

녹차 추출물 및 프로폴리스의 항산화 및 갈변억제 효과

장민선 · 박미지 · 정문철¹ · 김동만¹ · 김건희[†]
덕성여자대학교 식품영양학과, ¹한국식품연구원

Antioxidative Activities and Antibrowning Effects of Green Tea Extracts and Propolis

Min-Sun Chang, Miji Park, Moon-Cheol Jeong, Dongman Kim and Gun-Hee Kim[†]

Dept. of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

¹Korea Food Research Institute, Seongman 463-746, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the properties related to browning of hot water and 80% ethanol extracts of green tea (*Camellia sinensis*) and propolis. The extracts were assessed for polyphenol oxidase (PPO) inhibitory activity and total phenolic and flavonoid contents. In addition, apples were cut into 15 mm thick slices and dipped for 1 min in 0.5% of the green tea extracts and the propolis solutions and stored at room temperature for 24 h. The PPO inhibitory activity of the green tea extracts was better than that of the propolis. The highest DPPH free radical scavenging activity (90.81%), total phenol contents (170.42 mg/mL) and the metal chelating effects (45.93%) were measured in the green tea hot water extracts. The mineral content of the green tea water extracts was 69,328.44 ppm potassium and 2,409.42 ppm magnesium. After 24 h, the ΔE value of the apple slices treated with the green tea water extracts was the lowest (1.35). The antibrowning effects of the green tea extracts were higher than those of propolis in the apple slices.

Key words : green tea, propolis, antioxidant, antibrowning

1. 서론

최근 건강 및 천연식품에 대한 사회적 관심의 증가와 더불어 신선편이 농산물의 소비도 급속히 늘어나고 있는 추세이다(Chung HS 등 2008). 이러한 신선편이 농산물은 소비자가 바로 이용할 수 있는 장점이 있지만 가공공정을 거치면서 품질이 저하될 수 있는 단점이 있다(Park SY 등 2001, Donard VS 1995). 원형 시료와는 달리 과육의 노출과 조직손상에 기인된 효소적 갈변 발생, 호흡량의 증가 그리고 미생물 번식

등과 같은 품질 변화가 빠르게 진행되며 이러한 특징은 신선편이 농산물의 저장수명 단축과 안전성을 저하시키는 요인으로 작용하게 된다(Kim DM 1999, Ahvenainen R 1996). 특히 갈변은 주로 polyphenol oxidase (PPO)에 의해 페놀화합물이 산화되어 o-quinone과 같은 화합물을 만들고, 이들이 중합되어 갈색 색소인 멜라닌을 생성하여 일어난 것으로(Kim DY 등 1981) cysteine(Choi EH 등 1987), ascorbic acid(Sapers GM 과 Miller RL 1992, Mondy NI와 Munski CB 1993) 등 여러 화학 물질이 PPO 활성을 억제하기 위하여 사용되었으나 최근 천연 갈변저해제에 대한 소비자의 요구가 증가하고 있는 추세이다(Lee GC와 Ahn SC, 1997).

녹차는 차나무(*Camellia sinensis* O. Kunze)의 어린잎을 따서 찌거나 열을 가해 효소의 작용을 억제시켜 말린 기호품으로써 세계적으로 널리 음용되고 있으며 caffeine, tannin, catechin, 비타민 및 무기염류 등이 다량 함유되어 있어 다양한 생리기능적인 특성과 높은 항산화작용을 가지는 천연물질

[†]Corresponding author: Gun-Hee Kim, Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, 419 Ssangmun-dong, Tobong-gu, Seoul 132-714, Korea
Tel: +82-2-901-8496
Fax: +82-2-901-8474
E-mail: ghkim@duksung.ac.kr

로 보고되고 있다(Lim JH 2005, Liao S 등 1995, Kim JK 등 1997, Tan NH 등 1984). 그 중에서 주성분인 catechin은 폴리페놀화합물로서 epicatechin (EC), epigallocatechin (GC), epicatechin gallate (EGC) 및 epigallocatechin (EGCG)의 4종류로 나누어지며 EGC > EGCG > EC > ECG의 순으로 항산화 활성이 보고되고 있다(Lu MJ와 Chen C, 2008). 또한 이들은 혈중 콜레스테롤을 저하시키고, 고혈압과 동맥경화를 예방하며 식품의 항산화제 및 항균제, 중금속 제거효과 등(Kim SJ 등 2010, Jeong CH 등 2003, Abe Y 등 1995, Kim MJ와 Rhee SJ 1994, Muramatsu K 등 1986, Rhi JW와 Shin HS 1993)의 연구가 보고되었으며 이러한 항산화 활성은 ascorbic acid, tocopherol 또는 β -carotene에 비하여 폴리페놀화합물과 더욱 관계있는 것으로 보고되었다(Lin SD 등 2008). 그러나 갈변에 영향을 주는 PPO 활성 제어와 직접적으로 농산물 갈변억제에 적용된 연구는 미비한 실정이다.

