

## 구기자 유전자원의 에탄올 추출물의 항산화활성 비교

안태환\* · 이석영\*\* · 조진웅\*<sup>†</sup>

\*충남대학교 농업생명과학대학, \*\*농촌진흥청 농업유전자원센터

### Comparison on Antioxidant Activity of Ethanolic Extracts of Chinese Matrimony Vine (*Lycium chinensis* M.)

Tae-Hwan An\*, Suk-Young Lee\*\*, and Jin-Woong Cho\*<sup>†</sup>

\*Department of Crop Science, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

\*\*Department of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT** This experiment was conducted to find out high antioxidant activity varieties of chinese matrimony from the 131 accessions which conserved at Cheongyang Gugija Experiment Station. The status of the 131 accessions were composed 21 of local varieties, 20 of introduced species and 90 of improved races. The anti-oxidant activity using DPPH and IC<sub>50</sub>, 45 accessions out of 90 showed high activity in free radical scavenging ability as less than 200  $\mu\text{g}/\text{ml}$  in improved races, while nine and six accessions from the introduced species and local varieties, respectively. At the stem part, the highest three anti-oxidant varieties among 131 accessions are “C0148-94”, “D0148-72” and “Cheongdae”, while China collection 1 in leaf part. Since “Cheongdae” is the progeny from the “Cheongyang Jaerae 5” and “Myungan” and those two varieties, “C0148-94” and “D0148-72” are from the Myungan and Cheongdae, high anti-oxidant activity can be inherited in Chinese matrimony vine.

**Keywords** : chinese matrimony, antioxidant, DPPH, Plant Genetic Resources, electron donating ability, IC<sub>50</sub>

**최근** 인간의 삶이 윤택해지고 풍요로워짐에 따라 생명연장과 노화방지에 관심이 집중되어지고 있다. 식량과 생활환경은 좋아지고 있지만 거기에 더해지는 환경오염과 화학물질, 자외선, 혈액순환장애, 스트레스 등은 인간의 노화와 만성적 질병을 일으키는 원인이 되고 있다(Miquel, 1989). 이런 노화와 만성적 질병을 일으키는 원인은 산소가 과잉생산된 것이다. 이렇게 과잉 생산된 활성산소는 사람 몸속에서

산화작용을 일으켜 세포막, DNA, 그 외의 모든 세포 구조가 손상당하고 손상의 범위에 따라 세포가 기능을 잃거나 변질된다. 류마티스성 관절염, 세균성이나 바이러스성 감염, 심장병, 파킨스병, 알츠하이머, 암, 세포노화 등이 활성산소에 의해 유발된다고 알려져 있다(Aruoma, 1998). 따라서 이러한 활성산소를 억제하는 항산화 저해제로서 butylated hydroxy anisol(BHA), butylated hydroxy toluene(BHT) 등 합성항산화제와 천연항산화제인 phenolic compound, ascorbic acid, tocopherol, carotenoid, flavonoid 등이 있으며, 이런 성분들은 대부분 과일이나 야채, 식물 잎과 같은 식물성 원료에 다량으로 함유되어 있는 것으로 확인되었다(Brieskorm *et al.*, 1964).

천연항산화제들은 항산화력이 비교적 낮고, 합성항산화제의 경우에는 생체효소 및 지방의 변이원성 및 독성으로 인체에 암을 유발한다는 보고가 있어(Kim *et al.*, 1995) 보다 안전하고 효력이 강한 천연항산화제의 개발이 요구되고 있다.

구기자 나무(*Lycium chinensis* Miller)는 가지과 (Solanaceae)에 속하는 낙엽덩굴성 관목으로 온대, 아열대 지역에 분포되어 있으며 우리나라를 비롯하여 중국 동북부, 대만, 일본 등지에서 재배 및 자생되고 있고(Park, 2000) 전초가 약용으로 이용되고 있어 열매를 구기자(Lycii Fructus), 잎을 구기엽(Lycii Folium), 뿌리껍질을 지골피(Lycii Cortex)라고 하며 약효가 각각 달라서 다른 용도로 사용되고 있다(Park, 2000).

