韓藥作誌(Korean J. Medicinal Crop Sci.) 17(2) : 115 – 120 (2009)

이용부위 및 채취시기에 따른 꾸지뽕나무 메탄올 추출물의 항산화성

최소라*† · 유동현* · 김종엽* · 박춘봉* · 김대향* · 류 정**
*전라북도농업기술원 약초연구소, **전라북도농업기술원

Antioxidant Activity of Methanol Extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to Harvesting Parts and Time

So Ra Choi*†, Dong Hyun You*, Jong Yeob Kim*, Chun Bong Park*, Dae Hyang Kim*, and Jeong Ryu**
**Medicinal Plants Research Institute, Jeollabukdo ARES, Jinan 567-804, Korea.*
***Jeollabukdo Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea.*

ABSTRACT : To obtain the information on antioxidant activity by harvesting parts and time in *Cudrania tricuspidata* Bureau, total phenolic contents, flavonoid contents, superoxide dismutase (SOD) like activity and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* were investigated. Total phenolic contents was the highest in leaf [30.2~38.8 ㎎/g dry weight (DW)] and followed by root bark, stem bark, fruit, root except bark and stem except bark. Among harvesting time, total phenolic contents of leaf was the highest as 38.1~38.8 ㎎/g DW in May and June, and then decreased to October. Root bark harvested in April and May contained 26.6~27.8 ㎎/g DW total phenolic compounds and total phenolic content fell to a very low values at 1.8 ㎎/g DW in February. Flavonoid contents was very high in leaf and root bark. Especially, root bark harvested in April had the highest of flavonoid contents as 23.2 ㎎/g DW. As a result of simple linear regression analysis of total phenolic contents on flavonoid contents according to harvesting parts, it showed a high correlation ($p < 0.001$) with 0.57~0.97 R^2 (coefficient of determination). As RC_{50} value, that was, the concentration of sample required for 50% reduction of DPPH absorbance, was 13.7~20.5 ㎍/mL in leaf so DPPH radical scavenging activity was very high. But SOD like activity of 1,000 ㎍ extract/mL MeOH was a low value of 0.3~9.2% in all samples.

Key Words **:** DPPH Radical Scavenging Activity, Flavonoid Contents, SOD like Activity, Total Phenolic Contents

서 언

충청 이남 지역 야산에서 자생하고 있는 꾸지뽕나무 (*Cudrania tricuspidata* Bureau)는 뽕나무科 (Moraceae)에 속하는 낙엽활엽 소교목으로 자웅이주이며 줄기에는 1.0~3.5 ㎝의 가시가 있고 근피는 황색을 띠면서 천근성이며 10월경 붉은 열매가 맺히는 특징이 있다. 생약명으로 꾸지뽕나무 樹幹을 자목 (柘木)이라 하는데 잎은 누에를 칠 때 뽕잎 대용으로 쓰고 열매는 식용으로 잼을 만들거나 술을 담그는데 이용하였다. 동의보감에는 자양, 강장 효능이 있고 신체허약증, 정력 감퇴, 음위, 불면증, 시력감퇴 등에 효과가 크며, 줄기껍질과 뿌리는 여성 질환에 좋다고 기록되어 있다.

최근 꾸지뽕나무의 항산화 (Chon *et al.*, 2005; Lee, 2002; Lee *et al.*, 1994), 항암 (Lee *et al.*, 1994), 항당뇨 (Park *et al.*, 2001), 항균 (Lee *et al.*, 2004) 등에 관한 연구가 활발해짐에 따라 전남 · 북 지역을 중심으로 재배면적이 급속히 늘어가고 있다. 특히 꾸지뽕나무의 여러 부위는 항산화성이 높은 것으로 조사되었는데, Chon *et al.* (2005)에 의해 잎 메탄올 추출물에서 높은 생리활성을 보이는 dihydroquercetin 7-*O*-β-D-glucopyranoside 등 8종의 성분이 확인 동정되어 천연항산화제로써 개발가능성이 제기된 바 있으며 수피 역시 taxifolin, orobol, eridictyol, dihydrokaempferol, steppogenin 등과 같은 플라보노이드계 화합물에 의해 높은 항산화성이 보인다고 한다 (Lee *et al.*, 1994). 또한 근피의 ethylacetate와 ether 분획물에서 높은 항산화성을 보이는 6-*p*-hydroxybenzyl kaempferol-7-*O*-β-D-glucopyranoside 등을 비롯한 4종의 플라보노이드가 확인된 바 있으며 (Lee, 2002) 열매의 경우에는 추출온도와 용매에 따른 항산화 활성이 조사되었으나 (Cha *et al.*, 1999; Cha & Cho, 2001) 주요 활성성분은 아직까지 동정되지 않았다.

