

추출조건에 따른 녹차음료의 이화학적 특성 및 항산화활성

강수태 · 정창호¹ · 주옥수^{2*}

부경대학교 식품생명공학부, ¹경상대학교 응용생명과학부 · 농업생명과학연구원,
²진주산업대학교 식품과학과

Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Green Tea with Reference to Extraction Conditions

Su-Tae Kang, Chang-Ho Jeong¹ and Ok-Soo Joo^{2*}

Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

*¹Division of Applied Life Sciences, Institute of Agricultural & Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea*

²Department of Food Science, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

Abstract

We investigated the physicochemical properties and antioxidant activities of green tea with respect to extraction conditions. The values of pH, and the L, a, and b Hunter parameters of green tea beverage 1 (GTB 1), green tea beverage 2 (GTB 2), and commercial green tea beverage (CGTB) were 6.22, 96.91, -1.06, and 7.77 5.40, 96.39, -1.73, and 13.68 and 6.20, 95.40, -4.75, and 25.51, respectively. The total free amino acid content of GTB 1 and 2, and CGTB, were 253.21, 262.65, and 58.36 mg/100 mL, and the major free amino acids were aminoadipic acid (102.56, 136.29, and 27.02 mg/100 mL), arginine (23.32, 30.75, and 7.31 mg/100 mL), and serine (18.22, 17.96, and 5.94 mg/100 mL). The levels of total phenolics and caffeine were higher in GTB 2 (852.58 and 225.51 µg/mL) than in GTB 1 (500.65 and 317.34 µg/mL) or CGTB (387.14 and 164.53 µg/mL). The catechin content of GTBs 1 and 2, and CGTB, were 294.8, 415.7, and 130.99 µg/mL, respectively. The major catechins of GTB 1 and 2, and CGTB were epigallocatechin, catechin, and epigallocatechin gallate, in that order, and the epigallocatechin contents were 186.50 in GTB 1, 268.10 in GTB 2, and 82.26 µg/mL in CGTB. GTB 1 and 2 and CGTB showed substantial dose-dependent antioxidative activities. The DPPH radical-scavenging activities of GTB 1 and 2, and CGTB, were 85.48, 87.09, and 87.03%, respectively at a concentration of 125 µg/mL. The ferric reducing/antioxidant activities (FRAPs) of GTB 1 and 2 and CGTB were 2.66, 2.70 and 2.67 absorbance at a concentration of 1,000 µg/mL. Sensory evaluation tests revealed no significant differences among the three green tea beverages.

Key words : physicochemical properties, antioxidant activities, green tea beverage, extraction conditions

서 론

차나무(*Camellia sinensis* L.)는 동백나무과(Theaceae)에 속하는 다년생 상록 관목수로 북위 35° 이하 지방에서 주로 재배되고 있으며, 우리나라에서는 신라 27대 선덕여왕(AD 632~647)때에 당나라에서 차를 가져와 마셨으며, 200년

후인 42대 흥덕왕 3대(AD 828) 지리산에 차를 심어 재배하기 시작했다(1,2). 현재 차는 커피, 카카오와 함께 세계 3대 기호음료로서 세계 각국에서 음용되어 왔고, 특히 국내에서 재배되고 있는 녹차의 음용인구가 매년 20% 이상 급증하는 추세이다. 차가 중요한 기호음료로서 발전해 온 가장 큰 이유는 차가 여러 민족의 구미에 맞는 대중적인 기호성을 가지고 있을 뿐만 아니라 생체의 복잡한 생명활동을 조절하는 식품의 3차 기능으로서 생체리듬의 조절, 면역력의 증진, 질병의 예방이나, 회복, 노화 억제 등의 신체조절

*Corresponding author. E-mail : osjoo@jinju.ac.kr
Phone : 82-55-751-3273, Fax : 82-55-751-3279