동의보감에서 구기자는 자양, 강장, 보혈, 지갈, 보정기 등에 효능이 있는 것으로 기술되어 있으며, 본초강목에는 구기자를 복용하면 근골을 단단하게 하며 몸이 가벼워져 늙

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5725 (E-mail) jwcho@cnu.ac.kr

<Received 1 November, 2011; Revised 5 November, 2011; Accepted 30 January, 2012>

지 않고 더위와 추위를 타지 않으며 독성이 없고 염증, 갈증을 수반하는 당뇨병이나 신경이 마비되는 질병에 좋다고 기록되어 있다(Han *et al.*, 1985; 김, 1989).

본 연구는 구기자의 이용성을 높이고자 우리나라에서 이용되거나 품종육성모본으로 사용되는 구기자 유전자원을 131점을 대상으로 열매에 비하여 이용도가 낮은 잎과 줄기 부위를 대상으로 항산화활성이 높은 자원을 선발하고자 하였으며 그 결과를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

본 시험에 사용된 재료는 충청남도 농업기술원 청양 구기자시험장에서 유전자원으로 보존되고 있는 131점으로, 도입종 20점, 재래종 21점, 육성품종 또는 계통 90점으로 구성되어 있다. 시험에 사용한 구기자 줄기와 잎은 2010년 5월 10일에 채취하였고, 줄기는 2009년 11월에 채취하여 40°C에서 건조한 후 분말화 하여 4°C 저장고에 보관하며 실험에 사용하였다.

### 추출물 제조

본 시험의 추출물 작성에 사용한 ASE-200(Accelerated Solvent Extraction, Dionex, USA)은 고속용매추출 장치로 고온(200°C 이하), 고압(500~3000 psi 이하) 하에서 적은 양의 유기용매를 사용하여 반고체 시료 중의 유기물을 추출하는 장비이다. 추출용매는 99.9%의 에탄올을 사용하였으며, 구기자 줄기 분쇄물 7 g을 추출용 cell(33 ml)에 넣고 충전제와 필터를 채운 후 추출기에 장착하였다. 추출에 적용한 기기조건은 Heat 5 min, Static 5 min, Flush% 50 vol, Nitrogen purge 60 sec, Cycle 1, Pressure 1500 psi, Temperature 70°C 이었다. ASE-200에서 추출된 구기자 줄기 추출물을 Sample holder를 사용하여 rotary evaporator(GENEVAC UK/EZ-2 Plus, CM Corporation, UK)에 장착 시킨 후 40°C 조건하에 추출물이 완전히 건조될 때까지 농축 시킨 다음 4°C 저장고에 보관해 두고 실험에 사용하였다.

### 총 페놀함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(Folin, O. and Denis W. 1912)으로 측정하였다. 건조된 시료 0.1 g을 70% 에탄올 2 ml에 추출한 후 원심분리 후 상징액 1 ml을 10배 희석하여 사용하였다. 추출물 100  $\mu$ l와 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent (2N) 100  $\mu$ l를 혼합하여 3분 동안 반응 시킨 다음 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 100  $\mu$ l을 첨가하여 상온에서 40분간 반응시킨 후 microplate reader(D.I Corporation)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를

측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 표준곡선을 이용하여 검량선을 작성하여 총 페놀 함량을 계산하였다.

### 항산화 활성평가를 위한 DPPH 및 IC<sub>50</sub>값 산출

DPPH-용액(추출용매로 제조)과 추출물을 혼합하여 상온에서 30분간 반응 시킨 후 microplate reader(D.I Corporation)를 이용하여 518 nm에서 흡광도를 측정하여 값을 구하였다(이와 이, 2004)

DPPH에 의한 전자공여능(EDA; Electron donating ability) 조사는 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타낸다.

$$\text{전자공여능 (EDA, \%)} = 1 - (A/B) * 100$$

A: 시료첨가구의 흡광도, B: 시료무첨가구의 흡광도

IC<sub>50</sub>은 각 시료가 DPPH radical형성을 50% 억제하는데 필요한 시료의 양(IC<sub>50</sub>,  $\mu$ g/ml)으로 나타낸다. 3가지의 농도의 absorbance를 X%로 변환 후 y=ax+b(일차방정식)을 이용해서 기울기와 절편을 구하여 IC<sub>50</sub>[(0.5-절편)/기울기] 값을 구하였다.