사철쑥, 화살나무 등과 같은 자원식물의 항산화성은 이용부위 뿐만 아니라 수확시기에 따라서도 매우 차이가 많은데

†Corresponding author: (Phone) +82-63-433-7452 (E-mail) sora0909@jeonbuk.go.kr
Received March 3, 2009 / Revised March 23, 2009 / Accepted March 30, 2009

Table 1. Characteristics of *Cudrania tricuspidata* fruits used in this experiment.

Stages of fruit ripening	Length (㎜)	Diameter (㎜)	Weight (g)	Color
Unripe fruit	21.3 d†	24.5 d	7.3 c	Green
Middle ripe fruit I	25.2 c	26.6 c	10.0 c	Orange + green
Middle ripe fruit II	27.4 b	31.5 b	15.0 b	Brilliant red
Ripe fruit	31.7 a	36.1 a	25.1 a	Red
Overripe fruit	31.3 a	37.1 a	27.0 a	Dark red

†Means with the same letters in column are not significantly differnet at the 5% level by DMRT.

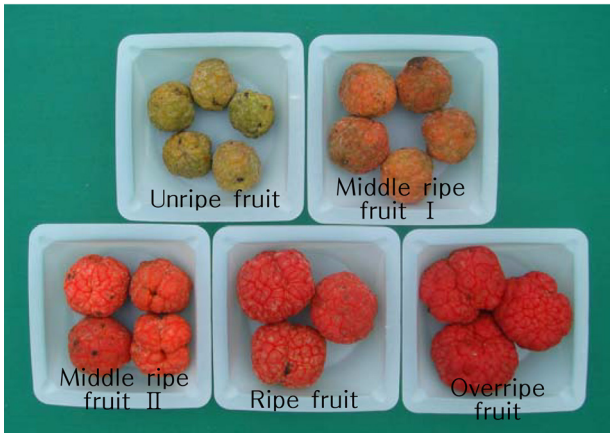

Fig. 1. Morphological changes of *Cudrania tricuspidata* fruits by ripening stages.

(Choi *et al.*, 2008; Seo, 2003) 현재 꾸지뽕나무의 항산화성에 관한 연구는 이용부위에 국한되어 있다. 따라서 본 연구는 천연 항산화제로 개발 가능성이 높은 꾸지뽕나무의 이용부위와 채취시기에 따른 항산화성을 비교 · 검토하고자 한다.

재료 및 방법

꾸지뽕나무의 시료는 진안 백운 시험포에서 2006년에 채취되었으며 항산화성 검정을 위해 줄기 (수피 제외), 수피, 뿌리 (근피 제외), 근피, 잎으로 이용부위를 나누었으며 2월부터 10월까지 채취하였다. 열매는 10월 11일 채취하여 성숙정도에 따라 5단계로 분리하였는데 (Fig. 1) 성숙될수록 열매의 종경과 횡경이 증가하는 경향이었지만 적숙과와 과숙과는 큰 차이가 없었다 (Table 1). 또한 미성숙 열매는 초록색을 많이 띠었으나 성숙될수록 붉은색이 많아졌다. 준비된 시료는 열풍건조기에 넣고 45℃에서 24시간 건조 후 마쇄하여 500 ㎛ 이하로 선별하였다.

