

## 돌나물 수집종간 생육특성, 비타민 C 함량 및 항산화 활성

김효진<sup>1</sup> · 정승호<sup>2</sup> · 배종향<sup>3</sup> · 이승엽<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>호남농업연구소, <sup>2</sup>한국화학시험연구원, <sup>3</sup>원광대학교 생명자원과학연구소

### Growth Characteristics, Vitamin C Content and Antioxidative Activity among Local Strains of *Sedum sarmentosum*

Hyo-Jin Kim<sup>1</sup>, Seung-Ho Jung<sup>2</sup>, Jong-Hyang Bae<sup>3</sup>, and Seung-Yeob Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

<sup>2</sup>Korea Testing and Research Institute, Seoul 150-038, Korea

<sup>3</sup>Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea.

**Abstract.** To evaluate growth characteristics, vitamin C content and antioxidative activity of *Sedum sarmentosum*, 13 local strains were cultivated in the field. Keumsan, Bucheon, and Pocheon strains had narrow and oblong leaf, long height, and slender stem compared to the other strains. Wanju and Gunsan strains were not formed flower stalks, and did not flower during the flowering time. Vitamin C contents were ranged from 407.8 to 434.4 mg·kg<sup>-1</sup>, and it was high in Gwangyang, Buan, Wanju, and Gunsan strains. But vitamin C contents didn't show a significant difference among strains. In antioxidative activity between fresh and freeze dried shoots, electron donating abilities (EDA) were ranged from 45.0 to 66.5% in MeOH extract of fresh shoot, and from 61.3 to 66.5% in MeOH extract of freeze dried shoot. Gwangyang, Suncheon, Wando strains showed high EDA compared to the others. Vitamin C content and antioxidant activity were highest in Gwangyang strain.

**Key words :** antioxidant activity, electron donating ability, local strain, *Sedum sarmentosum*, vitamin C

## 서 언

세포의 호흡과정에서 생성되는 활성산소(free radical)는 항상 체내에 존재하며, 과도한 스트레스나 운동, 자외선, 흡연이나 배기가스와 같은 환경오염물질 등에 의하여 발생하는데, 강한 살균작용을 가지고 있어 인체를 병원체로부터 보호하는 역할을 한다. 그러나 지나치게 발생된 활성산소는 단백질, DNA, T 세포 등의 기능을 손상시키고 세포의 사멸을 유도할 수도 있어, 각종 암을 비롯한 질병의 원인이 되는데, 활성산소는 대개 몸속의 bilirubin, glutathione, superoxide dismutase(SOD), catalase(CAT), peroxidase(GSH-Px) 등의 항산화 물질 및 효소에 의해 분해된다(Ames 등, 1993; Dean 등, 1993). 식품에는 비타민 A, C, E,

flavonoids, anthocyanins, carotenoids, tanic acid 등의 항산화물질이 풍부하게 들어 있어 활성산소가 생기는 것을 막고 노화를 억제시키고, 각종 암 및 질병을 예방하는데 도움이 된다(Cameron 등, 1979; Sen, 1955).

이에 따라 최근 건강기능성 식품에 대한 관심이 부각되면서 항산화활성이 높은 식용 및 약용식물에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 전통적으로 천연물을 이용한 대체의학이 발달한 한국, 중국, 인도, 일본 등에서 많은 약용식물 추출물들이 항암, 항균, 항산화 활성이 뛰어나다는 것이 밝혀졌다(Kim 등, 2004; 2007; Lee 등, 1999b; Mun 등, 1994; Rastogi와 Dhawan, 1990; Ruan 등, 2006; Takeya, 2000). 우리나라에 자생하고 있는 *Sedum*속에는 돌나물(*Sedum sarmentosum* BUNGE.) 애기기린초(*S. middendorffianum*), 태백기린초(*S. lativalifolium*), 평의비름(*S. drythrostichum* MIQ.), 땅채송화(*S. oryzifolium*), 둥근잎평의비름(*S. rotundifolium*) 등이 있는데(Kwon과 Jeong, 1999),

\*Corresponding author: sylee@wonkwang.ac.kr  
Received May 24, 2008; accepted June 10, 2008

