

## 유기농 살구, 개암, 오디, 감 및 석류나무 잎의 생육단계별 총 페놀화합물과 항산화 활성변화\*

김월수\*\* · 서민수\*\*\* · 조정안\*\*\*

### Seasonal Changes of Total Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Leaves of Organic Apricot, Filbert, Mulberry, Persimmon and Pomegranate Trees

Kim, Wol-Soo · Seo, Min-Soo · Jo, Jung-An

Total phenolic compounds and antioxidant activity were investigated in leaves of organic apricot, filbert, mulberry, persimmon, and pomegranate trees during growing season. Total phenolic compounds and antioxidant activity in leaves of organic apricot and filbert trees were gradually increased from May to June, attained peak in July, thereafter decreased to minimum level in October. In leaves of organic mulberry tree total phenolic compounds and antioxidant activity were simultaneously increased from May to June and sharply decrease to very low level. The leaves of organic persimmon trees showed very high level of total phenolic compounds and antioxidant activity from May to June, thereafter gradually decrease to October. The leaves of organic pomegranate trees showed extraordinarily highest level of total phenolic compounds among five fruit trees investigated in the study during growing stages, as well as maintained higher than 91 percent of antioxidant activity from May to October. Correlation coefficients between total phenolic compound and antioxidant activity of the leaves of five organic trees were the highest in mulberry leaves, and then persimmon, filbert, apricot, and pomegranate, respectively. However, correlation coefficients between total phenolic compound and antioxidant activity of the leaves of organic pomegranate were very low level, and not significant in their relationship.

Key words : *Prunus armeniaca*, *Corylus heterophylla*, *Morus alba*, *Diospyros kaki*,  
*Punica granatum*

\* 이 논문은 2014년도 전남대학교 연구년교수연구비 지원에 의하여 연구되었던 바 이에 감사드립니다.

\*\* Corresponding author, 전남대학교 원예학과(wskim@jnu.ac.kr)

\*\*\* 전남대학교 원예학과

## I. 서 론

21세기는 건강, 장수, 100세 시대라는 화두가 보편화되면서 유기농산물과 기능성 식자재에 관심이 집중되고 있다. 유기농법으로 생산된 과일 및 채소는 생장과 발육은 관행농산물에 비해 상당히 떨어지지만, 잔류농약에 대한 위험도가 상대적으로 낮고, 비료와 생장조정제가 사용되지 않으며 퇴비 등 유기물에 기반을 둔 토양에서 생산되기 때문에 일반적으로 조직이 치밀하고 phytochemical 함량도 높은 것으로 보고되고 있다(Oliveira et al., 2013; Roussos, 2011). 특히 유기농산물은 관행농산물에 비하여 페놀화합물 함량과 항산화력이 현저히 높아서 물리적 스트레스나 곰팡이, 박테리아, 바이러스 등에 대한 식물 저항성이 증강된다고 하였다(Miller and Ruiz-Larrea, 2002; Young et al., 2005).

식물의 잎은 광합성과 호흡작용이 이루어지는 매우 중요한 식물체 기관일 뿐 아니라 생리활성물질을 다량 함유하고 있다. 식물 잎에 함유된 다양한 기능성 성분에 있어서 녹차 잎의 항산화 물질에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 즉 녹차 잎은 플라보노이드에 해당되는 다양한 catechin 계열 중에서 (-)-epigallocatechin gallate가 가장 높은 비율을 차지하며, 기능적 효과 또한 가장 높은 것으로 보고되었다(Kondo et al., 1999; Park et al., 2009). 최근 블루베리 잎(Jeong et al., 2012), 대추나무 잎(Wu et al., 2013) 및 비파나무 잎(Zar et al., 2013)을 가공하여 기능성 엽차를 제조하고자 시기별 페놀화합물 함량변화를 조사한 결과 생육초기의 잎에서 이들 기능성 성분이 현저히 높았다고 하였다.

