

꾸지뽕잎차의 품질 및 항산화 특성에 관한 연구

박범호¹ · 백경연¹ · 이상일² · 김순동^{1†}

¹대구가톨릭대학교 식품산업학부 식품공학전공, ²계명문화대학 식품영양조리과

Quality and Antioxidative Characteristics of *Cudrania tricuspidata* Leaves Tea

Bum-Ho Park¹, Kyung-Yern Back¹, Sang-Il Lee² and Soon-Dong Kim^{1†}

¹Department of Food Science and Technology, Food Industrial Technology,
Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea

²Department of Food Nutrition and Culinary, Keimyung College, Daegu, 704-703, Korea

Abstract

To obtain basic data on the preparation of *Cudrania tricuspidata* leaves tea, the quality and anti-oxidative characteristics of dried raw leaves (RT), pan-fired leaves tea (PT) and fermented leaves tea (FT) were investigated. General characteristics of RT, PT and FT, respectively, were: moisture content 18.47, 6.23 and 8.50%; crude protein content 17.77, 20.46 and 19.13%; and carbohydrate content 54.42, 62.52 and 61.96%. The crude lipid and ash contents were in the range 0.05 - 0.07% and 9.27 - 10.74%, respectively; the water soluble solid content was in the order FT > PT > RT and ranged from 23.10 - 37.38%; there were no significant differences in the total polyphenol content (815.24 - 835.16 mg%). Although L* values of PT (20.94) and FT (20.85) were lower than those of RT (34.71), the a* value in PT and the b* value in RT were highest. In all ethanol extracts the reducing power, electron-donating ability and superoxide dismutase (SOD)-like activity increased in a concentration-dependent manner. Furthermore, the activity in FT was higher than in PT or RT. The total free amino-acid content was higher in FT (1429.93 mg%) than RT (1108.94 mg%) or PT (833.13 mg%). The major amino acids were L-asparagine and L-valine in RT, L-cysteine and L-glutamic acid in PT and L-proline in FT. In a sensory evaluation of PT and FT, bitter and astringent tastes were decreased relative to RT, while sweet and savory tastes, flavor, color and overall acceptability were increased. These results indicate that FT has a higher antioxidant effect and free-amino-acid content than PT, while the sensory quality of FT is similar to that of PT.

Key words : *Cudrania tricuspidata*, pan-fired tea, fermented tea, quality characteristics.

서 론

1)

뽕나무(*Morus alba* L.)는 뽕나무과(Moraceae)의 교목성 활엽수로서 열대에서 온대에 이르는 세계 각지에 광범위하게 분포하고 있다. 가지는 회갈색 또는 회백색이며 잔털이 있으나 성장하면서 점차 없어진다. 잎은 난상원형 또는 긴 난상타원형이며 3~5개로 갈라져 있고 가장자리에 둔한 톱니가 있으며 끝이 뾰족하고 표면은 거칠거나 평활하며 뒷면

은 맥 위에 잔털이 있다(1). 뽕나무의 품종은 산상계(*Morus bombysis* Koidz), 백상계(*Morus alba* L.), 노상계(*Morus Lhos* Koidz), 흑상계(*Morus nigra* L.), 적상계(*Morus rubra* L.) 및 인도상계(*Morus indica* L.)를 포함하여 약 130여종이 알려져 있으나 우리나라에 분포하는 품종은 산상계, 백상계 및 노상계가 주류를 이룬다(2). 꾸지뽕(*Cudrania tricuspidata*)은 우리나라에서는 최근에 도입된 품종으로 잎은 능상난형이며 밑은 둥글고 잎 뒷면에는 털이 있다. 꽃은 자웅이주로서 수꽃은 장타원형이며 암꽃은 액출(腋出)하며 6월에 핀다. 과실은 물이 많은 점액질이고 익으면 검은색이 된다(3). 동아시아에 주로 분포하며, 우리나라에는 단 1종

†Corresponding author. E-mail : kimsd@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3216, Fax : 82-53-850-3216

이 자생한다(4).

뽕잎은 예로부터 양잠용으로 사용해 왔으나 최근에 다양한 기능성이 알려지면서 차로 이용하기 시작하여 기능성 식 의약 소재로 활용되고 있다. 한방에서는 각기와 수종을 없애며, 소장과 대장을 이롭게 하고 통풍을 제거하며, 노화 억제에 활용한다(5). 또 간 기능을 도우며 눈의 충혈과 건조를 방지하고, 혈당강하 작용이 있다(6). 뽕잎에는 단백질, 아미노산, 비타민, 미네랄 및 식이섬유가 풍부하게 함유되어 있으며 flavone, steroids 및 triterpenes 등 다양한 생리활성물질을 함유되어 있으며(7), 항당뇨(5, 8), 항고지혈(9) 및 항산화 효과(10)가 있는 것으로 알려져 있다. 꾸지뽕잎에 관한 연구는 많지 않으나 항염증 및 항균작용(11), 항산화작용(11), 항고지혈증(12), 항고혈압(13) 및 항세포독성효과(14)가 있는 것으로 보고되고 있다.

차는 덩음차와 발효차로 구분하며, 그 품미는 산지의 토양, 기후, 품종 및 제조방법 등 여러 요인에 의해 영향을 받으나 덩음방법이나 발효방법에 따라 품질의 차이가 있다(15). 특히 제조과정 중 조위 및 유념과정에서 catechin류가 theaflavin으로 변화되고 지방산의 산화와 분해 및 카보닐화합물이 생성되면서 차로써의 품미와 색상을 갖게 된다(16). 꾸지뽕잎차의 경우는 대부분이 덩음차로 제조되고 있으며 발효차에 관한 연구는 보이지 않는다. 따라서 본 연구에서는 꾸지뽕잎차 제조의 기초적 자료를 마련하기 위하여 덩음차와 발효차의 품질특성을 비교하였다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 꾸지뽕(*Cudrania tricuspidata*) 잎은 2007년 4월에 첫 번째로 채취한 잎을 (주)해인우리에서 공급받아 실험에 사용하였다.