유일하게 식용으로 이용되는 돌나물은 다육질의 다년생 초본식물로 약리효과가 뛰어나 한방에서는 청열소종의 효능이 있어 예로부터 인후염과 만성간염의 치료에 이용되어 왔으며, 해독작용도 뛰어나 독충이나 해충에 물렸을 때 전초를 으깨어 환부에 붙였다. 최근의 연구에 의하면 HIV 및 간염 바이러스에도 억제효과가 있으며(He 등, 1998; Woo 등, 1997), 항암작용(Kang 등, 2000; Park 등, 2002), 항고혈압 작용(Oh 등, 2004) 및 에스트로젠 유사 작용(Kim 등, 2002b) 등과 같은 약리효과를 갖는다. 또한 돌나물은 비타민 C와 칼슘 함량이 높은 신선채소로서 가치가 높아 어린 싹을 초고추장 무침, 김치, 샐러드 등의 식용으로 이용되고 있으며, 항산화 활성이 높고(Kim 등, 2006), 음료개발에도 좋은 특성을 가지고 있어(Kim 등, 2002), 앞으로 생식, 녹즙 등 신선채소로의 이용뿐만 아니라 건강식품 재료로도 널리 이용될 것으로 보인다.

본 연구는 돌나물 수집종을 동일조건으로 재배하여 생육특성, 비타민 C 함량 및 항산화활성을 비교하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료 및 생육특성

돌나물의 수집종간 생육특성과 비타민 C 함량 및 항산화 활성을 비교하기 위하여, 완주, 군산, 포항, 완도, 용인, 부안, 광양, 제주, 목포, 순천, 금산, 부천, 포천 등 13 지역종을 5cm(3마디) 길이로 잘라 9월 5일 1m<sup>2</sup> 시험구에 10×10cm로 난괴법 3반복 삼식하였다. 시비량은 N(요소)-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(용성인비)-K<sub>2</sub>O(염화가리)를 15-12-15kg/10a 수준으로 인산은 전량기비로, 질소와 칼리는 기비로 50%, 월동 후 추비(4월 1일)로 50%를 사용하였다. 이듬해 개화전 5월 6일에 1m<sup>2</sup>당 지상부 줄기를 반복별로 10개체씩 수확하여 생육특성을 조사하였고, 5개체는 생체추출하여 항산화 활성측정에 사용하였으며, 5개체는 동결건조하여 20mesh 스크린을 통과하도록 마쇄하여 비타민 C와 항산화 활성의 측정에 각각 사용하였다.

### 2. 비타민 C 함량 분석

비타민 C 함량은 분쇄한 건조시료 10g을 취하여 10% metaphosphoric acid 40mL를 가하여 10분간 추

출한 후 3,000rpm으로 원심분리하여 상등액을 취하는 추출과정을 2회 반복하여 합한 상등액을 100mL로 정용하여 HPLC(Waters 2695 Allience system)로 분석하였다. Column은 capcellpack UG-120 C18(3.06×250, 5μm)을 사용하였고, flow rate는 0.5mL/min., detector는 UV 254nm 조건으로 측정하였다. 표준용액은 ascorbic acid(Sigma Chemical Co.)를 5% metaphosphoric acid에 녹여 사용하였다.

### 3. 생체 및 동결건조 추출물의 항산화 활성 측정

항산화 활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma Chemical Co.)의 환원력을 이용하여 전자공여능(electron donating ability)을 비교하였다(Lee와 Lee, 2004). 생체시료 20g과 동결건조 분말 1g을 각각 MeOH로 추출한 후 감압농축하여 최종농도 140ppm으로 녹인 2.5mL의 MeOH 추출액에 300μM DPPH 용액 1mL을 가하여(최종농도, 100ppm) 30분이 경과되었을 때 2분 간격으로 518nm에서 흡광도를 측정하였다.

