pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 28. No. 5, 766~773 (2015)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2015.28.5.766

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

녹차, 백차, 황차, 우롱차 및 홍차의 추출조건에 따른 이화학적 성분 조성 변화 연구

†이영상 · 정슬아 · 김정환 · 조경숙 · 신을기 · 이희영 · 류혜경 · 안현주 · 정원일 · 홍성학
관세청 중앙관세분석소

A Study on Change in Chemical Composition of Green Tea, White Tea, Yellow Tea, Oolong Tea and Black Tea with Different Extraction Conditions

†Young-Sang Lee, Seul-A Jung, Jung-Hwan Kim, Kyoung-Sook Cho, Eul-Ki Shin, Hee-Young Lee, Hye-Kyung Ryu, Hyun-Ju Ahn, Won-Il Jung and Sung-Hak Hong
Central Customs Laboratory & Scientific Service, Korea Customs Service, Seoul 06050, Korea

Abstract

This study analyzes the chemical composition of green tea, white tea, yellow tea, oolong tea and black tea with respect to extraction temperature and time. The optimum extraction conditions for these teas were determined by assessing the chemical composition of tea brewed at different temperature (50, 60, 70, 80℃) and extraction times (1, 3, 5, 10 minute). Catechins contents were the largest at 5 minutes and generally declined by 10 minutes. Green tea catechins contents were highest when brewed at 70℃ and besides other teas a change of the trend variation at 70 and 80℃. These temperatures did not extract theaflavins in green tea. Extract temperature and time did not significantly affect theaflavins content of white tea, yellow tea, and oolong tea. Black tea, however, was noticeably dependent on extract conditions, which were most effective at 70℃, brewed for 5 minutes. Caffeine content of green tea, yellow tea, and oolong tea was highest at 5 minutes, but temperature did not appear to affect the content. White tea and black tea caffeine content was highest when brewed at 70℃ for 5 minutes. Theobromine content of green tea, yellow tea, oolong tea, and black tea did not show major differences between the study times or temperature, though the content in white tea increased with higher temperatures when brewed for 5 minutes. The extraction of phenolic compounds increased until 5 minutes, and showed not further increase at 10 minutes. Antioxidant capacity of green tea, white tea, and yellow tea were maximized at 70℃ for 5 minutes or 80℃ for 3 minutes, while oolong and black tea were reached maximum antioxidants at 70℃ for 5 minutes. In general, to optimize the beneficial chemical content of brewed tea, a water temperature of 70℃ for 5 minutes is recommended.

Key words: extraction condition, green tea, white tea, yellow tea, oolong tea, black tea, catechin, theaflavin, caffeine, theobromine, phenolic compounds, antioxidant capacity

서 론

차의 추출 성분에는 여러 기능성 물질이 존재한다. 차의 인체 내 여러 생리작용으로는 항산화, 항균, 활성산소 소거, 콜레스테롤 상승 억제, 혈당 상승 억제, 혈압 상승 억제 및 항변이원성 등의 여러 작용이 보고되어 있다(Lee 등 2007). 차는 이러한 기능성 식품으로서뿐 아니라, 기호음료로서도 커피, 카카오 함유 음료와 함께 세계 3대 기호음료로서 세계 각국에서 음용되고 있다.

차의 여러 가지 기능성 중 특히 항산화력은 주요 기능성으

† Corresponding author: Young-Sang Lee, Central Customs Laboratory & Scientific Service, Korea Customs Service, Seoul 06050, Korea. Tel: +82-2-510-1653, Fax: +82-2-3444-4078, E-mail: happylife203@customs.go.kr

로서 크게 인정을 받고 있으며, 이에 대한 연구도 지속적으로 진행되고 있다. 차의 항산화능은 차 추출물 중의 polyphenol에 의한 것으로 flavan 3-ol인 catechin류가 대표적인 생리활성 물질로 알려져 있다(Shon 등 2004). 주요 성분으로는 epigallocatechin(EGC), catechin, epicatechin(EC), epigallocatechin gallate (EGCG), epicatechin gallate(ECG) 등이 있으며, 이는 산화작용 억제뿐 아니라, 발효 정도에 따른 차의 맛, 색, 향기 차이에도 큰 영향을 준다. Catechin류는 차의 정미성분으로 특히, 떫은 맛의 주요물질로 함유비율에 따라 차의 품질과 등급이 결정지어질 만큼 주요한 요소라 할 수 있다(Kim 등 2006).

발효차의 주요 성분으로는 alkaloids에 해당하는 theaflavin류가 있으며, 기능성 물질로는 theaflavin(TF)과 theaflavin-3-gallate(TF3G), theaflavin-3'-gallate(TF3'G), theaflavin-3,3'-gallate (TF33'G)로서 발효차의 특징적인 색과 맛의 핵심성분이 되며, 이는 발효 중 생성되는 물질이다(Kim 등 2005). 차의 기능은 대부분 차 중의 catechin류에 기인한다고 알려져 있으나, 홍차에 함유되어 있는 theaflavin-3,3'-gallate가 tyrosine receptor kinase를 억제한다는 보고가 있어 이 물질이 항암작용과 관련되는지에 대한 관심을 모으고 있고(Sachinidis 등 2000), 부분 발효차인 우롱차도 외국에서는 건강에 유익하다는 연구(Komatsu 등 2003)가 있어 theaflavin류에 대한 연구도 지속적으로 필요할 것으로 생각된다.

이들 성분 외에도 차에는 중추신경계의 흥분제로 작용하여 강심작용, 기관지 및 혈관 확대작용, 이뇨작용 등과 관련이 있는 caffeine과 theobromine이 있으며, 차의 감칠맛과 향미성분의 주체인 theanine, glutamic acid 등의 유리아미노산이 있으며, 비타민, 유기산, 미네랄 등이 있다(Cho 등 2007).