꾸지뽕잎차의 제조

꾸지뽕잎차는 덩음과 발효로 구분하여 제조하였다. 덩음 꾸지뽕잎차의 제조는 덩음녹차 제조공정(17)에 준하여 생잎 2 kg을 차온계(TA-0510F, Minolta Co., Japan)로 230°C로 조정된 무쇠솥(ψ 64 cm \times 28 cm)에 넣어 230°C \rightarrow 150°C \rightarrow 110°C \rightarrow 100°C \rightarrow 80°C로 온도를 변화시키면서 5회 덩음하였다. 덩음 중 비빔시간은 10분으로 조정하였다. 발효꾸지뽕잎차의 제조는 생잎을 30°C의 incubator에 24시간 동안 조위(wilting)시킨 후 면장갑을 끼고 10분간 유념한 다음 50 x 40 x 30 cm의 플라스틱 통에 15 cm 깊이로 담아 35°C에서 36시간 발효시켰다. 다음에 열풍건조기(RG-101, KOREA)를 이용하여 60°C에서 건조하였다. 대조구로 사용한 생꾸지뽕잎은 열풍건조기를 사용하여 60°C에서 건조하였으며 건조한 시료는 분쇄기(IKA A11 basic, IKA Korea Co., Ltd.,

Korea)를 이용하여 100 mesh로 분쇄하였다.

수용성 고형물의 함량

수용성 고형물의 함량은 시료 1 g에 증류수를 가하여 100 mL로 채운 후 냉각관을 부착한 추출장치를 사용하여 100°C에서 10분간 가열, 추출한 후 Whatman No. 1여과지로 여과하였다. 잔사는 다시 증류수 50 mL을 가하여 세척하였으며 여액은 모두 합하여 105°C에서 건조하였으며, 함량을 수용성 고형물 양으로 하였다.

일반성분 함량 및 색상의 측정

수분함량은 적외선 수분 측정기(HG53 Halogen Moisture Analyzer, Mettler-Toledo International Inc, Zurich, Switzerland)로 측정하였으며, 조단백, 조지방, 조회분 및 탄수화물 함량은 AOAC(18)법에 따라 분석하였다. 색상은 색차계(Chromamter, CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L*(white 100 \leftrightarrow 0 black), a*(red +60 \leftrightarrow -60 green), b*(yellow +60 \leftrightarrow -60 blue) 값을 측정하였다.

Ethanol 추출물의 조제

시료분말 10 g에 70% ethanol 100 mL을 가하여 80°C에서 3회 환류냉각추출한 후 Whatman No. 3 여과지로 여과한 다음 동일용매로 수회 세척하였으며 추출액과 세척액을 합하여 40°C에서 감압농축, 동일용매로 100 mL로 정용하여 시액(이하 ethanol 추출물)으로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

총폴리페놀 함량은 Dewanto 등(19)의 방법에 따라 ethanol 추출물 100 μ L에 2% sodium carbonate 2 mL과 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μ L를 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid(Sigma Co., USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

환원력 측정

Saeedeh와 Asna(20)의 방법에 따라 ethanol 추출물 1 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL과 1% potassium ferricyanide 용액 2.5 mL를 가하여 50°C에서 30 분간 반응시킨 다음 10% trichloroacetic acid 용액 2.5 mL 가한 후 1,650 \times g에서 10 분간 원심분리 하였다. 상정액 2.5 mL에 증류수 2.5 mL과 0.1% FeCl₃ 용액 0.5 mL을 가하여 Fe³⁺와 Fe²⁺간의 상호전환에 의하여 나타나는 청록색을 700 nm에서의 흡광도로 나타내었다.

전자공여능의 측정

Blois(21)의 방법에 따라 ethanol 추출물 200 μ L에 4 \times 10⁻⁴ M DPPH 용액 800 μ L를 가한 후 vortex mixer로 10초간 혼합하고 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였

다. 전자공여능은 DPPH(α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 백분율로 나타내었다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

Marklund와 Marklund(22)의 방법에 따라 ethanol 추출물 200 μ L에 50 mM tris-HCl buffer(pH 8.5)-10 mM EDTA 3 mL과 7.2 mM pyrogallol 200 μ L을 가하고 25°C에서 10분간 반응시킨 다음, 1 N HCl 1 mL을 가하여 반응을 정지시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. SOD 유사활성(%)은 $100 - [(시료첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도) \times 100]$ 에 의하여 산출하였다.

유리아미노산 분석

꾸지뽕잎차 분말의 ethanol 추출물을 40°C에서 감압농축한 후 lithium citrate loading buffer(pH 2.2)로 정용하여 0.22 μ m membrane filter로 여과한 후 Amino Autoanalyzer (Biochrom 30, Biochrom, England)로 분석하였다. 분석조건은 column은 biochrom lithium column U-2299를, buffer solution은 pH 2.80, 3.00, 3.15, 3.50, 3.55의 lithium citrate buffer를, buffer flow rate는 20.0 mL/hr, ninhydrin flow rate는 20 mL/hr, column 온도는 32~77°C, chart speed는 2 mm/min, injection volume은 40 μ L로 하였다.

관능검사

관능검사용 시료는 꾸지뽕잎차 분말 1 g에 80°C의 증류수 100 mL을 가하여 5분간 추출한 후 3겹의 cheese cloth로 여과한 여액을 40°C로 조절하여 시료로 사용하였으며, 식품공학을 전공하는 대학생 및 대학원생 중 25명을 선발하여 단맛, 쓴맛, 떫은 맛, 구수한 맛, 냄새, 색상 및 종합적 기호도를 9점-scale법(23)으로 전혀 없다 또는 아주 싫다(1점), 아주 약하다 또는 싫다(2점), 보통 약하다 또는 보통 싫다(3점), 약간 약하다 또는 약간 싫다(4점), 약하지도 강하지도 않다 또는 좋지도 싫지도 않다(5점), 약간 강하다 또는 약간 좋다(6점), 보통 강하다 또는 보통 좋다(7점), 강하다 또는 좋다(8점), 아주 강하다 또는 아주 좋다(9점)로 평가하였다.