지금까지 과실의 페놀화합물 및 항산화력에 대한 연구 결과는 비교적 많이 보고되었으나 유기농 과수의 잎에 관한 이들 기능성 차이에 관해서는 연구가 매우 적었던 바, 본 연구에서는 유기농으로 재배된 살구, 개암, 오디, 감 및 석류의 잎으로부터 생육단계별로 페놀화합물과 항산화활성을 조사함으로써 이들의 기능성 식자재로서의 활용 가능성을 검토하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험 재료

본 실험에 사용된 과수는 광주광역시 북구 용봉로 전남대학교 부속농장에 위치한 연구용 양지붕식 프라스틱 비가림하우스(폭 50 m, 길이 100 m, 높이 8 m) 내에 식재된 살구(cv, 대석조생), 개암(실생), 오디(cv, 청일빵), 감(cv, 대봉) 및 석류(단석류) 나무를 이용하였다. 각 과수의 유기농 재배관리는 기비로서 완속퇴비를 시용하였고, 2월 중순에 기계유유제를 살포하여 월동 중인 해충(성충) 및 월동란을 구제하고, 3월 상순 발아직전에 석회유황합제

5도액을 수관전체에 살포하여 월동 병원균을 예방차원에서 방제하였다. 발아후 생육기 중에는 살균제로서 석회보르도액을 5회 살포하였고, 해충구제를 위하여 님오일(Neem oil)을 5회 살포하였으며 그 밖의 관리는 농촌진흥청의 유기농 과원관리 매뉴얼을 참고하여 관리하였다. 관수는 매주 1회 1시간씩 점적관수를 실시하였다.

## 2. 시험수 선정 및 엽 채취

살구 등 5과종 엽 시료를 채취하기 위한 나무 선정은 수관의 크기와 수령이 비슷한 5~8년생 5나무를 임의적으로 선정하고, 5월, 6월, 7월, 8월 및 10월에 신초의 중간부위에서 엽 시료를 채취하였다. 시료량은 생체중 50 g을 기준으로 채취하였다. 시험분석은 전남대학교 원예학과 과수학실험실에서 수행하였다.

## 3. 시료 전처리 및 추출과정

채취한 잎은 수돗물과 증류수에 씻어 하루 동안 자연 건조시킨 뒤, polypropylene container에 샘플당 50 g씩 담은 후, 액체질소를 사용하여 순간 냉각시킨 뒤, 동결건조기(FD5510, Ilshin, KOREA)를 이용하여 5-7일 동안 동결 건조하였다. 건조된 샘플은 시료분쇄기(GE Motors, MEXICO)를 이용하여 분말화한 뒤, 각 샘플마다 0.2 g씩 취하여 80% 메탄올 15 mL를 가한 후, 회전식 진탕기(HB-203L, Hanbaek Scientific Technology, KOREA)를 사용하여 2시간 동안 진탕을 실시했다. 진탕된 각 샘플은 40,000 Hz의 Ultrasonic (JAC ULTRASONIC 4020, KODO, KOREA)에 60°C의 온도를 유지하면서 60분간 침지한 뒤, Whatman NO. 5 여과지로 감압 여과하였다.

## 4. 총 페놀성 물질 함량 측정

건조된 시료 잎의 총 페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였는데 Folin-Ciocalteu 시약이 페놀성 화합물에 의해 환원되어 청색으로 발현되는 원리를 이용하여 분석하였다 (Matook and Fumio, 2006). 각각의 추출물 0.2 mL에 3차 증류수 1 mL를 가하고 Folin-Ciocalteu 시약 0.5 mL을 혼합하여 실온(24°C)에서 6분간 정치한 다음 7% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액 1 mL와 3차 증류수 4 mL을 혼합 후 1시간 30분간 방치하였다. UV-VIS Spectrophotometer (UV-2550, SHIMADZU, JAPAN)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 chlorogenic acid를 사용하였으며, chlorogenic acid 검량선에 준하여 엽 건물중 당 페놀화합물 함량을 구하였다.