차의 맛은 침출액 중에 카페인, 탄닌, 당류 및 아미노산 등의 성분들의 조화를 이룸으로써 특유의 향과 맛을 내며, 이는 찻잎의 침출 조건에 따라 맛 성분의 침출량이 다른 것으로 보고되어 있다(Jang 등 2006). 차의 맛은 찻잎을 우릴 때의 여러 영향 인자, 즉 차의 종류, 물의 온도와 시간, 차의 양, 찻잎의 형태, 다기의 종류 등에 따라 달라진다. 물의 온도에 따라 쓰거나 싱거워지기도 하고, 추출시간에 따라 맛의 농도, 명암, 수색, 떫은 맛 등이 달라진다(Choi 등 2000; Lee 등 1989).

본 연구에서는 찻잎의 발효 정도에 따라 추출온도와 시간에 따른 유용성분의 추출 정도를 비교하였다. 비발효차인 녹차부터 발효 정도에 따라 백차, 황차, 우롱차(청차), 홍차의 추출온도를 50℃, 60℃, 70℃, 80℃로 설정하고 추출시간을 달리하여 유용성분인 catechin, theaflavin, caffeine, theobromine, 총 페놀성 화합물의 함량 및 항산화활성에 대한 성분 조성 변화를 연구함으로써, 찻잎의 적절한 침출조건에 대한 기초자료를 마련하고자 하였다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 차는 종류별로 녹차(국산, Ⅰ 하동, Ⅱ 보성) 2종, 백차(중국산) 1종, 황차(국산) 1종, 우롱차(Ⅰ 중국산, Ⅱ 대만산) 2종, 홍차(Ⅰ 인도, Ⅱ 스리랑카) 2종으로 총 8종을 시중에서 구입하여 분석시료로 사용하였다.

2. 시료 전처리

찻잎을 동일한 입자로 크기로 분쇄하고, 각각의 차를 0.2 g씩 달아 둥근바닥 플라스크에 담은 후 증류수 40 mL를 넣고, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃에서 1분, 3분, 5분, 10분간 온도와 시간에 따라 추출하였다. 추출한 후에는 즉시 여과지에 여과하고, 다시 0.45 μm syringe filter로 여과한 후 추출액을 cap tube에 넣고 밀봉하여 4℃ 냉장 보관하며, 실험용 시료로 사용하였으며, 3회 반복하였다.

3. Catechin 및 theaflavin의 정량분석

전처리하여 추출한 녹차, 백차, 황차, 우롱차, 홍차의 catechin과 theaflavin 정량분석은 하동녹차연구소에서 사용하고 있는 방법을 참고하여 이동상 구배 조건을 변형하여 사용하였다. HPLC(Agilent-1200 series, Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)를 이용하였으며, TOSOH TSK-GEL® ODS-80™ C_{18} (4.6×250 mm, 5 μm) column을 사용하였다. 이동상 용매는 0.2% phosphoric acid(용매 A), acetonitrile(용매 B)를 사용하여 gradient를 주어 catechin과 theaflavin을 동시에 분석하였다. 이동상 농도 구배 조건은 0분, 용매A:용매B(85:15); 2분 용매A:용매B(85:15); 42분, 용매A:용매B(71:29); 45분, 용매A:용매B(85:15); 50분, 용매A:용매(85:15)로 하였으며, 용출 속도는 1.0 mL/min, column의 온도는 40℃로 유지하였고, 검출기는 DAD(Diode Array Detector, G1315D), 검출 파장은 205 nm에서 측정하였다.

4. Caffeine 및 theobromine의 정량 분석

Caffeine과 theobromine의 정량은 Ryoyasu Saijo 등이 사용한 방법을 변형하여 분석하였다. HPLC(Agilent-1200 series, Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)를 이용하였으며, ZORBAX Eclipse XDB-C18(4.6×250 mm, 5 μm, Baltimore, MD, USA) column을 사용하였다. 이동상 용매는 0.2% phosphoric acid와 acetonitrile를 90:10으로 혼합하여 사용하였고, 용출 속도는 1.0 mL/min으로, column의 온도는 35℃, 검출기는 DAD(Diode Array Detector, G1315D) 검출 파장은 280 nm에서 측정하였다.

5. 총 페놀성 화합물 함량 및 항산화 활성 측정

차의 총 페놀성 화합물의 함량은 Folin-Ciocalteau 시약을

이용하여 비색 정량하였으며, 추출한 시험용액을 5배 희석한 검액 0.5 mL를 증류수 6.5 mL에 넣어 혼합한 후, Folin-Ciocalteau 시약 0.5 mL를 가하여 3분간 방치하고, 포화 Na_2CO_3 용액을 1 mL 넣고 3분간 방치한 후, 다시 증류수 1.5 mL를 넣어 총양을 10 mL로 하여 실온에서 1시간 방치하여 자외선-가시광선 분광광도계(Optizen 3220UV, Mecasys, Daejeon, Korea)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid(SIGMA)를 1 μL/mL에서 200 μL/mL까지 조제하여 검량곡선을 작성하여 사용하였다.

항산화 활성은 1,1-diphenyl-2-picrylhdrazyl(DPPH) 법으로 측정하였다. Hydrazyl에 의해 불안정한 상태의 질소원자가 수소원자를 받아들이는 성질을 이용해 항산화 물질과 반응 후 자체의 정색성을 잃는 DPPH의 환원력을 이용하였다. DPPH는 메탄올에 용해시켜 0.2 mM 용액을 제조하였다. 차 추출액을 100배 희석한 검액을 시료구와 공시험구에 0.5 mL를 넣고, 시료구에는 DPPH 0.5 mL, 공시험구에는 메탄올 0.5 mL를 넣어 혼합하였고, 대조구에는 증류수 0.5 mL와 DPPH 0.5 mL를 넣어 혼합하였다. 각각을 혼합한 후 실온에서 30분간 방치한 후, 자외선-가시광선 분광광도계(Optizen 3220UV, Mecasys, Daejeon, Korea)를 이용하여 517 nm에서 측정하였다. DPPH에 의한 전자공여능(Electron donating ability, EDA), 즉 항산화 활성(%)의 계산식은 다음과 같다.