### 구기자 유전자원 잎과 줄기의 Phenol 성분 분석

Phenol 함량은 High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)법을 이용하여 분석하였다(Chung, 2004). 줄기와 잎을 진공 상태에서 동결건조 시켜준 후 분쇄하여 2 g씩 칭량하여 삼각 flask에 넣고 Acetonitrile 10 ml과 0.1N HCl 2 ml을 첨가하여 실온에서 2시간 shaking 한 후 What man No. 42를 이용하여 여과하였다. 여과된 액을 30°C 이하, 진공조건에서 농축시키고, 농축된 시료를 80% Methanol(HPLC용) 10 ml으로 재용해 시킨 후 Syringe filter 0.2  $\mu$ m을 이용하여 재 여과한 후 LC vial에 담아서 분석시료로 사용하였다. 각 성분의 종류는 peak의 retention time을 바탕으로 동정하였으며, 함량은 peak의 면적에 의해 산출된 값으로 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 구기자 유전자원 잎 및 줄기의 유전자원의 항산화활성 (Anti-Oxidant Activity) 측정

전자공여능은 시료의 flavonoid 및 polyphenol성 물질 등에 대한 항산화 작용의 지표(Hertog *et al.*, 1993)라 하였고, 이러한 물질들이 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는

능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성 산소를 비롯한 다른 radical에 대한 소거 활성을 기대할 수 있으며, 인체 내에서 free radical에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다(Torel *et al.*, 1986).

구기자 유전자원 131종의 잎과 줄기의 에탄올 추출물의 전자공여능을 측정된 활성도 분포를 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 잎 추출물에서 각각 농도별로 높은 활성을 보인 것은 “중국수집1” 계통으로 50, 100, 250 ppm 농도에서 32%, 65%, 92%의 전자공여능을 보여 다른 계통들에 비하여 모든 농도에서 가장 높은 활성을 보였으며 농도 의존적인 경향을 보였다. 줄기추출물의 경우 50 ppm의 농도에서 가장 높은 활성을 보인 것은 “C0148-94” 계통으로 38%의 전자공여능을 보였고, 100 ppm의 농도에서 가장 높은 활성을 보인 것은 “D0148-72” 계통으로 70%의 전자공여능을 보였으며, 250 ppm의 농도에서 가장 높은 활성을 보인 것은 “CB01208-120” 계통으로 93%의 전자공여능을 나타냈으며, 총 131점 가운데 250 ppm 농도에서의 60% 이상의 전자공

여능을 보인 것들은 67자원 이었다. 이 때 Positive control로 사용한 Ascorbic acid의 전자공여능은 50 ppm에서 93%의 높은 활성을 보였다.

국내산 생약추출물의 전자공여능에 관한 연구 보고(Kim *et al.*, 1995)에서 목단, 황금, 산수유, 작약의 100 ppm의 농도에서 각각 65%, 57.1%, 45.8%, 36.7%로 나타난 결과와 비교해 볼 때 구기자 줄기 추출물이 같은 농도에서 70%의 활성을 보여 다른 생약추출물에 비해 높은 항산화력을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다.

물질의 항산화활성을 검증하는 방법은 DPPH법 이외에도, SOD유사활성(Super-Oxide Dismutase likely activity), ABTS법 등이 있는데 DPPH에 의한 활성정도 보안을 통한 안정된 평가를 위해 IC<sub>50</sub>값을 쓰는 경우가 있다. 잎과 줄기 에탄올 추출물, 50, 100, 250 ppm 세 농도의 전자공여능 값을 이용하여 IC<sub>50</sub>값으로 변환하여 각 함량별 분포도를 나타낸 것은 Fig. 2와 같다. IC<sub>50</sub>값은 시료가 DPPH radical 형성을 50% 억제하는데 필요한 시료의 양을  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 으로 나타낸