## 5. 항산화력 측정

항산화력은 DPPH법을 이용하여 라디칼 소거능을 측정했다(Brand-Williams et al., 1995). DPPH는 짙은 자주색을 나타내고, 자체가 질소 중심의 라디칼로서, 라디칼 전자의 비 편재화에 의해 안정화된 상태로 존재하고, 메탄올에 용해된 DPPH는 517 nm에서 최대 흡광도를 보이며, 시료의 환원력에 의해 시료 첨가와 함께 흡광도가 감소된다(Oh et al., 2004). 2,2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl 0.118 g을 100% 메탄올 1,000 mL에 용해 한 후, 각 시료 100  $\mu$ M을 5,000  $\mu$ M DPPH 용액에 첨가해 교반 후, 실온(24 $^{\circ}$ C)에서 30분간 반응시켰다. 반응용액은 UV-VIS Spectrophotometer(UV-2550, SHIMADZU, JAPAN)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하고 radical scavenging activity를 계산하였다. Free radical scavenging activity 계산식은 다음과 같다(Park et al., 2007).

$$\text{Free radical scavenging activity (\%)} = (B-A)/B \times 100$$

A: 시료 첨가 흡광도(%), B: 시료 무첨가 흡광도(%)

## 6. 통계처리

모든 시료 분석은 샘플 3개를 1반복으로 하여 3반복으로 분석하였고, 결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 결과 값에 대한 유의성은 SPSS 18.0(Statistical Package for Social, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 Duncan 다중검정을 통해 5% 유의수준에서 각 처리간 유의성을 확인하였다.

# Ⅲ. 결과 및 고찰

## 1. 살구 등 5과종 잎의 발육단계별 총 페놀화합물 및 항산화력

### 1) 살구나무 잎의 총 페놀화합물 및 항산화력 변화

살구나무 신초에서 잎을 채취하여 총 페놀화합물 및 항산화활성도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 총 페놀화합물 함량에 있어서 5월에 18.9 mg으로부터 점차 증가되다가 7월에 최대치에 도달된 후 감소되었고 10월에 9.7 mg으로 최소치를 나타내었다. 항산화력은 5월에 13.9%로 나타났고 6월 및 7월까지 계속 증가추세를 보였으며 이후 급격히 저하되어 10월에 7.1%로 최저치를 보였다. Scceba 등(2001)은 살구나무 잎에서 항산화 효소(superoxide dismutase, catalase, peroxidase, ascorbate peroxidase) 활성을 측정한 결과 잎의 노화가 시작되

면서 그 효소활성이 현저히 저하된다고 보고하였고 잎의 노화가 진전되면서 free radical 농도가 증가하여 세포 내 산화적 스트레스가 가중된다고 하였다. 총 페놀화합물과 항산화활성도의 시기적 변화에 있어서 생육 초기의 증가추세 및 8~10월의 감소추세가 유사한 경향을 나타내었다.

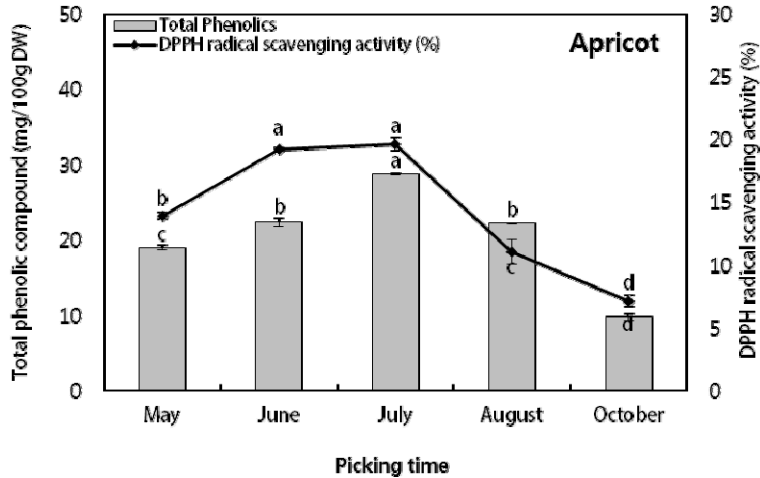


Fig. 1. Total phenolic compounds and DPPH radical scavenging activities of leaves of organic apricot trees during growing season. Vertical bars represent mean's standard deviation (n=3).