통계처리

관능검사를 제외한 모든 분석실험은 2~3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 관능검사 결과는 관능요원 25명의 평균치와 표준편차로 나타내었다. 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

꾸지뽕잎을 사용하여 제조한 덱음 및 발효차의 일반성분 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 건조생잎차(RT)는 18.47%였으나 덱음차(PT)와 발효차(FT)의 경우는 각각 6.23% 및 8.50%였다. 조단백질 함량은 건조생잎차에서는 17.77%, 덱음차에서는 20.46%, 발효차에서는 19.13%였다. 조지방 함량은 0.05~0.07% 범위였으며 덱음차에서 다소 낮았다. 회분함량은 9.27~10.74% 범위였으며 건조생잎에서 다소 낮았으며 탄수화물 함량은 덱음 및 발효차에서 다소 높았다.

Table 1. Content of general components of raw, pan-fired and fermented leaves tea

Components	RT	PT	FT
Moisture(%)	18.47 \pm 0.97 ^a	6.23 \pm 0.06 ^b	8.50 \pm 0.31 ^c
Protein(%)	17.77 \pm 0.40 ^b	20.46 \pm 0.76 ^a	19.13 \pm 0.40 ^a
Lipid(%)	0.07 \pm 0.01 ^a	0.05 \pm 0.01 ^b	0.07 \pm 0.02 ^a
Ash(%)	9.27 \pm 0.56 ^b	10.74 \pm 0.74 ^a	10.34 \pm 0.37 ^a
Carbohydrate(%)	54.42 \pm 2.18 ^b	62.52 \pm 2.52 ^a	61.96 \pm 2.40 ^a

¹⁻³⁾ Abbreviations: RT; dried raw leaves, PT; pan-fired leaves tea, FT; fermented leaves tea.

⁴⁾ Values are mean \pm SD of triplicate determinations. Different superscripts within a row(a-c) indicate significant differences(p<0.05).

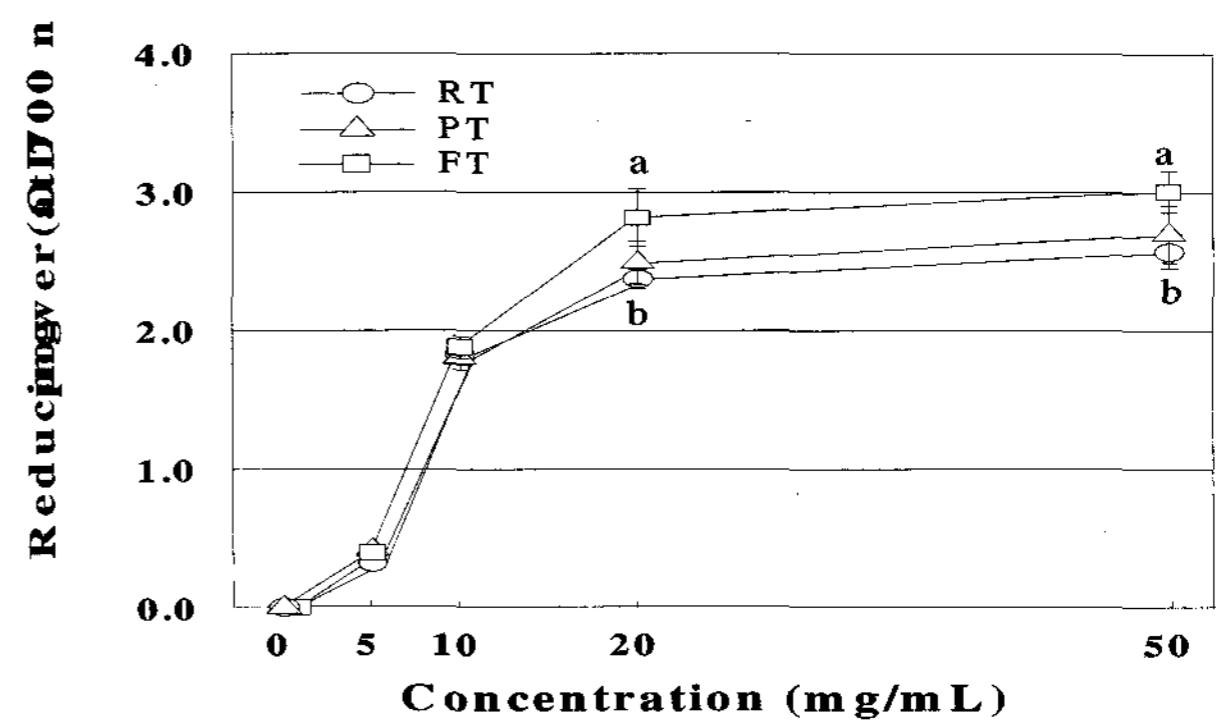


Fig. 1. Reducing power of ethanol extracts of raw, pan-fired and fermented leaves tea.

Abbreviation: See Table 1. NS: not significant. Values are mean \pm SD of triplicate determinations. Different superscripts(a-b) indicate significant differences(p<0.05).

Choi와 Choi(24)는 녹차, 반발효차 및 홍차의 이화학적 특성을 조사한 결과 발효도가 증가함에 따라 환원당과 조지방 및 조단백질의 함량이 증가한다고 하였으나 Jo 등(25)은 녹차와 반발효차간의 조지방, 조단백질 및 조회분의 함량에는 유의적인 차이가 없으며 덱음 횟수와 술의 온도가 높아짐에 따라 이들 성분의 함량이 증가한다고 하였다. 본 실험에서도 차 제조과정 중 수분의 감소와 함께 일반성분의

함량이 증가하는 경향을 보였으나 수분 감소율과 비례하지는 않았다. 이와 같은 현상은 유념 및 덩음과정에서 유출된 성분들이 수분과 함께 용기표면에 부착되거나 면장갑에 흡수되어 유실되는 것으로 생각된다.

수용성 고형물 및 총 폴리페놀 함량

RT와 PT 및 FT의 수용성 고형물 및 총 폴리페놀 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 수용성 고형물의 함량은 23.10~37.38% 범위로 FT > PT > RT 순이었으며 총 폴리페놀 함량은 RT 815.24 mg%, PT 820.37 mg%, FT 835.16 mg%로 상호간의 유의적인 차이는 없었으며 제조 중에 다소 감소하는 것으로 나타났다.