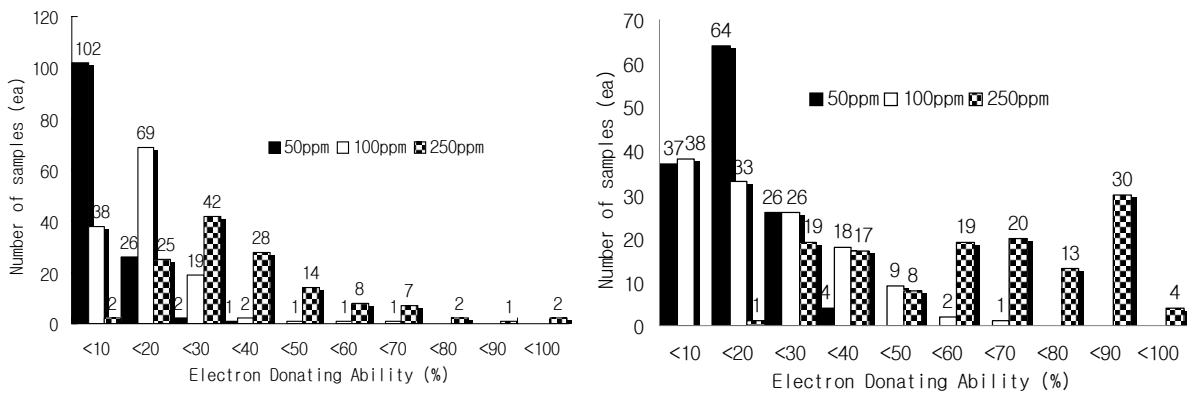


Fig. 1. Distribution on 131 accessions of Chinese matrimony vine leaf (left) and stem (right) for their electron donating ability in 50 ppm, 100 ppm and 250 ppm, respectively.

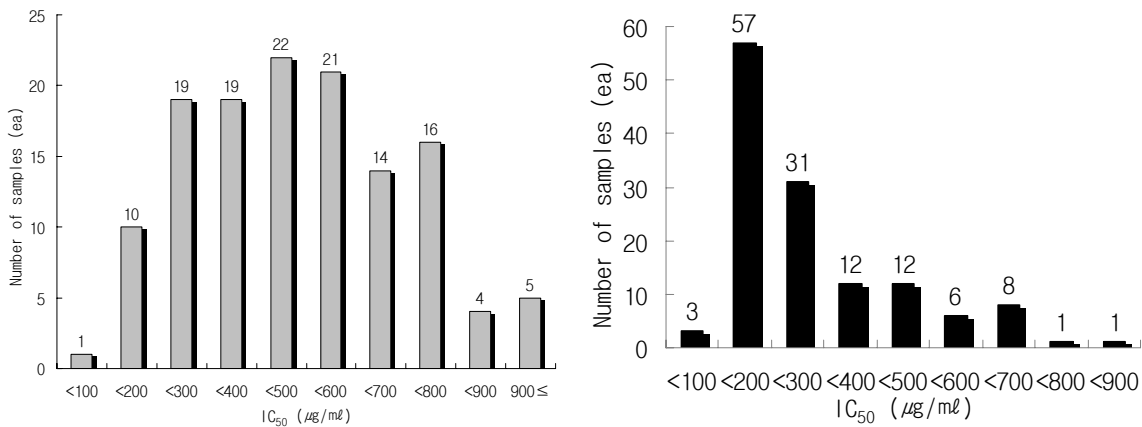


Fig. 2. Distribution of IC<sub>50</sub> in 131 accessions of Chinese matrimony vine on their leaf (left) and stem (right) part.

것으로, 값이 낮을수록 DPPH radical 소거능이 높은 것을 의미한다.

잎 추출물에서는 “중국수집1” 계통이 85.61  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 으로 가장 낮은 함량을 보였으며 IC<sub>50</sub>값이 가장 높게 나온 자원은 “중국수집 12” 계통으로 그 값은 1754.16  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이었다. 구기자 유전자원 줄기 추출물의 IC<sub>50</sub>값이 가장 낮은 자원은 “C0148-94” 계통이며 그 값은 52.63  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이었고, IC<sub>50</sub>값이 가장 높게 나온 구기자 자원은 “CB03289-172” 계통으로 그 값은 822  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이었다. IC<sub>50</sub>값을 이용하여 구기자 잎과 줄기의 항산화활성을 비교해보면 IC<sub>50</sub>값이 낮은 자원의 분포가 많은 줄기 추출물이 잎 추출물보다 항산화 활성이 높은 것으로 평가된다(Fig. 2). Positive control로 사용한 Ascorbic acid의 IC<sub>50</sub>값은 8.32  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로서 높은 DPPH radical 소거능을 보였다.