## 2) 개암나무 잎의 총 페놀화합물 및 항산화력 변화

개암나무 신초에서 잎을 채취하여 총 페놀화합물 및 항산화활성도를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 총 페놀화합물 함량에 있어서 5월에 59.1 mg이던 것이 6월에 약간 감소되었다가 7월에 80.6 mg으로 피크를 보인 후 8월에 감소세로 돌아섰고 뒤이어 10월에 33.5 mg으로서 급격히 낮아졌다. 항산화 활성에 있어서도 5월 이후 꾸준히 증가되어 7월에 64.3%로 최고점에 도달한 후 8~10월까지 지속적으로 감소되었다. Amaral 등(2010)은 개암 19품종 잎의 시기별 페놀화합물 변화에 관한 연구보고에서 5월부터 7월까지 꾸준히 증가되다가 8월경 급격히 감소되고 9월까지 계속 낮은 함량을 유지하였다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 개암의 페놀화합물 함량에 있어서 품종 간에 상당한 차이가 나타났는데 Buttler 품종에서 가장 높았고, T. Giffoni 품종에서 가장 낮은 함량을 보였다고 보고하였다. 한편 Shahidi (2002)와 Shahidi 등(2007)은 성숙초기 단계의 개암 견과 및 개암부산물 부위별 수율, 페놀화합물 및 항산화력을 측정된 결과 페놀화합물은 개암나무 잎이 개암 견과에 비하여 거의 10배 정도 높게 나타났고, 항산화력은 약 5배 정도 더 높게 나타남으로써 개암나무 잎의 높은 기능성을 밝혔다.

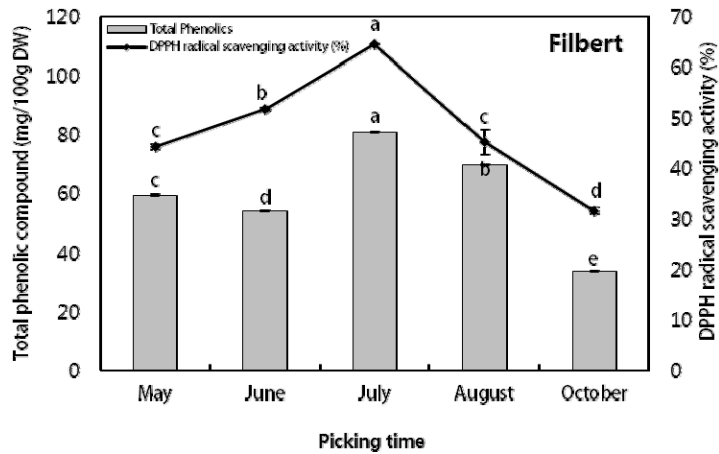


Fig. 2. Total phenolic compounds and DPPH radical scavenging activities of leaves of organic filbert trees during growing season. Vertical bars represent mean's standard deviation ( $n=3$ ).

### 3) 오디나무 잎의 총 페놀화합물 및 항산화력 변화

오디나무 신초에서 잎을 채취하여 총 페놀화합물 및 항산화활성도를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 총 페놀화합물 함량에 있어서 전반적으로 다른 과종에 비하여 현저히 낮은 수준을 나타내었다. 5월부터 6월까지 계속 증가되다가 7월 이후 2.1 mg까지 급격히 떨어졌고, 8~10월에는 1 mg 수준까지 낮아졌다. 항산화력에 있어서도 전반적으로 10% 이하의 낮은 수준을 나타내었고 특히 7월 이후에는 3% 수준의 낮은 활성도를 보였다.

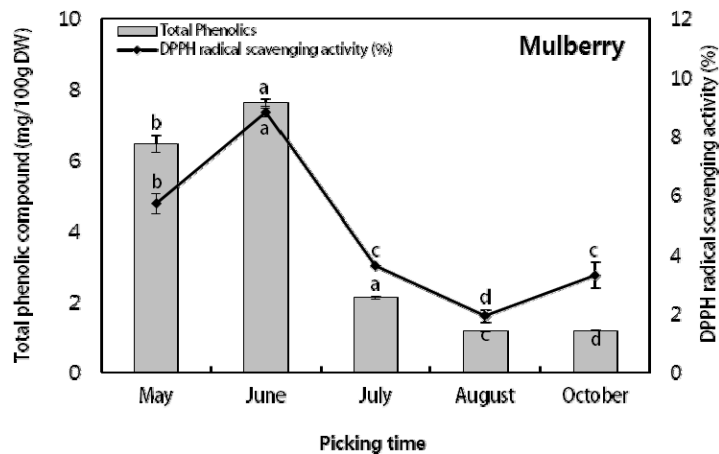


Fig. 3. Total phenolic compounds and DPPH radical scavenging activities of leaves of organic mulberry trees during growing season. Vertical bars represent mean's standard deviation ( $n=3$ ).