항산화 활성(%) = [1 − ((sample 흡광도 − Blank 흡광도)/Control 흡광도)] × 100

6. 통계처리

본 연구에서 얻어진 결과는 평균±표준편차로 나타내었고, 일원분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, Duncan's multiple range test로 서로간의 유의성을 검증하였다. 유의성 검증은 유의 수준 $p<0.05$에서 통계적으로 유의하다고 보았다.

결과 및 고찰

1. 추출 온도와 시간에 따른 catechin류의 함량 변화

차의 기능성은 대부분 찻잎의 polyphenol 성분인 catechin류에 기인하며, 이는 다양한 생리적 기능을 갖는다. 추출 온도와 시간을 달리하여 녹차, 백차, 황차, 우롱차, 홍차를 50℃, 60℃, 70℃, 80℃에서 1분, 3분, 5분, 10분 동안 추출하여 분석한 결과, catechin 화합물 중 대부분이 (−)-epigallocatechin gallate (EGCG), (−)-epigallocatechin(EGC)이었으며, 그 외 (−)-epicatechin gallate(ECG), (−)-epicatechin(EC), (−)-gallocatechin(GC)이 HPLC 크로마토그램으로 확인되었다(Fig. 1).

같은 온도에서 시간에 따른 총 catechin(GC, EGC, EC, EGCG and ECG)의 변화는 Table 1에서 나타낸 바와 같으며, 추출시간 간의 총 catechin 변화의 유의수준이 $p<0.05$로 유의적인 함량 차이를 나타내었다. 모든 차에서 1분, 3분간 추출한 함량보다는 5분간 추출한 함량이 높아, 5분까지는 추출 시간이 길어질수록 catechin의 함량은 증가하는 것으로 확인되어, 추출시간이 길어질수록 catechin류의 함량이 증가되는 경향성을 확

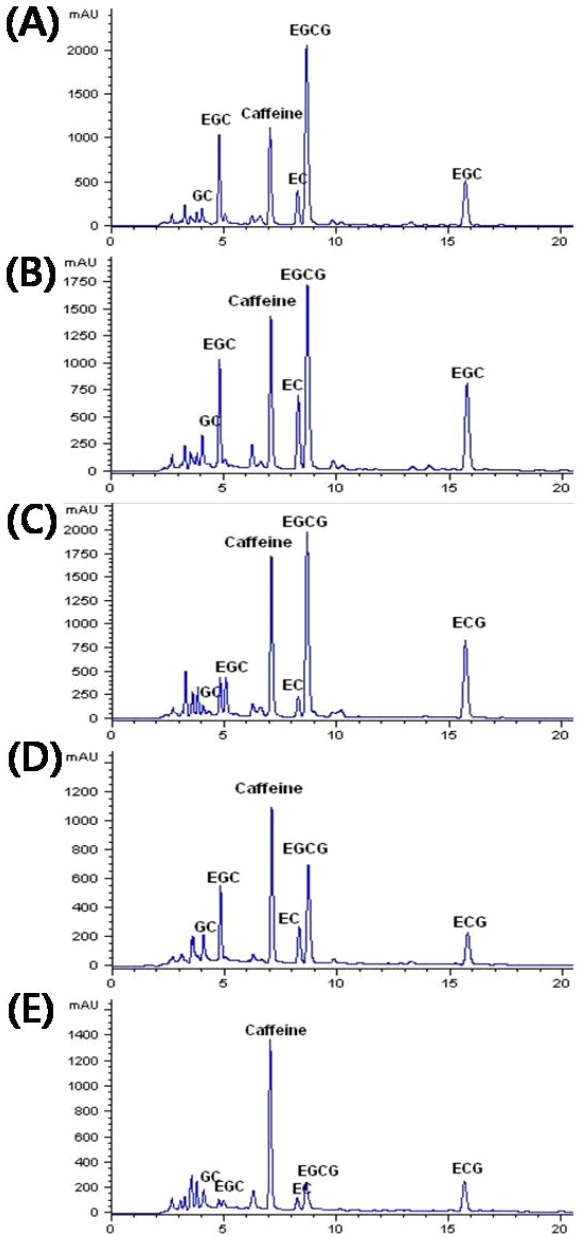

Fig. 1. HPLC chromatogram of catechins. (A) Green tea, (B) White tea, (C) Yellow tea, (D) Oolong tea, (E) Black tea. (−)-gallocatechin(GC), (−)-epigallocatechin(EGC), (−)-epicatechin(EC), (−)-epigallocatechin gallate(EGCG), (−)-epicatechin gallate(ECG).

인할 수 있었다. Catechin 함량이 추출시간에 따라 증가하는 결과는 침출조건에 따른 녹차 추출물의 catechin의 함량이 변화한다는 연구결과(Choi 등 2000)와 추출시간에 따른 catechin 함량 증가는 차의 가용성 고형분 함량은 전반적으로 침출시간에 큰 영향을 받으며, 총 페놀성 화합물 함량은 침출조건에 따라 큰 차이가 있고, 침출시간이 길수록 증가할 것이라는 연구 결과와 같은 결과임을 확인할 수 있었다(Jang 등 2007). 5분간 추출한 catechin 함량에 비해서 10분간 추출한 catechin 함량은 큰 변화를 보이지는 않았으며, 일부 차에서는 오히려 감소하는 것도 있었다. 이런 결과를 보면 대체적으로 5분 이내에 catechin 성분은 대부분 추출되는 것으로 판단된다. 추출시간 5분에서 온도에 따른 차이를 보면 50℃에서 70℃까지는 총 카테킨 추출 함량이 많아지는 것을 확인할 수 있었으며, 이후 80℃에서는 추출 함량의 증가가 거의 유사하거나 오히려 감소하는 것으로 보아, 70℃에서 catechin류의 추출이 적당할 것으로 판단된다.