Hwang 등(26)은 생강잎차의 특성연구에서 건조생잎이나 덩음차에 발효차에서 가용성 고형물의 함량이 높다고 하여 본 연구결과와 유사하였다. 이러한 결과는 발효 중 효소작용에 의한 저분자화로 인한 결과라 해석된다. 또, Shihoko 등(27)과 Yamamoto 등(28)은 차잎은 발효가 진행될수록 카테킨 함량은 감소한다고 하였으며 Weisburger(29)도 녹차가 홍차나 우롱차에 비하여 카테킨류의 함량이 높다고 하였으며 이는 발효에 의하여 이들 성분이 산화, 중합되기 때문이라 하였다(30). 본 연구에서 측정된 총 폴리페놀 함량에서는 상호 유의차는 없으나 건조생잎에 비하여 덩음차나 발효차에서 다소 높은 경향을 보이는 것은 수분함량 (Table 1)과 관련이 있는 것으로 생각된다.

Table 2. Water soluble solid and total polyphenol content of raw, pan-fired and fermented leaves tea

Components	RT ¹⁾	PT ²⁾	FT ³⁾
Water extractable solids (%)	23.10± 1.51 ^{b4)}	33.07±1.25 ^b	37.38± 0.96 ^a
Total polyphenol (mg%)	815.24±15.20 ^{NS,5)}	825.37±8.19 ^a	820.16±17.13 ^a

¹⁻³⁾Abbreviations: See Table 1.

⁴⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a row(a-c) indicate significant differences(p<0.05).

⁵⁾Not significant.

색 상

RT, PT 및 FT의 색상을 비교한 결과는 Table 3과 같다. L*값(백색 100 ↔ 0 흑색)은 RT가 34.71, PT 20.94, FT 20.85로 PT 및 FT가 RT에 비하여 낮았으며, a*값(적색 +60 ↔ -60 녹색)은 RT -9.84, PT 0.51, FT -1.38로 PT에서, b*값(황색 +60 ↔ -60 청색)은 RT 12.56, PT 4.20, FT 4.88로 RT에서 높은 값을 나타내었다. Park 등(32)은 덩음차 제조 중 덩음 횟수가 차의 색상에는 별다른 영향을 미치지 않는다고 하였으나 본 실험에서는 덩음 또는 발효 꾸지뽕잎차가 생잎에 비하여 L*값이 낮음과 동시에 a*값이 증가하였으며 이러한 현상은 덩음시의 고열과 발효에 기인한 현상으로 사료된다.

Table 3. Color of raw, pan-fired and fermented leaves tea

Color	RT ¹⁾	PT ²⁾	FT ³⁾
L*	34.71±3.64 ^{a,4)}	20.94±1.23 ^b	20.85±1.27 ^b
a*	-9.84±1.40 ^c	0.51±0.10 ^a	-1.38±0.53 ^b
b*	12.56±1.55 ^a	4.20±0.37 ^b	4.88±1.18 ^b
b*/a*	-1.27±0.06 ^c	-3.73±0.96 ^a	8.45±1.78 ^b

¹⁻³⁾Abbreviations: See Table 1.

⁴⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a row(a-c) indicate significant differences(p<0.05).

환원력

생, 덩음 및 발효꾸지뽕잎차의 ethanol 추출물에 대한 환원력을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 모든 추출물에서 추출물의 농도가 증가할수록 환원력이 증가하였으며, 5~10 mg/mL의 농도에서는 유의적인 차이가 없었으나 20~50 mg/mL에서는 FT의 경우가 PT 및 RT에 비하여 높은 환원력을 나타내었다. Benzie와 Szeto(31), Zhu 등(32)은 total polyphenol 함량이 높을수록 환원력이 높아진다고 하였으며 본 연구에서도 유의성은 없으나 평균값으로는 PT 또는 FT가 RT 비하여 total polyphenol 함량이 높은 현상과 일치하였다.

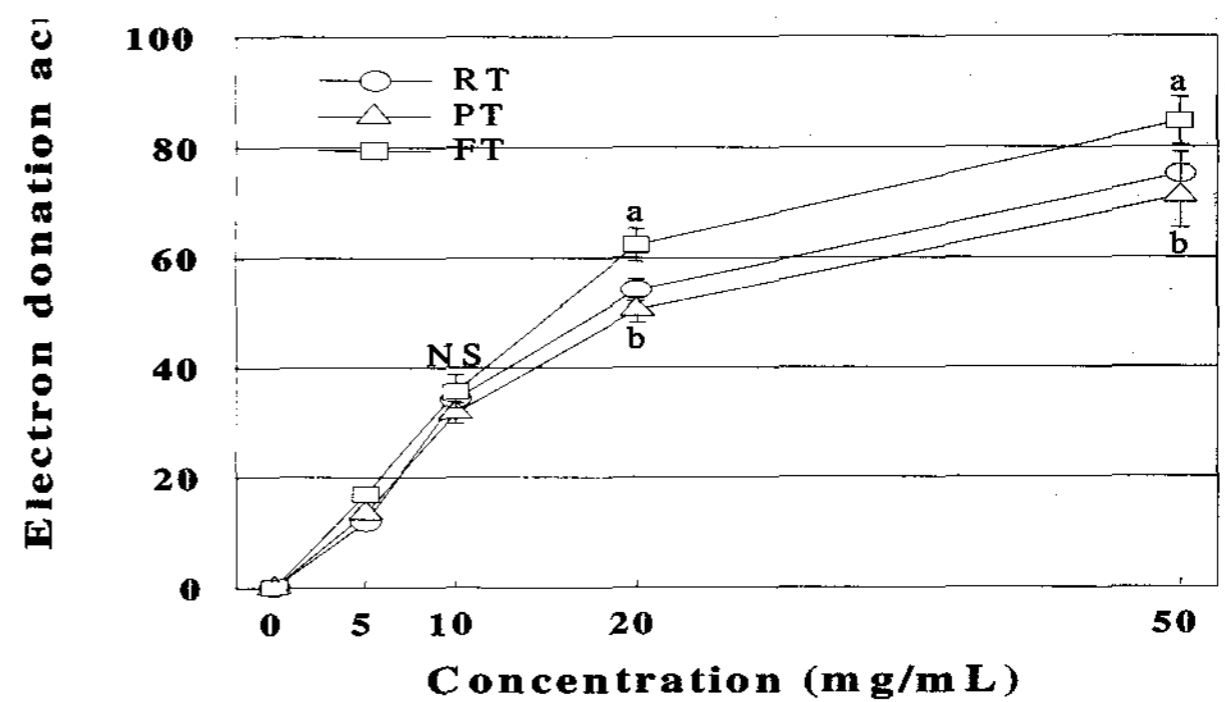


Fig. 2. Electron donation activity of ethanol extracts of raw, pan-fired and fermented leaves tea.