기능을 갖는 기능성 식품으로서 중요성이 새삼 강조되고 있기 때문이다(3). 녹차에는 비타민과 무기질의 영양소를 공급하는 기능, 맛과 향 등의 기호를 충족시키는 기능이 있는 것으로 알려져 있으며, 떫은 맛의 주성분인 catechin류 등은 그 유도체에 따라 epicatechin, epigallocatechin, epicatechin gallate 및 epigallocatechin gallate 등으로 분류할 수 있다. 그리고, 쓴맛은 주로 각성작용, 이뇨작용, 피로회복작용 등이 있는 것으로 알려진 caffeine에 의한 것이며, 특유의 독특한 맛을 내는 성분은 theanine 성분으로서 이 중 glutamic acid의 ethylamide가 약 절반을 차지하고 이 외에 20여 종류의 아미노산이 함유되어 있다(4,5). 이들은 항암효과(6), 항혈전(7), 혈압저하(8), 중금속 제거작용(9), 항돌연변이(10), 혈소판 응집 억제작용(11), 심장병 발생억제효과(12), 충치 예방효과(13), 항산화작용(14), 차 향기성분의 기능성(15), 항당뇨(16), 중추신경활성화(17), 항천식 활성(18) 등 여러 가지 생리활성을 나타낸다고 보고되고 있다. 이와 같이 차의 다양한 생리적 기능성 효과가 알려지면서 차 소비가 세계적으로 증가 추세에 있으며, 우리나라에서도 소득 향상과 더불어 건강에 대한 관심도가 높아지면서 녹차 음용 인구가 증가하고 있고, 이에 따라 차 소비도 빠른 속도로 증가하고 있다(19). 연간 차 소비량은 1인당 50 g, 중국의 300 g, 일본의 900 g, 대만의 1,000 g에 비하면 미약하지만 이처럼 약리효과가 속속 밝혀지면서 연 15% 정도씩 꾸준히 늘고 있다. 최근에는 음용 편의성을 위하여 바로 개봉하여 음용할 수 있도록 캔 또는 PET(polyethylene terphthalate)병 제품으로 녹차음료가 출시되어 빠른 속도로 시장을 형성하고 있다(20). 그러나 현재 시판중인 녹차음료는 떫은맛이 강하여 기호성이 떨어지고 또한 시판 녹차음료에 대한 이화학적인 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상기와 같은 문제점을 해결하고자 하동산 녹차잎을 이용하여 PET형태의 녹차 음료를 개발하기 위하여 최적 추출조건 및 제조조건을 확립하기 위한 기초자료로 활용하기 위하여 시판 PET형태의 녹차음료와 이화학적 특성을 비교하였고, 또한 카테킨류와 같은 녹차의 대표적인 생리활성 성분의 변화와 항산화 활성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 녹차음료 제조

본 연구에 사용된 녹차는 2008년 4월에 경남 하동군 악약면의 지리산 청정지역에서 재배된 녹차 잎을 채취하여 1차 건조한 후, 220℃에서 15분간 볶음처리 하여 산화효소를 파괴시켜 녹색을 유지하도록 한 후, 쉽게 부스러지도록 건조시킨 녹차 건엽을 사용하였다. 녹차음료 제조는 녹차 특유의 쓴맛을 줄이고 부드러운 느낌을 줄 수 있도록 예비실험 통하여 최적조건으로 판단되는 하동수제녹차 50 g에 증류수 50 L를 첨가하여 60℃로 조정된 추출기에서 15분간

추출하여 녹차음료 1을 얻었으며(GTB 1), 시료 50 g에 증류수 50 L를 첨가하여 90℃로 조절된 추출기에서 10분간 추출하여 녹차음료 2를 얻었다(GTB 2). 위의 방법으로 제조한 녹차음료 1과 2를 1 µm 여과막(Whatman International Limited, Kent, England)으로 여과 후 135℃에서 30초간 살균하고, PET용기에 90℃에서 고온 충전과 capping하여 제품을 제조한 후 냉장저장하면서 본 실험에 사용하였다. 또한 항산화 실험을 위한 농도별 녹차 추출물은 녹차음료를 회전진공농축기(N-N series, EYELA Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 농축한 후 동결건조(Ilshin Lab Co., Ltd., Yangju, Korea)하여 사용하였다. Positive control로 사용한 시판 녹차음료(Commercial green tea beverage, CGTB)는 진주 시내에 위치한 마트에서 D사 제품을 구입하여 본 실험에 사용하였다.

pH, 색도 및 유리아미노산 함량 분석

녹차음료의 pH는 pH meter(Fisher basic, USA)로 측정하였고, 색도측정은 직시색차계 (TC-1, Tokyo Denshoku Co., LTD, Japan)를 사용하여 색조에 대한 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness) 및 색차(ΔE)값을 측정하였다. 이 때 색차계 표준백판의 색조는 명도 96.82, 적색도 -0.38 및 황색도 0.62이었다. 유리아미노산 함량은 시료 10 mL를 회전진공농축기(N-N series, EYELA Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 농축한 후 증류수 5 mL로 정용하여 5-sulfosalicylic acid(50 mg/mL)를 첨가한 다음 0.22 µm syringe filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석계(LKB-4150a, LKB Biochrom. LTD, England)로 분석하였다.

총 페놀성화합물 분석

Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 polyphenol 화합물에 의해 환원되어 몰리브덴 청색으로 발색되는 것을 원리로 분석하였다. 25 mL정용 플라스크에 녹차음료 1 mL와 3차 증류수 9 mL를 첨가한 후 Folin-Ciocalteu reagent 1 mL를 넣는다. 실온에서 교반한 후 5분간 방치한다. 방치한 다음 7% Na₂CO₃ 10 mL를 넣어 3차 증류수로 25 mL를 정용한 후 23℃에서 90분간 방치한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질로는 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다(21).

