 재평가되고 있어 기호음료로서 뿐만 아니라 건강지향 목적으로도 이용되고 있다(Sohn 등 2000).

여러 가지 기능성 중 특히 차의 우수한 항산화력은 질병예방차원으로 크게 인정을 받고 있으며 이에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 차의 항산화능은 차의 90%를 차지하고 있는 polyphenol에 의하며 특히 flavan 3-ol인 catechin류가 대표적인 생리활성 물질로 알려져 있다(Kim 2004). Catechin류의 주요성분으로는 epigallocathechin(EGC), catechin, epicatechin(EC), epigallocathechin gallate(EGCG), epicathechin gallate (ECG) 등의 5종류가 있으며 이는 산화작용 억제 뿐 아니라 발효정도에 따른 차의 맛, 색, 향기차이에도 큰 영향을 준다(Choi&Choi 2003). 비발효차인 녹차의 catechins 함량이 가장 많으며 발효 중 polyphenol oxidase에 의해 catechins은 theaflavins과 thearubigins로 전환되어 홍차와 우롱차는 catechins이 감소되는 것으로 알려져 있다 (Sharma 2005).

본 연구에서는 녹차, 홍차, 우롱차 및 광범위하게 이용되는 녹차 티백 각각에 대하여 현재 시판되고 있는 서로 다른 브랜드 3가지를 선별하여 총 12가지 차의 catechin류를 정량하고 FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power) 및 ORAC(Oxygen radical absorbing capacity)분석법을 이용하여 항산화능을 비교해 보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 추출액의 제조

실험에 사용된 12종의 침출차 (Green Tea(GT) 3종, Green Tea Bag(GTB) 3종, Black Tea(BT) 3종, Oolong Tea(OT) 3종)는 차를 전문으로 판매하는 온라인 판매처에서 구매하였다. 95℃ 증류수 100 ml에 시료 2g을 넣어(2%, w/v) 3분간 추출 후 filter paper(TOYO, No.2)로 여과하여 즉시 냉각 후 0.45μm syringe filter

* Corresponding author : Ok Jin Park, Department of Food Coordination, College of Yeojoo, 454-5 Kyo-ri, Yeojoo-eup, Yeojoo-gun, Kyonggi-do, 469-705, Korea
Tel:82-31-880-5297 Fax:82-31-886-2524 E-mail: ojpark09@naver.com

로 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

2. Polyphenol 정량

Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 polyphenol 화합물에 의해 환원되어 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다. 각 추출액 0.1 ml에 Folin-Ciocalteu reagent 50 ㎕를 첨가 후 4분간 반응시키고 이 용액에 20% Na_2CO_3용액 1.5 ml를 가한 후 23 ℃에서 2분간 반응시켰다. 반응액의 흡광도 값을 760 nm에서 측정하였고 표준물질로는 gallic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하였다(Dewanto & Xianzhong 2002).

3. Catechin류 정량

Catechin류의 정량은 HPLC(high performance liquid chromatography)를 이용하여 측정 하였다. 사용한 HPLC의 분석조건은 〈Table 1〉과 같다.

<Table 1> The specification and operation condition of the HPLC apparatus used for the analysis of catechin contents

Items	Conditions
Instrument	Waters 2690 separation module
Detector	Waters 996 PDA detector (273nm)
Column	reverse-phase column (Symmetry C18 4.6×250mm, 5㎛)
Mobile phase	methanol, water, 0.3% chloroacetic acid
Flow rate	1ml / min

4. 항산화능 측정

1) FRAP분석

항산화물질에 의해 ferric 2,4,6-tripyridyl-s-triazine[Fe(III)-TPIZ]를 ferrous 2,4,6-tripyridyl-s-triazine[Fe(II)-TPIZ] 혼합물로 환원되는 원리에 의한다. 10% 희석액 0.1 ml를 test tube에 넣은 후 FRAP-reagent (25 ml acetate buffer, 300 mmol/l, pH3.6+2.5 ml 10 mmol/l TPTZ in 40 mmol/l HCl +2.5 ml 20 mmol/l FeCl3 · 6H2O) 3 ml를 첨가하고 5분간 반응 시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trolox를 표준물질로 하여 TE (trolox equivalent) ㎛M로 표현하였다(Wicklund 2005).