Abbreviations: See Table 1. NS: not significant. Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts(a-b) indicate significant differences(p<0.05).

전자공여능

생, 덩음 및 발효꾸지뽕잎차 ethanol 추출물의 전자공여능을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 전자공여능의 경우도 환원력에서 같이 모든 ethanol 추출물에서 농도 의존적으로 활성이 증가되었으며, 10 mg/mL이하의 농도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 20~50 mg/mL에서는 50~85%의 높은 활성을 보였다. 또한 발효차가 생잎이나 덩음차에 비하여 다소 높은 활성을 나타내었으나 생잎과 덩음차에서는 뚜렷한 차이는 없었다. 전자공여능은 생체 내 활성라디칼에 의한 항노화 활성의 지표로 활용되고 있으며(33, 34), phenolic acid 및 flavonoid 등 polyphenol성 성분에 대한 항

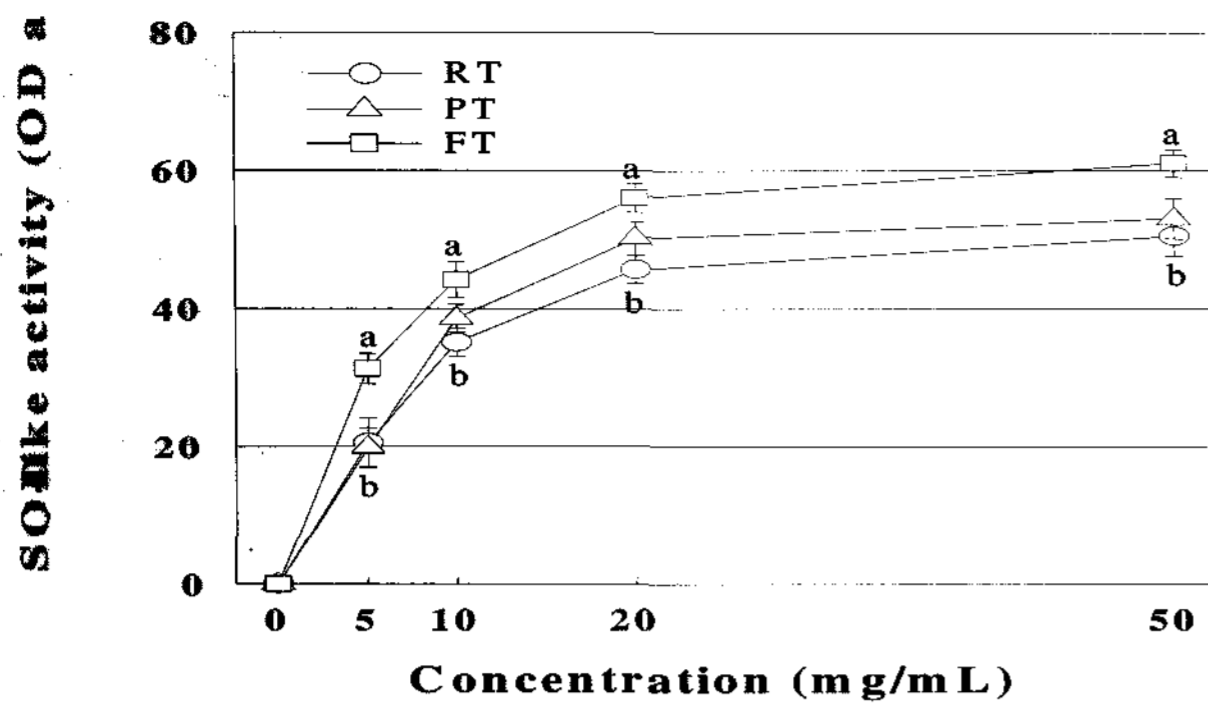


Fig. 3. SOD-like activity of ethanol extract of raw, pan-fired and fermented leaves tea.

Abbreviations: See Table 1. Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts(a-b) indicate significant differences(p<0.05).

Table 4. Free amino acid its derivatives contents of raw, pan-fired and fermented leaves tea

Amino acids & derivatives	(mg/100 g of dried leaves)		
	RT ¹⁾	PT ²⁾	FT ³⁾
L-Alanine	48.15 ^{a,5)}	22.55 ^b	48.84 ^a
β-Alanine	4.87 ^a	nd ⁶⁾	6.04 ^a
L-α-Aminoadipic acid	4.39 ^b	2.80 ^c	7.50 ^a
L-Arginine	15.13 ^a	14.35 ^a	5.57 ^b
L-Asparagine	299.90 ^a	16.47 ^c	44.42 ^b
Aspartic acid	32.14 ^b	55.21 ^a	12.23 ^c
L-Citrulline	nd	nd	3.46
L-Cystine	3.69 ^b	155.86 ^a	1.83 ^b
Ethanolamine	12.04 ^a	2.35 ^b	3.49 ^b
L-Glutamic acid	17.36 ^b	65.26 ^a	9.67 ^b
Glycine	6.80 ^b	1.92 ^c	16.79 ^a
L-Isoleucine ⁴⁾	32.11 ^a	8.12 ^c	22.32 ^b
L-Histidine	9.41 ^a	3.65 ^b	7.55 ^a
L-Leucine*	24.35 ^a	4.16 ^b	24.35 ^a
L-Lysine*	21.99 ^a	10.54 ^b	8.93 ^b
L-Methionine*	nd	nd	0.62
L-Ornithine	nd	nd	4.47
L-Phenylalanine*	15.18 ^b	9.75 ^c	44.03 ^a
L-Proline	45.79 ^b	9.43 ^c	55.23 ^a
L-Serine	23.14 ^a	16.37 ^b	2.88 ^c
Taurine	nd	nd	0.67
L-Threonine*	27.88 ^a	17.37 ^b	5.06 ^c
L-Tyrosine	10.44 ^a	1.81 ^b	1.52 ^b
L-Valine*	67.33 ^a	23.88 ^b	71.45 ^a
L-α-Amino-n-butyric acid	nd	nd	5.62
r-Amino-n-butyric acid	288.94 ^b	69.66 ^c	484.02 ^a
1-Methyl-L-histidine	2.07 ^a	0.80 ^b	2.26 ^a
3-Methyl-L-histidine	10.51 ^a	nd	8.71 ^a
O-Phospho-L-serine	9.02 ^a	15.39 ^a	14.60 ^a
O-Phosphoethanolamine	9.19 ^b	13.19 ^a	nd
Essential amino acids	188.84	73.82	176.76
Total amino acids	1,041.83	546.89	924.13

^{1,3)} Abbreviations: See Table 1.