항산화 활성 분석

1) 총 페놀 함량

Folin-Denis 방법을 변형시켜 실시하였다. 시료 1 g을 메탄올 30 mL에 넣어 24시간 25℃에서 200 rpm으로 3회 진탕추출한 후 100 mL로 정량하였다. 2 mL tube에 메탄올 추출액 50 μL를 넣고 증류수를 가하여 1 mL로 만든 후 0.1 mL Folin-Ciocalteau's phenol reagent를 가하여 혼합하고 3분간 실온에 방치하였다. 이 용액에 Na_2CO_3 포화용액 0.2 mL를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 2 mL로 만든 후 실온에서 1시간 방치하여 1,000 × g에서 10분간 원심분리하였다. 상층액 250 μL를 micro plate에 옮긴 후 ELISA reader (Spectra Max 190, Molecular Devices, U.S.)로 725 ㎚의 흡광도를 측정한 후 caffeic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 페놀 함량을 3반복으로 구하였다.

2) 플라보노이드 함량

총 페놀 분석과 동일한 시료 200 μL에 diethyleneglycol 500 μL를 넣고 1 N NaOH 50 μL를 혼합하여 vortexing 한 후 37℃ 항온수조에서 1시간 동안 진탕하고 ELISA reader로 420 ㎚에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 표준물질로 naringin을 사용하였으며 3반복으로 분석하였다.

3) SOD 유사활성 검정

Marklund & Marklund (1975)의 방법을 변형시켜 분석하였다. 시료를 메탄올로 추출하여 농축한 후 용매 메탄올 1 mL 당 1,000 ㎍로 희석하였다. 시료 희석액 0.2 mL, Tris HCl buffer (50 mM Tris (hydroxymethyl) aminomethane with 10 mM EDTA, pH 8.5) 2.6 mL, 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25℃에서 10분간 반응시키고 0.1 N HCl 0.1 mL로 반응을 중지시킨 후 반응액 중 산화된 pyrogallol 양을 ELISA reader를 사용하여 420 ㎚ 흡광도를 3반복으로 측정하였다. SOD 유사활성은 메탄올 첨가구의 pyrogallol 처리 전 · 후 흡광도 변화에 대한 시료 첨가구의 pyrogallol 처리 전 · 후 흡광도 변화를 백분율로 나타내었다. 이 때 항산화제 ascorbic acid를 같이 처리하였다.

4) DPPH 라디칼 소거능에 의한 RC_{50} 검정

시료를 메탄올로 추출하여 농축한 후 용매 메탄올 1 mL 당 2~500 ㎍ 농도로 희석하였다. Microplate 96 well에 희석액 250 μL와 0.1 mM DPPH 50 μL를 넣고 실온에서 30분간 반응시킨 후 517 ㎚에서 흡광도를 측정하였다. 대조구의 흡광도에서 50% 감소된 흡광도를 나타내는 시료 농도를 계산하여

RC_{50}으로 표시하였으며 3반복으로 측정하였다. 항산화제인 BHA (butylated hydroxianisole), BHT (butylated hydroxytoluene)의 RC_{50}도 검정하였다.

5) 통계분석

총페놀과 플라보노이드 함량과의 관계를 알아보고자 이용부위별로 단순 회귀분석을 하였다. 통계프로그램은 SAS system, release 8.01 (SAS institute Inc, Cary, N.C., U.S.)를 이용하였다.

결과 및 고찰

꾸지뽕나무 이용부위별 메탄올 추출물의 총페놀 함량은 잎 > 근피 > 수피 > 열매 > 뿌리 (근피 제외), 줄기 (수피 제외) 순으로 나타났다 (Table 2). 잎의 경우 5월과 6월 총페놀 함량이 38.1~38.8 ㎎/g DW로 가장 높았으며 이후 10월까지 감소하였기 때문에 항산화성이 높은 잎 침출차 개발시 5월, 6월에 채취해야 할 것으로 생각된다. 반면 근피의 경우 4월, 5월, 9월에 24.3~27.8 ㎎/g DW인데 비해 2월 1일 채취시 1.8 ㎎/g DW로 현저히 낮아 휴면기간 동안 총페놀 함량이 급격히 감소함을 알 수 있었다. 수피는 5월과 10월에 18.2~19.2 ㎎/g DW로 높았으며 7월에 11.5 ㎎/g DW로 떨어지는 경향이었다. 줄기 (수피 제외)와 뿌리 (근피 제외) 역시 총페놀 함량이 5월 채취시 높았으며 열매는 성숙이 진행될수록 총페놀 함량이 증가하였다.

