Korean J. Food & Nutr. Vol. 18. No. 1, 94~101 (2005)

THE KOREAN JOURNAL OF
FOOD AND NUTRITION
한국식품영양학회

국내산 발효茶의 이화학적 성분에 관한 연구

정 영 희 · †신 미 경*
광주보건대학 식품영양과, *원광대학교 생활과학대학 식품영양학과

A Study on the Physicochemical Properties of Korean Teas according to Degree of Fermentation

Young-Hee Chung and †Mee-Kyung Shin
Dept. of Food of Nutrition, Kwangju Health Science College, 683-3 Sinchang-dong, Kwangsan-gu, Kwangju City,
**Dept. of Food of Nutrition, College of Human Environmental Science, Wonkwang University*

Abstract

The present study was conducted to know the physicochemical properties of Korean tea according to degree of fermention. The moisture content of green tea, blue tea, yellow tea and black tea was 2.02~2.04%. The content of total nitrogen was 3.78 % in green tea and 3.49~4.03% in fermented tea. The content of the mineral was highest in Ca, Mg. The content of vitamin C was 670.62 mg in green tea and 169.7~85.03 mg in fermented tea. The content of vitamin C were increased as tea was more fermented. The composition of vitamin E and β-carotene was green tea> blue tea> yellow tea> black tea. The content of the rutin was 0.12 % in green tea and 1.37% in black tea. The content of rutin was increased with fermentation.

The content of total amino acid of green tea was 2270.9 mg. The content of main amino acid of Glu, Asp, and Leu was 342.01 mg, 165.32 mg, and 161.69 mg and the hightst content of Glu. The content of total amino acid of black tea was 2,219.08 mg. Total amino acid content of fermented tea increased in the order of black tea> blue tea> yellow tea, and among the tea, the content of black tea was the highest in the fermented tea. The content of caffeine was 1.17% in green tea and 1.05~1.32% fermented tea. These results were nothing in the content of caffeine during the fermentation. The content of theanine was 0.95% in green tea and 0.73~1.42% in fermented tea. The content of total catechin was highest in green tea, and decreased sharply as tea was more fermented. Flavonoid content of 1.05% in green tea. DPPH radical scavenge activities of the teas 4.73~19.5% mg.

Key words : caffeine, catechin, theanine, flavonoid, fermented tea

서 론

차나무(*Thea sinensis* L.)는 동백나무과에 속하는 다년생 상록수로서 원산지는 인도의 아샘지방과 중국의 운남성 일대로 알려져 있는데, 우리나라를 비롯한 아시아를 중심으로 아프리카, 러시아 등 아열대와 온대에 걸쳐 광범위하게 재배되고 있다[1]. 우리나라에서 재배되는 차는 인공적으로 재배하는 차와 야생차가 있

본 연구는 2004학년도 광주보건대학 학술연구지원비 지원에 의하여 수행하였음.

† Corresponding author : Mee-Kyung Shin, Dept. of Food of Nutrition, College of Human Environmental Science, Wonkwang University, Tel : +82-63-850-6657, Fax : +82-63-850-7301, E-mail : mkshin@wonnms.ac.kr

다. 우리나라에 야생차가 소개된 것은 828년(신라 흥덕왕 3년)에 신라의 사신 김대렴이 당나라에서 가져온 차씨를 지리산에 심은 데서 비롯되었으며 재배차는 중국의 소엽종(小葉種)을 개량한 일본산 야부키타(藪北)종을 1927년 무렵에 들여와 경남·전남·제주지방에 식재하여 재배하기 시작하였다[2]. 최근 들어 우리나라에서는 차의 기호적 측면뿐만 아니라 차의 여러 가지 성분의 체내 생리활성 작용이 과학적으로 규명되어감에 따라 점차 수요가 늘어가고 있으며, 인체에 유익한 작용을 하는 차의 기능이 연구되어져 건강기능식품으로서의 역할도 재조명되고 있다[3]. 차는 생산하는 나라가 많고 차나무의 품종이나 차를 만드는 계절과 방법 그리고 형상과 풍미가 달라 다양한 종류의 차가 생산이 되고 있는데, 통상적으로 발효 정도, 제조방법, 채엽시기에 따라 분류가 가능하다. 발효 정도에 따라 구분하는 것이 일반적인데, 차는 발효 정도에 따라 발효를 전혀 시키지 않은 불발효차, 발효 정도가 12~55% 사이인 것을 약발효차와 반발효차, 발효를 85% 이상 시킨 것을 발효차라고 한다[4]. 이 발효 정도에 따라 차의 맛, 향, 색, 성분, 체내작용 등 여러 가지 품질적 요인에 영향을 미치게 된다. 최근 들어 발효차는 성질이 찬 녹차에 비해 누구나 부담 없이 섭취할 수 있다는 점이 부각되고 있고, 다양한 맛에 대한 소비자의 욕구가 증대되면서 발효차에 대한 관심이 증대되고 있다. 그러나 우리나라의 차에 대한 연구는 녹차에 대한 연구가 대부분이며, 대엽종으로 제조된 수입된 발효차의 일부 연구가 있을 뿐이다. 따라서 국내 녹차와 청차, 황차, 홍차를 수집하여 일반성분, 유리아미노산, theanine, cathechin 및 caffeine 함량을 분석하여 녹차 및 각각의 발효차의 이화학적 성분을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