2. 추출 온도와 시간에 따른 theaflavin의 함량 변화

비발효차인 녹차의 catechin류의 함량이 가장 많으며, 이는 발효 중 polyphenol oxidase에 의해 catechin류와 theaflavin이나 thearubigin류와 같은 물질로 전환되는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2007). 녹차에서는 theaflavin은 검출되지 않았으며(data not shown), 발효차인 백차, 황차, 우롱차, 홍차에서 확인되었으며, 부분 발효차인 백차, 황차, 우롱차에 비해서 발효차인 홍차의 theaflavin 함량이 높은 것으로 보아, 발효 정도가 진행될수록 theaflavin의 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 이들의 함량 변화는 Table 2와 같고, 모든 추출시간 간의 총 theaflavin 변화의 유의수준이 $p<0.05$로 유의적인 함량 차이를 나타내었다.

1분 추출한 theaflavin 함량에 비해 3분과 5분 사이에 급격히 증가하고, 10분에는 서서히 증가하는 경향이 있다. 같은 추출시간에서 온도가 50℃에서 70℃로 높아질수록 theaflavin 함량도 높아졌다. 그러나 80℃에서 추출한 theaflavin 함량은 70℃에서의 추출 함량과 비교 시 일정한 경향성은 없었으며, 유사하거나 오히려 감소하는 경우도 있었다. 특히 theaflavin의 함량이 높은 홍차에서는 그 변화를 분명하게 확인할 수 있었다. 80℃에서 추출한 theaflavin 함량보다도 70℃에서 추출한 경우에 그 함량이 높아 70℃에서 추출할 때 더 좋은 유용성 성분을 얻을 수 있을 것으로 사료되며, 차 음용 시 높은 온도보다도 적당한 온도에서 침출하여 음용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

3. 추출온도와 시간에 따른 caffeine과 theobromine의 함량 변화

녹차, 황차, 우롱차의 경우, caffeine의 함량은 추출 온도에 따른 차이가 크지 않아 추출 온도보다는 추출시간에 영향을 받는 것을 확인하였으며, 1분에서 5분까지는 함량이 증가하였으나, 10분에서는 같거나 감소하는 경향을 보였다(Table 3). 백차와 홍차의 경우는 70℃에서 caffeine의 함량 변화가 가장 컸고, 온도가 높아짐에 따라 추출량이 대체로 증가하는 것을 확인하였으나, 80℃에서는 70℃에서와 유사하거나 감소하기까지 하였다. 추출시간은 역시 5분 이내에 거의 추출되어짐을 알 수 있어 추출시간과 온도에 영향을 받는 것으로 판단된다.

Theobromine의 경우, 녹차, 황차, 홍차에서 추출 온도 및 시간에 따른 큰 변화 없이 대체로 0.2 g/100 g 이하의 함량이 존재함을 확인하였고, 우롱차의 경우에서는 0.05 g/100 g의 함량을 갖는 것을 볼 수 있다. 백차의 경우에는 추출 온도가 증가함에 따라 theobromine의 함량도 약간 증가함을 확인하였고, 5분의 추출시간에서 추출량이 가장 높았다.

4. 총 페놀성 화합물 함량 및 항산화능의 변화

추출 시간에 따른 페놀성 화합물 함량을 보면 5분까지는 페놀성 화합물의 추출량이 증가하여 그 함량이 컸고, 5~10분까지의 추출에서는 그 양이 거의 증가하지 않았다(Fig. 2). 추출 온도가 증가할수록 대체로 페놀성 화합물의 추출량이 늘었으나, 80℃의 경우에는 추출 시간 5분에서보다 10분에서 추출량이 오히려 감소하였다. 이러한 결과는 둥글레 볶음시 페놀성 화합물의 변화(Ryu 등 1997), 볶음처리에 따른 치커리의 페놀성 화합물의 변화(Hong 등 1997)와 유사한 결과로서 볶음온도가 일정온도 이하에서는 볶음 시간이 길어질수록 페놀성 화합물은 증가하였으나, 일정온도 이상에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 오히려 감소하였다는 결과와 같은 경향으로 차 추출 시 추출 온도가 적정 온도를 지나면 온도가 높아짐에 따라 총 페놀성 화합물은 감소하기도 하는 것으로 사료된다. 이러한 경향은 차 우림물의 갈색도와 관련이 있는 것으로 갈변물질에 의해 생성되는 중간물질인 reductone 중에서 catechol, hydroquinone 등과 같은 aromatic acid-reductone류가 생성되어 검출되었기 때문이다(Ryu 등 1997).