Kim과 Matsuyama (1998)는 뽕나무 이병엽에서 26종의 phytoalexin이 생합성되어 항균작용을 한다고 하였다. 한편 Memon 등(2010)은 오디 과실과 잎의 페놀화합물 및 항산화력을 측정된 결과 잎이 과실보다 현저히 높은 수준을 보였다고 하였고, 그 절대치는 품종간에 차이가 크다고 보고하였다. Zou 등(2012)은 중국 남부지방에서 오디 품종별 잎의 페놀화합물과 항산화력을 측정된 결과 4~10월까지 2.8~3.6 mg 수준을 유지하여 시기별로 큰 차이가 없다고 하였다. 따라서 이들 연구결과로 보아 전반적으로 페놀화합물이 낮은 수준으로 판단되었고, 시기별 변화는 지역과 생육 패턴에 따른 차이로 간주되었다.

#### 4) 감나무 잎의 총 페놀화합물 및 항산화력 변화

감나무 신초에서 잎을 채취하여 총 페놀화합물 및 항산화활성도를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 총 페놀화합물 함량에 있어서 5월에 66.2 mg으로 가장 높은 함량을 보였고 이후 6월부터 8월에 이르도록 점차 감소되다가 10월에 현저히 저하되었다. 그러나 항산화력은 5월보다 6월이 더 높았으며 이후 7월 및 8월에 이르도록 뚜렷이 감소되다가 10월에는 완만히 낮은 상태를 유지하였다. Kang 등(2004)은 관행재배된 감나무 잎의 총 폴리페놀 함량을 생육시기별로 측정된 결과 생육초기인 4월이 가장 높은 함량을 보였고 5월부터 6월까지 절반 수준으로 낮아지다가 7~9월까지 낮은 상태를 유지했다고 보고하여 본 연구결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

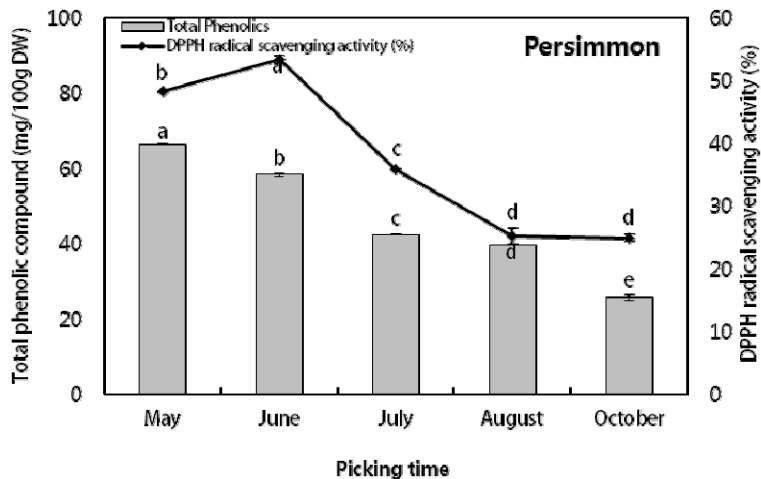


Fig. 4. Total phenolic compounds and DPPH radical scavenging activities of leaves of organic persimmon trees during growing season. Vertical bars represent mean's standard deviation (n=3).

### 5) 석류나무 잎의 총 페놀화합물 및 항산화력 변화

석류나무 신초에서 잎을 채취하여 총 페놀화합물 및 항산화활성도를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 총 페놀화합물 함량에 있어서 조사된 살구, 개암, 오디 및 감나무 잎에 비하여 월 등하게 높은 함량을 생육기간 동안 유지하였고, 특히 5월에 238.3 mg으로 최대치를 나타낸 후 6~8월까지 근소하게 낮아진 상태를 유지하다가 10월에 128.9 mg으로 급격히 감소되었다. 한편 항산화력은 생장이 왕성한 봄~여름까지 95% 이상의 높은 상태를 유지하다가 10월에 91.1%로 약간 낮아지는 경향을 보였다.