2003년 전남 구례에서 출하된 녹차, 청차, 황차, 홍차를 구입한 후 Fitz mill(The Fitz Patrick Company, NO DASO6.)로 100 mesh를 통과할 수 있도록 분말화하여 -70℃에서 냉동보관하면서(Model No : U85-22, SO-LOW Environmental equipment cincinnati, Ohio U.S. A) 사용하였다.

2. 일반성분 함량 분석

일반성분은 AOAC법[5]에 준하여 실시하였으며, 수분은 공정분석법, 총질소 함량은 semimicro Kjeldahl 질소정량법으로 분석하였다. 무기질은 함량을 확인하기 위하여 각 시료에 대하여 ICP-AES(IntergraXM2, GBC, Australia)로 Plasma : 15.0 m/min, Auxilary : 1.50 L/min, pump speed : 25.0 rpm, carrier gas flow : 75 psi, Nebulizer : 250 kpa, Integration time : 3 sec, cooling water flow : 2 kgf/cm^2 조건으로 측정하였다.

비타민 C, E, β-carotene 및 rutin 함량은 Table 2의 조건에 따라 HPLC(Shimadzu SPD-7AV, Japan)로 분석하였다.

3. 아미노산 함량 분석

아미노산 분석은 Pico-tag[6]방법에 따라 분석하였다. 적당량의 시료(단백질 10 mg)를 시험관에 넣고 0.03% β-mercaptoethanol을 함유한 6N-HCl 용액 10 mL를 가하고, 탈기하여 밀봉한 후 110℃에서 24시간 가수분해하여 농축, 건조하여 염산을 날려 보낸 후, pH를 2.2로 맞추어 시료로 사용하였다. 전처리된 시료 50 μL를 취하여 진공펌프가 장착된 Pico-tag workstation(Water, USA)에서 건조한 후, water : methanol : trymethyl (2 : 2 : 1) 혼합용액 10 μL를 첨가하여 재건조시켰다. 재건조된 시료에 water : methanol : trimethylamine : phenyl isothiocyanate(7 : 1 : 1 : 1) 혼합용액 20 μL를 첨가하여 phenylthiocabamyl amino acid로 유도체화 시킨 후 다시 건조시켰다. 여기에 sample dilute(Waters) 250 μL를 첨가하여 건조된 시료를 용해한 후 Table 2의 조건에 따라 HPLC로 분석을 행하였다.

4. Caffeine 및 Theanine 함량 분석

Tarr[6] 및 Blauch, Tarka[7] 의 방법을 변형하여 시료 3 g에 80℃ 증류수 30 mL를 가하고 수욕조에서 60분간 추출한 후, 여과한 여액 50 mL를 정용하고 즉시 Millipore filter(pore size 0.4 nm)로 여과하여 Table 1의 조건에 따라 HPLC로 분석하였다.

Theanine은 60 mesh 로 마쇄한 시료 1 g을 100 mL로 정용하여 80℃ 항온조 수조에서 60분간 진탕한 후 16,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상층액을 buffer(pH 2.2, 0.3 mL)로 회석한 후 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 분석은 Waters 717 U6K injector, 510 pump, 680 gradient controller, 486 absorbance dectector, millennium software로 이루어진 HPLC system에서 행하였고, column은 pico-tag column(3.9×150 mm, 4 μm, Waters)을 사용하였으며, 분석 중에는 47℃로 유지하였다. 이때 이동상으로는 Eluant A(Waters)를 사용하였고, Eluant B는 60% acetonitrile을 사용하였다.

Table 1. HPLC analysis conditions of vitamin C, vitamin E, β-carotene, rutin, caffeine, and catechin