항산화물질의 가장 특징적인 역할은 oxidative free radical과 반응하는 것으로, 이를 이용하여 항산능을 측정할 수 있다. 전자 공여능은 항산화성을 나타내는 지표로써(Shin 등 2008) 추출 온도와 추출 시간에 따른 전자 공여능을 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 추출 온도와 추출 시간이 증가함에 따라 수소 공여능은 대체로 증가하였으며, 이 결과는 총 페놀성 화합물의 추출 온도와 시간에 따른 경향과 거의 일치함을 알 수 있었다. 50℃와 60℃의 낮은 온도보다는 70℃와 80℃의 높은 추출 온도에서 높은 함량을 확인하였으며, 추출 시간 5분 이후로는 80℃의 추출량이 70℃보다 낮아, 항산화력은 적정

Table 1. Changes in total catechins contents (mg/g) during tea extraction at 50℃, 60℃, 70℃ and 80℃, for 1, 3, 5, and 10 min

Type of tea	Catechin	50℃				60℃				70℃				80℃			
		1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min
Green tea Ⅰ	Total	135.7±1.2	161.2±1.5	170.9±5.7	196.3±14.2	120.1±1.0	158.6±3.5	191.4±0.8	196.9±10.2	110.5±1.7	163.5±2.3	236.7±11.7	243.9±13.3	107.7±1.4	197.7±0.8	253.7±15	255.1±25.1
Green tea Ⅱ	Total	116.3±0.9	156.5±2.2	167.7±2.9	187.7±12.5	126.2±1.3	157.2±1.8	188.2±2.1	202.6±13.8	118.5±1.5	153.8±1.4	216.3±5.7	231.1±13.4	141.5±2.5	181.6±2.2	235.6±23.7	241.5±22.8
Oolong tea Ⅰ	Total	49.1±1.7	70.6±2.9	98.5±5.9	107.6±11.8	42.5±0.9	64.1±2.3	100.1±7.3	111.3±9.2	46.5±1.2	61.2±0.4	123.4±3.1	136.4±8.7	46.9±2.1	81.9±0.7	115.8±16.9	124.1±16.2
Oolong tea Ⅱ	Total	86.2±2.8	117.6±1.9	140.0±7.8	149.6±9.1	98.3±4.0	121.8±2.3	142.7±1.6	147.6±2.5	103.0±21	125.4±5.4	176.8±8.5	180.3±4.2	118.7±2.2	136.3±0.7	163.0±21.2	177.6±17.6
Yellow tea	Total	160.2±1.9	180.4±4.6	194.3±9.4	213.7±13.5	135.4±28	175.5±2.1	193.6±3.5	228.6±24.7	145.6±1.4	182.1±2.1	239.2±9.9	245.0±4.2	143.6±2.8	209.5±2.8	234.1±26.8	229.7±9.2
White tea	Total	103.3±0.7	123.1±3.5	147.8±12.0	165.1±5.6	109.2±1.4	135.0±3.9	147.8±9.8	168.3±18.4	101.6±3.4	148.8±0.9	191.4±13.5	199.2±20.4	113.5±1.4	154.0±7.4	194.5±12.7	187.9±21.9
Black tea Ⅰ	Total	20.4±0.8	38.1±2.1	39.9±1.4	42.5±2.2	19.1±0.6	40.2±1.7	50.2±4.5	50.6±3.5	24.5±0.4	37.4±1.0	67.2±6.7	67.3±11.7	34.7±1.9	44.4±1.6	65.5±5.4	69.7±10.5
Black tea Ⅱ	Total	9.3±1.1	13.7±0.9	18.4±2.5	19.4±3.1	8.8±0.1	14.9±0.2	21.8±3.2	24.2±1.8	8.8±0.4	15.2±1.7	31.1±1.5	32.5±2.6	10.3±0.4	21.5±0.6	29.8±2.9	32.7±2.4

Total: Represents the combined amounts of GC, EGC, EC, EGCG and ECG.
Values represent the mean ± S.D. (n=3)

Table 2. Changes in theaflavins contents (mg/g) during tea extraction at 50℃, 60℃, 70℃ and 80℃, for 1, 3, 5, and 10 min

Type of tea	Theaflavin	50℃				60℃				70℃				80℃			
		1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min
Oolong tea Ⅰ	Total	15.2±1.2	20.6±0.8	28.5±1.2	45.0±1.2	23.4±1.2	31.6±0.8	39.6±1.6	46.8±4.4	26.8±4.0	43.6±4.7	56.0±10.8	77.8±7.1	26.3±2.7	52.3±9.1	57.6±22.5	68.4±7.1
Oolong tea Ⅱ	Total	26.3±0.4	35.3±1.2	37.4±1.2	44.5±1.2	30.8±0.4	40.2±0.8	46.6±3.9	48.6±6.7	37.9±3.2	47.8±4.3	53.1±2.0	60.4±5.9	35.3±1.2	48.8±2.6	54.0±0.8	60.7±4.0
Yellow tea	Total	23.5±0.4	28.7±0.4	36.9±0.4	43.6±0.4	34.2±0.6	44.5±1.2	48.7±0.8	50.7±2.3	48.2±1.3	59.0±2.9	68.0±1.5	77.7±18.8	47.4±0.4	49.6±3.9	51.6±8.7	57.9±13.0
White tea	Total	24.9±0.4	58.7±0.4	69.6±0.4	76.9±0.4	54.1±3.1	69.5±1.7	75.4±1.3	78.6±2.6	60.1±0.5	73.9±1.3	96.2±5.0	110.6±1.1	73.6±0.6	83.5±2.0	100.4±4.8	100.8±19.1
Black tea Ⅰ	Total	43.9±0.4	92.3±0.4	110.7±0.4	111.0±0.4	52.3±0.6	108.9±2.3	154.7±4.7	167.9±6.1	79.1±4.6	129.0±5.4	274.5±20.9	310.2±29.1	89.7±1.7	162.8±4.7	215.9±41.7	239.2±36.9
Black tea Ⅱ	Total	48.8±0.4	85.2±0.4	141.5±0.4	164.9±0.4	58.0±3.9	106.9±0.7	202.6±7.5	255.7±0.3	84.0±9.8	137.6±0.2	460.1±41.7	486.1±43.7	74.5±1.5	224.1±0.4	399.9±23.8	406.9±32.8

