

녹차와 보이차 추출물의 항산화 효과

† 손규목 · 배성문 · 정지영 · 신동주 · 성태수
창원전문대학 식품영양과

Antioxidative Effect on the Green Tea and Puer Tea Extracts

† Gyu-Mok Son, Sung-Moon Bae, Ji-Young Chung, Dong-Joo Shin and Tae-Soo Sung
Department of Food Sciences and Nutrition, Changwon College, Changwon 641-771, Korea

Abstract

To see the antioxidative ability of puer tea against green tea, antioxidative effects of water and methanol extracts were compared and researched each. Water extracts from green tea and puer tea contain similar percentage of total polyphenol content while methanol extract from puer tea has about 58% of total polyphenol content of that from green tea. Water extracts from both teas contain similar percentage of the electron donating ability while methanol extract from puer tea has about 54% of the electron donating ability of that from green tea. Solvents made a big difference in SOD-like activities. The activations in water extracts were from 13.46% to 48.93%, which didn't give much difference between green tea and puer tea. However, the activations in methanol extracts were 59.63% in green tea and 48.93% in puer tea, which was 3~4 times higher than that in water extracts and green tea activated better. The nitrite scavenging activity was similar in water extracts from both teas and the methanol extract from puer tea had a bit higher nitrite scavenging activity than that from green tea. The ACE inhibitory activity in water extract from puer tea was about 38% higher than that from green tea while the activity of methanol extract from green tea was higher than that from puer tea. These results indicate that the antioxidative ability of water extract from puer tea is similar to that from green tea but the ACE inhibitory activity of puer tea reveals higher value and antioxidative ability of methanol extract from puer tea was lower than that from green tea while the nitrite scavenging activity of puer tea was higher.

Key words : green tea, puer tea, antioxidative effect, nitrite scavenging activity, ACE inhibitory activity

서 론

보이차는 홍차, 녹차와는 달리 중국 운남성의 대엽종 차나무(*Camelia sinensis* Linne)의 찻잎으로 만들며 일부는 사천 지방의 중엽종으로도 제조된다. 제조과정은 독특하게 *Aspergillus* 속과 *Penicillium* 속 등의 미생물을 번식시켜 이 미생물이 분비하는 효소에 의해 발효된 후발효차이다¹⁾. 보이차는 검은색 혹은 흑갈색

으로 윤기가 돌며 차 맛은 아주 진하며 자극성이 강하고 차 잎 중의 카테킨류가 퇴적발효과정 중이거나 중합되거나 분해되어 떫은맛은 나지 않으며, 높은 향기가 오랫동안 지속된다. 오랫동안 우려내도 처음의 향기와 맛이 변하지 않는 특성이 있으며 그 우려낸 차빛은 진한 등황색을 띠고 있다.

중국 문헌인 본초강목십유(本草綱目拾遺)에서 보이차의 약리적 특성을 기술하기를 보이차의 향은 독

† Corresponding author : Gyu-Mok Son, Department of Food Sciences and Nutrition, Changwon College, Changwon 641-771, Korea.

Tel : +82-55-279-5229, Fax : +82-55-279-5166, E-mail : gmson@changwon-c.ac.kr

특하며, 숙취 해소와 소화를 돕고, 가래를 식히고, 위를 깨끗이 하며, 갈증 해소와 우리 몸에 해로운 기름기 제거에 좋은 작용이 있다고 하였다. 보이차는 장기간 복용하여도 부작용이 없으므로 일본, 프랑스, 독일, 이태리, 마카오 등에서는 미용차, 다이어트차, 장수차 등으로 불리어지고 있고, 보이차를 자주 마시면 체중을 감량시키는 효과가 있어 보이차를 감비차(減肥茶) 혹은 요조차(窈窕茶)라고도 한다. 그리고 송²⁾은 보이차 추출물의 섭취가 건강한 성인의 혈중 및 호기 중의 알코올 농도를 감소시키는 효과를, 박³⁾은 보이차 추출물이 ICR mouse의 알코올 대사에 미치는 효과를 보고하였다.