프로폴리스(propolis)는 벌이 나무, 꽃, 잎, 잎눈 등으로부터 수집하는 밀랍(beewax)과 수지(resin) 물질을 타액과 혼합시켜 만든 물질로서 민간요법에서는 이미 기원전 300년부터 사용되어왔으며 항균과 항바이러스(Kujumgiev A 등 1999), 항염증(Park EH 등 1996), 항암작용(Chiao C 등 1995), 항산화(Shigenori K 등 1990, Shigenori K 등 2004) 등과 같은 생리 활성 효과를 보이는 것으로 알려져 있다(Kim SH 등 2009, Kim EJ 등 2005, Burdock GA 1998, Kujumgiev A 등 1999). 프로폴리스에는 다양한 화학성분인 polyphenols (flavonoid aglycones, phenolic acid와 esters, phenolic aldehyde, alcohols 및 ketones), sesquiterpene, quinones, coumarins, steroids, amino acid 및 inorganic compound와 같은 160가지 이상의 성분이 함유되어 있으며, 식물의 종과 지역적으로 매우 그 종류가 다양하다고 보고되어 있다(Bonvehi JS 등 1994, Greenaway W 등 1991). 한편 보존성 증진을 위한 식품포장 재료로의 이용(Mizno M 1989), 프로폴리스의 첨가가 식빵의 저장수명 연장과 품질유지에 미치는 영향(Kim CT 등 1997), 프로폴리스 추출물의 유지 산화억제 효과(Lim DK 등 1994) 등에 대한 연구가 보고되었으나 식품 갈변억제와 관련된 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 녹차 추출물과 프로폴리스에 대한 PPO 저해활성과 항산화 특성을 조사하고, 사과 슬라이스의 갈변억제에 미치는 효과를 조사하여 천연갈변억제제로서의 응용 가능성을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 사과는 'Fuji' 품종으로 경북 영천에서 2011년에 수확된 것을 구입하여 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다. 갈변저해를 목적으로 사용한 녹차는 건조물 상태의 재료를 시중에서 구입하여 사용하였으며, propolis (Origin-A, Australia)는 제품의 형태를 구입하였으며

그 유효성분은 non-alcohol 20%이었다.

2. 녹차 추출물 제조

녹차의 추출은 열수 및 에탄올 추출방법을 적용하였다. 각 추출은 건조하여 분쇄한 녹차 30 g에 증류수 및 80% 에탄올 용액 150 mL를 넣고, 60°C의 환류냉각장치에서 6시간 3회 반복 추출하였다. 각 추출물을 농축하여 건조 한 후 시료로 사용하였다.

3. 사과에 대한 갈변저해제 처리

사과를 세라믹 칼을 이용하여 15 mm 두께로 슬라이스한 후 각 0.5% (w/v)의 녹차 추출물과 프로폴리스 용액에 1분간 침지한 후 3분간 자연건조하고, 흡수지로 수분을 가볍게 제거한 후 상온에서 24시간 동안 보관하며 외관의 변화를 관찰하였다.

4. 효소활성 저해력 조사

50 mM phosphate buffer (pH 6.5) 1.7 mL와 PPO (4276 units/mg) 0.2 mL을 혼합한 후 0.5, 1 and 1.5% 농도의 저해제를 0.1 mL을 첨가하여 25°C로 조절된 항온수조에서 15분간 방치하고, 기질로서 4 mM catechin 용액 1 mL를 각각 첨가한 후 Microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 420 nm에서 5분간의 변화를 측정하였다. 효소의 활성능은 흡광도의 변화를 관찰한 후 curve의 직선부위로부터 계산하였으며 효소 저해활성은 흡광도 감소량 %로 나타내었다(Dennis D와 Miller JW, 1998). 그리고 시료별 PPO 저해활성의 상대적 비교를 위하여 효소활성의 50%를 저해하는 시료의 농도를 환산하여 IC₅₀ 값으로 하였다.

Inhibition of PPO activity (%) = $[1 - (A/B)] \times 100$

(A: sample의 흡광도, B: blank solution의 흡광도)

5. 항산화 특성 조사

(1) 총페놀 함량 측정

Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였다(Florence CRF 등 1992). 시료 0.1 mL에 2 N Folin-Ciocalteu 용액 0.5 mL를 첨가하여 3분간 반응시킨 후 20% Na₂CO₃ 1 mL를 첨가하여 1시간 동안 침전반응을 거친 후 반응 용액을 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 Microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 이때 총페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다.

(2) 총플라보노이드 함량 측정

Lee YC 등(1997)의 방법을 변형하여 시료 0.2 mL에

diethylene glycol 10 mL와 1 N NaOH 1 mL를 가하고 잘 혼합한 다음 37°C에서 1시간 반응시킨 후 Microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며 naringin을 이용하여 얻어진 표준곡선으로부터 총플라보노이드 함량을 구하였다.