2) ORAC 분석

ORAC 분석은 hydroxyl기나 peroxyl기와 같이 짧은 시간 존재하는 radical에 대한 항산화 반응을 검정할 수 있는 방법이다(Joseph 2004). 10% 희석액 0.1 ml에 fluorescence working solution을 0.1 ml 첨가하고 시료를 형광분석기에 넣었다. Fluorescence filter의 excitation wavelength는 540 nm, emission wavelength는 565 nm로 조절하고 320 mM AAPH(2',2'-azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride)를 2.5 ml 넣었다. 매 5분마다 fluorescence가 자동으로 기록되도록 설정하고 35cycle(70 min) 측정하였다. Trolox를 표준물질로 하여 TE ㎛M로 표현하였다(Cao 등 1993)

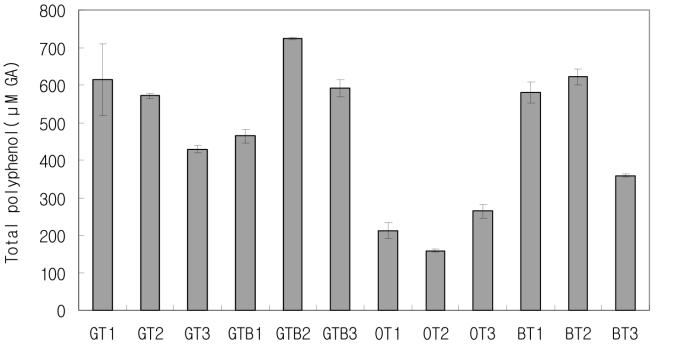
5. 통계 분석

자료의 통계분석은 SPSS 통계분석프로그램(SPSS for Windows, version 12.0)을 이용하였다. 각종 차의 polyphenol 및 catechin 함량과 FRAP 및 ORAC 분석치의 평균과 표준편차를 구하였다. 차의 종류에 따라 항산화능에 차이가 있는지를 분석하기 위해 일원분산분석을 이용하였으며, 사후검정은 Scheffe의 방법을 이용하였고, 차의 Catechin 함량과 항산화능 간의 관계는 Pearson 상관분석 및 단순회귀분석을 이용하여 분석하였다. 모든 통계분석의 유의성 검증은 유의수준 $p<0.05$에서 통계적으로 유의하다고 보았다.

III. 결과 및 고찰

1. 총 polyphenol 함량

GTB2가 724㎛M로 가장 많은 양을 함유하고 있으며 OT는 다른 차에 비하여 적은 양의 polyphenol을 함유하고 있었고 GT, BT는 브랜드별로 차이는 있으나 많은 양의 polyphenol을 함유하고 있었다. 여러 가지 차 종류의 항산화 효과를 비교한 연구에서도 BT와 GT는 비슷한 함량의 polyphenol을 함유하고 있는 것으로 나타났다(Choi & Choi 2003)(Figure1).



<Figure 1> Polyphenol contents of teas

※GT; green tea, GTB; green tea bag, OT; oolong tea, BT; black tea

2. Catechin류 함량

대부분의 차종류에서 CAF, EGC, EGCG 등의 함량이 높은 것으로 분석되었다. GT와 GTB는 EGC의 함량이 다른 차의 종류에 비해 높았으며 GT와 BT에는 CAF이 다량 함유되어 있다.

GT는 브랜드에 상관없이 EGCG와 CAF이 다량 함유되어 있고 Gallic acid(GA)와 CAT은 브랜드에 따라 차이를 보여 GT3은 나머지 두 브랜드에 비해 1/2에 해당하는 양

<Table 2> Catechin contents of various tea products

(단위:μM)