근래 우리 국민들의 생활이 윤택해짐에 따라 건강 기능성 음료에 대한 관심이 늘어나고 또한 다양한 신제품들이 꾸준히 출시되고 있으며 시장 규모 또한 증가하고 있는 추세다. 비발효차인 녹차는 우리 몸에 유익한 여러 가지 성분이 많으므로 즐겨 마시기에 훌륭한 기호 음료이나 성질이 차갑기 때문에 공복 시나 위가 약한 사람, 저혈압 환자나 손발이 찬 경우는 삼가는 것이 좋다. 반면에 발효차는 발효 과정에서 차가운 성질이 없어지므로 위가 약하거나 공복 시나, 냉체질에도 큰 부담없이 마실 수 있는 장점이 있다⁴⁾. 그러나 우리나라의 차에 관한 연구는 녹차에 대한 연구가 대부분이며, 보이차에 대한 연구는 거의 없다.

따라서 본 연구에서는 건강 기능성 음료의 효능 증명과 개발이 더욱 필요한 시기에 보이차의 항산화 효과를 녹차와 비교하고 건강기능 음료를 개발하는데 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재 료

녹차는 전라남도 보성 소재 봇재다원에서 생산된 중작 수제차를 사용하였으며, 보이차는 시중에 판매 중인 중국산 운남 보이차(雲南普洱茶, China Tuhsu Yunnan Tea IMP. & EXP. Corp.)를 구입하여 실험 재료로 사용하였다.

2. 추출물의 제조

녹차와 보이차의 추출물은 물과 메탄올을 이용하여 Mcgrath 등의 방법⁵⁾으로 추출하여 조제하였다. 즉 각 시료 4 g당 용매 800 mL를 가한 뒤 환류 냉각장치(RE 440, Yamto Co., Japan)를 이용하여 추출하였다. 물처리구는 100°C에서, 80% 메탄올 처리구는 80°C에서 1시간씩 추출하였다. 그 뒤 여과지(Whatman No.2)를 이용하여 여과한 후 이 액을 시료로 사용하였다.

3. 총 폴리페놀 함량 측정

녹차와 보이차 추출물의 총 폴리페놀함량은 AOAC의 Folin-Denis법⁶⁾을 일부 변형하여 비색 정량하였다. 즉, 시료 5 mL에 Folin reagent 5 mL를 넣은 후 3분간 정치하고, 10% sodium carbonate(10% Na₂CO₃) 5 mL를 첨가하여 혼합한 후, 30°C에서 1시간 정치한 뒤 분광광도계(UV-1601, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. (+)-Catechin을 이용하여 표준곡선을 작성한 후 이 검량곡선으로부터 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

4. 전자 공여능(Electron Donating Abilities, EDA) 측정

녹차와 보이차 추출물의 전자공여능은 Blois 등의 방법⁷⁾을 이용하여 측정하였다. 시료 추출물 0.2 mL에 0.04 mM DPPH(α, α' -diphenyl- β -picryl-hydrazyl) 용액 0.8 mL를 가한 다음, vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 10분간 방치 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 전자공여능은 아래식을 이용하여 계산하였다.

$$EDA(\%) = (1 - A \div B) \times 100$$

A : 시료의 흡광도 값

B : 공시험구(blank)의 흡광도 값

5. Superoxide Dismutase(SOD) 유사활성 측정

Marklund와 Gudrun의 방법⁸⁾의 변형을 이용하여 시료의 SOD 유사 활성을 측정하였다. 즉, 시료 0.4 g에 50 mM tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.2) 30 mL를 가한다. 실온에서 1시간 shaking incubation 후 10,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상정액을 모은다. 상정액을 여과한 후 0.1 N NaOH와 HCl로 pH 8.2로 조절한다. 이 용액 0.9 mL를 1회용 cuvette에 넣고 여기에 20 mM pyrogallol(1,2,3-benzenetriol, Sigma. Co, 10 mM HCl을 용매로 하여 제조) 0.1 mL를 첨가한 후 1 mL pipette으로 3회 혼합하여 실온(25°C)에 유지하면서 420 nm에서 2분간 흡광도 변화를 측정한다. SOD 유사 활성도는 아래의 식으로 계산하였다.