(3) DPPH radical 소거능 측정

DPPH는 안정한 free radical로 cysteine, glutathione과 같은 황 함유 아미노산과 ascorbic acid, tocopherol 등의 항산화 물질에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화능을 측정할 때 DPPH radical 소거능 측정법이 많이 이용된다(Ramatahman N 등 1995). 4 mM의 DPPH 에탄올 용액을 제조하여 흡광도를 1.000±0.1로 조절하여 사용하였다. 0.5% 농도의 시료 0.2 mL를 시험관에 가하고 DPPH 용액 2.8 mL를 혼합하여 10분간 반응시킨 후, 517 nm에서 Microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 측정하고, 아래의 식으로부터 DPPH 라디칼 소거활성을 계산하였다(Santoru K 등 2002).

DPPH radical scavenging activity (%) = [1-(A/B)] × 100
 (A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 시료 무첨가구의 흡광도)

(4) 금속이온(Fe²⁺)에 대한 chelating 효과 측정

Gulcin I(2006)의 방법을 일부 변형하여 측정하였으며 각 시료용액 0.3 mL에 2 mM FeCl₂ 0.1 mL를 가하고, 5 mM ferrozine 0.2 mL ethanol 3.4 mL를 가한 후 혼합하여 실온에서 10분간 방치한 다음 562 nm에서 Microplate reader (M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 흡광도를 측정하고, 아래의 식으로부터 계산하였다.

Metal chelating effect (%) = [1-(A/B)] × 100
 (A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 시료 무첨가구의 흡광도)

6. 무기질 조성 분석

무기질(Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, K) 함량은 AOAC법(1995)에 따라 측정하였으며 Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometer (ICP-AES, Perkin Elmer Optima-4300DV, USA)로 분석하였다.

7. 사과 슬라이스의 표면색 측정

표면색은 표준백판(L=97.40, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된 Chroma meter (CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 시료 절단면의 중심부위를 3반복으로 Hunter L, a and b값을 측정하였고, 각 처리구간의 색도의 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였으며 계산식은 다음과 같다.

ΔE = (ΔL² + Δa² + Δb²)^{1/2}

III. 결과 및 고찰

1. PPO 활성 저해력

녹차의 열수 및 에탄올 추출물과 프로폴리스에 대한 PPO 활성 저해력을 catechin 기질을 이용하여 비교한 결과는 Table 1과 같다. 시료의 농도가 증가할수록 저해활성이 증가하여 녹차 추출물의 경우 0.5%에서 44.15~48.18%, 1%에서 79.98~87.55%, 1.5%에서 94.06~95.10%의 저해활성을 나타내었으며 유의적인 차이를 보였다. 또한 이들의 IC₅₀의 값은 열수 추출물에서 1.78%, 에탄올 추출물에서 1.88%로 측정되어 에탄올 추출물보다 열수 추출물에서 더 높은 저해활성을 보였다. 프로폴리스의 경우도 마찬가지로 농도가 높아질수록 저해활성이 증가하였으며 농도에 따른 IC₅₀의 값은 4.01%로 녹차 추출물보다 낮은 저해 활성을 나타내었다. 녹차 추출물의 높은 효소 활성저해력은 Vamons-Vigyazo L(1981)이 보고한 바와 같이 차의 잎에서 추출된 페놀화합물 성분이 PPO 효소활성을 저해하는 결과와 관련이 있는 것으로 사료된다. 또한 No JK 등(1999)과 Santhosh KT 등(2005)은 녹차 추출물의 높은 PPO 저해활성이 식물체 phenolic 물질 때문인 것으로 보고하였으며 Pruidze GN과 Grigorashvili GZ(1977)은 식물체에서 추출된 페놀화합물 성분이 PPO 활성과 관련이 있을 것으로 추정하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. Hwang TY과 Moon GD(2006)는 천연갈변억제제로 감초와 녹차 추출물을 신선절단 감자에 적용하여 저장 중의 PPO 활성을 측정하였으며 4°C에서 저장 7일경 가장 낮은 PPO 활성을 보였으나 14일경 갈변의 심화와 함께 효소의 활성도 함께 증가하여 천연추출물과 함께 ascorbic acid를 병용하여 냉장 저장하는 것이 갈변 저해 및 품질유지에 효과적일 것이라 보고하였다. 또한 최소 가공 양송이버섯에 대하여 천문동, 키위, 계피 등의 추출물을 처리하여 갈변도 및 PPO 활성을 측정한 결과 1%의 천문동 추출물이 갈변억제 효과가 높았고, 키위 추출물은 ascorbic acid와 유사한 경향을 보였으며 계피 추출물은 저장 초기에 갈변저해능이 비교적 우수하였으나 저장 후기에는 갈변도 증가를 크게 억제하지 못한 것으로 조사되어(Ryu JM 등 2003) 천연추출물 종류에 따른 농산물의 갈변억제 및 PPO 활성에 대한 차이를 보였다.