Total: Represents the combined amounts of TF, TF3G, TF3'G, and TF3-3'G
Values represent the mean ± S.D. (n=3)

Table 3. Changes in caffeine and theobromine contents (g/100g) during tea extraction at 50℃, 60℃, 70℃ and 80℃), for 1, 3, 5, and 10 min

Type of tea		50℃				60℃				70℃				80℃			
		1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min	1 min	3 min	5 min	10 min
Green tea Ⅰ	Theobromine	0.197±0.015	0.207±0.008	0.206±0.006	0.218±0.013	0.186±0.007	0.212±0.018	0.221±0.012	0.245±0.004	0.188±0.005	0.217±0.007	0.232±0.006	0.251±0.007	0.174±0.010	0.197±0.007	0.235±0.014	0.204±0.01
	Caffeine	2.174±0.14	2.437±0.14	2.400±0.16	2.710±0.17	2.167±0.11	2.576±0.15	2.772±0.07	2.932±0.08	2.202±0.12	2.700±0.15	2.992±0.20	3.002±0.19	2.346±0.05	2.956±0.09	2.984±0.05	3.054±0.09
Green tea Ⅱ	Theobromine	0.055±0.011	0.060±0.005	0.062±0.015	0.065±0.01	0.054±0.008	0.059±0.011	0.060±0.014	0.065±0.012	0.055±0.005	0.059±0.020	0.067±0.017	0.068±0.012	0.057±0.013	0.061±0.006	0.061±0.005	0.059±0.011
	Caffeine	2.028±0.15	2.430±0.18	2.482±0.19	2.618±0.19	2.356±0.11	2.678±0.07	2.630±0.22	2.720±0.21	2.288±0.15	2.650±0.17	2.882±0.19	2.932±0.12	2.616±0.09	2.782±0.14	2.962±0.10	3.014±0.11
Oolong tea Ⅰ	Theobromine	0.046±0.011	0.058±0.007	0.059±0.016	0.060±0.010	0.049±0.004	0.064±0.010	0.065±0.007	0.069±0.003	0.052±0.006	0.065±0.006	0.067±0.016	0.069±0.021	0.043±0.001	0.052±0.011	0.042±0.013	0.044±0.011
	Caffeine	1.703±0.08	2.328±0.10	2.350±0.03	2.506±0.11	2.102±0.05	2.746±0.04	2.760±0.02	2.724±0.15	2.052±0.09	2.706±0.10	2.788±0.11	3.052±0.03	2.186±0.06	3.058±0.06	3.016±0.02	3.118±0.03
Oolong tea Ⅱ	Theobromine	0.055±0.010	0.051±0.011	0.052±0.002	0.053±0.004	0.049±0.006	0.056±0.014	0.060±0.016	0.059±0.014	0.054±0.011	0.060±0.018	0.062±0.012	0.065±0.011	0.043±0.008	0.045±0.012	0.045±0.005	0.043±0.005
	Caffeine	1.573±0.16	1.929±0.11	1.956±0.11	2.156±0.12	1.898±0.06	2.094±0.08	2.122±0.13	2.144±0.05	1.884±0.10	2.056±0.10	2.172±0.12	2.168±0.13	1.973±0.08	2.160±0.06	2.298±0.06	2.268±0.05
Yellow tea	Theobromine	0.188±0.010	0.191±0.022	0.191±0.016	0.201±0.017	0.166±0.016	0.197±0.007	0.206±0.016	0.214±0.009	0.183±0.011	0.211±0.016	0.217±0.020	0.219±0.009	0.174±0.014	0.189±0.019	0.226±0.014	0.201±0.018
	Caffeine	2.670±0.16	2.980±0.22	3.089±0.25	3.314±0.25	2.548±0.13	3.134±0.18	3.312±0.23	3.604±0.30	2.832±0.15	3.122±0.37	3.490±0.28	3.594±0.21	2.972±0.08	3.458±0.18	3.698±0.18	3.670±0.16
White tea	Theobromine	0.368±0.023	0.416±0.015	0.465±0.019	0.497±0.028	0.412±0.010	0.455±0.019	0.465±0.019	0.464±0.025	0.397±0.012	0.419±0.008	0.478±0.022	0.534±0.026	0.434±0.021	0.427±0.011	0.555±0.018	0.510±0.016
	Caffeine	2.726±0.22	3.244±0.23	3.722±0.19	4.314±0.29	3.218±0.13	3.788±0.25	3.856±0.38	4.282±0.10	3.102±0.20	3.792±0.35	3.952±0.34	4.588±0.56	3.978±0.08	4.306±0.04	4.928±0.08	4.706±0.04
Black tea Ⅰ	Theobromine	0.076±0.005	0.104±0.012	0.107±0.014	0.110±0.021	0.076±0.007	0.107±0.011	0.111±0.010	0.118±0.014	0.100±0.006	0.114±0.009	0.126±0.013	0.127±0.011	0.108±0.007	0.116±0.009	0.132±0.014	0.129±0.019
	Caffeine	1.646±0.10	2.360±0.14	2.388±0.01	2.714±0.13	1.824±0.02	2.654±0.13	2.886±0.19	2.934±0.17	2.214±0.12	2.864±0.13	3.396±0.10	3.668±0.10	2.610±0.06	3.122±0.07	3.608±0.03	3.630±0.02
Black tea Ⅱ	Theobromine	0.160±0.011	0.228±0.018	0.243±0.009	0.266±0.014	0.159±0.012	0.248±0.007	0.296±0.015	0.332±0.014	0.192±0.003	0.289±0.005	0.344±0.007	0.367±0.014	0.235±0.014	0.296±0.019	0.311±0.010	0.346±0.022
	Caffeine	1.217±0.07	1.833±0.08	1.977±0.09	2.318±0.08	1.246±0.02	2.034±0.11	2.628±0.13	3.058±0.12	1.475±0.08	2.510±0.09	3.392±0.08	3.506±0.23	1.906±0.07	2.828±0.05	3.094±0.03	3.518±0.02