$$SOD\text{-like activity}(\%) = (1 - B/A) \times 100$$

A : 시료 무 첨가구의 흡광도 증가율

B : 시료 첨가구의 흡광도 증가율

6. 아질산염 소거능(Nitrite-Scavenging Effect) 측정

시료의 아질산염 소거작용 측정은 Kato 등의 방법⁹⁾을 이용하였다. 추출시료 2 mL에 1 mM 아질산나트륨 용액 1 mL를 첨가하고, 이 용액에 0.1N HCl을 이용하여 pH를 1.2로 조정한다. 여기에 증류수를 첨가하여

부피를 10 mL로 정용한 후 37°C에서 1시간 반응시킨다. 반응액 1 mL를 취한 다음 여기에 2% 아세트산 5 mL와 Griess 시약 0.4 mL를 가하고 진탕한 후 실온에서 빛을 차단하고 15분간 방치하였다. 분광광도계를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정된 후 아래 식으로 아질산염 소거능을 계산하였다.

$$\text{아질산염 소거능(\%)} = [1 - (A - C)/B] \times 100$$

A : Griess 시약에 시료 첨가 후 흡광도 측정

B : 시료대신 증류수 사용하여 흡광도 측정

C : Griess 시약대신 증류수 사용하여 흡광도 측정

7. ACE(Angiotensin I -Converting Enzyme) 저해 활성 측정

ACE 저해 활성의 측정은 Cushman와 Cheung의 방법¹⁰⁾에 따라 측정하였다. 즉 시료의 흡광도가 0.1에서 2사이가 되도록 3차 증류수로 100배 희석한 시료 50 μ L와 기질용액 100 μ L를 혼합 후 37°C에서 10분간 미리 반응시킨 다음 반응액에 ACE 용액 150 μ L를 가하고 37°C에서 1 시간 반응시킨다. 반응 후 0.5 N HCl 250 μ L를 가하여 반응을 정지시키고, ethyl acetate 1.5 mL를 가하고 15초간 균질화시킨 후 2,500 rpm에서 10분간 원심분리 후 상정액 0.5 mL를 취하여 140°C에서 10분간 건조시켜 건조물을 얻는다. 여기에 1 M NaCl 3 mL를 가해 용해시킨 후 228 nm에서 흡광도를 측정한다. ACE 저해활성은 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{ACE 저해활성(Inhibitory activity(\%))} = \frac{[(C - S)/(C - S')] \times 100}{}$$

S : sample의 흡광도

C : control의 흡광도

S' : sample 대조군(HCl에 의한 반응정지 후 효소를 넣은 군)의 흡광도

결과 및 고찰

1. 총 폴리페놀 함량

폴리페놀 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 항산화 작용, 항혈전 작용, 고지혈증 및 지방간 억제 작용 등의 활성을 가지는데¹¹⁾, 녹차와 보이차의 총 폴리페놀 함량은 Table 1과 같다. 즉 물 추출물의 경우 이들의 함량은 서로 비슷하였으며, 메탄올 추출물의 경우는 녹차가 10.15 \pm 0.18 g/100 g, 보이차가 6.00 \pm 0.32 g/100 g으로 녹차의 약 58% 정도 밖에 되지 않아 전반적으로 보이차가 녹차보다 폴리페놀 함량이 낮았다. 이는 Shihoko 등¹²⁾과 Yamamoto

Table 1. Total polyphenolic compound contents of green tea and puer tea by different extracting conditions

Extracting conditions	Materials	Total polyphenolic compound (g/100g)
Water	Green tea	6.62 \pm 0.12
	Puer tea	6.61 \pm 0.13
80% Methanol	Green tea	10.15 \pm 0.18
	Puer tea	6.00 \pm 0.32

Values are mean \pm range of variation for three experiments.