	Conditions					
	Vitamin C	β-carotene	Vitamin E	Rutin	Caffeine	Catechin
Instrument	JASCO 851-AS					
Detector	Variable UV/VIS detector					
Wave length	270 μm	470 μm	295 μm	350 μm	350 μm	280 μm
Column	μ-Bondapak C_{18}	μ-Bondapak C_{18} (4.6 mm×250 mm)	μ-Bondapak C_{18}	μ-Bondapak C_{18}	μ-Bondapak C_{18} (4.6 mm×250 mm)	MG(3.0 mm×150 mm, Shiseido, Japan)
Solvent	5 mL Pic B_7	Acetonitrile:	100% MeOH	2.5%acetic acid :methanol	MeOH:H_2O=30:70	Acetonitrile: acetic acid: methanol: H_{20}
		Methylene chloride= 94 : 6		acetonitrile = 35: 5: 10(v/v/v)		113 : 5 :20 : 862
Temperature	30℃	30℃	30℃	30℃	30℃	30℃
Flow rate	1.0 mL/min	1.0 mL/min	1.0 mL/min	1.0 mL/min	1.0 mL/min	0.5 mL/min
Injection volum	20 μL	20 μL	20 μL	20 μL	20 μL	1 μL

5. Catechin과 Flavonoid 함량 분석

차의 catechin(epigallocatechin(EGC), epicatechin(EC), epigallocatechin gallate(EGCG), epicatechin gallate(ECG) 함량은 , Shao 등[8]의 방법을 변형하여 시료를 전처리 한 후 HPLC로 동시 분리 정량하였다. Catechin 혼합 표준 용액을 methanol : water: 0.2 M phosphate buffer solution = 3 : 15 : 2 로 용해하였다. Catechin의 추출 과정은 Fig. 1과 같다. Flavonoid 함량은 Goldberg[9]의 방법을 이용하여 정량하였다. 건분 1 g에 50%(v/v) methanol 60 mL를 가하여 80℃에서 1시간 환류 추출하였다. 냉각 후 50% methanol 100 mL 정용한 후 여과하였으며 이 여과액 1 mL을 취하여 diethylene glycol 10 mL와 시료용액 1 mL를 취해 잘 혼합한 후 여기에 1N NaOH 1 mL를 가하여 잘 혼합하였다. 이를 37℃에서 1시간 동안 반응시킨 후 Spectrophotometer(Hewlett Packard 8453 USA)로 420 nnm에서 측정하였고 blank는 시료용액 대신에 50% methanol 용액을 이용하였다. 총 flavonoids 함량은 naringin (Sigma Co.)을 이용하여 작성한 표준곡선으로 환산하였다.

6. 항산화효소 활성 분석

항산화 활성은 Blosis[10]의 방법에 근거하여 각각의 시료를 DPPH free radical 소거법에 따라 측정하였다. 여러 농도의 시료를 4 mL의 methanol에 녹여 0.5×10-4M DPPH(in methanol) 1 mL를 첨가한 다음 30분간 암소에 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. reduction concentration (RC_{50})은 시료가 대조구의 흡광도를 1/2로 감소시키는 농도로 표시하였으며, 검체의 농도에 따른 수소 전자 공여는 변화곡선을 통해 결정하였다.

7. 통계처리

실험 시 얻은 자료는 SAS[11]에 의한 One way ANOVA를 실시한 후 Duncan's multiple range test로 서로간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

녹차와 각각의 발효차에 함유된 일반성분 중 수분 및 총질소 분석 결과는 Table 2와 같다. 녹차의 수분 함량은 2.04%이었으며, 각각 발효된 차의 수분함량은 2.01~2.02%로 녹차와 큰 차이는 없었다. 발효의 정도가 차의 수분 함량에는 큰 영향을 미치지 않았다.

Choi와 Choi[11]은 녹차의 발효시간을 각각 다르게 하여 제조한 발효차의 수분함량은 3.01~3.27%이라고 보고하였는데, 본 실험결과는 그보다 낮은 함량을 보였으나, 녹차와 발효차간 큰 차이가 없다는 결과는 본 연구와 유사하였다. 또한 발효 정도에 따른 차이가 없는 것은 유사하였다. 보통 차의 수분함량은 4~5%로 알려져 있으며[12], 차는 흡습성이 높아서 흡습하게 되면 변질되기 쉽기 때문에 차의 수분 함량은 품질관리상 중요한 지표가 되고 있다.