Table 1 Inhibition ratio of PPO activity according to different concentrations of green tea extracts and propolis in catechin

Natural substances	Conc. (%)	Water		EtOH	
		Inhibition (%)	IC ₅₀ (%)	Inhibition (%)	IC ₅₀ (%)
Green tea extract	0.5	48.18±0.95 ^{a1)}		44.15±1.70 ^a	
	1.0	87.55±2.45 ^b	1.78 ²⁾	79.98±1.73 ^b	1.88
	1.5	95.10±1.60 ^b		94.06±1.03 ^c	
Propolis	0.5	23.12±1.60 ^a			
	1.0	45.57±2.51 ^b	4.01		
	1.5	65.16±2.02 ^c			

¹⁾ Each values are means±SD. Means with the different letters within a column are significantly different (p<0.05)
²⁾ Relative value of reciprocal inhibition ratio of PPO activity by IC₅₀ value

2. 항산화 특성 및 무기질 조성

항산화 물질의 가장 특징적인 역할은 oxidative free radical 과 반응하는 것으로 이것을 이용하여 항산화능을 측정하며 본 연구에서 녹차 추출물 및 프로폴리스의 DPPH radical 소거능을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 녹차 열수 추출물에서 90.81%, 녹차 에탄올 추출물에서 76.68% 그리고 프로폴리스에서 28.44%로 녹차 열수 추출물에서 가장 높은 DPPH radical 소거 활성을 보였으며 녹차 추출물과 프로폴리스에 대하여 유의적인 차이를 보였다. 녹차의 항산화능은 비타민 C 와 polyphenol 화합물인 catechin류에 의한 것으로 보고(Park CO 1996)되고 있다. 프로폴리스의 에탄올 추출물의 농도별 DPPH radical 소거활성 실험(Lee HJ 등 2005)에서 프로폴리스 추출물 12 µg을 첨가했을 때 30%의 DPPH radical 소거 활성을 나타내었는데 본 연구에서는 추출물이 아닌 프로폴리스 제품의 것을 사용하여 다소 다른 결과를 보였다.

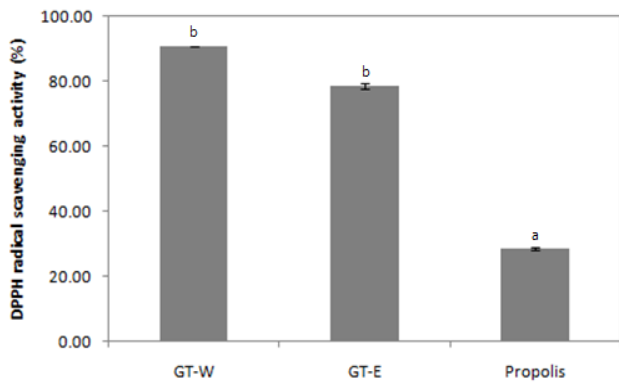


Fig. 1 DPPH radical scavenging activities of green tea extracts and propolis

GT-W: water extract of green tea, GT-E: 80% EtOH extract of green tea. Different letters represent significant differences (p(0,05) between the varieties.

총페놀 함량의 경우 녹차 열수 추출물에서 170.42 mg/mL, 에탄올 추출물에서 150.12 mg/mL, 프로폴리스에서 79.84 mg/mL의 함량을 나타내어 녹차 열수 추출물의 총페놀 함량이 가장 높게 나타났으며 녹차에 대하여 열수 및 에탄올 등의 추출용매에 따른 유의적인 차이는 없었으나 프로폴리스는 녹차 추출물에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다(Fig. 2). 또한 본 연구의 프로폴리스의 경우 70% 에탄올 추출물에서 3.59%, 50% 에탄올 추출물에서 3.52%를 나타낸 Jeong CH 등 (2003)의 연구에 비해서 전반적으로 다소 높은 값을 보였다. Pyo YH 등(2004)은 DPPH radical scavenging activity는 총 페놀함량과 높은 상관관계를 가지는 것으로 보고하였다. 또한 Seong HM 등(2002)과 Kim HK 등(2002)은 식물체의 총폴리페놀 함량과 전자공여 작용 사이에 밀접한 상관관계가 있어 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능이 높다는 경향이 있다고 하였다.

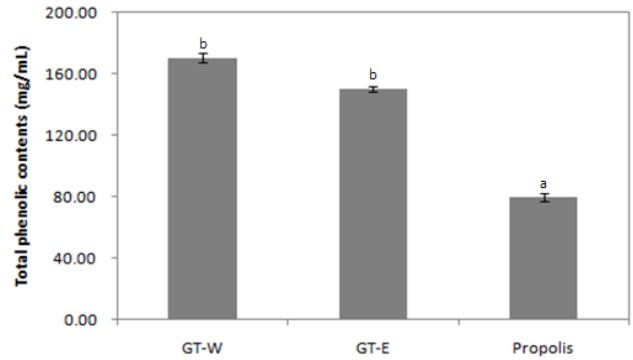


Fig. 2 Total phenolic contents of green tea extracts and propolis

GT-W: water extract of green tea, GT-E: 80% EtOH extract of green tea. Different letters represent significant differences (p(0,05) between the varieties.