Zhang 등(2010)은 석류 잎의 총 페놀화합물을 조사했던 바, 4월 상순경 가장 높았고 그 이후 약간 낮아진 수준에서 9월 하순까지 유지되었다고 하여 본 연구와 같은 경향을 보였다. 또한 Meknel 등(2013)도 석류 꽃, 잎 및 수피조직의 페놀화합물을 조사한 결과 꽃 > 잎 > 수피의 순으로 그 함량이 높았다고 하였고, 항산화력은 수피 > 꽃 > 잎의 순이었다고 하여 페놀화합물과 항산화력 간에 또 다른 변화요인이 관여하고 있음을 시사하였다. 4품종간 잎의 항산화력은 63~79%의 범위로서 품종에 따라 항산화력에 상당한 차이가 있다고 하였다.

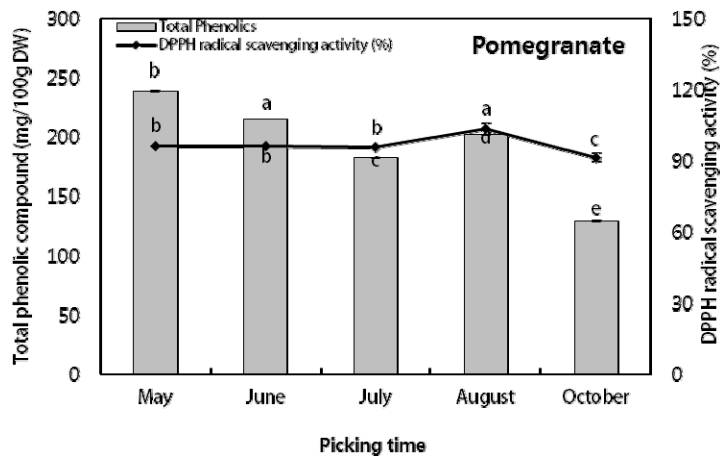


Fig. 5. Total phenolic compounds and DPPH radical scavenging activities of leaves of organic pomegranate trees during growing season. Vertical bars represent mean's standard deviation (n=3).

## 2. 총 페놀화합물 및 항산화력의 상관관계

살구나무 등 5과종 과수 신초로부터 잎을 채취하여 총 페놀화합물 및 항산화활성도를 측정하고 이들 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 5과종 가운데 오디나무의 상관계수가 가장 높았고, 다음으로 감, 개암, 살구 및 석류의 순이었다. 석류는 상관계수가 0.506으로서 가장 낮아서 상관성이 없는 것으로 나타났다. 결정계수( $R^2$ )도 오디 잎과 감잎



에서 높았고, 개암 잎과 살구 잎은 중간이었으며 석류에서는 가장 낮게 나타났다. Mekni 등 (2013)은 석류 잎에는 플라보노이드, 타닌, 카테킨 등 페놀화합물 이외에 토코페롤, carotenoid, 비타민 C 등이 다량 함유되어있다고 하여 이들 물질이 항산화력에 상당한 영향을 주는 것으로 판단되었다.

Table 1. Correlation coefficients between total phenolic compound and antioxidant activity of the leaves of organic apricot, filbert, mulberry, persimmon, and pomegranate trees.

Factors	r value	R <sup>2</sup> value
Apricot	0.834**	0.696
Filbert	0.857**	0.734
Mulberry	0.935***	0.874
Persimmon	0.899**	0.808
Pomegranate	0.506 <sup>NS</sup>	0.256

NS, \*\*, \*\*\* Non-significant and significant at  $P < 0.01$ , and  $0.001$ , respectively.