총 질소 함량은 3.49~4.03%로 황차>홍차>녹차>청

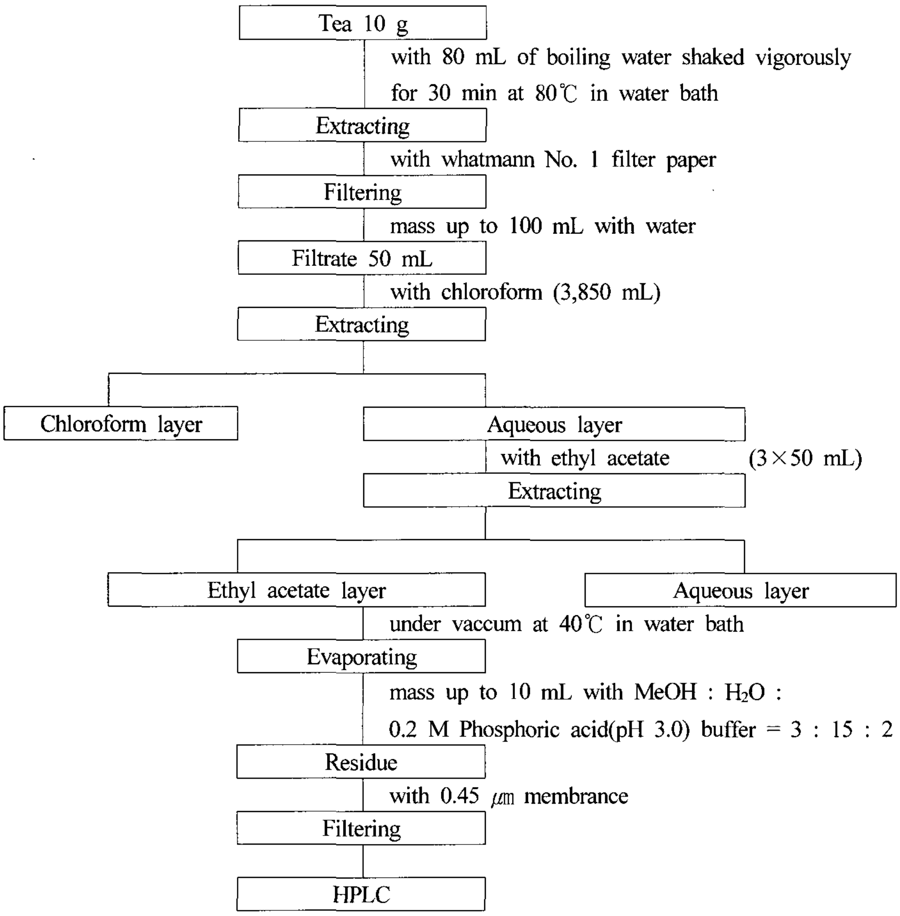

Fig. 1. Flow chart for separation of catechine.

Table 2. The content of moisture, total nitrogen and minerals in degree of fermented Korean teas

(mg/100 g)

	Green tea	Blue tea	Yellow tea	Black tea
Moisture(%)	2.04±0.01	2.01±0.03	2.01±0.02	2.02±0.03
Total-nitrogen(%)	3.78±0.26^{b}	3.49±0.44^{c}	4.03±0.98^{a}	3.87±0.78^{b}
Ca	183.28±16.58^{ab}	202.16±13.25^{a}	176.44±10.77^{b}	178.49±9.58^{b}
Mg	143.61±15.98^{b}	157.30±9.25^{a}	143.61±7.47^{b}	137.01±8.74^{c}
Na	3.75±0.57^{b}	2.35±0.25^{c}	3.76±0.95^{b}	4.87±0.85^{a}
K	73.11±12.36^{c}	84.87±10.55^{b}	73.11±10.12^{b}	94.41±11.76^{a}
Al	53.46±8.78^{b}	54.79±8.57^{ab}	53.46±8.25^{b}	63.81±9.10^{a}
Mn	30.97±9.14^{b}	39.24±8.55^{a}	30.97±7.10^{b}	26.15±9.41^{c}
Fe	4.39±0.25^{b}	6.36±0.21^{a,b}	4.39±0.14^{b}	6.75±1.21^{a}
Zn	4.95±0.57^{c}	6.66±0.76^{b}	4.96±0.41^{c}	7.61±1.20^{a}
Cu	0.86±0.03^{c}	0.92±0.05^{b}	0.86±0.07^{c}	1.26±0.04^{a}
Ni	0.52±0.04^{b}	0.31±0.09^{c}	0.52±0.12^{b}	0.76±0.21^{a}
Cr	0.05±0.001	0.07±0.003	0.06±0.003	0.06±0.002

Values are means±S.D.

Means with different letters(a,b,c) within a row are significantly different from each other at p=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

차 순으로 감소되었다. 본 연구 결과 차의 총 질소 함량은 녹차 3.1~3.5%, 우롱차 3.6%, 홍차 3.8%를 보인 Lee 등[13]의 결과보다 각각 높은 수준을 나타나고 있는데, 이는 수분 함량이 낮아 상대적으로 총 질소 함량이 증가한 것으로 생각된다. 또한 조단백질 함량은 발효를 많이 한 차일수록 증가한다는 Choi, Choi 등[11] 의 내용과 유사한 결과이다. 녹차와 각각의 발효차의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 모든 차에서 무기질 함량은 Ca과 Mg의 함량이 가장 높게 나타났다. Ca 함량은 시료 100 g당 176. 44~202.16 mg으로, 청차가 가장 높은 함량을 나타내었다. 녹차는 청차에 비해서는 낮은 함량을 보였으나, 홍차와 황차에 비해서는 높은 함량을 보여 발효가 Ca의 함량에 영향을 미치는 것으로 보인다. Na, K, Al, Fe, Zn, Cu, Ni 등 대부분의 무기질이 홍차에서 가장 높은 함량을 보였다.