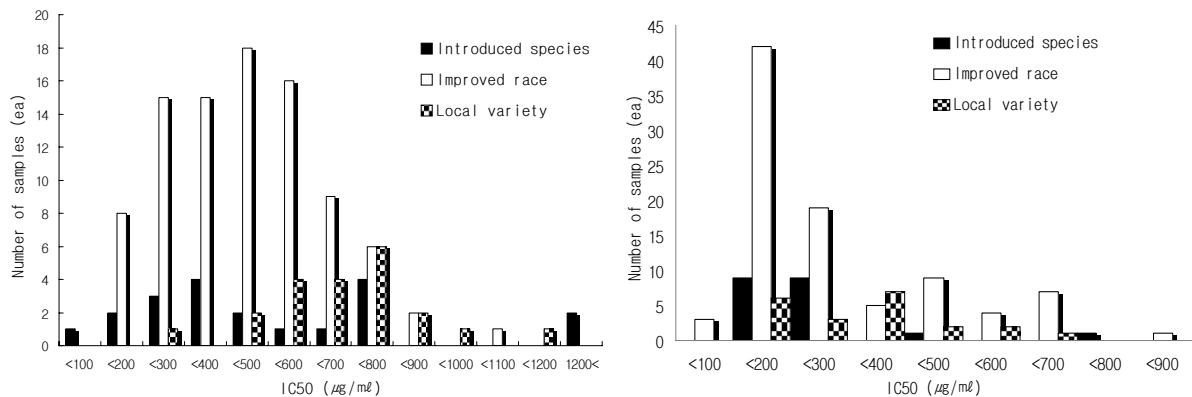
구기자 유전자원을 재래종 유전자원, 도입종 유전자원, 육성종 유전자원 별로 IC<sub>50</sub>의 분포를 본 결과는 Fig. 3과 같

아서, 자원 상태별로 큰 차이를 보이지는 않았지만, 육성종과 도입종이 재래종에 비하여 높은 경향이었는데, 잎의 경우 도입종이, 줄기의 경우 육성종의 IC<sub>50</sub>값이 가장 낮은 것(항산화활성이 높은 것)으로 나타났다.

**구기자 잎과 줄기 추출물의 페놀화합물 정량분석**

페놀성 물질은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로써 항산화기능이 있는 것으로 보고되고 있다. 일반적으로 페놀성 물질은 phenolic acid(C6-C1), coumarins(C6-C3), flavonoids(C3-C6-C3), 그리고 탄닌류(hydrolyzable 및 condensed tannins)으로 크게 4가지그룹으로 나누어지며 (Lee & Lee, 1994) 그 구조에 따라 이화학적 성질 및 생리적 기능이 달리 나타난다.

페놀화합물의 종류 및 함량과 항산화 활성과의 관계를 검토하기 위하여 IC<sub>50</sub>이 많고 적음에 따른 페놀화합물 함량을 조사하였는바 구기자 잎의 경우 Table 1과 같다. 앞에서 항



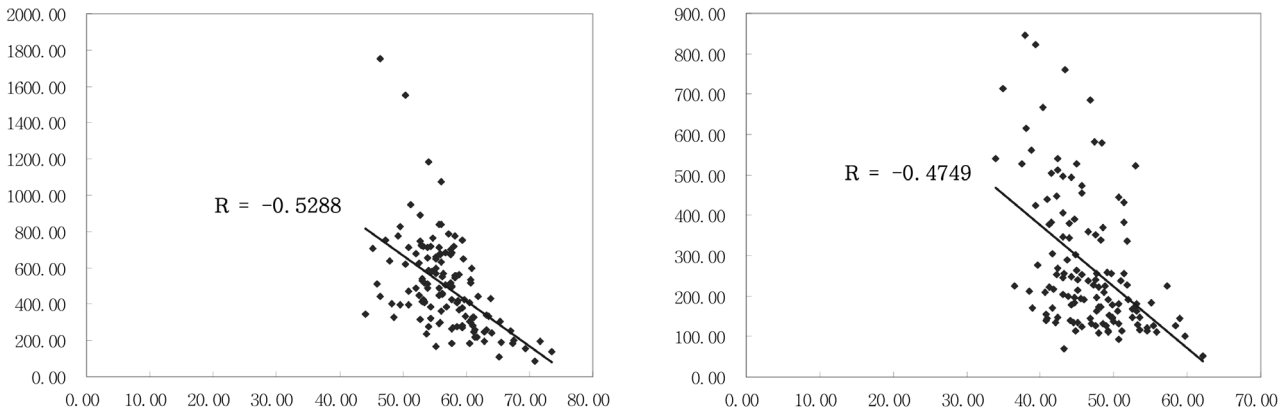
**Fig. 3.** Distribution of IC<sub>50</sub> in 131 accessions of chinese matrimony vine leaf (left) and stem (right) dependent on their status of origin and sample.