녹차 추출물과 프로폴리스에 대한 총플라보노이드 함량은 Fig. 3과 같다. 녹차 열수 추출물의 경우 86.52 mg/mL, 녹차 에탄올 추출물의 경우 110.59 mg/mL, 프로폴리스의 경우 56.38 mg/mL를 나타내어 녹차 에탄올 추출물의 총플라보노이드 함량이 유의적으로 가장 높은 것으로 조사되었다. Kim SJ 등(2010)의 연구에서는 녹차 열수 추출물에서 플라보놀 함량이 가장 많이 함유되어있었고, Wang H와 Helliwell K(2001)의 연구에서는 60% 에탄올 추출물에서 가장 높은 추출수율을 보이고, 높은 플라보놀 함량을 나타내었다고 보고하였다.

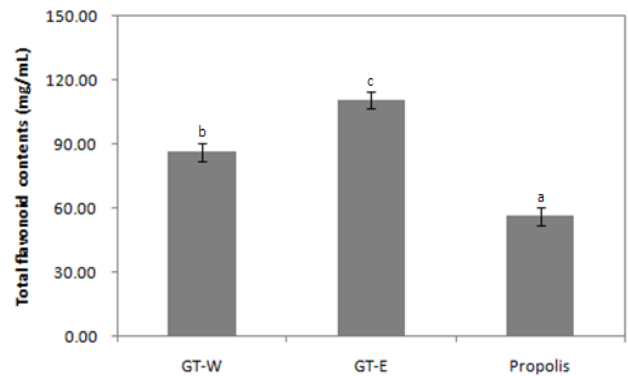


Fig. 3 Total flavonoid contents of green tea extracts and propolis

GT-W: water extract of green tea, GT-E: 80% EtOH extract of green tea. Different letters represent significant differences (p(0,05) between the varieties.

녹차 추출물과 프로폴리스의 금속이온(Fe²⁺)에 대한 chelating 효과는 Fig. 4와 같다. 녹차 열수 추출물의 경우 45.93%, 녹차 에탄올 추출물의 경우 6.27%, 프로폴리스의 경우 0.39%를 나타내어 녹차 열수 추출물의 금속이온에 대한 chelating 효과가 유의적으로 가장 높은 것으로 조사되었다.

Fe²⁺는 여러 금속 이온 중 가장 강력한 산화촉진제로 ferrozine과 정량적으로 반응하여 붉은색을 띠는데 이 때 킬레이트 효과를 가진 물질이 존재하면 Fe²⁺-ferrozine complex 형성이 방해되어 발색이 저해된다(Chung HJ 2010). Metal chelating agent는 제 2의 항산화제라고 할 만큼 중요한데 이는 산화환원 전위를 감소시켜 금속이온의 산화상태를 안정화시키기 때문이다(Gulcin I 2006).

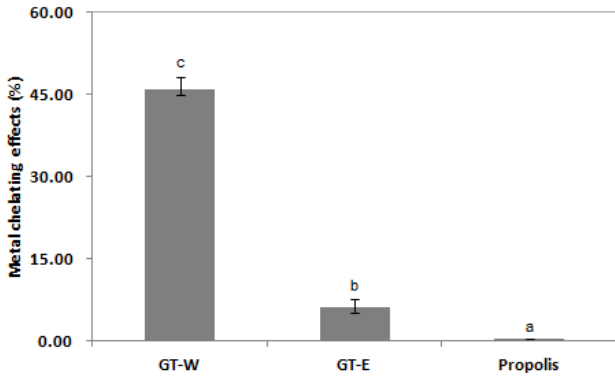


Fig. 4 Metal(Fe²⁺) chelating effects of green tea extracts and propolis

GT-W: water extract of green tea, GT-E: 80% EtOH extract of green tea
Different letters represent significant differences (p<0,05) between the varieties.

