

## 개똥쑥의 항산화 및 항암활성과 기능성 물질의 탐색

류지현<sup>1</sup> · 이수정<sup>1</sup> · 김미주<sup>1</sup> · 신정혜<sup>2</sup> · 강신권<sup>3</sup> · 조계만<sup>4</sup> · 성낙주<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원  
<sup>2</sup>(재)남해마늘연구소, <sup>3</sup>한국국제대학교 식품과학부  
<sup>4</sup>경남과학기술대학교 식품과학과

### Antioxidant and Anticancer Activities of *Artemisia annua* L. and Determination of Functional Compounds

Ji-Hyun Ryu<sup>1</sup>, Soo-Jung Lee<sup>1</sup>, Mi-Joo Kim<sup>1</sup>, Jung-Hye Shin<sup>2</sup>,  
Shin-Kwon Kang<sup>3</sup>, Kye-Man Cho<sup>4</sup>, and Nak-Ju Sung<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Science,  
Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

<sup>2</sup>Namhae Garlic Research Institute, Gyeongnam 668-812, Korea

<sup>3</sup>Division of Food Science, International University of Korea, Gyeongnam 660-759, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology, Gyeongnam 660-758, Korea

#### Abstract

The antioxidant and anticancer activities of leaves and stems from Gaeddongssuk (*Artemisia annua* L.) were investigated. The leaves and stems were extracted with water and 80% ethanol, respectively. The antioxidant and growth inhibition activities toward cancer cells by the 4 kinds of extracts were tested. In addition, phenolic compounds from *A. annua* were identified through quantitative analysis using HPLC. Antioxidant activities significantly increased in a dose-dependent manner, and those of water and ethanol extracts of the leaves were stronger than those of the stems. Growth inhibition activities of the leaf extracts on HeLa and AGS cells were higher than those of the stem extracts. In particular, the ethanol extract of the leaves had growth inhibition activities of 61.07% and 57.24% against HeLa and AGS cells, at the concentration of 500 µg/mL, respectively, which were the highest among all the extracts. Phenolic acid and catechin contents of the *A. annua* extracts as determined by HPLC were higher in the leaves than in the stems. Flavonols were identified only in the leaves. The data suggest that the antioxidant and anticancer activities of *A. annua* extracts were due to phenolic compounds as well as unknown biological compounds in *A. annua*.

**Key words:** Gaeddongssuk (*Artemisia annua* L.), antioxidant, anticancer, phenolic compounds

#### 서 론

쑥은 국화과(Compositae)에 속하는 다년생 초본으로 전국의 산야에 널리 자생하고 있으며, 녹엽 단백질과 필수지방산의 함량이 높아 영양적으로 우수한 식품으로 알려져 있다(1). 쑥은 항산화(2), 항암(3), 면역증진(4) 및 가축 사료로써의 이용 가능성(5) 등의 기능성에 관한 연구가 수행되어져 있으며, 여러 가지 식품에 응용하고자 하는 시도가 활발하게 이루어지고 있다.

개똥쑥(*Artemisia annua* L.)은 국화과에 속하는 일년생 초본으로 열대아시아를 원산지로서 하여 전 세계적으로 분포되어 있으며, 우리나라에서는 전국 각지의 길가나 들밭에 무리지어 야생하고 있다. 한방에서는 개똥쑥의 지상부를 청

호(菁蒿)라는 이름으로 해열제, 지혈제, 피부병 치료제 및 살충제 등으로 사용하고 있으며, 그 외 항균, 항바이러스 및 항산화 작용 등이 알려져 있다(6). 중국에서는 예부터 말라리아 치료를 위한 약초로 사용되어 왔는데 terpenoid계 sesquiterpene lactone의 일종인 artemisinin은 강력한 항말라리아 효능을 지니므로 현재 의약품으로도 이용되고 있으며, 이 물질은 성숙한 식물체의 화기와 잎의 선모 등에서도 발견되고 초식성 곤충과 포유동물에게 강한 기피 작용을 일으킬 뿐만 아니라 말라리아와 같은 병원성 원충에게는 치명적인 작용을 하는 것으로 알려져 있다(7). 또한 최근에는 유방암 세포를 선택적으로 괴사시키는 항암활성이 입증됨으로써 세계적으로 주목받고 있는 생약제로 평가되고 있다(8). 개똥쑥의 주요 성분으로는 arteannuin, arteannuin B, sco-