**Table 1.** Comparison between anti-oxidant as IC<sub>50</sub> and phenolic compounds on ten accessions of Chinese matrimony vine leaf

Name of accession	Total ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	Phenolic acid ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	Coumarins ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	Flavonoids ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	Tannins ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	IC <sub>50</sub> ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
China collection No.1	650.91	0.08	98.29	407.81	144.73	85.61
CB03286-89	600.01	6.84	10.83	537.89	44.45	136.65
CB04329-13	630.76	15.32	2.92	481.3	131.22	152.48
99797	57.56	1.32	9.68	15.71	30.85	166.99
Geumsan jaerae	203.67	2.56	0	113.9	88.23	218.32
CL32-13 (Gugisoon1)	254.67	5.49	1.17	131.39	116.62	460.38
Japan No.1	255.15	2.5	1.59	154.53	96.53	544.12
Jindo jaerae	173.35	2.57	0	93.3	77.44	659.56
Provinces jaerae5 (Wan-do)	154.07	3.01	8.34	82.36	60.36	1183.32
China collection No.12	216.44	2.74	18.49	144.64	50.58	1754.16

**Table 2.** Comparison between anti-oxidant as IC<sub>50</sub> and phenolic compounds on ten accessions of Chinese matrimony vine stem.

Name of accession	Total (μg/g)	Phenolic acid (μg/g)	Coumarins (μg/g)	Flavonoids (μg/g)	Tannins (μg/g)	IC <sub>50</sub> (μg/ml)
C0148-94	170.5	10.88	9.25	114.75	35.62	52.63
D0148-72	279.67	14.16	0	100.25	165.26	69.19
Cheongdae	87.22	0	0	56.02	31.2	93.46
China collection No.13	436.03	13.23	8.82	315.45	98.52	110.92
CL32-13 (Gugisoon1)	212.79	0	0	212.79	0	122.92
Cheongyang speices	204.62	12.84	9.1	101.54	81.14	147.87
Japan No.1	385.28	0	0	327.54	57.75	254.82
Geumsanjaerae	155.86	0	0	155.86	0	406.45
China No.2	198.18	0	0	148.7	49.48	504.21
Cheongyangjaerae	122.74	0	0	70.92	51.82	759.46



**Fig. 4.** Correlation between total phenol content and IC<sub>50</sub> on 131 accessions of Chinese matrimony vine leaf (left) and stem (right).

산화활성이 가장 높았던(IC<sub>50</sub>이 가장 낮은) 계통과 항산화활성이 낮은 계통들 간의 비교에서 가장 높은 활성을 보인 “중국수집1” 계통은 페놀화합물 총량이 가장 높은 650.91 μg/g을 나타낸 반면, “99797” 계통은 항산화활성이 높은 166.99 μg/ml의 IC<sub>50</sub>값을 보였는데도 불구하고 페놀화합물 총량이 가장 낮은 57.56 μg/g을 보여 유의한 상관관계를 보이지 않았으나, 구기자 잎의 항산화활성에는 페놀화합물 이외의 성분들도 관여 할 것으로 판단되었다(Table 1).

줄기에서 가장 높은 활성을 보인 “C0148-94” 계통은 정량분석 결과 페놀화합물 총량이 170.50 μg/g으로 낮게 나타났으나, 항산화 활성이 낮은 “청양재래” 계통도 122.74 μg/g으로 낮게 나타났(Table 2).