Values represent the mean ± SD(n=3)

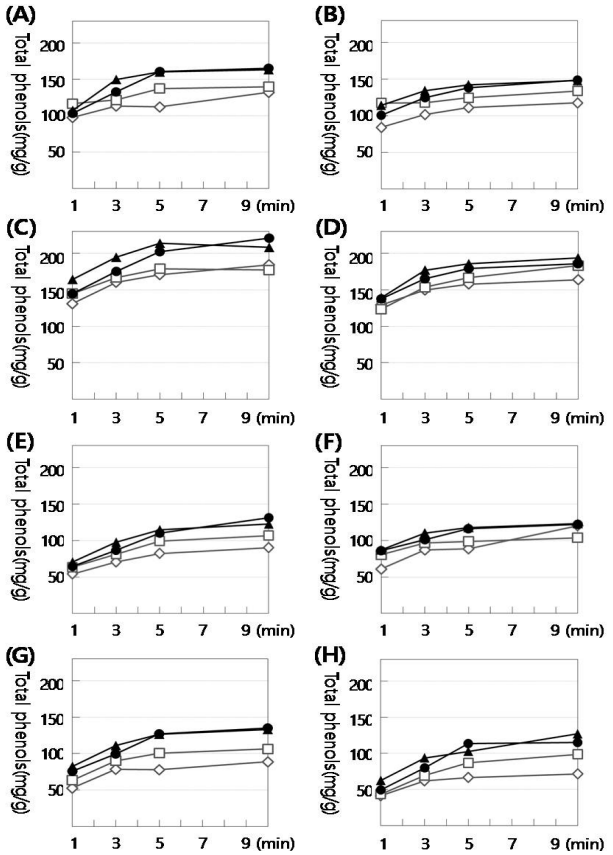

Fig. 2. Changes in total content of phenolic compounds (mg/g) during tea extraction at 50℃(-◇-), 60℃(-□-), 70℃(-●-) and 80℃(-▲-), for 1, 3, 5, and 10 min. (A: Hadong, B: Boseong) Green tea, (C) White tea, (D) Yellow tea, (E: China origin, F: Taiwan origin) Oolong tea, (G: India origin, H: Sri Lanka origin) Black tea.

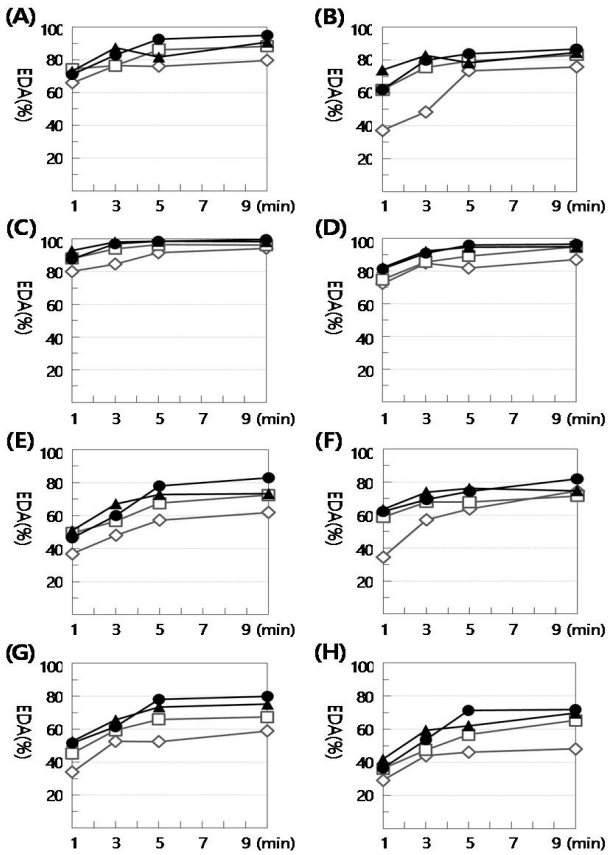

Fig. 3. Electron donating ability(%) of tea extraction at 50℃(-◇-), 60℃(-□-), 70℃(-●-) and 80℃(-▲-), for 1, 3, 5, and 10 min. (A: Hadong, B: Boseong) Green tea, (C) White tea, (D) Yellow tea, (E: China origin, F: Taiwan origin) Oolong tea, (G: India origin, H: Sri Lanka origin) Black tea.

온도 이상에서의 장시간 추출은 오히려 감소한다고 판단된다. 녹차, 백차, 황차의 경우, 항산화능은 70℃에서 5분, 또는 80℃에서 3분 정도가 좋은 침출조건으로 사료되며, 우롱차와 홍차의 경우 70℃에서 5분 정도 침출할 때 적당할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