\*Corresponding author. E-mail: snakju@gnu.ac.kr  
Phone: 82-55-772-1431, Fax: 82-55-772-1439

poletin, coumarin 및 eupatin 등이 있으며 이러한 성분들이 항암 및 항균 작용과 관계가 깊어 이들의 화학적 구조를 밝혀내는 연구가 수행되었으며(9,10), 주요 성분을 대량 생산하기 위한 조직배양 및 유전자 형질전환에 대한 연구도 이루어져 있다(11). 최근의 보고에 의하면 개똥쭉은 총 항산화력이 높은 약용식물 중의 하나로서 개똥쭉의 높은 항산화 활성은 시료 중에 함유된 페놀 화합물에 의한 것으로 보고되어 있으며(12,13), chlorogenic acid, *p*-coumaric acid, coumarin, 6,7-dimethoxy-coumarin, luteolin-7-glucoside, rutin, quercetin, luteolin 및 kaempferol 등의 페놀 화합물이 분리·동정되었으나(14), 국내에서 개똥쭉의 생리활성에 관한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 개똥쭉의 생리활성을 알아보기 위하여 잎과 줄기로 구분한 후 각각 물 및 80% 에탄올로 추출하여 항산화 및 암세포 증식억제 활성을 측정하였으며, 이들의 활성과 밀접한 관련이 있을 것으로 유추되는 페놀 화합물을 HPLC를 이용하여 분석·동정하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 추출

본 실험에 사용한 개똥쭉(*Artemisia annua* L.)은 2009년 7월경 경상남도 하동군에서 채취하여 음건하였으며, 잎과 줄기로 구분하여 마쇄한 후 80 mesh의 체에 통과시킨 것을 사용하였다. 마쇄한 시료 각 50 g에 20배의 증류수 및 80% 에탄올을 가하여 60°C 수욕상에서 6시간씩 2회 반복 추출한 후 회전식 진공증발농축기로 완전 건조시켜 추출물을 얻어 증류수로 일정농도로 조정된 후 항산화 및 항암 활성 측정용 시료로 사용하였다. 이때 개똥쭉의 물 및 에탄올 추출물에 대한 추출 수율은 잎이 각각 7.94% 및 15.00%, 줄기는 23.01% 및 27.69%였다(15).

HPLC 분석용 시료는 각 시료 1 g에 10배의 증류수 및 80% 에탄올을 가하여 상기와 동일하게 추출한 후 0.45 µm membrane filter에 통과시킨 것을 사용하였다.

### 라디칼 소거활성 측정

ABTS[2,2-azinobis-(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulpho-nate)] 라디칼 소거활성은 7 mM의 ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시킨 다음 암실에서 12~16시간 동안 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 조정된 ABTS 용액 3 mL에 추출물 1 mL를 가하여 실온에서 10분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다(16). NO(nitric oxide) 라디칼 소거활성은 추출물 0.5 mL에 5 mM sodium nitroprusside 용액 0.5 mL 및 20 mM phosphate 완충용액 2 mL를 혼합한 후 25°C의 수욕상에서 150분간 반응시켰다. 여기에 griess reagent[2% sulfanilamide-4% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>:0.2% naphthylethylenediamide =1:1(v/v)] 0.5 mL를 가하여 542 nm에서 흡광도를 측정하

였다(17). 라디칼 소거활성은 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도 비로 계산하였다.

### FRAP법에 의한 항산화 활성 측정

개똥쭉 추출물에 대한 FRAP(ferric reducing antioxidant power)법에 의한 항산화 활성은 Benzie와 Strain(18)의 방법에 따라 300 mM acetate buffer(pH 3.6), 40 mM HCl에 용해한 10 mM TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine) 용액 및 20 mM FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O를 각각 10:1:1(v/v/v)의 비율로 혼합하여 37°C의 수욕상에서 가온한 것을 FRAP 기질액으로 사용하였다. 96 well plate에 시료액 40 µL, FRAP 기질액 100 µL 및 증류수 200 µL를 차례로 혼합하여 37°C에서 4분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O를 표준물질로 하여 얻은 표준검량선으로부터 계산하였다.

### Fe<sup>2+</sup> 킬레이팅 활성 측정

Fe<sup>2+</sup> 킬레이팅 활성은 시료 추출물 0.2 mL, methanol 0.8 mL, 2 mM FeCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 용액 0.05 mL 및 5 mM ferrozine [3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4,4''-disulfonic acid] 용액 0.2 mL를 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후 562 nm에서 흡광도를 측정하였다(19). 추출물의 Fe<sup>2+</sup> 킬레이팅 활성은 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도 비로 나타내었다.