2. Vitamin C, Vitamin E, β-Carotene 및 Rutin

녹차와 발효차 중에 함유된 vitamin C, vitamin E, β-carotene의 함량을 HPLC에 의하여 측정한 결과는 Table 3과 같다. 녹차와 발효차 중에 함유된 vitamin C의 함량은 녹차, 청차, 황차 및 홍차가 각각 670.62, 85.03, 169.70, 113.06 mg으로서 녹차가 발효차보다 유의적으로 높은 함량을 나타내어 발효가 진행되는 동안 열에 약한 vitamin C의 파괴가 일어나는 것으로 보인다. 녹차와 각각의 발효차군은 유의적인 차이를 나타내어, 최와 최[11]의 녹차에 비해 발효차의 vitamin C는 감소한 결과와 비슷하였다. 이는 차 잎이 발효가 진행되는 동안 열에 약한 vitamin C의 파괴가 일어나는 것으로 보인다. vitamin E의 함량은 녹차, 청차, 황차 및 홍차가 각각 20.35, 14.92, 4.84, 2.44 mg으로 발효가 진행될수록 vitamin E의 함량이 급격히 줄어드는 양상을 보였다. 황차와 홍차 사이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

β-carotene의 함량은 녹차, 청차, 황차, 홍차에 있어서 각각 82.64, 83.17, 60.89, 17.84 mg 함유되어 녹차> 청차> 황차> 홍차의 결과를 보여 발효의 정도가 차의 β-carotene의 함량에 영향을 미친 것으로 보인다. 녹차와 청차의 β-carotene 함량은 유의적인 차이가 없었으나, 황차와 홍차는 녹차와 청차에 비하여 유의적으로 그 함량이 낮았다. Rutin 함량은 각각 0.12, 0.14, 0.09, 1.37%로 녹차와 청차는 유의적인 차이가 없었으나 녹차와 황차, 홍차는 유의적인 차이를 나타내었다. 그 중 홍차가 가장 높은 함량을 나타내었으며, 각각의 발효차 간에 유의적인 차이를 나타내었다. 이는 발효 처리가 많이 될수록 엽차류 특유의 색이 감소됨을 나타내고 있다. 발효차 중에서는 홍차가 유의적으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 결과적으로 녹차와 발효차 중에 함유된 vitamin C, vitamin E, β-carotene 함량은 전체적으로 녹차가 높은 함량을 보여 열에 약한 비타민은 발효가 진행될수록 파괴가 일어나는 것으로 보인다.

3. 아미노산

녹차, 청차, 황차, 홍차 중에 함유된 아미노산의 종류와 함량을 HPLC로 측정한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

녹차에는 총 아미노산이 2,270.96mg 함유되어 있었으며, 주요 아미노산은 Glu, Asp, Leu로 각각 342.01 mg, 165.32 mg, 161.69 mg이 함유되었고, Glu 함량이 가장 높았다. 발효된 차의 총 아미노산 함량은 홍차가 2,219.08 mg으로 가장 높았고, 청차가 1,963.22mg, 황차가 1,618.76 mg으로 홍차> 청차> 황차 순으로 발효가 가장 많이 된 홍차가 가장 높았다. 또한 차의 특징적인 아미노산인 Glu의 함량은 녹차, 청차, 황차, 홍차가 각각 342.01 mg, 265.94 mg, 252.29 mg, 240.18 mg이 함유되어 다른 아미노산에 비해 총 아미노산의 함량 중 높은 비율을 나타내었다. 아미노산 중에서는 Asp,

Table 3. The content of vitamin C, vitamin E, β-carotene and rutin in degree of fermented Korean teas

(mg/100 g)

	Green tea	Blue tea	Yellow tea	Black tea
Vitamin C	670.62±11.24[a]	85.03±10.98[c]	169.70±12.77[b]	113.06±10.62[b]
Vitamin E	20.35±9.44[a]	14.92±4.58[b]	4.84±0.22[c]	2.44±0.19[c]
β-carotene	82.64±6.85[a]	83.17±10.22[a]	60.89±9.11[b]	17.84±5.84[c]
Rutin(%)	0.15±0.05[b]	0.14±0.02[b]	0.09±0.02[c]	1.37±0.56[a]

Values are means±S.D.