Lee *et al.* (2007) 역시 꾸지뽕나무 80% 에탄올 추출물의 항산화성을 조사하여 총페놀 함량은 잎 > 근피 > 뿌리 > 줄기 > 가시 순이며 생체 1 g 당 잎은 1,228~1,293 ㎎/g, 나머지 부위는 223~543 ㎎/g을 보인다고 보고하였다. 산뽕나무 (*Morus bombycis*) 부위별 메탄올 추출물의 총페놀 함량은 줄기 > 뿌리 > 열매 > 잎 순으로 분석되었는데 (Sa *et al.*, 2004) 꾸지뽕나무와는 다소 차이가 있었다.

페놀 화합물 중 플라보노이드는 anthocyanin과 anthoxanthine을 포함하는 비질소성의 생물색소로 anthoxanthine은 꽃잎이 노란색을 띠게 하고, anthocyanin은 가을철 잎이 자색과 적자색을 띠게 하며 눈과 어린줄기가 붉은 색을 띠게 되는 주원인이 된다. 플라보노이드는 $^1O_2$, O_2^-와 결합하여 안정한 complex를 형성하여 지질 과산화에 대한 항산화제로 밝혀져 있다.

꾸지뽕나무의 플라보노이드 함량은 총페놀 함량과 비슷한 경향을 보였으나 함량면에서 다소 적었다 (Table 2). 여러 채취부위와 시기 중 4월 5일 채취된 근피에서 플라보노이드 함량이 23.2 ㎎/g DW로 가장 높았다. 꾸지뽕나무 근피의 항산화 활성을 검정하여 Lee (2002)는 플라보노이드 4종을 분리하였는데 6-p-hydroxybenzyl kaempferol-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside, 6-p-*O*-hydroxybenzyl quercetin-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside, kaempferol-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside, quercetin-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside로 동정하였다. 또한 근피에서 *Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Bacillus cereus* 등의 병원균에 항균성을 보이는 prenylated 플라보노이드인 euchrestaflavanone B, C 등도 분리되었다 (Lee *et al.*, 2004). Park *et al.* (1992)에 의해 잎과 목부의 ethlyacetate fraction으로부터 4가지 플라보노이드 성분이 분리되었는데 잎에서는 kaempferol, kaempferol-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside, 목부에서는 kaemferide-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside, naringenin kaempferol-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside 성분이 확인된 바 있다. 그 가운데 잎의 kaempferol-7-*O*-*β*-D-glucopyranoside 성분은 항염과 항균효과가 있는 것으로 밝혀졌다 (Kim *et al.*, 1993). 수피의 ethylacetate 추출물에서 항암활성을 나타내는 황색을 띠는 gericudranin A, B, C, D, E

Table 2. Total phenolic contents and flavonoid contents according to harvesting parts and time in *Cudrania tricuspidata*.

Harvesting parts	Harvesting time		Total phenolic contents (㎎/g DW)	Flavonoid contents (㎎/g DW)
Stem except bark	Mar.	20	3.0 b†	1.3 a
	Apr.	25	2.9 c	1.0 bc
	May	24	3.8 a	1.2 a
	Jun.	19	2.0 e	0.7 d
	Jul.	25	2.2 d	1.1 ab
	Sep.	7	2.2 d	0.9 c
	Oct.	11	1.9 e	0.6 d
Stem bark	Mar.	20	15.2 b	5.3 cd
	Apr.	25	15.8 b	5.9 b
	May	24	18.2 a	6.8 a
	Jun.	19	14.8 b	5.1 de
	Jul.	25	11.5 c	4.7 e
	Sep.	7	12.6 c	5.1 de
	Oct.	11	19.2 a	5.8 bc
Root except bark	Feb.	1	1.0 d	0.3 d
	Apr.	5	3.1 c	2.5 c
	May	24	5.3 a	4.2 a
	Sep.	7	5.0 b	3.5 b
Root bark	Feb.	1	1.8 c	0.8 d
	Apr.	5	26.6 a	23.2 a
	May	24	27.8 a	16.4 b
	Sep.	7	24.3 b	13.9 c
Leaf	May	24	38.8 a	18.6 a
	Jun.	19	38.1 ab	19.1 a
	Jul.	25	35.9 b	18.5 a
	Sep.	7	31.8 c	15.4 b
	Oct.	11	30.2 c	14.4 b
Unripe fruit	Oct.	11	9.7 c	2.1 c
Middle ripe fruit I	Oct.	11	9.8 c	2.8 b
Middle ripe fruit II	Oct.	11	10.3 bc	3.0 b
Ripe fruit	Oct.	11	11.0 ab	3.4 a
Overripe fruit	Oct.	11	11.6 a	3.6 a

†Means with the same letters in column are not significantly different at the 5% level by DMRT.