데이터 분석은 SAS 통계프로그램(V 9.12, SAS Institute Inc.)을 이용하여 DMRT( $p < 0.05$ )로 평균값간의 유의차를 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 생육특성

가을 삼식한 13계통의 생육특성을 이듬해 5월 6일에 조사한 결과(Table 1), 초장은 24.2-35.7cm로 금산, 부천, 용인, 포천 지역종들의 초장이 유의하게 길었으며, 개화가 안되는 완주 및 군산 지역종이 작은 경향을 보였다. 줄기직경은 금산, 부천, 용인, 포천 지역종들이 2.0-2.2mm로 가늘었으며, 그 외에는 비슷하였다. 절간장은 군산 지역종에서 19.4mm로 가장 작았으며, 부천 지역종에서 22.3-24.8mm로 긴 특성을 보였다. 줄기당 마디수와 잎수는 완주 및 군산 지역종에서 적었으며, 14.2-14.6개로 금산, 부천, 용인, 포천 지역종들이 다소 많았다. 잎폭은 금산, 부천, 용인, 포천 지역종에서 유의하게 좁은 특성을 보였고, 잎장도 다소 작은 경향을 보여 잎의 장폭비가 4.3-4.6으로 긴 타원형을 나타내었다. 개화기는 5월 22일에서 5월 28일로 금산, 부천, 용인, 포천 지역종에서 약간 빠른

**Table 1.** Morphological characteristics of selected local strains in *Sedum sarmentosum*.

Local strain	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Internode length (mm)	No. of node/stem	No. of Leaf/stem	Leaf			Flowering time
						Length (mm)	Width (mm)	L/W	
Wanju	24.5 ef	2.9 ab	21.3 cde	11.6 g	34.8 g	26.5 de	7.9 a	3.4 def	-
Gunsan	24.2 f	2.9 ab	19.4 f	12.6 f	37.8 f	25.8 e	7.8 ab	3.3 ef	-
Gwangyang	27.7 cd	3.1 a	20.8 def	13.4 de	40.1 de	25.5 e	7.9 a	3.2 f	May 28
Buan	29.2 c	2.9 ab	22.1 bcde	13.3 de	39.8 de	27.4 bcde	7.9 a	3.5 de	May 27
Suncheon	26.2 de	3.1 a	20.4 ef	12.9 ef	38.7 ef	27.7 abc	7.8 ab	3.6 d	May 25
Jeju	29.4 c	2.9 ab	22.1 bcde	13.3 de	40.0 de	28.6 a	8.0 a	3.6 d	May 26
Mokpo	28.6 c	2.8 b	20.8 def	13.9 bcd	41.6 bcd	28.4 ab	7.5 b	3.8 c	May 27
Pohang	29.5 c	3.0 a	21.9 cde	13.5 cde	40.6 cde	27.3 bcd	7.9 a	3.5 de	May 26
Wando	28.7 c	3.0 a	21.4 cde	13.5 cde	40.6 cde	27.1 cd	7.8 ab	3.5 de	May 28
Geumsan	33.4 b	2.2 c	22.9 bc	14.6 a	43.9 a	25.5 e	5.5 d	4.6 a	May 24
Bucheon	35.7 a	2.0 d	24.8 a	14.5 ab	43.4 ab	25.5 e	5.9 c	4.4 b	May 24
Yongin	33.5 b	2.1 cd	23.7 ab	14.2 abc	42.7 abc	25.5 e	5.9 c	4.3 b	May 23
Pochun	32.5 b	2.2 c	22.3 bcde	14.6 a	43.9 a	26.3 de	5.9 c	4.5 ab	May 22