Means with different letters(a,b,c) within a row are significantly different from each other at p=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

Table 4. The content of amino acids in degree of fermented Korean teas (mg/100g)

	Green tea	Blue tea	Yellow tea	Black tea
Asp	165.32±10.63^{c}	175.04±10.04^{b}	138.40±10.64	203.45±10.16^{a}
Thr	57.65±1.90^{d}	93.07±5.29^{b}	63.87±8.64^{c}	97.41±8.08^{a}
Ser	65.81±9.00^{d}	87.53±9.21^{b}	74.96±9.34^{c}	103.52±9.58^{a}
Glu	342.01±11.22^{b}	265.94±10.53^{ab}	252.29±10.40^{b}	240.18±18.30^{a}
Pro	384.06±17.22^{a}	104.85±12.53^{d}	150.02±12.63^{c}	319.67±14.04^{a}
Gly	96.70±10.86^{a}	93.07±10.18^{b}	82.67±10.49^{c}	98.08±8.74^{a}
Ala	100.51±14.93^{c}	108.85±10.99^{b}	101.34±9.45^{c}	136.27±11.42^{a}
Cys	72.27±7.40^{a}	69.39±7.34^{c}	70.21±9.21^{d}	64.74±7.81^{d}
Val	72.27±7.40^{a}	69.39±7.34^{c}	70.21±9.21^{d}	64.74±7.81^{d}
Met	38.53±6.34^{c}	41.45±8.28^{b}	26.74±6.21^{c}	50.29±8.26^{a}
Ile	157.05±9.20^{a}	123.55±10.20^{c}	95.75±9.21^{d}	150.06±14.21^{b}
Leu	161.69±12.00^{a}	156.58±10.43^{b}	136.22±10.45^{c}	158.63±10.44^{b}
Tyr	56.36±9.43^{d}	74.10±6.07^{b}	62.54±9.58^{c}	87.56±4.33^{a}
Phe	93.73±10.45^{b}	90.37±9.21^{c}	73.57±8.43^{d}	96.52±11.35^{a}
His	64.14±7.45^{b}	61.91±8.00^{c}	54.31±8.25^{d}	73.79±7.41^{a}
Trp	4.10±0.04^{c}	18.06±3.45^{ab}	10.38±2.13^{b}	18.53±4.33^{a}
Lys	156.33±10.21^{a}	137.47±11.00^{b}	92.67±9320^{c}	156.75±12.30^{a}
Arg	156.37±10.33^{a}	114.94±10.42^{d}	103.04±9.33^{c}	131.76±11.43^{b}
Total AA	2,270.96	1,963.22	1,618.76	2,219.08
EAA[1)]	794	785	623	863
EAA/TAA[2)]	35	40	38	39

1) EAA: essential amino acid.

2) EAA/TAA(%): (essential amino acid / total amino acid)×100.

Values are means±S.D.

Means with different letters(a,b,c) within a row are significantly different from each other at $p=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

Leu, Lys, Arg 등이 다른 아미노산에 비해 높은 편이었으며, 이상의 결과로 보아 총 아미노산의 함량은 대체적으로 녹차가 가장 높은 함량을 나타내었다. 유리아미노산의 총 함량에서 필수아미노산이 차지하는 비율은 녹차의 0.35%보다 청차 0.40%, 황차 0.38%, 홍차 0.39% 로 녹차에 비해 발효차가 높은 경향을 보였다.

4. Caffeine, Theanine

녹차 및 각 발효차의 caffeine, theanine 함량은 Table 1과 같다. 녹차의 caffeine 함량은 1.17%이며 청차, 황차, 홍차의 caffeine 함량은 1.15, 1.32, 1.05%로 거의 같은 함량을 나타내어 발효의 정도에 따른 함량 변화는 거의 나타나지 않았다. 또한 녹차와 발효차 사이의 caffeine 함량이 유의적인 차이를 나타내고 있지 않다. Shihoko 등[14)]은 소엽종 차에서 발효에 따른 카페인의 함량 변화는 거의 없었다고 보고하였는데 카페인 함량은 차의 제조 방법에 의하여 함량이 변하는 것보다는 질소 비료에 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있어[15)], 비슷한 경향을 보이고 있다. 녹차에 함유된 theanine 함량은 0.95%였으며, 청차, 황차, 홍차가 각각 0.73, 1.42, 1.30 %로 Park 등[16)]의 0.78~1.28%와 비슷한 경향을 보였다.

5. Catechin과 Flavonoid의 분석

녹차와 발효 정도를 달리한 차의 catechin 함량을 HPLC에 의하여 동시 분리 정량한 결과는 Table 5와 같다. Catechin은 차류에 함유되어 있는 polyphenol 성분으로 EGC, EC, EGCG, ECG cathechin, galocatechin의 6종류가 있으며, epicathechin, epigallocatechin 등과 같은 유리형 catechin은 온화한 쓴맛이 있는 떫은맛을 나

Table 5. The content of catechin in degree of fermented Korean teas (%)