등¹³⁾의 차 발효가 진행될수록 카테킨의 함량이 감소한다는 보고와 Weisburger¹⁴⁾의 녹차의 카테킨류는 홍차나 우롱차에 비하여 높다고 한 결과와 유사하였다. 그리고 이 등¹⁵⁾은 물, 메탄올 및 에틸아세테이트를 이용하여 밤꽃의 총 페놀화합물을 추출한 결과 메탄올의 수율이 가장 높았다고 보고하면서 추출 용매에 따라서 다소의 차이가 있다고 보고하였다. 그러나 본 실험의 경우 녹차는 이들의 결과와 유사하였으나 보이차는 오히려 물 추출물보다 메탄올 추출물에서 함량이 다소 낮았는데 이는 발효에 따른 영향으로 생각된다.

2. 전자공여능

전자공여 작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 인체의 노화 억제 작용과 식품중의 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있으며¹⁶⁾ DPPH는 안정한 유리기를 갖는 물질로 cysteine, glutathione과 같은 함유 황 아미노산과 아스코르브산, 방향족 아민(p-phenylenediamine, p-aminophenol) 등의 물질과 만나면 유리기가 소거되어 탈색되므로 항산화 물질의 항산화능 측정에 편리한 방법이다⁷⁾.

녹차 및 보이차의 전자공여능 측정 결과는 Table 2와 같다. 즉 물 추출물의 경우 녹차와 보이차는 거의 유사한 50.53 \pm 0.44%와 48.63 \pm 3.94%이며 메탄올 추출물은 녹차가 80.81 \pm 3.65%, 보이차가 43.43 \pm 2.42%여서 전체적으로 보이차가 녹차보다 전자공여능이 낮게 나타났다. 석 등¹⁷⁾과 김 등¹⁸⁾은 식물체의 총 폴리페놀 함량과 전자공여 작용 사이에는 밀접한 상관 관계가 있어 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능이 높고 추출시간이 증가할수록 그 효능이 크게 나타나는 경향이 있다고 하였으며 또한 손 등¹⁶⁾은 도라지 추출물에서 전자공여능은 에탄올 > 메탄올 > 물 추출물 순으로 추출 용매에 따라서 강하다고 말한 결과와 마찬가지로 메탄올 녹차 추출물의 전자공여능이 가장 높았다.

Table 2. Electron donating abilities of green tea and puer tea by different extracting conditions

Extracting conditions	Materials	Electron donating ability(%)
Water	Green tea	50.53±0.44
	Puer tea	48.63±3.94
80% Methanol	Green tea	80.81±3.65
	Puer tea	43.43±2.42

Values are mean±range of variation for three experiments.

3. SOD 유사 활성

SOD는 superoxide(O₂⁻)를 정상상태의 산소로 환원 시킴으로써 superoxide가 관여하는 각종 질병이나 노화를 억제할 수 있는 효소이며, SOD 유사 활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 주로 phytochemical에 속하며 superoxide의 반응성을 억제하여 superoxide로부터 생체를 보호하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 SOD 유사 활성 물질의 섭취로 인해 인체 내의 superoxide를 제거함으로써 산화적 장애를 방어하고 노화 억제의 효과를 기대할 수 있을 것으로 보고 있다¹⁹⁾.

녹차와 보이차의 SOD 유사 활성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 즉, 물 추출물에서는 녹차와 보이차간의 차이가 없었으나 메탄올 추출물에서는 녹차가 59.63%, 보이차가 48.93%로 녹차가 높게 나타났으며, 또한 메탄올 추출물이 물 추출물보다 활성이 3~4배 높게 나타났다. 정 등²⁰⁾은 60여종의 약용 작물에 대한 항산화 검증 결과 평균 34.77% 정도의 활성을 나타내었다고 보고하였고, 차 등²¹⁾은 복분자 딸기의 미숙과, 완숙과 및 잎을 대상으로 메탄올, 아세톤, 물 추출물의 SOD 유사 활성을 측정한 결과 미숙과와 완숙과는 용

Table 3. SOD-like activities of green tea and puer tea by different extracting conditions

Extracting conditions	Materials	SOD-like activity(%)
Water	Green tea	13.46
	Puer tea	14.07
80% Methanol	Green tea	59.63
	Puer tea	48.93

Values are mean±range of variation for three experiments.