**구기자 잎과 줄기의 Total Polyphenol Content와 IC<sub>50</sub> 상관관계**

DPPH법에 의해 측정된 IC<sub>50</sub>값과 총 페놀 함량간의 상관

계수를 r 값으로 나타내었다(Fig. 4). 잎 추출물의 상관 계수 r=-0.5288이고, 줄기 추출물의 상관 계수 r=-0.4749로 나타나, 완전한 상관관계는 아니지만 이러한 폴리페놀과 항산화 활성과의 관계는 폴리페놀이 자유 라디칼에게 수소원자를 공급함으로써 발생하는 결과라는 보고(Madsen *et al.*, 2000)를 뒷받침한다고 할 수 있다.

**항산화활성이 높은 구기자 유전자원의 농업적 형질 특성**

잎 경우 도입종인 “중국수집1”과 육성종 “CB03286-89”, “CB04329-13” 으로 가장 높은 활성을 보였는데, 이 자원들은 모두 반개장형의 초형을 가지며, 엽형은 타원형이었다. 엽색은 도입종인 “중국수집1” 계통만 연녹색이었고 두 육성종은 농녹색이었다(Table 3).

줄기는 모두 한국의 재래종이거나 이들로부터 유래된 자원으로 세 자원 모두 반 개장형의 초형을 가지며, 엽형은 타원형이고, 엽색은 연녹색이며 과장은 15.6~16.2 mm였다.

**Table 3.** Agronomic characteristics of six selected chinese matrimony germplasm as high antioxidant activity.

Items	Leaf			Stem		
	China collection 1	CB03286-89	CB04329-13	C0148-94	D0148-72	Cheongdae
Maternal		CB01208-228	CB02214-131	Myoungan	Cheongdae	Cheongyangjaerae5(S) <sup>60C06kr</sup>
Paternal		CB00173-49	CB01185-20	-	-	Myoungan
Origin	CHN	KOR	KOR	KOR	KOR	KOR
Flowering date	7.11	6.24	6.24	7.21	7.21	7.5
Plant type	Semi open	Semi open	Semi open	Semi open	Semi open	Semi open
Leaf shape	Oval	Oval	Oval	Oval	Oval	Oval
Leaf color	Pale green	Dark green	Dark green	Pale green	Pale green	Pale green
Fruit length (mm)	9.7	26.1	22.2	15.6	15.9	16.2
Fruit diameter (mm)	6.8	13.8	12.1	10.8	11.6	10.8
Fruit shape	Oval	Oval	Oval	Oval	Round	Oval

이들 간의 차이를 보면 “C0148-94”, “D0148-72”는 7월 21일 개화로 7월 5일경에 개화하는 “청대”에 비하여 개화기가 늦었으며, 열매모양의 경우 “C0148-94”와 “청대”가 난형을 보이는데 반하여, “D0148-72”는 구형을 보였다. 유전적 배경을 볼 때 이들 세 품종은 모두 “명안”을 배경으로 하고 있어, 항산화활성의 조절에 유전적인 접근이 가능함을 시사하였다.

### 적 요

본 연구는 우리나라에서 보존하고 있는 구기자(*Lycium chinensis* Miller) 유전자원 131점의 잎과 줄기의 에탄올 추출물을 제조한 후 이 추출물들을 이용하여 항산화 활성 및 관련 요소들을 바탕으로 계통 간 비교를 실시하였다.

전자공여능의 경우 잎 추출물에서 각각 농도별로 높은 활성을 보인 것은 “중국수집1” 계통으로 50, 100, 250 ppm 농도에서 32%, 65%, 92%의 전자공여능을 보여 모든 농도에서 가장 높은 활성을 보였으며 농도 의존적인 경향을 보였다.

줄기 추출물의 경우 50 ppm의 농도에서 가장 높은 38%의 활성을 보인 “C0148-94” 계통, 100 ppm의 농도에서 가장 높은 70%의 활성을 보인 “D0148-72” 계통, 250 ppm의 농도에서 가장 높은 93%의 활성을 보인 “CB01208-120” 계통으로 이 전자공여능 값을 IC<sub>50</sub>값으로 나타내면 고농도에서 가장 높은 활성을 보인 것 보단 저농도에서 부터 순차적으로 높은 활성을 보인 계통이 IC<sub>50</sub>값이 더 낮아 DPPH radical 소거능이 높았다.