variety	EGC	CAT	CAF	EGCG	EC	ECG
GT 1	1832.17± 48.33 [1)]	67.04±2.04	1641.21 ±44.40	838.55±117.46	351.53± 8.22	150.25±32.12
GT 2	1657.45± 26.38	62.28±1.00	1520.18 ±25.60	654.65± 92.12	323.16± 2.18	114.45±25.50
GT 3	1674.29± 44.47	34.27±1.06	1109.84 ±26.15	515.33± 82.19	275.62± 6.18	84.71±20.31
GTB 1	949.70± 38.58	24.89±2.25	790.84 ±26.15	485.43± 67.54	194.21± 5.88	96.97±20.68
GTB 2	1995.93±104.43	31.90±0.79	1197.52 ±54.72	754.98±100.67	405.40±20.82	136.18±25.88
GTB 3	1712.40± 35.70	28.52±0.02	994.55 ±21.89	627.12± 76.63	364.91± 6.63	113.08±20.84
OT 1	714.56± 15.55	24.49±2.01	843.443± 6.29	290.37± 68.06	84.41± 0.92	42.73±13.24
OT 2	451.71± 1.26	14.86±1.43	588.85 ± 2.95	212.69± 50.62	57.95± 0.81	35.49±11.60
OT 3	209.63± 27.47	25.66±4.26	1024.35 ±20.40	178.0 ± 34.08	48.65± 1.28	51.22±15.39
BT 1	412.52± 60.11	51.24±4.62	1616.81 ±55.53	677.24± 65.19	79.55± 3.89	221.99±37.11
BT 2	631.42± 26.57	40.87±0.28	1536.94 ±35.70	515.39±135.35	241.67± 5.95	195.62±95.79
BT 3	64.24± 0.01	11.44±0.68	1935.33 ±39.98	71.95± 5.97	33.16± 2.65	71.60±10.68

1) Each value was expressed as mean±standard deviation.
2) EGC; epigallocathechin, CAT; catechin, CAF; caffeine, EC; epicatechin, EGCG; epigallocathechin gallate, ECG; epicathechin gallate

을 함유하고 있고 GTB도 브랜드에 따라 차이를 보여 GTB1은 EGC가 나머지 두 상품에 비하여 1/2에 해당하는 양을 함유하고 있고 GTB2는 CAF이 가장 많았다. OT3은 CAF은 가장 많은 반면 EGC와 EGCG함량은 다른 브랜드보다 가장 양이 적은 것으로 분석되었다(Table 2).

세 가지 차의 주요 flavonol함량을 비교한 연구에서는 모든 차에서 EGCG 함량이 가장 높았으며 GT는 BT의 6배, OT의 2.5배의 양을 함유하고 있는 것으로 분석되어 발효 될수록 그 양이 감소하는 것으로 나타났다. 그 외의 catechin류도 GT가 OT와 BT보다 많은 양을 함유하고 있는 것으로 나타나 본 논문의 결과와 일치하였다(Peterson 2005). 세 가지 차 모두에 EGCG가 가장 많이 함유되어 있는 것으로 분석된 연구(Yeo 1995)는 본 연구의 결과와 일치하지 않았으나 대부분의 성분이 BT와 OT보다 GT에 많이 함유되어 있는 것은 일치하였다.

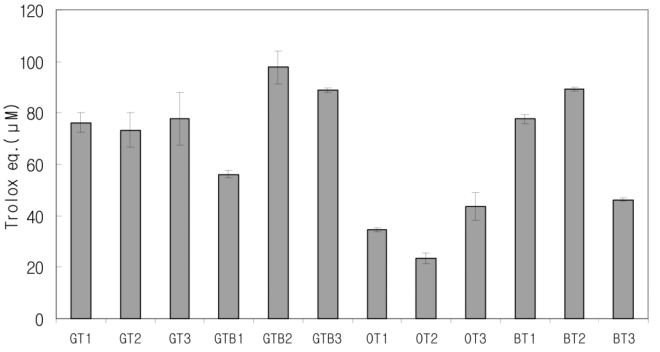
3. 항산화능

FRAP과 ORAC 분석결과 모두에서 GTB의 항산화능이 가장 높았고, 다음으로 FRAP에서는 GT, BT 순서로, ORAC에서는 BT, GT 순서로 항산화력이 높았으며, OT의 항산화능이 가장 낮았다. 그러나 통계적으로 GTB와 OT간에만 유의적인 차이가 있었다(Table 3).

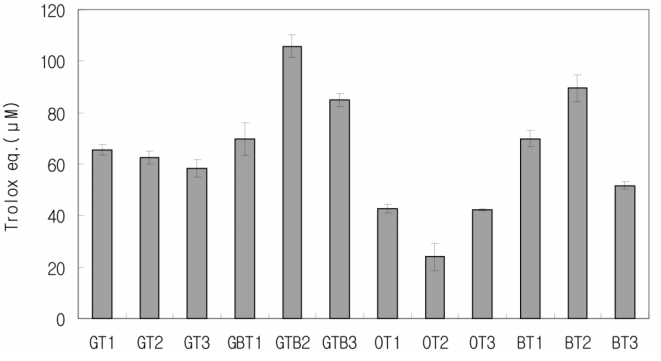
<Table 3> The comparison of antioxidant capacities by FRAP and ORAC assay

Teas	FRAP	ORAC
GT	75.7 [ab]	62.1 [ab]
GTB	80.8 [a]	86.8 [a]
OT	33.8 [b]	36.4 [b]
BT	71.0 [ab]	70.3 [ab]
F-value	5.1	0.016

ab : different letter indicates significant difference at $p<0.05$.