매에 따른 차이는 없었으나 과일의 숙성 정도에 따른 차이가 많아 메탄올 추출물의 경우 미숙과는 29.71±0.97%였으나, 완숙과는 43.16±1.24%이었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 물 추출물보다 메탄올 추출물이 superoxide 제거 효과가 3~4배 높아 용매에 따른 차이가 많아 앞으로 천연물 소재 개발을 위해 좀더 연구되어야 할 것으로 생각된다.

4. 아질산염 소거능

아질산염은 수산물이나 식육에 첨가하여 발색, 독소 생성 억제, 산패 방지제 등으로 널리 이용되고 있으며 또한, 발암성 물질로 알려진 니트로사민의 전구물질로 아민을 함유하고 있는 식품물을 섭취했을 때 위 내에서 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높다. 식품에서 일어나는 니트로사민 생성반응은 nitrite와 반응할 수 있는 화합물에 의해 억제될 수 있는데 특히 비타민 C, 토코페롤, 총 페놀화합물 등이 니트로사민 생성을 억제하는 대표적인 물질들로 이들은 nitrosating agent를 빠르게 파괴하거나 반응성이 없는 물질로 환원시키는 역할을 담당한다^{22,23)}.

추출용매에 따른 녹차와 보이차의 아질산염 소거율은 Table 4와 같다. 물 추출물의 경우 녹차의 아질산염 소거율이 79.68±1.34%였으며 보이차는 80.10±0.28%였으며 메탄올 추출물의 경우 녹차가 95.46±0.77%, 보이차가 99.22±0.67%로 물 추출물의 경우 녹차와 보이차의 차이는 거의 없었으나 메탄올 추출물의 경우 보이차가 녹차보다 다소 효과가 높았다. 이와 같은 결과는 이 등²⁴⁾의 맥엽 및 항산화 조성물의 생리적 기능 특성에 관한 연구와 이와 한²⁵⁾의 느릅나무 추출물의 아질산염 소거능에 관한 연구에서 모두 물 추출물보다 메탄올 추출물의 소거능이 훨씬 우수하다는 결과와도 일치하며 솔잎, 쑥, 결명자 및 복분자 딸기에서도 pH가 낮을수록 아질산염의 소거율이 높고 pH 1.2에서 녹

Table 4. Nitrite scavenging activities of green tea and puer tea by different extracting conditions

Extracting conditions	Materials	Nitrite scavenging activity(%)
Water	Green tea	79.68±1.34
	Puer tea	80.10±0.28
80% Methanol	Green tea	95.46±0.77
	Puer tea	99.22±0.67

Values are mean±range of variation for three experiments.

차 메탄올 가용성 분획의 경우 거의 100%에 가까운 아질산염 소거작용을 나타내었다는 결과^{21,26,27)}와도 유사하였다.

따라서 아질산염의 소거능에서는 보이차가 녹차보다 우수하며 평상시 보이차의 섭취가 체내 발암성 물질로 알려진 니트로사민 생성을 감소시키는 효과가 있으리라 생각된다.

5. ACE 저해 활성

일반적으로 탄닌 유래의 화합물과 단백질과의 결합은 단백질의 아미드 결합과 탄닌의 페놀성 수산기 간의 수소결합에 의한 반응으로 단백질과 탄닌 복합체의 침전물을 형성한다. 이런 현상은 pH, 이온강도, 단백질 및 탄닌 농도에 의한 상호작용으로 비경쟁적 효소를 저해함으로써 효소의 용해성 및 안정성을 저하, 효소 불활성을 일으키는 것으로 보고되고 있는데²⁸⁾ 이러한 단백질과 탄닌 복합체가 녹차의 주요 생리활성 물질로 추정된다.