Table 2. Mineral contents of green tea extracts and propolis (unit: ppm)

Mineral	Green tea extract		Propolis
	Water	EtOH	
Ca	600.14	75.24	9.74
Mg	2409.42	337.52	14.78
Fe	9.72	4.85	6.38
Zn	32.74	12.59	29.33
Cu	6.48	17.97	N.D. ¹⁾
Mn	975.51	69.53	N.D.
K	69328.44	13718.79	176.40

¹⁾ not detected

녹차 추출물과 프로폴리스에 대하여 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같이 7종류가 검출되었으며 녹차 추출물의 경우 특히 칼륨, 마그네슘 그리고 칼슘 등의 3종류가 기타 원소에 비해 다량 함유되어 있었다. 그 중 녹차 열수 추출물에서 칼륨이 69328.44 ppm으로 가장 많았으며 그 다음이 마그네슘 2409.42 ppm, 망간 975.51 ppm, 칼슘 600.14 ppm 등의 순으로 나타났다. 프로폴리스의 경우는 칼륨 176.40 ppm, 아연 29.33 ppm, 마그네슘 14.78 ppm 등의 순으로 무기질 함량이 높았다. Kim YH와 Koh JB(1985)의 전다법에 따른 녹차의 무기질 함량의 연구결과에서도 칼륨의 함량이 1737~3000 mg/100 g로 가장 높았으며 그 다음으로 마그네슘, 칼슘 등의 함량이 높아 본 연구결과와 유사하였다. 녹차 추

출물은 농산물에 적용할 경우 갈변억제효과를 포함한 항산화 효과 및 다양한 무기질까지 함유하고 있으므로 천연 갈변억제제로서의 그 의미가 높다고 사료된다.

3. 사과 슬라이스의 표면색 및 외관변화

사과 슬라이스에 녹차 추출물과 프로폴리스를 침지하여 상온에서 24시간 동안의 색 변화를 관찰한 결과 처리하지 않은 사과 슬라이스의 L값이 52.50을 나타낸 반면, 녹차 추출물과 프로폴리스를 처리한 사과 슬라이스는 전반적으로 76.96~79.03을 나타내어 처리하지 않은 사과 슬라이스보다 높은 L값을 보였으나 처리구간의 큰 차이는 보이지 않았다(Table 2). 사과 슬라이스의 외관상 가장 큰 문제를 나타내는 갈변 정도를 ΔE값으로 나타낼 수 있으며 이 때 값이 크게 나타날수록 색 변화가 많이 일어난 것으로 판단할 수 있다. ΔE값의 경우 처리하지 않은 사과 슬라이스에서 17.08의 색 변화를 나타낸 반면, 녹차 열수 추출물에서는 1.35, 에탄올 추출물에서는 1.97 그리고 프로폴리스로 침지한 경우는 5.65를 보여 프로폴리스보다 녹차 추출물에서 색 변화가 적게 일어난 것을 알 수 있었다. Weller A 등(1997)은 L값의 변화는 PPO 활성의 증가와 관련이 있으며 PPO는 조직이 노화되거나 저장 시 스트레스를 받으면 매우 용해성이 커지고, 활성화된다고 하였다.

사과 슬라이스의 외관을 관찰한 결과 처리하지 않은 경우보다 녹차 추출물을 처리한 사과 슬라이스에서 갈변이 다소 지연되는 것을 알 수 있었다(Fig. 5). 사과 슬라이스 표면에 색이 다소 염색되는 경향을 보인 프로폴리스와 달리 본 연구에서 수행한 PPO 저해활성, 항산화력 및 갈변을 지연시키는 데에도 효과적인 녹차 추출물이 천연 갈변억제제로서의 사용이 가능할 것으로 사료된다.

Table 3 Changes in Hunter L and ΔE value of apple slices by green tea extracts and propolis solutions after 24 h at room temperature

Natural substances	Extract	L	ΔE
Untreated		52.50±6.89	17.08
Green tea	Water	79.03±5.44	1.35
	EtOH	77.46±1.71	1.97
Propolis		76.96±2.07	5.65

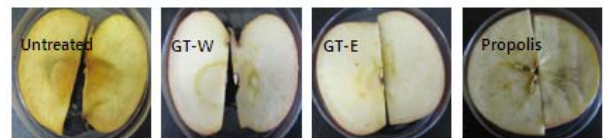


Fig. 5 Changes the appearances of apple slices by green tea extracts and propolis solutions after 24 h at room temperature

GT-W: water extract of green tea, GT-E: 80% EtOH extract of green tea.

IV. 요약 및 결론

천연 갈변저해제 소재를 발굴하기 위하여 녹차를 열수 및 80% 에탄올로 추출하고, 그 추출물과 프로폴리스에 대하여 PPO 저해활성과 DPPH radical 소거능, 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량 등을 통하여 항산화 효과를 조사하였다. 녹차 추출물에 대하여 PPO 저해활성이 높게 나타났으며 DPPH radical 소거능, 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량, 금속이온(Fe^{2+})에 대한 chelating 효과 등에 대해서도 프로폴리스보다 녹차 추출물에서 함량이 높게 조사되었다. 무기질 함량의 경우 녹차 열수 추출물에 대하여 칼륨이 69328.44 ppm으로 가장 높았으며 그 다음으로 마그네슘이 2409.42 ppm으로 함량이 높았다. 각 추출물에 대하여 사과 슬라이스에 침지하여 처리한 결과 녹차 추출물에서 높은 L값과 낮은 ΔE 값을 보여 색 변화가 적게 일어났음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 프로폴리스보다 녹차 추출물의 경우 천연 갈변저해제로의 사용이 더욱 효과적일 것이라 사료된다.