<Figure 2> Antioxidant capacities of teas by FRAP assay



<Figure 3> Antioxidant capacities of teas by ORAC assay

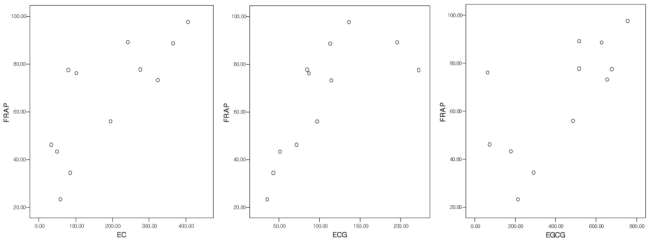
차의 브랜드별 항산화능 분석결과는 〈Figure 1&2〉에 제시하였다. GTB와 BT의 경우 항산화능은 높으나 GTB는 102.0~55.15 TE μM, BT는 45.68~89.89 TE μM로 브랜드별로 차이가 컸다. GT는 GTB보다는 항산화능은 낮았으나 브랜드별 차이가 적은 것으로 분석되었다.

FRAP과 ORAC 방법을 통해 측정한 항산화능과 차에 함유된 각종 catechin 함량간의 상관관계 분석 결과를 Table 4에 제시하였다. 항산화능은 EC, ECG 및 EGCG의

<Table 4> Correlation analysis between Antioxidant capacities and Catechin contents

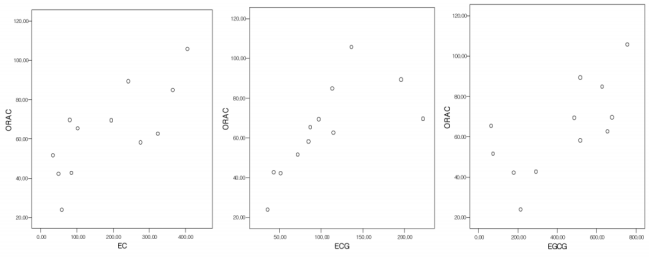
Catechins	FRAP	ORAC
EGC	0.561	0.538
CAT	0.553	0.332
CAF	0.206	0.233
EGCG	0.684*	0.684*
EC	0.764**	0.754**
ECG	0.735**	0.710**

* Correlation is significant at the p=0.05 level.
* * Correlation is significant at the p=0.01 level.



FRAP=40.028+0.136(EC) R^2=0.584 (F=14.028 p=0.004)
FRAP=33.519+0.305(ECG) R^2=0.541 (F=11.783 p=0.006)
FRAP=37.354+0.067(EGCG) R^2=0.468 (F=8.813 p=0.014)

<Figure 4> Relations of Catechin contents and antioxidant capacities by FRAP assay



ORAC=40.535+0.127(EC) R^2=0.568 (F=13.167 p=0.005)
ORAC=34.952+0.278(ECG) R^2=0.504 (F=10.160 p=0.010)
ORAC=37.538+0.063(EGCG) R^2=0.468 (F=8.799 p=0.014)

<Figure 5> Relations of Catechin contents and antioxidant capacities by ORAC assay

함량과 유의적인 상관이 있으며, 두 분석 방법 모두에서 EC와의 상관계수가 각각 0.764, 0.754로 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 단순회귀분석을 통해 차의 EC, ECG 및 EGCG 함량과 항산화능 간의 관계를 분석한 결과, 각 회귀식들은 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(Figure 4&5). 차에 함유된 EC, ECG, EGCG는 각각 58.4%, 54.1%, 46.8% 만큼 FRAP수치의 변동력을 설명하며, ORAC 수치의 변동력은 각각 56.8%, 50.4%, 46.8% 만큼 설명되는 것으로 나타났다. 따라서 차의 항산화능은 차에 함유된 Catechin 성분 중에서 EC, ECG 및 EGCG 등에 의해 상당 부분 결정된다고 볼 수 있다. Catechin류의 항산화능을 분석한 여러 연구들의 결과를 살펴보면 항산화능이 높은 성분들의 순위에는 차이가 있으나, 대부분 EGCG, ECG, EGC, EC 등으로, 본 연구의 결과와 일치하였다 (Lee & Son 2002)(Choi 등 2003)(Choi & Choi 2003).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 현재 시판되고 있는 차의 종류 중 녹차, 홍차, 우롱차, 홍차 그리고 녹차 티백의 catechin류를 정량하고 항산화능을 분석해 보았다.