녹차와 보이차의 ACE 저해 활성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 최 등²⁹⁾은 버섯류인 *Grifola frondosa*의 cold water 추출물의 ACE 저해 활성이 58.7%라 하였으며 또한 정 등³⁰⁾은 고추의 ACE 저해 활성은 52%라고 보고하여 본 실험의 결과보다는 다소 높았다. 본 실험에서는 용매에 따른 차이가 다소 있어서 녹차의 경우 메탄올 추출물의 활성이 높았으며 보이차의 경우는 녹차와 반대로 물 추출물의 활성이 높았다. 그리고 물 추출물의 경우 보이차가 녹차보다 약 38% 정도의 ACE 저해 활성이 더 높았다.

결론적으로 보이차의 항산화력은 추출 용매에 따라 차이가 났다. 물 추출물 항산화력은 녹차와 비슷하였으나 오히려 ACE 저해 활성만은 녹차보다 높은 값을 나타내었고 메탄올 추출물에서는 보이차는 녹차보다 항산화력이 전반적으로 낮았으나 아질산염 소거능만은 높았다.

Table 5. ACE inhibitory activities of green tea and puer tea by different extracting conditions

Extracting conditions	Materials	ACE inhibitory activity(%)
Water	Green tea	32.20
	Puer tea	44.50
80% Methanol	Green tea	43.78
	Puer tea	38.38

Values are mean±range of variation for three experiments.

요 약

녹차에 대한 보이차의 항산화력을 알아보기 위해 물 추출물과 메탄올 추출물의 항산화 효과를 비교·조사하였다. 총 폴리페놀의 함량은 물 추출물의 경우 녹차와 보이차가 비슷하였으며 메탄올 추출물의 경우는 보이차의 함량이 녹차의 약 58% 정도 밖에 되지 않았다. 전자공여능은 물 추출물의 경우 녹차와 보이차가 거의 유사하였으며 메탄올 추출물의 경우 보이차가 녹차의 54%정도였다. SOD 유사 활성은 용매 간에 많은 차이가 있었는데 물 추출물의 활성은 13.46~14.07%로 녹차와 보이차간에는 거의 차이가 없었으나 메탄올 추출물의 활성은 녹차가 59.63%, 보이차가 48.93%로 물 추출물보다 3~4배 높았으며 또한 녹차가 활성이 높았다. 아질산염 소거능은 물 추출물의 경우 녹차와 보이차간에는 거의 차이가 없었으며 메탄올 추출물은 보이차가 녹차보다 다소 효과가 높았다. ACE 저해 활성은 물 추출물의 경우 보이차가 녹차보다 약 38% 정도 활성이 높았으나 메탄올 추출물은 반대로 녹차가 보이차보다 활성이 높았다. 이상의 연구 결과 보이차의 물 추출물 항산화력은 녹차와 비슷하였으나 오히려 ACE 저해 활성만은 높은 값을 나타내었고 메탄올 추출물에서는 보이차는 녹차보다 항산화력이 전반적으로 낮았으나 아질산염 소거능만은 높았다.

참고문헌

1. 정동효, 김종택. 차의 과학, p.58. 대광서림. 1997
2. Song, I. The effect of *Camelia sinensis* Linne on blood alcohol concentration in normal healthy student. Master's Degree Thesis, Kyung Hee Uni., Seoul. 2001
3. Park, SH. Effects of water extracts of *Camelia sinensis* Linne on blood alcohol concentration and activities of alcohol metabolic enzymes in ICR mouse. Master's Degree Thesis, Kyung Hee Uni., Seoul. 2003
4. Choi, OJ and Choi, KH. 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. 2003
5. Mcgrath, RM, Zaluza, WZ, Daiber, KH, Riet, WB and Glennie, CW. Poly-phenols of sorghum grain, their changes during malting and their inhibitory nature. *J. Agric. Food Chem.* 30:450-453. 1982
6. A.O.A.C. Official Methods of Analysis, 8th ed., p.144. The Association of Official Analytical Chemists, Wa-