카테킨 및 카페인 함량 측정

녹차음료의 카테킨 및 카페인분석은 (-)-epigallocatechin (EGC), (+)-catechin(C), epicatechin (EC), (-)-epigallocatechin gallate(EGCG), epicatechin gallate(ECG) 및 caffeine을 표준물질(Sigma Chemical Co, St. Louis, MO, USA)로 하여 HPLC(1100 series, Agilent Co., USA)로 분석하였으며, 표준용액에 대한 retention time을 서로 비교하여 카테킨 화합물을 분리, 동정하였다. 분석조건 중 검출기는 DAD (diode

array detector)로 280 nm, 컬럼은 LiChrospher RP-18 column (250 mm × 4 mm i.d., 5 µm, E. Merck Co., Darmstadt, Germany), 이동상은 methanol : acetic acid : acetonitrile : ddH₂O(20 : 5 : 113 : 862 = v/v/v/v) 및 유속은 1 mL/min로 분석하였다(22).

항산화 활성 측정

농도별 녹차음료 동결건조 추출물 1 mL에 에탄올로서 1.5×10^{-4} M 농도가 되게 한 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)용액 4 mL씩을 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도(optical density, O.D.)를 측정하였다(23). FRAP 분석은 Benzie와 Strain의 방법을 응용하여 녹차음료의 항산화력을 측정하였다(24,25). 사용되는 시약은 300 mM sodium acetate buffer(pH 3.6)와 2,4,6-tri(2-pyridyl)-1,3,5-triazine(TPTZ) reagent, 그리고 20 mM FeCl₃이며, TPTZ reagent는 10 mM의 TPTZ를 40 mM HCl에 용해시켰다. Acetate buffer, TPTZ reagent 및 FeCl₃ solution을 혼합하여 (10 : 1 : 1, v/v/v) 37°C에서 10~15분간 incubation 시켜두었다. 녹차음료 동결건조 추출물과 pre-warmed working FRAP reagent를 96-well plate에 분주한 후 약 15분간 incubation시키고 microplate reader(680, Bio-rad Co., Japan)를 사용하여 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능평가

녹차음료에 익숙하도록 훈련된 경상대학교 식품공학과 3학년 중 10인의 panel을 구성하여 녹차음료의 고소한 맛, 짙은 맛, 색, 향 및 전체적인 기호도에 대하여 5단계 평점법으로 평가하고, 그 결과를 평균값으로 나타내었다. 검사 결과에 대한 통계적인 유의성 검정은 분산분석법으로 실시하였고, 시료간의 유의적 차이는 Duncan's multiple range test 방법에 의해 시료간의 최소유의차를 구하였다.

결과 및 고찰

pH 및 색도

GTB 1, 2 및 시판 녹차음료의 pH를 측정한 결과는 Table 1과 같이 각각 6.22, 6.39 및 6.20로 나타나 pH에서는 큰 차이를 보이지 않았다. Mok(20)은 녹차의 기호성을 높이기 위하여 현미추출물을 녹차추출물 대비 33, 50, 67 및 100%(v/v)로 첨가하여 pH를 측정한 결과 현미추출물의 혼합비율이 증가함에 따라 5.55~5.09로 pH가 점차적으로 낮아졌다고 보고하였다. Choi 등(26)은 차 추출물의 pH는 차를 우릴 때의 여러 요인인 물의 온도와 시간, 차의 양 및 차잎의 형태 등에 영향을 받는다는 보고하여 GTB 1, 2 및 시판녹차 음료의 pH 차이는 차를 우려내는 물의 온도와

시간차이에 따른 결과로 생각된다. 녹차의 색도는 녹차 평가의 중요한 한 부분으로서 기호성에 크게 관여하는 것으로 GTB 1과 2의 색도를 측정한 결과 밝기를 나타내는 L값은 각각 96.91과 96.20, 적녹도를 나타내는 a값은 -1.06과 -1.73, 황청도를 나타내는 b값은 7.77과 13.68이었다(Table 1). 시판 녹차 음료의 L, a, b값은 95.40, -4.75, 25.51로 GTB 1과 2는 시판 녹차음료와 비교하여 L과 a값은 높게 나타나 밝은 경향을 보였고, b값은 낮게 나타나 옅은 노란색을 띠었다. Lee 등(27)은 알칼리 이온수로 제조한 녹차 추출물의 색도를 측정한 결과 L값 93.45~94.88, a값 -5.49~-2.83 및 b값 12.92~23.06으로 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다.