#### IV. 적 요

유기농으로 관리된 살구, 개암, 오디, 감 및 석류나무로부터 5월부터 10월까지 약 1개월 간격으로 잎을 채취하여 총 페놀화합물과 항산화 활성도를 측정된 결과는 다음과 같다. 살구 잎의 총 페놀화합물 함량에 있어서 5월에 18.9 mg으로부터 점차 증가되다가 7월에 최대치에 도달된 후 감소되었고 10월에 9.7 mg으로 최소치를 나타내었다. 항산화력은 5월에 13.9%로 나타났고 6월 및 7월까지 계속 증가추세를 보였으며 이후 급격히 저하되어 10월에 7.1%로 최저치를 보였다. 개암 잎의 총 페놀화합물 함량에 있어서 5월에 59.1 mg이던 것이 6월에 약간 감소되었다가 7월에 80.6 mg으로 피크를 보인 후 8월에 감소세로 돌아섰고 뒤 이어 10월에 33.5 mg으로서 급격히 낮아졌다. 항산화 활성에 있어서도 5월 이후 꾸준히 증가되어 7월에 64.3%로 최고점에 도달한 후 8~10월까지 지속적으로 감소되었다. 오디나무 잎의 총 페놀화합물 함량에 있어서 전반적으로 다른 과종에 비하여 현저히 낮은 수준을 나타내었다. 5월부터 6월까지 계속 증가되다가 7월 이후 2.1 mg까지 급격히 떨어졌고, 8~10월에는 1 mg 수준까지 낮아졌다. 항산화력에 있어서도 전반적으로 10% 이하의 낮은 수준을 나타내었고 특히 7월 이후에는 3% 수준의 낮은 활성도를 보였다. 감나무 잎의 총 페놀화합물 함량에 있어서 5월에 66.2 mg으로 가장 높은 함량을 보였고 이후 6월부터 8월에 이르도록 점차 감소되다가 10월에 현저히 저하되었다. 그러나 항산화력은 5월보다 6월이 더 높았

으며 이후 7월 및 8월에 이르도록 뚜렷이 감소되다가 10월에는 완만히 낮은 상태를 유지하였다. 석류나무 잎의 총 페놀화합물 함량에 있어서 조사된 살구, 개암, 오디 및 감나무 잎에 비하여 월등하게 높은 함량을 생육기간 동안 유지하고 있었고, 특히 5월에 238.3 mg으로 최대치를 나타낸 후 6~8월까지 근소하게 낮아진 상태를 유지하다가 10월에 128.9 mg으로 급격히 감소되었다. 한편 항산화력은 생장이 왕성한 봄~여름까지 95% 이상의 높은 상태를 유지하다가 10월에 91.1%로 약간 낮아지는 경향을 보였다. 총 페놀화합물과 항산화력 간의 상관관계에 있어서, 오디나무 잎의 상관계수가 가장 높았고, 다음으로 감, 개암, 및 살구나무 잎의 순이었다. 석류 잎은 상관계수가 0.506으로서 낮아서 총 페놀화합물과 항산화력 간에 상관성이 없는 것으로 나타났다.

[Submitted, December. 04, 2015; Revised, December. 10, 2015; Accepted, December. 10, 2015]

## References

1. Amaral, J. S., P. Valentao, P. B. Andrade, R. C. Martin, and R. M. Seabra. 2010. Phenolic composition of hazelnut leaves: Influence of cultivar, geographical origin and ripening stage. *Scientia Horticulturae* 126: 306-313.
2. Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier, and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Technology* 28: 25-30.
3. Jeong, H. R., Y. N. Jo, J. H. Jeong, H. J. Kim, and H. J. Heo. 2012. Nutritional composition and in vitro antioxidant activities of blueberry (*Vaccinium ashei*) leaf. *Kor. J. Food Preserv.* 19(4): 604-610.
4. Kang, J. Y., S. J. Kim, and S. Park. 2004. Changes in antioxidants of several plant leaves during growth. *J. Life Sci.* 14(1): 104-109.
5. Kim, K. H. and N. Matsuyama. 1998. A novel phytoalexin formed in mulberry leaves at the infection of *Phloeospora maculans*, causal agent of leaf spot. *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.* 43: 89-93.
6. Kondo, K. M. Kurihara, N. Miyata, T. Suzuki, and M. Toyota. 1999. Scavenging mechanisms of (-)-epicatechin gallate on peroxy radicals and formation of superoxide during the inhibitory action. *Free Radical Biol. Med.* 27: 855-863.
7. Matook, S. M. and H. Fumio. 2006. Evaluation of the antioxidant activity of extracts from buntan (*Citrus grandis* Osbeck) fruit tissues. *Food Chem.* 94: 529-534.