⁴⁾ Essential amino acids.

⁵⁾ Values are mean of triplicate determination. Different superscripts(a-b) indicate significant differences (p<0.05).

⁶⁾ Not detected.

산화 작용의 지표로 이용되며 환원력이 높을수록 전자공여 능이 높은 것으로 알려져 있다(35, 36). Yeo 등(37)은 차의 항산화 효과 비교 연구에서 불발효차가 발효차에 비하여 항산화능이 높다고 하였으나 본 실험에서는 FT에서 높은 활성은 보인 것은 생잎에 비하여 수분함량이 낮은 것과 관련이 있는 것으로 보이며 덫음차의 경우는 고열에 의한 활성저하가 있는 것으로 보인다.

SOD 유사활성

생, 덫음 및 발효꾸지뽕잎 70% ethanol 추출물의 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 전자공여능에서와 같이 모든 추출물에서 농도 의존적으로 활성이 높아졌으며 PT와 FT에서는 유의적인 차이가 없으나 이들 차는 RT에 비하여는 다소 높은 활성을 나타내었다. 유사 SOD는 superoxide를 정상상태의 산소로 전환하지는 못하지만 superoxide의 반응성을 억제하여 활성산소 상태에서부터 생체를 보호한다는 면에서 SOD와 같은 역할을 한다(36, 37). 또한, 폴리페놀화합물 중 flavonoid는 ¹O₂나 O₂와 반응하여 안정한 complex를 형성함으로써 지질과산화물을 방지하기 때문에 polyphenol 함량과 항산화활성은 양의 관계가 있다는 연구(38)와 Song 등(39)의 일반보리 계통에 비해 페놀함량이 높았던 유색보리 계통이 전자공여능, SOD 유사 활성, lecithin oxidation 저해 활성능 및 hydroxyl radical 소거능이 높다는 결과를 미루어 볼 때, 발효꾸지뽕잎차 및 덫음 꾸지뽕잎에 함유되어 있는 polyphenol성분에 의해 SOD 유사활성이 나타나는 것으로 사료된다.

유리아미노산 함량

생, 덫음 및 발효꾸지뽕잎차의 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 유리아미노산 총량은 FT(1429.93 mg/100 g) > RT (1108.94 mg/100 g) > PT (833.13 mg/100 g) 순이었으며, 필수아미노산 총량은 FT (176.76 mg/100 g) > RT (118.85 mg/100 g) > PT (73.82 mg/100 g) 순이었다. 주요 유리아미노산은 RT에서는 L-asparagine, L-valine이었으며, PT에서는 L-cystine, L-glutamic acid, FT에서는 L-proline이었다. 아미노산 유도체 총량은 FM (525.21 mg/100 g) > PM(319.74 mg/100 g) > RM(99.03 mg/100 g) 순이었으며, 주요 아미노산 유도체는 RT, PT 및 FT 모두 r-amino-n-butyric acid였다.

발효꾸지뽕잎차는 생잎이나 덫음 뽕잎차에 비하여 유리아미노산, 필수아미노산 및 아미노산 유도체의 총량이 많았으며, RT나 PT에서는 발견되지 않는 L-citrulline, L-methionin, L-ornithine, taurine, L-α-amino-n-butyric acid이 검출되었다.

Cho(40)는 뽕잎에는 유리아미노산 중 aspartic acid(107.90 mg%), glutamic acid(103.45 mg%), leucine(64.31 mg%)가 전체 아미노산 함량의 29.2~34.4%를 차지하며 덫음 온도가

높을수록 함량이 증가한다고 하였으며, Chung과 Shin(41)은 발효차의 이화학적 성분에 관한 연구에서 녹차의 주요 유리아미노산은 glutamic acid(342.01 mg/100 g), aspartic acid(165.32 mg/ 100 g), leucine(161.69 mg/100 g)이라 하였다. 또, Choi와 Choi(24)는 녹차, 반발효차, 홍차의 이화학적 특성을 조사한 연구에서 녹차와 발효차의 주요 유리아미노산은 threonine + theanine(1273.34 mg%), aspartic acid(632.87 mg%), glutamic acid(523.29 mg%)라 하였으며, 발효차가 녹차에 비해 glutamic acid 함량이 높다고 보고하였다.

본 연구의 생 꾸지뽕잎에는 L-asparagine과 r-amino-n-butyric acid의 함량이 높으나 덩음꾸지뽕잎차에는 L-cystine 및 glutamic acid의 함량이 높아 덩음에 의하여 glutamic acid의 함량이 높아진다는 Cho(40)의 연구결과와 유사하였다. 또한, 발효꾸지뽕잎차에서 유리아미노산 총량이 증가한 결과는 Choi와 Choi(24), Chung과 Shin(41)이 차잎을 발효시킬 경우 유리아미노산 총량이 증가한다는 결과와 일치하며, 이는 차의 발효 중 protease의 작용에 의해 아미노산의 함량이 증가하거나 세포조직이 연화 또는 붕괴됨으로서 추출수율이 향상된 때문이라 생각된다.