Table 1. pH and Hunter color values of green tea beverage depending on extraction conditions

Samples ¹⁾	pH	Hunter color			ΔE
		L value	a value	b value	
GTB 1	6.22±0.03 ²⁾	96.91±0.05	-1.06±0.02	7.77±0.04	16.55
GTB 2	6.39±0.05	96.20±0.04	-1.73±0.03	13.68±0.06	21.76
CGTB	6.20±0.02	95.40±0.05	-4.75±0.02	25.51±0.04	30.53

¹⁾GTB 1; water extract from green tea leaf at 60°C for 15 min, GTB 2; water extract from green tea leaf at 90°C for 10 min, CGTB; commercial green tea beverage.

²⁾Each value is mean±SD (n=3).

유리아미노산 함량의 분석

GTB 1과 2의 유리아미노산 함량을 비교, 분석한 결과는 Table 2와 같다. 유리아미노산의 총 함량은 본 시제품인 GTB 1과 2에서는 각각 253.21와 262.65 mg/100 mL 이었으며, 주요 유리아미노산으로는 amino adipic acid가 102.56과 136.29 mg/100 mL로 가장 많았으며, arginine, proline, serine 및 amino-n-butyrac acid 등의 순으로서 정미성 아미노산이 비교적 고루 함유되어 있었다. 그 외 valine, leucine, tyrosine 및 phenylalanine을 제외한 나머지 아미노산들의 함량은 미량이었다. 시판 녹차 음료의 총유리아미노산의 함량은 58.59 mg/mL로 GTB 1과 2와 비교하여 매우 낮은 함량을 보였으며, 아미노산 조성에서는 amino adipic acid가 27.02 mg/100 mL로 가장 많이 함유되어 있었고, arginin, serine 순으로 GTB 1 및 2와 유사한 경향이였다. 녹차의 총 아미노산이 3,312.04 mg%, 주요 아미노산은 Thr-theanine, Asp, Glu로 각각 1,273.34 mg%, 632.87 mg%, 523.29 mg% 함유되어 있었고, Thr-theanine의 함량이 가장 높았다고 보고하여(28) 본 실험의 결과와는 다소 차이를 보였는데 이러한 유리아미노산 조성의 차이는 브랜드에 따라 녹차 음용시 부드러운 맛과 유의적인 상관관계를 가지고 있을 것으로 생각된다.

폴리페놀성 화합물 및 카페인 함량

녹차는 flavonols, flavandriols, flavanol 및 phenolic acid

Table 2. Free amino acids content of green tea beverage depending on extraction conditions

Free amino acids	Unit : mg/100 mL		
	Samples ¹⁾		
	GTB 1	GTB 2	CGTB
Phosphoserine	1.06±0.02 ²⁾	1.12±0.03	1.96±0.02
Taurine	5.61±0.09	1.71±0.08	0.58±0.01
Serine	18.22±0.18	17.96±0.62	5.94±0.04
Glutamic acid	2.73±0.06	3.67±0.16	1.36±0.03
Sarcosine	1.00±0.10	0.97±0.08	0.67±0.04
L-α-Aminoadipic Acid	102.56±6.58	136.29±7.09	27.02±1.08
Proline	9.61±0.64	19.94±1.04	1.28±0.05
Glycine	3.10±0.13	1.15±0.12	0.27±0.01
Alanine	8.76±0.27	4.57±0.52	1.16±0.16
α-Aminoisobutyric acid	0.37±0.02	0.16±0.01	0.04±0.01
Valine	8.35±0.37	4.77±0.37	0.88±0.04
Cystine	3.41±0.12	2.10±0.21	0.13±0.01
Methionine	2.11±0.07	0.66±0.03	0.07±0.01
Cystathionine	0.30±0.01	0.57±0.04	0.13±0.01
Isoleucine	7.74±0.34	3.34±0.20	0.90±0.03
Leucine	9.45±0.19	4.09±0.12	0.86±0.04
Tyrosine	6.33±0.25	4.29±0.10	0.86±0.02
β-Alanine	0.96±0.04	0.51±0.03	0.17±0.01
Phenylalanine	5.96±0.17	4.04±0.08	0.83±0.06
γ-Amino-n-butyric acid	2.74±0.31	2.74±0.16	0.77±0.04
Ethanolamine	2.51±0.24	1.05±0.05	0.42±0.02
Ammonium Chloride	17.89±0.94	10.72±0.87	3.71±0.08
Ornithine	0.18±0.01	1.29±0.21	0.02±0.01
Lysine	8.94±0.37	4.19±0.30	1.02±0.06
Arginine	23.32±0.36	30.75±0.85	7.31±0.82
Total free amino acid	222.95±16.71	229.71±23.08	50.03±3.08

¹⁾See the legend of Table 1.²⁾Each value is mean±SD (n=3).