8. Mekni, M., R. Azez, M. Tekaya, B. Mechri, and M. Hamami. 2013. Phenolic, non-phenolic compounds and antioxidant activity of pomegranate flower, leaf and bark extracts of four Tunisian cultivars. *J. Medical Plants Res.* 7(17): 1100-1107.
9. Memon, A. A., N. Memon, D. L. Luthria, M. I. Bhager, and A. A. Pitafi. 2010. Phenolic acids profiling and antioxidant potential of mulberry leaves and fruits grown in Pakistan. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 60(1): 25-32.
10. Miller, N. J. and M. B. Ruiz-Larrea, 2002. Flavonoids and other plant phenols in the diet; their significance as antioxidants. *J. Nutr. Environm. Med.* 12: 39-51.
11. Oh, J. H., E. H. Kim, J. L. Kim, Y. I. Moon, Y. H. Kang, and J. S. Kang. 2004. Study on antioxidant potency of green tea by DPPH method. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 1079-184.
12. Oliveira, A. B., C. F. H. Moura, E. Gomes-Filho, C. A. Marco, L. Urban, and M. R. A. Miranda. 2013. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. *PLOS ONE.* 8(2): 1-6. [www.plosone.org](http://www.plosone.org).
13. Park, K. R., S. G. Lee, T. G. Nam, Y. J. Kim, Y. R. Kim, and D. O. Kim. 2009. Comparative analysis of catechins and antioxidant capacity in various grades of organic green teas grown in Bosung, Korea. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 41(1): 82-86.
14. Park, J. W., Y. J. Lee, and S. Yoon. 2007. Total flavonoids and phenolics in fermented soy products and their effects on antioxidant activities determined by different assays. *Kor. J. Food Culture* 22: 353-358.
15. Roussos, P. A. 2011. Phytochemicals and antioxidant capacity of orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana) juice produced under organic and integrated farming system in Greece. *Scientia Horticulturae* 129: 253-258.
16. Scabba, F., L. Sebastiani, and C. Vitagliano. 2001. Activities of antioxidant enzymes during senescence of *Prunus armeniaca* leaves. *Biol. Plantarum* 44(1): 41-46.
17. Shahidi, F. 2002. Phytochemicals in oilseeds. In: Meskin, M. S., Bidlack, W. R., Davies, A. J., Omaye, S. T. (Eds.), *Phytochemicals in Nutrition and Health*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 139-155.
18. Shahidi, F., C. Alasalvar, and C. M. Liyana-Pathirana. 2007. Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 55: 1212-1220.
19. Wu, C. S., Q. H. Gao, R. K. Kjelgrem, X. D. Guo, and M. Wang. 2013. Yields, phenolic profiles and antioxidant activities of *Zyziphus jujuba* Mill. in response to different fertilization treatments. *Molecules* 18: 12029-12040.

20. Young, J. E., X. Zhao, E. E. Carey, R. Welti, S. S. Yang, and W. Wang. 2005. Phytochemical phenolics in organically grown vegetables. *Mol. Nutr. Food Res.* 49: 1136-1142.
21. Zar, P. P. K., K. Sakao, F. Hashimoto, A. Morishita, M. Fujii, K. Wata, and D. X. Hou. 2013. Antioxidant and anti-inflammatory activities of loquat (*Eriobotrya japonica*) tea. *Functional Foods in Health and Disease* 3(11): 447-461.
22. Zhang, L., Y. Gao, Y. Zhang, J. Liu, and J. Yu. 2010. Changes in bioactive compounds and antioxidant activities in pomegranate leaves. *Scientia Horticulturae* 123: 543-546.
23. Zou, Y., S. Liao, W. Shen, F. Liu, and C. Tang. 2012. Phenolic and antioxidant activity of mulberry leaves depend on cultivar and harvest month in Southern China. *Int. J. Mol. Sci.* 13: 16544-16553.