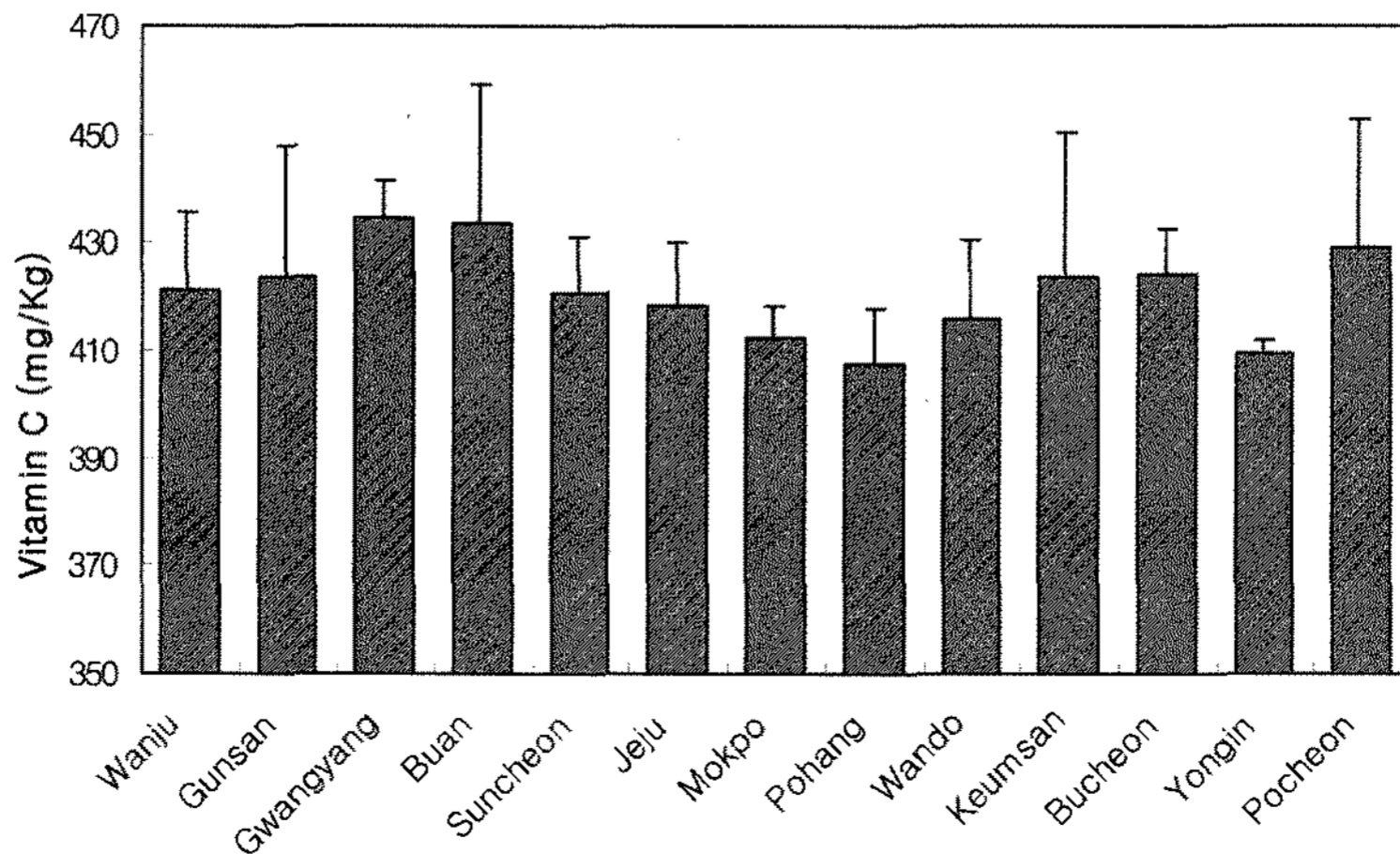
<sup>a</sup>Data were collected at May 6th in field, and mean separation within columns by DMRT at  $P < 0.05$ .

경향이였다. 돌나물은 지역 수집종간 변이가 적은 것으로 보고된 바 있으나(Kwack, 1976), 본 연구에서는 생육 및 개화특성에서 차이를 보였다. 다른 식물에서도 지역 수집종들 간에 형태 및 생육특성에서 다양한 변이를 보이는데, 오미자 수집종간에는 화기와 과실 특성이 다르고 수량성 차이는 최대 86%에 달한다(Chang 등, 1995). 구기자 수집종 간에도 줄기길이, 분지수, 잎의 형태, 착과수, 과중 등이 차이를 보이며(Lee 등, 1999a), 쪽(Rho 등, 1994)과 시호(Park 등, 1994)의 수집종간에도 유의한 수량차이를 보인다. 본 연구에서

도 금산, 부천, 용인, 포천 지역종은 줄기가 가늘고 초장이 길며, 잎은 좁고 긴 타원형으로 다른 지역종들과 형태적 차이를 보였다. 또한 완주와 군산 지역종은 초장과 절간장이 다른 지역종에 비하여 다소 작고, 개화기에도 꽃이 피지 않는 특성을 보였다.

## 2. 비타민 C 함량

13 지역종의 지상부 줄기에 대한 비타민 C 함량을 분석한 결과(Fig. 1), 평균 비타민 C 함량은 421 mg·kg<sup>-1</sup>이었으며, 407.8-434.4mg·kg<sup>-1</sup>의 범위를 보였



**Fig. 1.** Vitamin C contents of shoot in selected local strains of *Sedum sarmentosum*. Materials were collected at May 6th in field. Error bars represent the standard deviation.