Table 5. Sensory evaluation¹⁾ of raw, pan-fired and fermented leaves tea

Plots ²⁾	Sweet taste	Savory taste	Bitter taste	Astringent taste	Flavor acceptability	Color acceptability	Overall acceptability
RT	2.63±0.21 ^{b,10)}	2.25±0.32 ^b	4.47±0.21 ^a	4.60±0.31 ^a	5.60±0.36 ^b	5.15±0.64 ^b	5.25±0.38 ^b
PT	3.25±0.28 ^a	5.42±0.67 ^a	3.08±0.38 ^b	3.68±0.36 ^b	7.80±0.26 ^a	7.67±0.46 ^a	7.81±0.35 ^a
FT	3.18±0.17 ^a	5.38±0.54 ^a	3.30±0.29 ^b	3.50±0.39 ^b	7.78±0.40 ^a	7.55±0.40 ^a	7.58±0.26 ^a

¹⁾Sensory scores were evaluated from none at all or dislike extremely(1 point) to very strong or like extremely(9 point).

²⁾Abbreviations: See Table 1.

³⁾Values are mean±SD of 25 panels. Different superscripts within a column(a-b) indicate significant differences(p<0.05).

관능검사

덩음 및 발효꾸지뽕차의 맛과 기호도를 비교하기 위하여 80℃의 증류수로 5분간 우려내어 관능검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 단맛은 모든 구에서 낮은 편이나 PT 및 FT에서 유의적으로 높았으며, 구수한 맛은 생잎에 비해서 PT 및 FT에서 크게 향상되었다. 또, 생잎에서는 쓴맛과 떫은맛이 4.47~4.60점으로 비교적 높게 감지되었으나 PT 및 FT에서는 3.08~3.30점으로 감소되었다. 향미, 색상 및 종합적기호도는 FT(7.58~7.78점)와 PT(7.67~7.81점) 간에는 유의차가 없었으나 생잎(5.15~5.60점)보다는 현저하게 높았다. 이러한 결과는 덩음차의 경우에는 고온에서 덩음으로서 탄수화물을 비롯한 고분자물질의 저분자화로 인한 가용성 물질의 증대와 휘발성 물질의 생성 및 polyphenol성 물질의 산화중합 등으로 새로운 맛성분의 생성과 함께 떫은 맛이 감소됨으로서 나타난 현상으로 생각된다. 또, 발효차의 경우는 탄수화물 및 단백질 등 고분자물질의 효소적

분해와 polyphenol성 물질의 효소적 산화 등에 의하여 맛성분의 생성과 쓴맛 및 떫은맛이 감소됨으로서 나타난 현상이라 생각된다.

이상의 실험결과들을 종합해 볼 때, 덩음꾸지뽕잎차와 발효꾸지뽕잎차는 맛, 풍미, 기호도 등 관능적 품질은 상호 대등한 반면 덩음차보다 발효차에서 항산화활성이 높고 유리아미노산의 함량이 높아 품질면에서 우수한 것으로 평가되었다.

요 약

꾸지뽕잎차 제조의 기초적 자료를 마련하기 위하여 건조 생잎(RT), 덩음차(PT) 및 발효차(FT)의 품질특성을 비교하였다. 수분함량은 RT 18.47%, PT 및 FT는 각각 6.23% 및 8.50%였다. 조단백질 함량은 RT 17.77%, PT 20.46%, FT 19.13%였으며 조지방 함량은 0.05~0.07%, 회분함량은 9.27~10.74%, 탄수화물함량은 RT 54.42%, PT 62.52%, FT 61.96%였다. 수용성 고형물의 함량은 FT>PT>RT순으로 23.10~37.38%였으며 total polyphenol 함량은 815.24~835.16 mg%로 유의적인 차이가 없었다. L*값은 RT 34.71, PT 20.94, FT 20.85로 PT 및 FT에서 낮았으며, a*값은 PT에서 b*값은 RT에서 높았다. 모든 추출물에서 농도가 증가할수록 환원력, 전자공여능 및 superoxide dismutase 유사활성이 증가하였으며 FT의 경우가 PT 및 RT에 비하여 높았다. 총유리아미노산 함량은 FT(1429.93 mg/100 g)>RT(1108.94 mg/100 g)>PT(833.13 mg/ 100 g)순 이었으며, 주요 유리아미노산은 RT에서는 L-asparagine, L-valine, PT에서는 L-cystine, L-glutamic acid, FT에서는 L-proline이었다. 관능검사 결과 PT와 FT는 RT에서 나타나는 쓴맛과 떫은맛이 감소되었으며 단맛, 구수한 맛이 향상되었고 풍미, 색상 및 종합적 기호도가 향상되었다. 이상의 실험결과, 덩음꾸지뽕잎차와 발효꾸지뽕잎차는 맛, 풍미, 기호도 등 관능적 품질은 상호 대등한 반면 덩음차보다 발효차에서 항산화활성이 높고 유리아미노산의 함량이 높아 품질면에서 우수한 것으로 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 “2006년 문제해결형인력 양성지원사업”에 의한 연구결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Song, U.I. (2000) Illustrated Book of Medical Plants.