- shington, D.C. 1955
7. Blois, MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26:1199-1200. 1958
 8. Marklund, S and Gudrun, M. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* 47:469-474. 1974
 9. Kato, H, Lee, IE, Chuyen, NV, Kim, SB and Hayase, F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* 51:1333-1338. 1987
 10. Cushman, DW and Cheung, HS. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20:1637-1648. 1971
 11. Kim, DR, Kwak, GS, Jeong SM, Lee, SC and Ha JU. Comparison of the antioxidative abilities of commercial gal geun tang. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32:728-732. 2003
 12. Shihoko, T, Yumie, M, Toshio, M, Yusuke, S and Kazuo, I. 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. 1987
 13. Yamamoto, M, Sano, M, Matsuda, N, Miyase, T, Kawamoto, K, Suzuki, N, Yoshimura, M, Tachibana, H and Hakamata, K. 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. 2001
 14. Weisburger, JH. Tea and health : the underlying mechanisms. *Pro. Soc. Exp. Biol. Med.* 220:271-275. 1999
 15. Lee, YS, Seo, KI and Shin, KH. Antimicrobial activities of chestnut flower extracts (*Castanea crenata*). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6:104-109. 1999
 16. Shon, MY, Seo, JK, Kim, HJ and Sung, NJ. Chemical compositions and physiological activities of Doraji (*Platycodon grandiflorum*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30:717-720. 2001
 17. Seog, HM, Seo, MS, Kim, SR, Park, YK and Lee, YT. Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34:775-779. 2002
 18. Kim, HK, Choi, YJ and Kim, KH. Functional activities of microwave-assisted extracts from *Flammulina velutipes*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34:1013-1017. 2002
 19. Kuramoto, T. Development and application of food materials from plant extract such as SOD. *Up to date Food Processing.* 27(3):22-23. 1992
 20. Chung, IM, Kim, KH and Ahn, JK. Screening of Korean medicinal and food plants with antioxidant activity. *Korean J. Med. Crop Sci.* 6:311-322. 1998
 21. Cha, HS, Park, MS and Park, KM. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33:409-415. 2001
 22. Byers, T and Perry, G. Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu. Rev. Nutr.* 12:135-159. 1992
 23. Gray, JI and Dugan, JR. Inhibition of N-nitrosamine in model food system. *J. Food Sci.* 40:981-984. 1975
 24. Lee, SH, Hong, IJ, Park, HG, Jew, SS and Kim, KT. Functional characteristics from the barley leaves and its antioxidant mixture-study on the nitrite scavenging effect-. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 46:333-337. 2003
 25. Lee, YJ and Han, JP. Antioxidative activities and nitrite scavenging abilities of extracts from *Ulmus davidiana*. *J. Korean Soc Food Sci Nutr.* 29:893-899. 2000
 26. Park, YB, Lee, TG, Kim, OK, Do, JR, Yeo, SG, Park, YH and Kim, SB. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L., *Korean J. Food Sci. Technol.* 27:124-128. 1995
 27. Yeo, SG, Yeum, DM, Lee, DH, Ahn, CW, Kim, SB and Park, YH. The nitrite-scavenging effects by component of green tea extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23:287-292. 1994
 28. Funayama, S and Hikpno, H. Hypotensive principles of *Diospyros kaki* leaves. *Chem. Pharm. Bull.* 27:2865-2869. 1979
 29. Choi, HS, Cho, HY, Yang, HC, Ra, KS and Sauh, HJ. Angiotensin I-converting enzyme inhibitor from *Grifola frondosa*. *Food Res. Int.* 34:177-182. 2001
 30. Chung, MS, Jung, SH, Lee, JS and Park, KM. Physiological activities of commercial instant curry powders and individual spices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35:125-131. 2003