	Green tea	Blue tea	Yellow tea	Black tea
Caffeine	1.17±0.25[a]	1.15±0.24[a]	1.32±0.54[a]	1.05±0.21[a]
Theanine	0.95±0.11	0.73±0.61	1.42±0.90	0.13±0.07
EGCG[1)]	5.14±0.41[a]	2.64±0.62[b]	1.12±0.22[b]	0.92±0.08[c]
EC[2)]	1.96±0.11[a]	1.28±0.26[a]	0.48±0.03[c]	0.70±0.09[b]
EGC[3)]	4.77±0.16[a]	2.44±0.19[b]	0.57±0.06[c]	0.87±0.17[bc]
ECG[4)]	0.97±0.04[a]	0.63±0.08[b]	0.38±0.02[c]	0.70±0.03[b]
Total	12.84±2.45[a]	6.66±0.55[b]	2.55±0.11[c]	0.70±0.23
TC/TA[5)]	0.56	0.36	0.17	0.03
Flavonoid	1.05±0.03[a]	0.86±0.19[b]	0.47±0.07[c]	0.76±0.08[b]

[1)] EGCG: epigallocatechin gallate, [2)] EC: epicatechin, [3)] EGC: epigallocatechin, [4)] ECG: epicatechin gallate.
[5)] TC/TA: (catethin/catethin).
Values are means±S.D.
Means with different letters(a,b,c) within a row are significantly different from each other at p=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

타낸다. 총 catechin 함량은 녹차가 발효차에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. EGCG 함량은 각각 5.14, 2.64, 1.12, 0.92%로 총 catechin류 중 EGCG 함량이 가장 높았으며, 이는 Choi [17)]의 연구 결과에서 녹차 추출물과 녹차 catechin 모두에서 EGCG의 함량이 가장 지배적이었다고 한 결과와 같았다. 또한, catechin류 중 EGC와 EC 함량은 녹차>청차>홍차>황차의 순으로 녹차가 유의적으로 가장 높은 경향을 보였다. 총 catechin류는 EGC, EC, ECG 순으로 낮았다. 청차와 황차, 홍차의 총 catechin 함량은 6.66%, 2.55%, 0.70%로 녹차보다 현저하게 감소하였다. 발효가 많이 진행될수록 catechin의 함량이 감소하는 경향을 보였다. 이는 Shihoko 등[14)] 및 Yamamoto 등[18)]의 결과와 같은 경향을 보이고 있다. 또한. Shihoko 등[14)]은 catechin 함량으로 각종 차의 분류가 가능하다고 보고하였다. 녹차, 청차, 황차 및 홍차의 flavonoid 함량은 Table 5에 제시하였다. 차의 색소를 나타내는 flavonoid류는 차의 색에 영향을 미치는 색소로 2-phenyl chromone인 flavone은 3-hydroxy 화합물인 flavonol과 같이 유리 또는 배당체 형태로 식물계에 널리 분포되어 있다. 이 색소는 금속이온과의 작용으로 변색하여 철의 염과 작용하면 갈색 또는 녹색으로 변하게 된다.

Flavonoid의 함량은 녹차가 1.05%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 청차, 황차, 홍차의 flavonoid 함량은 각각 0.86%, 0.47%, 0.76%로 황차와 청차, 홍차는 각각 유의적인 차이를 나타냈으나, 청차와 홍차 사이에는 유의적인 차이가 없었다.

Table 6. Antioxidant activity of experimental groups on DPPH in degree of fermented Korean teas (%)

	Green tea	Blue tea	Yellow tea	Black tea
RC_{50}	4.73±0.47[c]	4.86±0.84[c]	19.5±0.54[a]	8.43±0.24[b]

Values are means±S.D.
Means with different letters(a,b,c) within a row are significantly different from each other at p=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

6. 항산화 효소 활성

차의 발효정도에 따른 항산화 활성의 지표인 1, 1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Table 6과 같다. 본 연구에서 항산화 활성은 녹차 4.73%, 청차 4.86%, 황차 19.5%, 홍차 8.43%로 나타나 중발효차인 황차가 항산화성이 가장 높았다.

여 등[19)]은 DPPH radical을 이용해 녹차, 홍차, 우롱차의 수용성, 메탄올 추출물 및 catechin의 활성산소 소거작용을 연구한 결과 이들 엽차 추출물 모두 강한 소거작용이 있는 것으로 보고하였으며, 이 중 비발효차인 녹차 및 반발효차인 우롱차가 가장 우수한 것으로 나타났다고 보고하였으나 본 연구에서는 황차가 가장 항산화성이 높아 다른 경향을 보였다.