IC<sub>50</sub>값은 잎 추출물에서 “중국수집1” 계통이 85.61 µg/ml 이었고, 줄기 추출물에서는 “C0148-94” 계통이 52.63 µg/ml 으로 각각 가장 낮았으며, IC<sub>50</sub>값을 이용하여 구기자 잎과 줄기의 항산화활성은 IC<sub>50</sub>값이 낮은 자원의 분포가 많은 줄기 추출물이 잎 추출물보단 항산화 활성이 높은 것으로 평가된다. 자원상태별로는 대체적으로 육성종의 DPPH radical 소거능이 재래종이나 도입종에 비하여 높았다.

페놀 화합물을 정량 분석한 결과로 잎에서 항산화활성이 가장 높았던(IC<sub>50</sub>이 가장 낮은) “중국수집1” 계통은 페놀화합물 총량이 가장 높은 650.91 µg/g 함량을 보였다. 줄기는 “C0148-94” 계통이 페놀화합물 총량이 170.50 µg/g으로 낮았으나 두 요인간의 상관계수(미제시)가 낮은 것이 구기자 잎의 항산화활성에는 페놀화합물 이외의 다른 성분들도 관여 할 것으로 판단되었으며, 구기자 잎과 줄기의 총 페놀함량과 IC<sub>50</sub>값의 상관관계가 잎 추출물에서 r=-0.5288, 줄기 추출물에서 r=-0.4749로 유의한 상관관계를 보였다.

따라서 항산화 활성이 높게 평가된 자원들이 유전적 배경을 공유하는 것으로 미루어 줄기의 항산화 활성이 높은 품종과의 교잡에 의해 항산화활성이 높은 품종의 육성이 가능할 것으로 판단되며, 아직까지 항산화 소재로 사용되지 않던 구기자 잎과 줄기가 목단, 황금, 산수유 등의 약용작물보다 항산화 활성이 높으므로 기능성 제품생산으로 유용하게 활용 될 것으로 생각된다.

### 인용문헌

김근수. 1989. 한국유용자원 식물연구자원총람. 한국화학연구

- 소, pp. 214-218.
- 이동진, 이지영. 2004. DPPH법에 의한 항산화활성 평가. 한국작물학회지 제49권 별호, 품질연구 제11호, 187-194.
- Aruoma, O. I. 1998. Free radical, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 75 : 199-212.
- Brieskorn, C. H., A. Fuch, J. B. Bredenberg, J. D. McChensney, and E. Wenkert. 1964. The structure of carnosol. *J. Org. Chem.* 29 : 2293-2297.
- Chung, I. M. 2004. Analysis Methods of Phenol Compounds. *Korean J. Crop Sci.* 10 : 5-12.
- Folin, O. and W. Denis. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.*, 12 : 239-249
- Han, B. H., J. H. Park, M. W. Park, and Y. N. Han. 1985. Studies on the alkaloid components of the fruit of *Lycium chinense*. *Arch. Pharm. Res.*, 4(3) : 249-253.
- Hertog, M. G., E. J. Feskens, P. C. Hollman, M. B. Katan, and D. Kromhout. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet.* 342 : 1007-1011.
- Kim, H. K., Y. E. Kim, J. R. Do, Y. C. Lee, and B. Y. Lee. 1995. Anti-oxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 27 : 80-85.
- Madsen, H. L., C. M. Andersen and L. V. Jorgensen. 2000. Radical scavenging by dietary flavonoids. A kinetic study of antioxidant efficiencies. *Eur. Food Res. Technol.* 211 : 240-246.
- Miquel, J., A. T. Quintaniha, and H. Weber. 1989. *Handbook of free radical and antioxidants in biomedicine*. CRC Press, Boca Raton, USA. Vol. I, p. 223.
- Noh, T. H. 1999. Composition and effectiveness of Gugija. Cheongyang Gugija Experiment Station, Chungnam Agricultural Technology Research Institute of Korea. pp. 7-14.
- Park, J. S. 2000. Agronomic characteristics and biological activities of new variety of Cheongyang Gugija. Ph. D. Thesis. Chungnam Natl. Univ. Daejeon. Korea.
- Park, Y. J., M. H. Kim, and S. J. Bae. 2002. Enhancement of anticarcinogenic effect by combination of *Lycii fructus* with Vitamin C. *J.Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31 : 143-148.
- Torel, J., J. Cillard, and P. Cillard. 1986. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry.* 25 : 383-385.