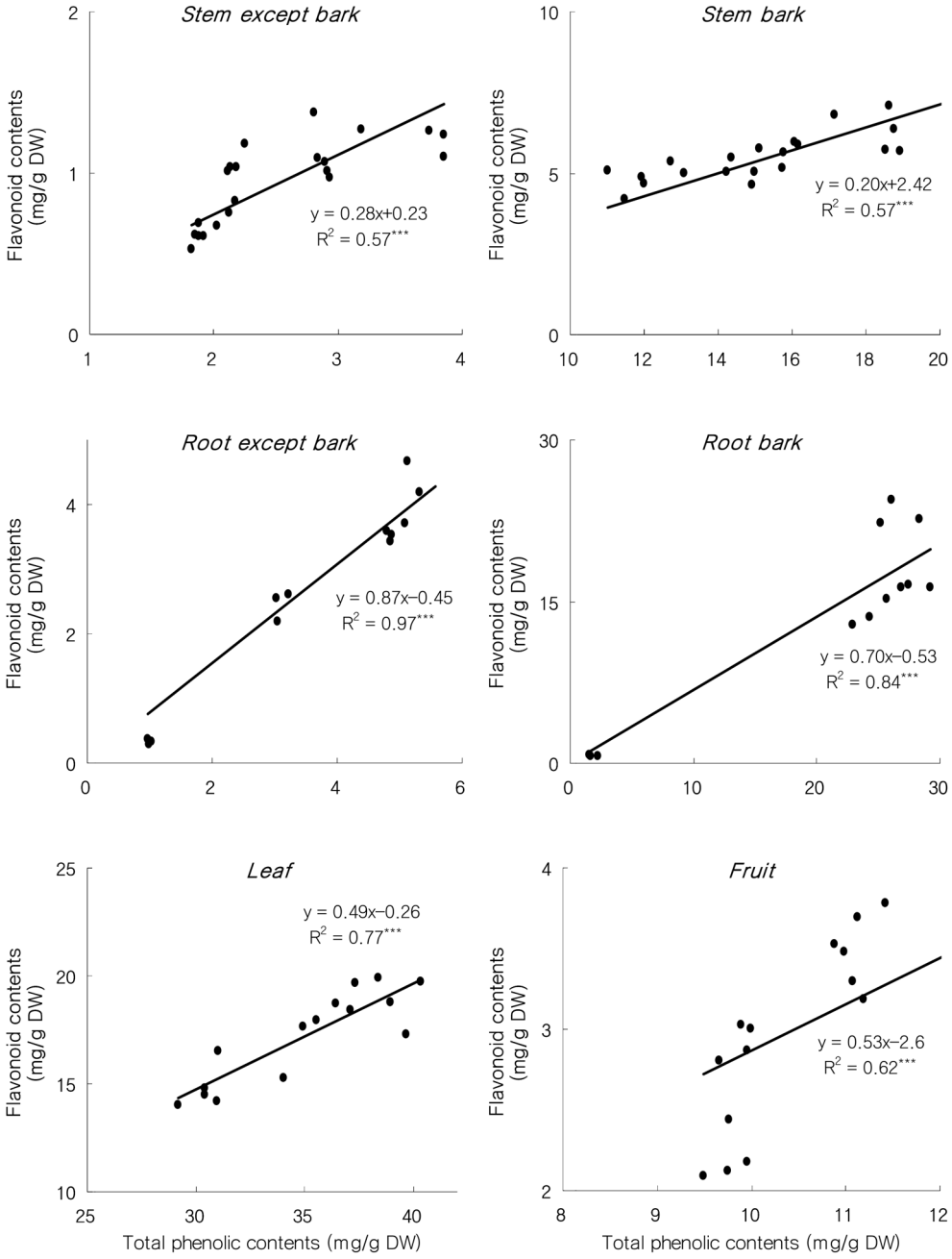

Fig. 2. Simple linear regression of total phenolic contents on flavonoid contents according to harvesting parts in *Cudrania tricuspidata*.