녹차, 백차, 황차, 우롱차 및 홍차의 추출 온도와 시간에 따른 유용성분의 추출 정도를 비교하였다. 추출온도는 온도 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 추출시간은 1분, 3분, 5분, 10분으로 달리하였을 때의 화학적 성분조성 변화를 알아보고자 하였다. Catechin류는 추출 시간 5분에서 가장 많은 증가를 보였고, 10분간 추출한 함량에서는 대체로 감소하였다. 녹차는 추출 온도 70℃에서 catechin 함량이 가장 높았으며, 그 외에서는 70℃와 80℃의 변화 추세가 유사하였다. Theaflavin은 녹차에서는 추출되지 않았으며, 백차, 황차, 우롱차에서는 추출 온도와 추출 시간에 크게 영향을 받지 않았다. 홍차의 경우는 추출조건에 따라 함량 변화가 두드러졌는데, 추출 시간 70℃에서 5분 추출 시 theaflavin 함량이 가장 높았으며, 80℃에서는 오히려 추출량이 감소하였다. Caffeine 함량 변화는 녹차, 황차, 우롱차의 경우 추출 온도보다는 추출 시간에 영향을 받았으며, 추출 시간 5분까지는 함량이 증가하였으나, 10분에서는 같거나 감소하는 경향이었다. 백차와 홍차의 경우는 70℃에서 caffeine 함량이 가장 높았고, 추출 시간 5분에서 가장 높았다. Theobromine의 경우, 녹차, 황차, 우롱차, 홍차에서 추출 온도 및 시간에 따른 큰 변화가 없었고, 백차의 경우 추출 온도가 증가함에 따라 추출시간 5분에서 함량이 높았다. 추출 시간 5분까지는 페놀성 화합물의 추출량이 증가하였으며, 10분의 추출에서는 거의 증가하지 않거나 감소하였다. 녹차, 백차, 황차의 경우, 항산화능은 70℃에서 5분, 또는 80℃에서 3분 정도가 좋

은 침출조건으로 사료되며, 우롱차와 홍차의 경우 70℃에서 5분 정도 침출할 때 적당할 것으로 판단된다. 차의 기능성 관련 성분을 고려한 침출온도와 침출시간 조건을 예측해 보면 대체적으로 70℃, 5분 내에 대부분의 유용성분을 침출되는 것으로 판단된다.

References

Cho EJ, Hwang CH, Yang MO. 2007. Changes in free amino acids and sensory evaluation of fermented tea (*Camella sinensis* var. *sinensis*) according to the degree of fermentation. *J East Asian Soc Dietary Life* 17:911-918

Choi HJ, Lee WS, Hwang SJ, Lee IJ, Shin DH, Kim HY, Kim KU. 2000. Changes in chemical compositions of green tea (*Camellia sinensis* L.) under the different extraction conditions. *Kor J Life Sci* 10:202-209

Hong MJ, Lee GD, Kim HK, Kwon JH. 1997. Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes. *Kor J Food Sci Technol* 30:413-418

Jang JH, Choi HS, Cheong HS, Kang SH. 2007. A comparison of the antioxidant of barely leaf tea and green tea according to leaching conditions in distilled water. *Kor J Food Cookery Sci* 23:165-172

Jang MJ, Ha HJ, Yoon SR, Noh JE, Kwon JH 2006. Prediction of optimal leaching conditions for green tea. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 35:747-753

Jo JS, Kim JC, Cho KH, Kim RM, Han JY. 2011. Chemical constituent variabilities of the green tea leaves by harvest periods. *J Kor Wood Sci & Tec* 39:370-380

Kim SY, Nobuyuki Kozukue, Han JS, Lee KR. 2005. Catechins, theaflavins and methylxanthins contents of commercial teas. *Kor J Food Cookery Sci* 21:346-353

Kim SY, Nobuyuki Kozukue, Han JS, Lee KR. 2006. Analytical method for methylxanthin, catechin, and theaflavin determinations in Korean commercial teas by HPLC. *Kor J Food Sci Technol* 38:5-9

Komatsu T, Nakamori M, Komatsu K, Hosoda K, Okamura M, Toyama K, Ishikura Y, Sakai T, Kunii D, Yamamoto S. 2003. Oolong tea increases energy metabolism in Japanese females. *J Med Invest* 50:170-175

Lee MG, Lee SW, Kim SS, Lee SH, Oh SL. 1989. Changes in tasting constituents (tannin, free sugar, total nitrogen) of green tea by leaching condition. *Kor J Dietary Culture* 4:411-416

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

Lee YJ, Ahn MS, Hong KH. 1998. A study on the content of general compound, amino acid, vitamins, catechins alkaloids in green, oolong and black tea. *J Fd Hyg Safety* 13:377-382

Lee YJ, Ahn MS, Oh WT, Lee SH. 1989. A study on the catechins contents and antioxidative effect of various solvent extracts of green, oolong and black tea. *J Fd Hyg Safety* 13:370-376

Park SK, Kim JK, Kim JH, Moon KD, Oh SL. 1994. Study on the characteristic of physicochemical quality of oolong herbs tea by extraction condition. *Kor J Dietary Culture* 9:411-417

Ryoyasu Saijo, Miyuki Kato, Yoshiyuki Takeda. 2004. Analysis of catechins and theaflavins in green, paochong, oolong and black teas by HPLC. *The Internationl Conference on O-CHA (Tea) Culture and Science.* pp. 268-271

Ryu KC, Chung HW, Kim KT, Kwon JH. 1997. Optimization of roasting condition for high-quality *Polygonatum odoratum* tea. *Kor J Food Sci Technol* 29:776-783

Sachinidis A, Seul C, Seedwald S, Ahn H, Ko Y, Vetter H. 2000. Green tea compound inhibit tyrosin phosphorylation of PDGF beta-receptor and transformation of A172 human glioblastoma. *FEBS Lett* 471:51-55

Shin GS, Lee GE, Oh YH, Noh JE, Yoon SR, Lee JE, Kim GR, Jeon EJ, Chung HS, Kim JS, Kwon JH. 2008. Momitoring of leaching conditions for functional components of black tea using response surface methodology. *Kor J Soc Food Sci Nutr* 37:66-71

Shon MY, Kim SH, Nam SH, Park SK, Sung NJ. 2004. Antioxidant activity of Korean green and fermented tea extract. *J Life Sci* 14:920-924

Received 13 August, 2015
Revised 8 September, 2015
Accepted 14 September, 2015