다. 함량이 낮은 지역은 포항, 목포, 완도, 용인 지역 종이었고, 광양, 부안, 완주, 군산, 포천, 금산, 부천 지역종에서 높은 경향을 보였다. 국내 식용식물의 비타민 C 함량은 식물종이나 계통 또는 생체 및 데침, 건조 등과 같은 가공처리에 따라 다르며(Lee 등, 1999b), 비타민 C 함량이 높다고 알려진 야생 차나무에서도 수집 지역에 따라 146.9-436.6mg·100g<sup>-1</sup>의 범위로 다양한 변이를 보인다. 몇몇 자생식물의 체내 다른 성분함량의 경우에도 쑥의 무기성분(Rho 등, 1994), 시호의 saikosaponin(Park 등, 1994), 더덕의 향기성분(Lee 등, 1996) 등과 같이 수집종간에 차이를 보이는 경우가 많다. 돌나물에서는 지역종간 비타민 C 함량의 유의적 차이는 보이지 않았으나, 반복간에 차이가 있어 생육환경이 다를 경우 비타민 C 함량의 차이를 보일 수 있을 것으로 생각되었다. 비타민 C는 항산화 활성이 있어 심혈관계 질병과 스트레스에 대한 방어작용(Carr와 Frei, 1999; Kinsman과 Hood, 1971; Siegel과 Leibovitz, 1982) 및 항암작용(Cameron 등, 1979)이 뛰어난 수용성 비타민으로 척추동물의 체내에서는 생합성이 되지 않기 때문에, 채소나 과일 등에서 섭취하여야 하는데, 비타민 C 함량이 높은 돌나물의 식용은 이러한 측면에서 바람직하다고 본다.

### 3. 항산화 활성

한편 13 지역종에 대한 DPPH free radical 소거법으로 항산화 활성을 조사한 결과(Table 2), 전자공여능은 생체추출물에서 45.0~66.5%의 범위를 보였고, 동결건조 추출물에서는 61.3~82.4%의 범위를 나타내어 생체추출물에서보다 동결건조 추출물에서 높았다. 지역종들 간에는 광양 지역종이 유의하게 높은 활성을 보였으며, 순천, 완도 지역종들도 생체 및 동결건조 시료에서 다른 지역종에 비하여 비교적 항산화 활성이 높게 나타났다. 그러나 부천, 용인, 완주 지방종이 낮은 항산화 활성을 보였으며, 특히 제주 지역종이 생체 및 동결건조 추출물 모두 유의하게 낮았다. 전자공여능(EDA, electron donating ability)은 항산화 정도를 보여주는 것으로 수치가 높을수록 활성산소 제거능력, 항산화작용, 노화예방이 뛰어난데, 재료에 따른 돌나물의 전자공여능은 생체 추출물에서보다 동결건조 추출물에서 높게 나타났으며, 여주(*Momordica charantia*)에서도 같은 결과를 보고한 바 있다(Park 등, 2007). 문 등

**Table 2.** DPPH radical-scavenging effect of EtOH extracts in shoot of *Sedum sarmentosum*.

Local strain	Electron donating ability (%)	
	Fresh extract	Freeze-drying extract
Wanju	50.0 cde <sup>2</sup>	64.8 de
Gunsan	50.4 cde	69.9 bcd
Gwangyang	66.5 a	82.4 a
Buan	47.4 de	70.9 bc
Suncheon	57.5 b	71.8 b
Jeju	45.0 e	61.3 e
Mokpo	51.4 bcde	71.7 bc
Pohang	51.1 bcde	69.5 bcd
Wando	53.0 bcd	77.7 a
Geumsan	56.1 bc	61.3 e
Bucheon	49.9 cde	65.9 cde
Yongin	48.9 de	64.6 de
Pocheon	53.0 bcd	68.5 bcd

<sup>2</sup>Mean separation within columns by DMRT at *P* < 0.05.