녹차와 녹차 티백은 다른 차의 종류에 비해 EGC의 함량이 높았으며 녹차와 홍차에는 CAF이 다량 함유되어 있었다. 또한 녹차에는 다른 차류에 비해 EGCG가 많이 함유되어 있었다. 항산화능에서는 FRAC와 ORAC 두 분석 방법 모두에서 녹차 티백이 가장 높고 우롱차가 가장 낮은 것으로 분석되었다. 브랜드별로는 녹차가 세 브랜드 모두 비슷한 수준으로 높은 항산화능을 가졌으며 녹차 티백과 홍차는 브랜드 별로 차이를 보였다. 녹차 티백이 가장 높은 항산화능을 보인 것은 티백의 경우 분쇄한 형태의 제품이므로 다른 차에 비해 표면적이 상대적으로 높아서 물에 용출되는 항산화 성분의 양이 가장 많은 것으로 사료된다.

Catechin 성분 중 항산화능에 영향을 미치는 주요성분은 EC, ECG, EGCG로 분석되었으며, 차 종류에 따라 catechin류의 조성과 함량에 차이가 있었다. 이는 차의 수확시기와 차를 가공하는 방법의 차이에 따른 것으로 생각된다. 특히 발효 유무와 기간이 catechin류 조성에 차이를 주는 것으로 사료된다.

본 연구에서 차의 종류별, 브랜드별 catechin류 조성과 항산화능에 차이가 있는 것으로 분석되었으나 차에서 우려내는 성분들은 차 입자의 크기, 우려내는 방법, 그리고 잎과 물의 비율, 시간, 온도 등 많은 요소의 영향을 받기 때문에 이를 보완한 연구가 필요하다. 또한 차는 기능성 목적뿐만 아니라 기호음료의 역할을 가지고 있으므로, 향후에는 관능검사 분석이 포함된 연구가 이루어져 할 것으로 생각된다.

■ 참고문헌

Cao G, Alessio HM, Culter RG. 1993. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidant. Free Radical Biol Med, 14: 303-311

Choi OJ, Choi KH. 2003. The physicochemical properties of Korean wild teas(green tea, semi-fermented tea, and black tea) according to degree of fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr,32(3): 356-362

Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. J. Korean Soc Food Sci Nutr, 32(5): 723-727

Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. J. Agric Food Chem, 50: 4959-4964

Joseph R. 2004. Comparing antioxidant values with the ORAC

method. Alternative & Complementary Therapies, June: 167-170

Kim SY. 2004. Effect of Far-Infrared Irradiation on the antioxidant activity and catechin of green tea. J Korean Soc Food Sci Nutr,33(4): 753-756

Lee HS, Son JY. 2002. Antioxidant and synergist effect of extract isolated from commercial green, oolong, and black tea. Korean J. Food & Nutr, 15(4): 377-381

Peterson J. 2005. Major flavonoids in dry tea. J of Food Composition and analysis, 18: 487-501

Sharma V. 2005. Extractability of tea catechin as a function of manufacture procedure and temperature of infusion. Food Chemistry, 93: 141-148

Sohn KH. 2000. A study on the factors affecting the consumption of coffee and tea among female in seoul. Korean J Dietary Culture, 15(5): 398-412

Susanne MH et al. 2004. Bioability and antioxidant activity of tea flavonols after consumption of green tea, black tea, or a green tea extract supplement. Am J Clin Nutr, 80: 1558-64

Wicklund T. 2005. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. LWT, 38: 387-391

Yeo SG. 1995. Antioxidant effect of tea extracts from green tea, oolong tea, and black tea. J Korean Soc. Food Nutr, 24(2): 299-304

(2007년 6월 11일 접수, 2007년 8월 6일 채택)