등을 포함한 polyphenol류를 함유하고 있으며, 이러한 물질들은 건조중량의 약 30%를 차지하며, 대부분의 녹차의 polyphenol류는 catechin으로 알려진 flavonoid류이다(29).

Table 3은 GTB 1과 2 녹차음료의 총 폴리페놀화합물 함량을 측정된 결과로 추출조건에 따른 폴리페놀성 화합물 함량의 차이가 크게 나타났으며, 그 함량은 각각 500.65와 852.58 µg/mL이었으나 시판 녹차음료의 폴리페놀 화합물 함량은 387.14 µg/mL로 GTB 1과 2와 비교하여 매우 낮았다. 녹차음료의 가장 큰 문제점 중의 하나가 저장기간이 길어질수록 총 폴리페놀성 화합물이 감소하는 경향을 나타내는데 이는 갈변물질에 의해 생성되는 중간물질인 reductone 중에서 catechol, hydrquinone 등과 같은 aromatic

acid-reductone류가 생성되기 때문이고, 저장 중에 총 페놀성 성분의 감소를 최소화 하기 위해서는 갈변반응을 어느 정도 줄일 수 있는 가장 좋은 방법은 냉장 보관이라고 보고된 바 있다(26,30).

Table 3. Total phenolics, catechins and caffeine content of green tea beverage depending on extraction conditions

	Unit : µg/mL		
	Samples ¹⁾		
	GTB 1	GTB 2	CGTB
Total phenolics	500.65±14.29 ²⁾	852.58±24.72	387.14±12.85
Epigallocatechin(EGC)	186.50±6.25	268.10±4.84	82.26±5.37
Catechin(C)	78.80±4.15	109.50±3.20	48.73±6.07
Epigallocatechin gallate(EGCG)	29.50±0.10	38.10±0.10	Tr
Epicatechin(EC)	Tr ³⁾	Tr	Tr
Epicatechin gallate(EGC)	Tr	Tr	Tr
Caffeine	225.51±21.27	317.34±17.23	164.53±20.82

¹⁾See the legend of Table 1.²⁾Each value is mean±SD (n=3).³⁾Trace.

녹차음료 2종류 즉, GTB 1과 2에 함유되어 있는 카테킨 함량을 측정된 결과(Table 3) 추출방법을 달리한 녹차음료의 카테킨류 함량은 EGC, C, EGCG 순이었으며, EGC의 함량이 각각 186.5와 268.1 µg/mL으로 전체의 63.3~64.5%로 절반 이상을 차지하였으며, 90°C의 온도에서 추출한 GTB 2가 GTB 1보다 높은 함량을 보였다. 그러나 시판 녹차음료에서는 EGC와 C만이 함유되어 있었으며, 그 함량은 82.26과 48.73 µg/mL로 GTB 1과 2에 비하여 매우 낮은 함량을 보였다. Kim 등(31)은 녹차추출물의 총 카테킨의 함량은 7.65%였으며, 카테킨 화합물 중에 EGC, 2.26%, EC 0.78%, EGCG 3.44% 및 ECG 1.01%였다고 보고한 것과 비슷한 경향을 보였지만 함량에서는 많은 차이를 보였다. 이는 녹차 잎의 채취시기 및 추출방법의 차이에 의한 것으로 생각되며, 저장 중 녹차음료의 기능성성분인 카테킨 함량의 감소를 최소화하기 위해서는 저장온도를 낮추고 햇빛이나 광의 영향을 최소화 해야 할 것으로 판단된다. 카페인은 차의 온화한 쓴맛을 부여하는 성분으로 중추신경계와 말초신경계를 자극하는 작용이 있어 적당량을 섭취하면 신경활동이 활발해지고 피로가 경감되는 효과가 있으나 과잉으로 섭취하면 중추신경계에 영향을 미쳐 신경과민, 흥분, 불면 등을 유발하고 위장, 소장, 결장, 내분비계에도 영향을 미친다고 보고되어 있다(32). 녹차음료 2종류 GTB 1과 2 및 CGTB의 카페인 함량을 측정된 결과 각각 225.51, 317.34 및 164.53 µg/mL으로 나타났으며, 높은 온도에서 추출한 GTB 2에서 높은 함량을 보였다. Kwon 등(32)은 추출온도의 상승에 따라 카페인 함량이 증가된 반면에 추출

시간에 따른 영향을 크지 않다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다.

항산화활성

GTB 1, 2 및 시판 녹차음료를 동결 건조하여 농도별 시료의 DPPH 라디칼 소거활성을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 녹차 음료 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거활성이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 125 µg/mL 농도에서 각각 85.48%, 87.09% 및 87.03%로 높은 소거활성을 보였으며, 시료간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. Kang과 Shon (33)은 채취 시기별 녹차 농도별 메탄올추출물을 이용하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정된 결과 60.9~96.9%의 활성을 보였으며, 채취 시기별 DPPH 라디칼 소거활성은 차이가 없었다고 보고하였다.