V. 감사의 글

본 논문은 농림수산식품부 농림기술개발사업의 연구비 지원(310017-03-2-HD140)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Abe Y, Umemura S, Sugimoto KL, Kirawa N, Kato Y, Yokoyama N, Yokoyama T, Iwai J, Ishii M. 1995. Effects of green tea rich in γ -aminobutyric acid on blood pressure of dahl salt-sensitive rats. *American J Hypertension* 8:74-79
- Ahvenainen R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol* 7:179-186
- AOAC. 1995. Official methods of analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, pp 3-20
- Bonvehhi JS, Coll FV, Jorda RE. 1994. The composition, active components bacteriostatic activity of propolis in dietetics. *J Am Oil Chem Soc* 71:529-532
- Burdock GA. 1998. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food Chem Toxicol* 35:347-376
- Chiao C, Carothers AM, Grunberger D, Solomon G, Preston A, Barrett JC. 1995. Apoptosis and altered redox state induced by caffeic acid phenethyl ester(CAPE) in transformed rat fibroblast cell. *Cancer Res* 55:3576-3683
- Choi EH, Jung DS, Cho NS, Shim YH. 1987. Characteristics and inhibition of polyphenol oxidase from fuji apples. *J Korean Soc Appl Chem* 30:278-284
- Chung HJ. 2010. Antioxidative activities of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti* (Winter Cherry). *Korean J Food Preserv* 17:867-873
- Chung HS, Peter T, Moon KD. 2008. Combined effects of vanillin and antibrowning agent on changes of quality and microorganisms in fresh-cut apples. *Korean J Food Preserv* 15:385-389
- Dennis D, Miller JW. 1998. Enzymatic browning. In: *Kinetics of tyrosinase. Food Chem. A Laboratory Manual Edition 1*. pp 44-49
- Donard VS. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *Hortsci* 30:15-17
- Florence CRF, Pascale MG, Jacques JN. 1992. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2 Kinetic studies. *J Agric Food Chem* 40:2108-2113
- Greenaway W, May J, Scaysbrook T, Whatley FR. 1991. Identification by gas chromatography-mass spectroscopy of 150 compounds in propolis. *Zeitschrift fuer Naturforschung* 46:111-121
- Gulcin I. 2006. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology* 21:213-220
- Hwang TY, Moon GD. 2006. Quality characteristics of fresh-cut potatoes with natural antibrowning treatment during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38:183-187
- Jeong CH, Bae YI, Lee HJ, Shim KH. 2003. Chemical components of propolis and its ethanolic extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32:501-505
- Kim CT, Lee SJ, Hwang JK, Kim CJ, Ahn BH. 1997. Effect of propolis addition on the shelf-life and staling of white bread. *Korean J Food Sci Technol* 29:982-986
- Kim DM. 1999. Extension of freshness of minimally processed fruits and vegetables. *Kor J Hort Sci Technol* 17:790-795
- Kim DY, Rhee CO, Kim YB. 1981. Characteristics of polyphenol oxidase from garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Agric Chem Soc* 24:167-173
- Kim EJ, Lee HJ, Kim HJ, Nam HS, Lee MK, Kim HY, Lee JH, Kang YS, Lee JO, Kim HY. 2005. Comparison of colorimetric methods for the determination of flavonoid in propolis extract products. *Korean J Food Sci Technol* 37:918-921
- Kim HK, Choi YJ, Kim KH. 2002. Functional activities of