등이 분리되었으며 (Lee *et al.*, 1996) 암세포 성장 저해 및 항산화 물질인 toxifolin, orobol, eriodictyol, dihydrokaempferol, steppogenin 등도 분리된 바 있다 (Lee *et al.*, 1994).

꾸지뽕나무와 근연식물인 가시꾸지뽕나무 (*C. cochinchinensis* var. *gerontogea*)의 뿌리에서 분리된 xanthone 화합물 역시 높은 지질 과산화에 대한 항산화능을 가짐이 보고된 바 있다 (Chang *et al.*, 1994). 잎의 플라보노이드 함량은 14.4~19.1 ㎎/g DW를 보였으며 5월~7월 채취시 18.5~19.1 ㎎/g DW로 높았다.

총폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량은 서로 밀접한 상관관계가 보고된 바 있는데 (Jeong *et al.*, 2007) 본 연구에서도 고도의 연관성 ($p < 0.001$)이 인정되었다 (Fig. 2). 그러나 이용부위별 회귀계수는 상당히 다른 것으로 분석되었다. 근피와 뿌리 (근피 제외)의 회귀계수는 0.70~0.87로 높은 반면 열매는 0.53, 잎은 0.49, 수피와 줄기 (수피 제외)는 0.20~0.28로 비교적 낮았다. 특히 뿌리 (근피 제외)와 근피의 결정계수 R^2는

0.84~0.97로 총페놀과 플라보노이드 함량의 연관성이 매우 높았으며 나머지 부위의 결정계수 R^2는 0.57~0.77을 보였다.

SOD는 인체 내에서 superoxide를 H_2O_2로 전환시킨 후 peroxidase나 catalase에 의해 최종적으로 물과 산소로 변환시키는 단백질로 열과 pH에 불안정하기 때문에 안정적인 SOD 유사활성 물질을 찾고자 하는 연구가 활발히 진행 중이다. 자원식물 중 높은 SOD 유사활성을 나타내는 식물로는 배암차즈기가 있으며 920 μg/mL 농도에서 62.11%의 높은 활성을 보인다 (Lim *et al.*, 2007). 하지만 꾸지뽕나무의 경우 1,000 μg/mL 농도에서 0.3~9.2%의 낮은 활성을 보였다 (Table 3). 높은 SOD 활성을 나타내는 부위는 2월 1일 수확된 뿌리 (근피 제외)와 근피로 8.9~9.2%를 보였다. 총페놀 함량이 높았던 잎은 2.9~6.6%로 나타나 총페놀과 플라보노이드 함량과는 다른 결과를 보였다. 수확시기 중 줄기 (수피 제외) 부분은 5월, 잎은 6~9월 수확시 SOD 활성이 높았다. 또한 열매에서는 SOD 유사활성이 중간성숙과 II와 적숙과에서 다소 높았으며 ascorbic acid의 경우 100 μg/mL에서 11.6%, 1,000 μg/mL에서 98.1%의 활성을 보였다.