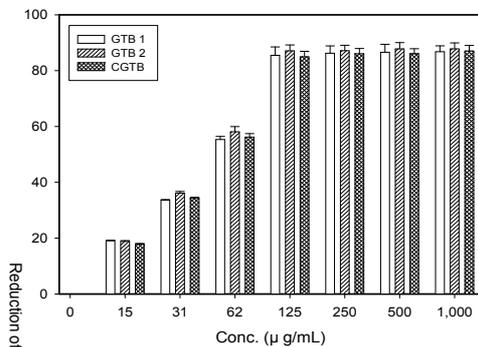


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of green tea beverage depending on extraction conditions.

See the legend of Table 1.

FRAP 방법은 비교적 최근에 Benzie와 Strain에 의해 개발되어진 총항산화능을 측정하는 방법으로 낮은 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyltriazine (Fe³⁺-TPTZ) 복합체가 ferrous tripyridyltriazine (Fe²⁺-TPTZ)으로 환원되는 원리를 이용한 것으로 시료의 환원력을 측정하여 항산화 활성으로 나타내는 점에 착안하여 고안되어진 방법이다(24,25). 추출 조건을 달리하여 제조한 GTB 2종류의 추출물을 이용하여 FRAP법에 의한 항산화 활성을 측정된 결과는 Fig. 2와 같이 DPPH 라디칼 소거활성과 유사하게 녹차 음료 추출물의 농도가 증가함에 따라 FRAP법에 의한 항산화 결과도 농도 의존적이었다. 특히 농도 62 µg/mL의 농도에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 250 µg/mL의 농도에서부터 차이를 보이기 시작하여 농도 1,000 µg/mL에서 GTB 1, 2 및 시판 녹차음료의 흡광도 수치는 각각 2.66, 2.70 및 2.67로 유의적인 항산화 활성의 차이를 보이지 않았다. 따라서 녹차의 추출조건에 따른 생리활성 물질인 카테킨류의 함량은 다소 차이를 보였지만 항산화활성에는 유의적인 차이를 보이지 않아 향후 녹차 음료를 제조하였을 때는 카테킨류의 산화를 방지할 수 있는 저장방법과 용기의 선택을 적절하게 하여야 할 것으로 생각된다. Lee 등(34)은 국내 시판 녹차, 우롱차

및 홍차 열수추출물로 FRAP법에 의한 항산화 활성을 측정된 결과 녹차 티백에서 가장 높은 항산화능을 보였고, 녹차, 홍차 및 우롱차 순으로 나타났다고 보고하였다.

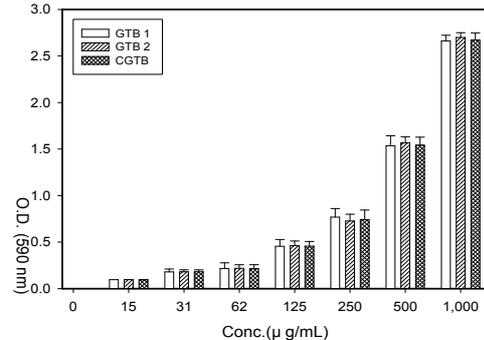


Fig. 2. Ferric reducing/antioxidant power of green tea beverage depending on extraction conditions.

See the legend of Table 1.

관능평가

건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 소비층들 사이에서 탄산음료보다 차 음료를 더욱 선호하는 음료 소비 경향이 나타나고 있다. 차 음료에 익숙하도록 훈련된 10인의 panel을 구성하여 녹차음료 2종류와 시판녹차음료의 관능평가를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 추출온도와 시간에 따른 향, 쓴맛, 단맛, 색에서 큰 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 전체적인 기호도에서도 GTB 1과 2에서 각각 2.99와 3.03으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 시판되고 있는 녹차 음료와 비교하였을 때 시판 녹차음료에서 녹차 특유의 쓴맛으로 인하여 다소 기호도가 낮았으나, 다른 항목에서는 큰 유의적인 차이를 보이지 않아 전체적인 기호도가 2.95로 나타났다. 따라서 녹차 음료의 소비를 증대시키기 위해서는 현미를 비롯한 다른 여러 가지 재료를 이용하여 쓴맛 감소화, 녹차의 갈변방지, 카테킨류와 같은 생리활성 성분의 감소 최소화 및 용기의 차별화 등과 같은 여러 가지 문제점들을 개선하여야 할 것으로 생각된다.