- microwave-assisted extracts from *Flammulina velutipes*. Korean J Food Sci Technol 34:1013-1017
- Kim JK, Cha WS, Park JH, Oh SL, Cho YJ, Chun SS, Choi C. 1997. Inhibition effect against tyrosinase of condensed tannins from Korean green tea. Korean J Food Sci Technol 28:173-177
- Kim MJ, Rhee SJ. 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
- Kim SH, Kim IH, Kang BH, Lee KH, Lee SH, Lee DS, Cho SK, Hur SS, Kwon TK, Lee JM. 2009. Optimization of ethanol extraction conditions from propolis (a bee product) using response surface methodology. Korean J Food Preserv 16:908-914
- Kim SJ, Hwang JH, Han KH, Cho JY, Ma SJ, Kim DW, Moon JH, Park KH, Kim SJ. 2010. Antimicrobial activities of green tea extract on *Vibrio parahaemolyticus*. J Korean Tea Soc 16:82-87
- Kim YH, Koh JB. 1985. The mineral contents of green tea made with different drawing conditions. J Korean Soc Food Nutr 14:289-295
- Kujumgiev A, Tsvetkova I, Serkedjieva Y, Bankova V, Christove R, Popov S. 1999. Antibacterial, antifungal and antiviral activity of different geographic origin. J Ethnopharmacol 64:2358-240
- Lee GC, Ahn SC. 1997. Inhibition effect of several cereal extracts on enzymatic browning. Korean J Soc Food Sci 13:390-395
- Lee HJ, Bae YI, Jeong CH, Shin KH. 2005. Biological activities of various solvent extracts from propolis. J Korean Soc Food Sci Nutr 34:1-7
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Composition of *Opuntia ficus-indica*. Korean J Food Sci Technol 5:847-853
- Liao S, Umwita Y, Guo J, Kokontis JM, Hipacca RA. 1995. Growth inhibition and regression of human prostate and breast tumors in athymic mice by tea epigallocatechin gallate. Cancer Lett 96:239-243
- Lim DK, Choi U, Shin DH, Jeong YS. 1994. Antioxidative effect of propolis extract on palm oil and lard. Korean J Food Sci Technol 26:622-626
- Lim JH. 2005. The activity control of plant polyphenol oxidase and antibrowning effect on fresh-cut produces by green tea (*Camellia sinensis*) catechins. Doctorate thesis. The Kyungbook National University. pp 3
- Lin SD, Liu EH, Mau JL. 2008. Effect of different brewing methods on antioxidant properties of steaming green tea. Food Sci Technol 41:1616-1623
- Lu MJ, Chen C. 2008. Enzymatic modification by tannase increase the antioxidant activity of green tea. Food Res Int 41:130-137
- Mizno M. 1989. Propolis-or its extract-containing resin compositions. Japanese Patent JP 01 245 058 [89 245 0587]
- Mondy NI, Munski CB. 1993. Effect of boron on enzymatic discoloration and phenolic and ascorbic acid contents of potatoes. J Agric Food Chem 41:554
- Muramatsu K, Fukuyo M and Hara Y. 1986. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. J Nutr Sci Vitamonol 32:613-622
- No JK, Soung DY, Kim YJ, Shim KH, Jun YS, Rhee SH, Yokozawa T, Chung HY. 1999. Inhibition of tyrosinase by green tea components. Life Sci 65:241-246
- Park CO. 1996. Antioxidant activity of boiling water extracts obtained from green tea. Doctorate thesis. The Pusan National University. pp 26-30
- Park EH, Kim SH, Park SS. 1996. Antiinflammatory activity of propolis. Arch Pharm Res 19:337-341
- Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD. 2001. Quality changes of minimally processed lotus root (*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. Korean J Postharvest Sci Technol 8:164-168
- Pruidze GN, Grigorashvili GZ. 1977. A review the enzymes of tea and their role in tea making. J Food Biol 8:243-279
- Pyo YH, Lee TC, Logendra L, Rogen RT. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Betavulgaris* subspecies cicla) extracts. Food Chem 85:19-26
- Ramatahman N, Osawa T, Ochi H, Kawakishi S. 1995. The contribution of plant food antioxidants to human health. Trends Food Sci Tech 6:75-82
- Rhi JW, Shin HS. 1993. Antioxidant effect of aqueous extract obtained from green tea. Korean J Food Sci Technol 25:759-763
- Ryu JM, Park YJ, Choi SY, Hwang TY, Oh DH, Moon GD. 2003. Browning inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus* Sing) using extracts from natural materials during storage. Korean J Food Preserv 10:11-15
- Santhosh KT, Swarnam J, Ramadasan K. 2005. Potent suppressive effect of green tea polyphenols on tobacco-induced mutagenicity. Phytomedicine 12:216-220
- Santoru K, Kazuhiko T, Nori M, Jinetsu U. 2002. Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. Scient Horticult 96:177-185
- Sapers GM, Miller RL. 1992. Enzymatic browning control in potato

- with ascorbic acid-2-phosphate. *J Food Sci* 57:1132-1135
- Seong HM, Seo MS, Kim SR, Park YK, Lee YT. 2002. Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-products. *Korean J Food Sci Technol* 34:775-779
- Shigenori K, Tomoko H, Tsutomu N, Grange JM. 1990. Antibacterial properties of propolis (bee glue). *J Royal Soc Med* 83:159-160
- Shigenori K, Tomoko H, Tsutomu N. 2004. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chem* 84:329-339
- Tan NH, Wong KC, Lumen BO. 1984. Relationship of tannin levels and trypsin inhibitor activity with the in vitro protein digestibilities of raw and heat-treated winged bean. *J Agric Food Chem* 32:819-822
- Vamons-Vigyazo L. 1981. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 15:49-53
- Wang H, Helliwell K. 2001. Determination of flavonols in green and black tea leaves and green tea infusions by high-performance liquid chromatography. *Food Res Int* 34:223-227
- Weller A, Sims CA, Matthews RF, Bates RP, Brecht JK. 1997. Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *J Food Sci* 62:256-260