요 약

녹차와 발효 정도에 따른 발효차에 대한 이화학적

특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 녹차의 수분함량은 2.04% 이었으며, 각각 발효된 차의 수분함량은 2.01~2.02%로 나타났고, 총질소 함량은 3.49~3.5%로 나타났다. 무기질 함량은 Ca, Mg이 가장 높게 나타났으며, Na, K, Al, Fe, Zn, Cu, Ni 등 대부분의 무기질이 홍차에서 가장 높은 함량을 보였다. Vitamin C 함량은 녹차가 670.62 mg으로 169.70~85.03 mg을 보인 발효차에 비해 높은 함량을 보였다. Vitamin E와 β-carotene 함량은 녹차> 청차> 황차> 홍차 순으로 나타났다. Rutin함량은 녹차가 0.12%, 홍차가 1.37%로 발효가 많이 된 차일수록 함량이 증가되었다.

녹차에는 총 아미노산이 2,270.96 mg이 함유되어 있었으며, 주요 아미노산은 Glu, Asp, Leu로 각각 342.01 mg, 165.32 mg, 161.69 mg이 함유되었고, Glu 함량이 가장 높았다. 발효된 차의 총 아미노산 함량은 홍차가 2,219.08 mg으로 가장 높았고, 청차가 1,963.22 mg, 황차가 1,618.76mg으로 홍차> 청차> 황차 순으로 발효가 가장 많이 된 홍차가 가장 높았다.

Caffeine 함량은 녹차 1.17%, 각각의 발효차는 1.15, 1.32, 1.05%로 발효에 따른 함량 변화는 일어나지 않았다. Theanine 함량은 녹차 0.95%, 발효차는 0.73~1.42%를 나타내었다. 총 Catechin함량은 녹차 12.84%로 가장 높고, 발효를 많이 시킨 차일수록 현저하게 감소하였다. Flavonoid 함량은 녹차가 1.05%로 가장 높은 함량을 나타냈다. 항산화 활성의 지표인 DPPH radical 소거능은 녹차 4.73%, 청차 4.86%, 황차 19.5%, 홍차 8.43%로 나타나 황차가 항산화성이 가장 높은 경향을 보였다.

참고문헌

1. 김종태. 茶의 과학과 문화, pp.8-153. 도서출판 보림사. 1996
2. 정란희. 만병을 고치는 녹차혁명, pp.15-16. 예담. 2003
3. Choi, OJ, Choi, KH. The phyxicochemical properties of korean wild tea(Green tea, Semi-fermented tea, and Black tea) according to degree of feremtation. *J. Korean Soc.Food Sci. Nutr.* 32(3):356-362. 2002
4. 정동효, 김종태. 차의 과학. pp.51-53. 대광서림. 2003
5. AOAC. Official methods of analysis 26th ed., The Association of official analytical chemists. Washington, DC. 1995
6. Tar, GE. Methods of protein microcharacterization, pp.155-194. Human press, Clifton NJ. 1986
7. Blauch, JL and Tarka, SM. HPLC determination of caffein and theobromine in coffee, tea and instantant hot, cocoa mixes. *J Food Sci.* 48:745-747. 1983
8. Shao, W., Powell, C., Clifford, M.N. The Analsis by HPLC of green, black and Pu,er teas produced in Yunnan. *J. Sci. Food Ag, ic.* 69:535-540. 1995
9. Goldberg I. Functional foods. pp.55-61. Chapman and Hall. New York. 1994
10. Blois MS. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31: 426. 1959
11. SAS. SAS User's Guide. Statistics, 5th ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A. 1987
12. Ikegaya, K., Taka yanagi, H., Anan, T. Quantitative analysis of tea constituents. 嗟惜. 71:43-47. 1990
13. Lee, YJ, Ahn, MS and Hong, KH. A study on the content of general compounds, amino acid, vitamins, catechins, alkaloids in green, oolong and balck tea. *J. FD Hyg. Safety* 13(4):377-382. 1998
14. Shihoko T, Yumie M, Toshio M, Yusuie S, Kazuo I. Comparison of caffein and catechin components in infusion of various tea(green tea, ooling and black tea) and tea drinks. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 34:24-27. 1987
15. Kawakami M, Uchida H, Kobayashi A. Correlation between caffeine and total nitrogen in small tea leaf species and large tea leaf species. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 61:365-367. 1987
16. Park, JH, Kim, JB and Kim KS. Studies on the fatty acid composition of leaves in domestic tea plant. *J. Kor. Tea Soc.* 2(1):119-127. 1996
17. Choi SH. The aroma components of green tea, the products of Mt. Chiri garden. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25:478-483. 1996
18. Yamamoto M, Sano M, Matsuda N, Miyase T, Kawamoto K, Suzuki N, Yoshimura M, Tachibana H, Hakamata K. The change of epigallocatechin-3-O-(3-O-methyl)gallate content in tea of diffrent varieties, tea of crop and processing method. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 48: 64-68. 2001
19. Yeo, SG, Ahn, CW, Lee, YW, Lee, TG, Park, YH and Kim, SB. Oxidative effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J. Soc. Food Nutr.* 24(2):299-304. 1995

(2005년 2월 7일 접수; 2005년 2월 23일 채택)