Table 4. Sensory evaluation of green tea beverage depending on extraction conditions

	Samples ¹⁾		
	GTB 1	GTB 2	CGTB
Color	3.11±0.17 ^{2(a3)}	3.06±0.12 ^a	3.16±0.11 ^a
Flavor	3.03±0.21 ^a	3.09±0.13 ^a	3.08±0.08 ^a
Bitter taste	2.94±0.14 ^a	3.07±0.15 ^a	2.69±0.04 ^a
Sweet taste	3.01±0.13 ^a	3.02±0.08 ^a	3.05±0.09 ^a
Overall acceptability	2.99±0.29 ^a	3.03±0.16 ^a	2.95±0.07 ^a

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Each value is mean±SD (n=10).

³⁾Values with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple ranged test.

요 약

추출조건을 달리하여 제조한 녹차음료의 이화학적 특성 및 항산화활성에 대하여 조사하였다. 녹차음료 1, 2 및 시판 녹차음료의 pH는 각각 6.22, 6.39 및 6.20이었고, 색도 L, a 및 b값은 각각 96.91, -1.06, 7.77, 96.20, -1.73, 13.68 및 95.40, -4.75, 25.51이었다. 녹차음료 1, 2 및 시판 녹차음료의 총유리아미노산 함량은 253.21, 262.65 및 58.36 mg/100 mL이었고, 주요 유리아미노산으로는 aminoadipic acid(102.56, 136.29 및 27.02 mg/100 mL), arginine (23.32, 30.75 및 7.31 mg/100 mL) 및 serine (18.22, 17.96 및 5.94 mg/100 mL)이었다. 녹차음료 1, 2 및 시판 녹차음료의 총 페놀성화합물 및 카페인 함량은 각각 500.65와 317.34, 852.58과 225.51 및 387.14와 164.53 µg/mL로 녹차음료 2가 높았다. 녹차음료 1, 2 및 시판 녹차음료의 총카테킨함량은 각각 294.80, 415.70 및 130.99 µg/mL이었고, 주요 카테킨으로는 epigallocatechin, catechin 및 epigallocatechin gallate 순이었으며, epigallocatechin의 함량이 각각 186.5, 268.1 및 82.26 µg/mL로 가장 많은 함량을 보였다. 녹차음료 1, 2 및 시판 녹차음료 동결건조물의 항산화 활성은 농도 의존적이었으며, 농도 125 µg/mL에서 DPPH 라디칼 소거활성은 각각 85.48%, 87.09% 및 87.03%였고, ferric reducing/antioxidant activity는 농도 1,000 µg/mL에서 2.66, 2.70 및 2.67이었다. 또한 쓴맛을 제외한 색, 향, 단맛 및 전체적인 기호도와 같은 관능검사결과 녹차음료 1, 2 및 시판 녹차음료에서 큰 유의적인 차이를 보이지 않았다.

참고문헌

- Kim, D.Y. (1989) The status and prospect of Korean green tea. Food Sci. Ind., 22, 2-12
- Lee, S.U. (1984) The history of Korean food. Gyomunsa, p. 240
- Kim, S.H., Park, J.D., Lee, L.S. and Han, D.S. (1999) Effect of pH on the green tea extraction. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1024-1028
- Kang, S.T., Yoo, U.H., Nam, K.H., Kang, J.Y. and Oh, K.S. (2007) Antioxidative effects of green tea extract on the oxidation of Anchovy oil. J. Agric. Life Sci., 41, 47-53
- Rah, H.H., Baik, S.O., Han, S.B. and Bock, J.Y. (1992) Improvement of analytical method for catechins in green tea. J. Korean Agric. Chem. Soc., 35, 276-280
- Chung, F.L., Schwartz, J., Herzog, C.R. and Yang, Y.M. (2003) Tea and cancer prevention: studies in animals and humans. J. Nutr., 133, 3268S-3274S
- Hodgson, J.M., Puddy, I.B., Burke, V., Beilin, L.J., Mori, T.A. and Chan, S.Y. (2002) Acute effects of ingestion of black tea on post prandial platelet aggregation in human subjects. Brit. J. Nutr., 87, 141-145
- Abe, Y., Umemura, S., Sugimoto, K.I., Kirawa, N., Kato, Y., Yokoyama, N., Yokoyama, T., Iwai, J. and Ishii, M. (1995) Effect of green tea rich in γ -aminobutyric acid on blood pressure of dahl salt-sensitive rats. Am. J. Hypertension, 8, 74-79d
- Kim, M.J. and Rhee, S.J. (1994) Effects of Korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium in rat. J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 784-791
- Feng, Q., Torii, Y., Uchida, K., Nakamura, Y., Hara, Y. and Osawa, T. (2002) Black tea polyphenols, theaflavins, prevent cellular DNA damage by inhibiting oxidative stress and suppressing cytochrome P450 1A1 in cell culture. J. Agric. Food Chem., 50, 213-220
- Muramatsu, K., Fukuyo, M. and Hara, Y. (1986) Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. J. Nutr. Sci. Vitaminol., 32, 613-622
- Ishikawa, T., Suzukawa, M., Ito, T., Yoshida, H., Ayaori, M., Nishiwaki, M., Yonemura, A., Hara, Y. and Nakamura, H. (1997) Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification. Am. J. Clin. Nutr., 66, 261-266
- Sakanaka, S., Kim, M., Taniguchi, M. and Yamamoto, T. 1989. Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans*, a cariogenic bacterium. Agric. Biol. Chem., 53, 2307-2311
- Rhi, J.W. and Shin, H.S (1993) Antioxidant effect of aqueous extract obtained from green tea. Korean J. Food Sci. Technol., 25, 759-763
- Kubo, I., Muroi, H. and Himejima, M. (1992) Antimicrobial activity of green tea flavor components and their combination effects. J. Agric. Food Chem., 40, 245-248
- Lee, B.R., Koh, K.O. and Park, P.S. (2007) Antihyperglycemic effects of green tea extract on alloxan-induced diabetic and OLETF rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36, 696-702
- Mandel, S.A., Avramovich-Tirosh, Y., Reznichenko, L., Zheng, H., Weinreb, O., Amit, T. and Youdim, M.B. (2005) Multifunctional activities of green tea catechins in neuroprotection. Modulation of cell survival genes, iron-dependent oxidative stress and PKC signalling pathway. Neurosignals, 14, 46-60
- Shiral, T., Reshad, K., Yoshitomi, A., Chida, K., Nakamura,