꾸지뽕나무 메탄올 추출물을 2~500 μg/mL 농도로 조절하여 DPPH 소거능을 검정하고 free radical 소거능이 50%인 시료농도 RC_{50}을 구하여 항산화성을 비교하였다 (Table 3). 본 실험에서 합성 항산화제인 BHA (butylated hydroxianisole)와 BHT (butylated hydroxytoluene)의 RC_{50}이 각각 2.1 μg/mL, 15.5 μg/mL이었다. 잎은 RC_{50} 값이 13.7~20.5 μg/mL로 낮아 다른 부위에 비해 항산화성이 높은 경향이었으며 채취시기에 큰 영향을 받지 않았다. 근피는 2월 1일 채취시 156.6 μg/mL로 free radical 소거능이 떨어졌으나 채취시기가 늦어질수록 RC_{50}이 낮아져 9월 7일 채취시 12.0 μg/mL로 가장 낮아 항산화성이 높았다. 뿌리 (근피 제외)는 근피에 비해 라디칼 소거능이 낮았으나 비슷한 경향이었다 수피의 RC_{50}은 18.6~34.8 μg/mL를 보였으며 줄기 (수피 제외)는 34.3~132.0 μg/mL로 RC_{50} 값의 변화가 심했는데 특히 10월 11일 높았다. 열매는 다른 부위에 비해 DPPH radical 소거능이 떨어지는 경향이었는데 성숙될수록 RC_{50}은 증가하여 항산화성이 감소하였다. Lee *et al.* (2007) 역시 꾸지뽕나무 80% 에탄올 추출물의 DPPH 소거능이 잎에서 30~35%로 높고 근피 > 뿌리 > 가시, 줄기 순이라 하였다. DPPH 소거능을 보이는 잎의 성분이 Chon (2003)에 의해 dihydroquercetin 7-*O*-β-D-glucopyranoside 등 8종으로 동정된 바 있다. 또한 근피에서는 RC_{50}이 4.03~5.94 μg/mL를 보이는 항산화 물질 6-p-hydroxybenzyl kaempferol-7-*O*-β-D-glucopyranoside, 6-p-hydroxybenzyl quercetin-7-*O*-β-D-glucopyranoside, kaempferol-7-*O*-β-D-glucopyranoside, quercetin-7-*O*-β-D-glucopyranoside 등 4종이 분리되었다 (Lee, 2002).

반면 산뽕나무 메탄올 추출물의 RC_{50}은 잎 > 열매 > 뿌리 > 줄기 순으로 꾸지뽕나무와 다른 결과를 보였다 (Sa *et al.*, 2004).

따라서 꾸지뽕나무 메탄올 추출물의 항산화성을 검정한 결

Table 3. SOD like activity and DPPH radical scavenging activity according to harvesting parts and time in *Cudrania tricuspidata*.

Harvesting parts	Harvesting time		SOD like activity (%)[†]	DPPH radical scavenging activity [RC_{50} (μg/mL)[‡]]
Stem except bark	Mar.	20	3.2 b[§]	63.5 d
	Apr.	25	3.2 b	42.9 e
	May	24	6.2 a	34.3 f
	Jun.	19	3.4 b	94.1 b
	Jul.	25	2.4 c	78.3 c
	Sep.	7	3.8 b	44.1 e
	Oct.	11	1.8 d	132.0 a
Stem bark	Mar.	20	1.8 ab	31.7 a
	Apr.	25	0.3 d	34.3 a
	May	24	0.9 cd	19.3 c
	Jun.	19	1.6 bc	32.0 a
	Jul.	25	1.9 ab	34.8 a
	Sep.	7	2.4 a	24.2 b
	Oct.	11	1.5 bc	18.6 c
Root except bark	Feb.	1	9.2 a	247.9 a
	Apr.	5	4.9 c	98.6 b
	May	24	4.3 c	72.9 c
	Sep.	7	6.2 b	52.5 d
Root bark	Feb.	1	8.9 a	156.6 a
	Apr.	5	2.6 c	20.1 b
	May	24	4.2 b	16.0 c
	Sep.	7	3.6 b	12.0 d
Leaf	May	24	2.9 c	14.4 a
	Jun.	19	5.9 ab	14.7 a
	Jul.	25	6.3 ab	19.1 b
	Sep.	7	6.6 a	20.5 b
	Oct.	11	5.6 b	13.7 a
Unripe fruit	Oct.	11	0.4 c	186.0 c
Middle ripe fruit I	Oct.	11	0.3 c	166.8 d
Middle ripe fruit II	Oct.	11	3.9 a	187.8 c
Ripe fruit	Oct.	11	3.5 a	271.7 b
Overripe fruit	Oct.	11	2.1 b	358.8 a
Antioxidants				
Ascorbic acid (μg/mL)		100	11.6 e	
		250	31.0 d	
		500	60.8 c	
		750	89.6 b	
		1,000	98.1 a	
BHA (butylated hydroxianisole)				2.1±0.2[¶]
BHT (butylated hydroxytoluene)				15.5±2.5

[†]Sample concentration was 1,000 μg/mL MeOH.
[‡]RC_{50} value is the concentration of sample required for 50% reduction of DPPH absorbance.
[§]Means with the same letters in column are not significantly different at the 5% level by DMRT.
[¶]Each values represented mean±SE.