(1994)은 30여 식용식물 중 돌나물의 항산화 활성이 생강, 산초, 후추, 고추보다 비교적 낮다고 하였으나, 본 연구결과 항산화 활성은 지역종에 따라 다르며, 특히 광양과 제주 지역종 간에 큰 차이를 보였다. 또한 돌나물의 항산화 활성은 추출용매에 따라 다른데, ethyl acetate와 butanole 추출물에서 87~91% 전자공여능을 보여(Kim 등, 2006), 본 연구에서의 MeOH 추출물에서보다 높게 나타났다. 최근 연구에 의하면 돌나물에서 혈관수축 작용으로 혈압상승과 관련된 angiotensin converting enzyme I(ACE)을 억제하는 5종의 flavonoids를 동정되었고(Oh 등, 2004), 돌나물 알칼로이드 성분의 항암작용(Kang 등, 2000; Park 등, 2002), 에스트로겐 유사 작용(Kim 등, 2002), HIV 및 간염 바이러스 억제효과(He 등, 1998; Woo 등, 1997) 등 돌나물의 건강 가능성이 점차 밝혀지고 있다. 이에 따라 본 연구 결과에서 항산화능과 비타민 C 함량이 비교적 높고 생육특성이 양호한 계통들은 유전자원으로 보존할 계획이며, 금후 돌나물의 체계적인 건강기능성 규명을 통하여 농가소득증대에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 적 요

돌나물 수집종간 생육특성과 비타민 C 함량 및 항산화활성을 비교하기 위하여, 13 지역종을 포장에 삽

목재배하였다. 금산, 부천, 용인, 포천 지역종은 줄기가 가늘고 초장이 길며, 잎은 좁고 긴 타원형으로 다른 지역종들과 형태적 차이를 보였으며, 완주와 군산 지역종은 초장과 절간장이 짧고, 개화기에도 꽃이 피지 않았다. 비타민 C 함량은 407.8-434.4mg·kg<sup>-1</sup>의 범위로 광양, 부안, 완주, 군산 지역종에서 높았으나, 수집종간 유의한 차이는 보이지 않았다. 항산화 활성을 나타내는 전자공여능(EDA)은 생체추출물(45.0~66.5%)에서보다 동결건조 추출물(61.3~66.5%)에서 높았으며, 광양, 순천, 완도 지역종들이 다른 지역종에 비하여 높은 항산화 활성을 나타내었다. 비타민 C 함량 및 항산화 활성은 광양 지역종에서 가장 높았다.