- H. and Taniguchi, M. (2003) Green tea-induced asthma: relationship between immunological reactivity, specific and non-specific bronchial responsiveness. *Clin. Exp. Allergy*, 33, 1252-1255
19. Jang, M.J., Ha, H.J., Yoon, S.R., Noh, J.E. and Kwon, J.H. (2006) Prediction of optimal leaching conditions for green tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 35, 747-753
 20. Mok, C.K. (2006) Process for production of brown rice/green tea beverage. *Food Eng. Prog.*, 10, 214-220
 21. Kim, D.O., Jeong, S.W. and Lee, C.Y. (2003) Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. *Food Chem.*, 81, 321-326
 22. Jeong, C.H., Kang, S.T., Joo, O.S., Lee, S.C., Shin, Y.H., Shim, K.H., Cho, S.H., Choi, S.G. and Heo, H.J. (2009) Phenolic content, antioxidant effect and acetylcholinesterase inhibitory activity of Korean commercial green, puer, oolong and black tea. *Korean J. Food Preserv.*, 16, 230-237
 23. Blois, M.A. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
 24. Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power" : The FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 239, 70-76
 25. Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1999) Ferric reducing/antioxidant power assay : Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol.*, 299, 15-27
 26. Choi, H.J., Lee, W.S., Hwang, S.J., Lee, I.J., Shin, D.H., Kim, H.Y. and Kim, K.U. (2000) Changes in chemical compositions of green tea (*Camellia sinensis* L.) under the different extraction conditions. *Korean J. Life Sci.*, 10, 202-209
 27. Lee, J.M., Park, S.R. and Lee, S.C. (2007) Quality properties of green tea prepared with alkaline ionized water. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 36, 1043-1047
 28. Choi, O.J. and Choi, K.H. (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, 356-362
 29. Lee, M.G., Lee, S.W., Kim, S.S., Lee, S.H. and Oh, S.L. (1989) Changes in tasting constituents (tannin, free sugar, total nitrogen) of green tea by leaching condition. *Korean J. Dietary Culture*, 4, 411-416
 30. Park, J.H., Back, C.N. and Choi, H.K. (2005) Change in chemical components of powdered green tea during storage period at room temperature. *J. Korean. Tea Soc.*, 11, 75-84
 31. Kim, J.I. and Row, K.H. (2001) Recovery of catechin compound from Korean green tea by solvent extraction and partition. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.*, 16, 442-445
 32. Kwon, I.B., Lee, Y.S., Woo, S.K., Lee, C.Y. and Suh, J.G. (1990) A study on the determination of caffeine in coffee, black tea and green tea by high performance liquid chromatography. *Korean. J. Food Hyg.*, 5, 213-218
 33. Kang, S.K. and Shon, M.Y. (2007) Changes of bioactive compounds and antioxidant activities in Korean green tea (*Camellia sinensis*) with different harvesting periods. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 709-715
 34. Lee, M.J., Kwon, D.J. and Park, O.J. (2007) The comparison of antioxidant capacities and catechin contents of Korean commercial green, oolong, and black tea. *Korean J. Food Culture*, 22, 449-453

(접수 2009년 8월 2일, 채택 2009년 11월 27일)