- Medical Plant Experiment Station of Agricultural Research Center in Gyeongbuk, Dongamunhwasa, Seoul, p. 120
2. Chae, J.Y., Lee, J.Y., Hoang, I.S., Whangbo, D., Choi, P.W., Lee, W.C., Kim, J.W., Kim, S.Y., Choi, S.W. and Rhee, S.J. (2003) Analysis of functional components of leaves of different mulberry cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32, 15-21
 3. Jeon, I.J. (2004) Antioxidative components of mulberry(*Cudrania tricuspidata*) leaves. MS thesis, Chungang University, Korea
 4. Cha, J.Y., Kim, H.J., Chung, C.H. and Cho, Y.S. (1999) Antioxidative activities and contents of polyphenolic compounds of *Cudrania tricuspidata*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 1310-1315
 5. Kimura, M., Chen, F., Nakashima, N., Kimura, I., Asano, N. and Koya, S. (1995) Antihyperglycemic effect of N-containing sugars derived from mulberry leaves in streptozotocin induced diabetic mice. *J. Trad. Med.*, 12, 214-219
 6. Cho, B.L. (2004) Chemical components of mulberry tea and application for food processing. MS thesis, Jinju National University, Korea
 7. Kondo, Y. (1957) Trace constituents of mulberry leaves. *Nippon. Sanshigaku. Zasshi.*, 26, 349-352
 8. Kim, M.S., Choue, R.W., Chung, S.H. and Koo, S.J. (1998) Blood glucose lowering effects of mulberry leaves and silkworm extracts on mice fed with high carbohydrate diet. *Kor. J. Nutr.*, 31, 117-121
 9. Kim, S.Y., Lee, W.C., Kim, H.B., Kim, A.J. and Kim, S.K. (1998) Anti-hyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol induced hyperlipidemia in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 1217-1222
 10. Doi, K., Kojima, T. and Fujimoto, Y. (2000) Mulberry leaf extract inhibits the oxidative modification of rabbit and human low density lipoprotein. *Biol. Pharm. Bull.*, 23, 1066-1071
 11. Ottersen, T., Vance, B., Doorenbos, N.J., Chang, B.L. and El-Ferly, F.S. (1977) The crystal structure of cudranone, 2,6,3'-trihydroxy-4-methoxy-2'-(3-methyl-2-butenyl)-I, a new antimicrobial agent from *Cudrania chochinensis*. *Acta. Chem. Scand. Ser. B.*, 31, 434-436
 12. Cha, J.Y., Kim, H.J. and Cho, Y.S. (2000) Effect of water extract of leaves from *Morus alba* and *Cudraia tricuspidata* on the lipid concentration of serum and liver in rat. *J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 43, 303-308
 13. Kang, D.G., Hur, T.Y., Lee, G.M., Oh, H.C., Kwon, T.O., Sohn, E.J. and Lee, H.S. (2002) Effects of *Cudrania tricuspidata* water extract on blood pressure and renal functions in No-dependent hypertension. *Life Sci.*, 70, 2599-2609
 14. Lee, I.K., Kim, C.J., Song, K.S., Kim, H.M., Koshino, H., Uramoto, M. and Yoo, I.D. (1996) Cytotoxic benzyldihydroflavonols from *Cudrania tricuspidata*. *Phytochem.*, 41, 213-216
 15. 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
 16. Choi, O.J., Rhee, H.J. and Choi, K.H. (2005) Antimicrobial activity of korean wild tea extract according to the degree of fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34, 148-157
 17. Park, J.H., Kim, Y.O., Jung, J.M. and Seo, J.B. (2006) Effect on quality of pan-fired green tea at different pan-firing conditions. *J. Bio-Env. Con.*, 15, 90-95
 18. AOAC. Official Methods Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC (1984)
 19. Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. and Liu, R.H. (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3010-3014
 20. Saeedeh, A.D. and Asna, U. (2007) Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (*Morus indica* L.) leaves. *Food Chem.*, 102, 1233-1240
 21. Blios, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1200
 22. Marklund, S. and Marklund, G. (1974) Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.*, 47, 468-474
 23. Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. (1987) *Sensory Evaluation Technique*. CRC Press, Inc., Boca Ratonm Florida, USA. p. 39-112
 24. 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
 25. Jo, K.H., Pae, Y.R., Yang, E.J., Park, E.J., Ma, S.J., Park, Y.S., Chung, D.O. and Jung, S.T. (2006) Major constituents and bioactivities of tea products by various manufacturing. *Kor. J. Food Preserv.*, 13, 596-602

26. Hwang, K.A., Kim, K.S., Park, C.S. and Shin, S.R. (2003) Changes on the characteristics of *Lindera obtusiloba* BL. leaf teas by manufacturing process. Kor. J. Food Nutr., 16, 365-371
27. Shihoko, T., Yumie, M., Toshio, M., Yusuke, S. and Kazuo, I. (1987) Comparison of caffeine and catechin components in infusion of various tea(green tea, oolong and black tea) and tea drinks. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 34, 20-27
28. Yamamoto, M., Sano, M., Matsuda, N., Miyase, T., Kawamoto, K., Suzuki, N., Yoshimura, M., Tachibana, H. and Hakamata, K. (2001) The change of epigallocatechin-3-O-(3-O-methyl) gallate content in tea of different varieties, tea of crop and processing method. Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi, 48, 64-68
29. Weisburger, J.H. (1999) Tea and health: the underlying mechanisms. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 220, 217-275
30. Son, G.M., Bae, S.M., Chung, J.Y., Shin, D.J. and Sung, T.S. (2005) Antioxidative effect on the green tea and puer tea extracts. Kor. J. Food & Nutr., 18, 219-224
31. Benzie, I.F.F. and Szeto, Y.T. (1999) Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing antioxidant power assay. J. Agric. Food Chem., 47, 633-636
32. Zhu, Q.Y., Hackman, R.M., Ensunsa, J.L., Holt, R.R. and Keen, C.L. (2002) Antioxidative activities of oolong tea. J. Agric. Food Chem., 50, 6929-6934
33. Aoshima, H., Tsunoue, H., Koda, H. and Kiso, Y. (2004) Aging of whiskey increases 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity. J. Agric. Food Chem., 52, 5240-5244
34. Kim, H.K., Kim, Y.E., Do, J.R., Lee, Y.C. and Lee, B.Y. (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 80-85
35. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 232-239
36. Shin, S.R., Hong, J.Y., Nam, H.S., Yoon, K.Y. and Kim, K.S. (2006) Antioxidative effects of extracts of Korean herbal materials. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 35, 187-191
37. Yeo, S.G., Ahn, C.W., Lee, Y.W., Lee, T.G., Park, Y.H. and Kim, S.B. (1995) Antioxidative effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. J. Korean Soc. Food Nutr., 24, 299-304
38. Ra, K.S., Suh, H.J., Chung, S.H. and Son, J.Y. (1997) Antioxidative activity of solvent extract onion skin. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 595-600
39. Song, E.S., Park, S.J., Woo, N.R.A., Won, M.H., Choi, J.S., Kim, J.G. and Kang, M.H. (2005) Antioxidant capacity of colored barley extracts by varieties. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 34, 1491-1497
40. Cho, B.L. (2004) Chemical components of mulberry tea and application for food processing. MS thesis, Jinju National University, Korea
41. Chung, Y.H. and Shin, M.K. (2005) A study on the physicochemical properties of Korean teas according to degree of fermentation. Kor. J. Food Nutr., 18, 94-101

(접수 2008년 2월 20일, 채택 2008년 5월 23일)