**주제어** : 돌나물, 비타민 C, 신초, 전자공여능, 지역 수집종, 항산화 활성

## 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 인 용 문 헌

- Ames, B.N., M.K. Shigenaga, and T.M. Hagen. 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 90:7915-7922.
- Cameron, E., L. Pauling, and B. Lebovitz. 1979. Ascorbic acid and cancer: A review. *Cancer Research* 39:663-681.
- Carr, A.C. and B. Frei. 1999. Toward new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 69:1086-1107.
- Chang, Y.H., C.G. Park, and D.H. Kim. 1995. Characteristics of flower and fruit in collected *Schizandra chinensis* BAILLON. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 3:35-39.
- Dean, R.T., S. Gieseg, and M.J. Davies. 1993. Reactive species and their accumulation on radical-damaged proteins. *Trends Biochem. Sci.* 18:437-441.
- He, A.M., M.S. Wang, H.Y. Hao, D.C. Zhang, and K.H. Lee. 1998. Hepatoprotective triterpenes from *Sedum sarmentosum*. *Phytochemistry* 49:2607-2610.
- Kang, T.H., H.O. Pae, J.C. Yoo, N.Y. Kim, Y.C. Kim, G.I. Ko, and H.T. Chung. 2000. Antiproliferative effects of alkaloids effects from *Sedum sarmentosum* on murine and human hepatoma cell line. *J. Ethnopharmacol.* 70:177-182.
- Kim, C.Y., M.Y. Lee, and I.S. Park. 2006. Antioxidant activities of fractions from *Sedum sarmentosum*. *J. Food. Sci. Nutr.* 11:6-9.
- Kim, E.Y., B.I. Hui, K.J. Hyeon, S.L. Kim, and M.R. Rhyu. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:333-338.
- Kim, H.J., Y.J. Park, J.Y. Cho, S.U. Chon, Y.N. Seo, and B.G. Heo. 2007. Kinds and contents of the edible wild plants with anti-microbial, anti-oxidation, anti-cancer and anti-glycosuria activity shown in the domestic literature. *J. Kor. Soc. Plants, People & Environ.* 10:44-69.
- Kim, W.H., S.J. Bae, and M.H. Kim. 2002. The effects of *Sedum sarmentosum* Bunge on serum lipid concentration in ovariectomized rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 31:290-294.
- Kinsman, R.A. and J. Hood. 1971. Some behavioral effects of ascorbic acid. deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.* 24:455-464.
- Kwack, B.H. 1976. On the ecology of *Sedum sarmentosum* Bunge in Korea. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 17:69-77.
- Kwon, S.T. and J.H. Jeong. 1999. Genetic relationship among *Sedum* species based on morphological characteristics and RAPD analysis. *Kor. J. Hort. Technol.* 17:490-494.
- Lee, B.C., S.W. Paik, S.D. Kim, T.S. Yun, J.S. Park, and T.S. Kwak. 1999a. Growth characteristics and yield of collected boxthorn (*Lycium chinense* Mill.) varieties. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 7:147-154.
- Lee, D.J. and J.Y. Lee. 2004. Antioxidant activity by DPPH assay. *Kor. J. Crop Sci.* 49(S1):87-194.
- Lee, J.M., K.S. Shin, and H.J. Lee. 1999b. Determination of antioxidant vitamins in horticultural foods. *Korean J. Dietary Culture* 14:167-175.
- Lee, S.P., S.K. Kim, G.G. Min, J.H. Cho, B.S. Choi, S.C. Lee, and K.U. Kim. 1996. Agronomic characteristics and aromatic compositions of Korean wild *Codonopsis lanceolata* collections cultivated in field. *Korean J. Crop Sci.* 41:188-199.
- Mun, S.I., H.S. Ryu, H.J. Lee, and J.S. Choi. 1994. Further screening for antioxidant activity of vegetable plants and its active principles from *Zanthoxylum schinifolium*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23:466-471.
- Oh, H., D.G. Kang, J.W. Kwon, T.O. Kwon, S.Y. Lee, D.B. Lee, and H.S. Lee. 2004. Isolation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory flavonoids from *Sedum sarmentosum*. *Biol. Pharm. Bull.* 27:2035-2037.
- Park, Y., H.O. Boo, Y.L. Park, D.H. Cho, and H.H. Lee. 2007. Antioxidant activity of *Momordica charantia* L. Extracts. *Kor. J. Crop Sci.* 15:56-61.

22. Park, Y.J., J.D. Seong, H.Y. Kim, H.S. Suh, and S.K. Lee. 1994. Root yield and saikosaponin content in local strains of *Bupleurum falcatum* L. Korean J. Crop Sci. 39:453-457.
23. Park, Y.J., M.H. Kim, and S.J. Bae. 2002. Enhancement of anticarcinogenic effect by combination of *Sedum sarmentosum* Bunge with *Platycodon grandiflorum* A. extracts. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 31:136-142.
24. Rastogi, R.P. and B.N. Dhawan. 1990. Anticancer and antiviral activities in Indian medicinal plants: a review. Drug Dev. Res. 19:1-12.
25. Roh, T.H., K.S. Seo, and J.S. Shim. 1994. Growth characteristics and content of chemical components in shade-cultured *Artemisia* spp. collected from different areas. Korean J. Medicinal Crop Sci. 2:205-210.
26. Ruan, W., M. Lai, and J. Zhou. 2006. Anticancer effects of Chinese herbal medicine, science or myth. J. Zhejiang Univ. Sci. B. 7:1006-1014.
27. Sen, C.K. 1995. Oxidants and antioxidants in exercises. J. Appl. Physiol. 79:675-692.
28. Siegel, B.V. and B. Leibovitz. 1982. The multifactorial role of vitamin C in health and disease. Int. J. Vitamin Nutr. Res. 23:9-22.
29. Takeya, K. 2000. Studies on anti-cancerous substances from higher plants in East Asian region. Korean J. Plant Res. 3:1-45.
30. Woo, E.R., S.H. Yoon, J.H. Kwak, H.J. Kim, and H. Park. 1997. Inhibition of gp 120-CD4 interaction by various plant extracts. Phytomedicine 4:53-58.