과 총페놀 함량은 잎 > 근피 > 수피 > 열매 > 뿌리 (근피 제외), > 줄기 (수피 제외) 순으로 나타났으며 플라보노이드 함량도 비슷한 경향이었다. 특히 총페놀과 플라보노이드 함량은 5월, 6월 잎에서 높았고 DPPH radical 소거능은 2월 수확된 근피에서 가장 양호하였으며 SOD 유사활성은 2월에 수확된 뿌리 (근피 제외)와 근피에서 높았다. 이러한 결과는 금후 꾸지뽕나무의 항산화성을 이용한 다양한 가공품 생산에 효과적으로 응용이 가능할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청의 지역특화기술개발 연구사업으로 수행된 연구(RIMS 코드 : 20070201035051) 결과의 일부이므로 연구비 지원에 깊은 감사를 드립니다.

LITERATURE CITED

Cha JY and Cho YS. (2001). Antioxidative activity of extracts from fruit of *Cudrania tricuspidata*. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 30:547-551.

Cha JY, Kim HJ, Chung CH and Cho YS. (1999). Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 28:1310-1315.

Chang CH, Lin CC, Hattori M and Namba T. (1994). Effects on anti-lipid peroxidation of *Cudrania cochichinensis* var. *gerontogea*. Journal of Ethnopharmacology. 44:79-85.

Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Ryu J, Kim DH and Eun JS. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of *Artemisia capillaris* Thunberg. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:112-117.

Chon IJ. (2003). Anti-oxidant compounds from *Cudrania tricuspidata* leaves. Master Thesis, Jungang University, Seoul, Korea.

Chon IJ, Lee SW, Cha JH, Han JH and Whang WK. (2005). Anti-oxidant compounds of *Cudrania tricuspidat*a leaves. Yakhak Hoeji. 49:416-421.

Jeong JA, Kwon SH, Kim YJ, Shin CS and Lee CH. (2007). Investigation of antioxidative and tyrosinase inhibitory activities of the seed extracts. Korean Journal of Plant Resources. 20:177-184.

Kim SH, Kim NJ, Choi JS and Park JC. (1993). Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 22:68-72.

Lee BW, Kang NS and Park KH. (2004). Isolation of antibacterial prenylated flavonoids from *Cudrania tricuspidata*. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. 47:270-273

Lee IK, Kim CJ, Song KS, Kim HM, Koshino H, Uramoto M and Yoo ID. (1996). Cytotoxic benzyl dihydroflavonols from *Cudrania tricuspidata*. Phytochemistry. 41:213-216.

Lee IK, Song KS, Kim CJ, Kim HM, Oh GT and Yoo ID. (1994). Tumor cell growth inhibition and antioxidative activity of flavonoids from the stem bark of *Cudrania tricuspidata*. Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. 37:105-109.

Lee JS, Han GC, Han GP and Nobuyuki K. (2007). The antioxidant activity and total polyphenol content of *Cudrania tricuspidata*. Journal of the East Asian Society of Dietary Life. 17:696-702.

Lee SJ. (2002). Antioxidative activity of flavonoid compounds from *Cudrania tricuspidata* root bark. Master Thesis, Jungang University, Seoul, Korea.

Lim JA, Yun BW and Baek SH. (2007). Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of methanol extract from *Salvia plebeia* R. BR. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:183-188.

Marklund S and Marklund G. (1975). Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. European Journal of Biochemistry. 47:468-474.

Park JC, Young HS and Choi JS. (1992). Constituents of *Cudrania tricuspidata* in Korea. Yakhak Hoeji. 36:40-45.

Park WY, Ro JS and Lee KS. (2001). Hypoglycemic effect of *Cudrania tricuspidata* root bark. Korean Journal of Pharmacognosy. 32:248-252.

Sa JH, Jin YS, Shin IC, Shim TH and Wang MH. (2004). Photoprotective effect and antioxidative activity from different organs of *Morus bombycis* Koidzumi. Korean Journal of Pharmacognosy. 35:207-214.

Seo KS, Lim JK, Park JH, Kim CH, Chung GY and Jeong CH. (2003). Antioxidant activity and biological properties in extracts of *Euonymus alatus* (Thunb.) Sieb.. Korean Journal of Life Science. 13:1-8.