### 암세포 증식억제 활성 측정

실험에 이용한 인간 암세포주는 자궁경부 상피암 세포인 HeLa 및 위암세포인 AGS로 한국세포주은행(KCLB, Korea Cell Line Bank, Seoul, Korea)에서 분양받아 사용하였다. 10% FBS, penicillin(100 units/mL), streptomycin(50 µg/mL)을 첨가한 RPMI-1640 배지를 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 배양하였다. 암세포에 대한 시료 추출물의 증식억제 활성은 MTT[3-(4,5-dimethylthiazol)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide]방법(20)을 이용하였으며, 세포 배양용 96 well plate에 세포수를 5×10<sup>4</sup> cells/mL로 100 µL씩 분주하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 24시간 동안 배양한 후, 시료 추출물을 배지에 62.5, 125, 250 및 500 µg/mL 농도로 조절하여 100 µL씩 접종하였다. 이를 24시간 배양한 다음 5 mg/mL의 MTT 용액을 10 µL씩 첨가하여 4시간 동안 37°C에서 배양하였다. 이때 생존하는 세포와 MTT와의 반응으로 생성된 formazan 결정을 dimethyl sulfoxide(DMSO) 100 µL에 녹여 plate shaker(MX2, FINEPCR, Seoul, Korea)에서 30분간 반응시킨 후 ELISA reader로 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 시료 무첨가구에 대한 시료 첨가구의 흡광도 비(%)로 계산하였다.

### HPLC에 의한 페놀 화합물의 분석

개똥쭉의 물 및 80% 에탄올 추출물의 페놀 화합물 분석은 phenolic acid, flavonol 및 catechin류로 구분하였으며, 각각의 표준물질(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을

Table 1. Analytical conditions of HPLC for phenolic acid, flavonol and catechin in *A. annua* extracts

Items	Phenolic acid and flavonol	Catechin
Instrument	Agilent 1200 series (Agilent Co., Forest Hill, Vic, Australia)	Agilent 1200 series (Agilent Co.)
Detector	UV-DAD detector (Agilent 1200 series, Agilent Co.)	UV-DAD detector (Agilent 1200 series, Agilent Co.)
Wavelength	270 nm	270 nm
Column	XTerra™ RP C8 (4.6×250 mm, 5 μm, Waters Co., Milford, MA, USA), 30°C	TSKgel ODS-100Z (4.6×250 mm, 5 μm, Tosoh Co., Tokyo, Japan), 40°C
Mobile phase	A: 0.5% glacial acetic acid, B: methanol 0~10 min: B (15%), 10~20 min: B (15~20%), 20~30 min: B (30~40%), 40~50 min: B (40~60%), 50~55 min: B (60~80%), 55~60 min: B (80~100%)	A: 0.5% glacial acetic acid, B: acetonitrile 0~10 min: B (15%), 10~20 min: B (15~20%), 20~25 min: B (20~60%), 25~30 min : B (60~100%)
Flow rate	1 mL/min	1 mL/min
Injection volume	20 μL	20 μL

사용하여 Table 1과 같은 조건하에서 HPLC에 의해 동일조건에서 분석한 표준물질과 머무름 시간을 비교하여 동정한 후 표준 검량선으로부터 정량하였다.

통계처리

반복 실험하여 얻은 결과는 SPSS 12.0 package를 사용하여 분산분석 하였으며, 결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료의 분석결과에 대한 유의성 검정은 분산분석을 한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

라디칼 소거활성

개똥쑥 잎과 줄기의 물 및 80% 에탄올 추출물을 125, 250,

500, 1,000 및 2,000 μg/mL의 농도로 조정하여 ABTS 및 NO 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Table 2 및 3과 같다. ABTS 라디칼 소거활성은 첨가된 시료의 농도가 증가됨에 따라 유의적으로 상승하였다(Table 2). 개똥쑥 잎의 물 추출물(LW) 및 에탄올 추출물(LE)은 개똥쑥 줄기의 물 추출물(SW) 및 에탄올 추출물(SE)에 비해 모든 농도에서 유의적으로 높은 소거활성을 나타내었으며, 2,000 μg/mL 농도에서는 LW, LE 및 SW 간에 유의차를 보이지 않아 활성이 유사한 것으로 보였다. 반면에, IC<sub>50</sub>값을 비교할 경우 잎 에탄올 추출물(LE)은 줄기 물 추출물(SW)에 비해 약 66.8% 정도로 라디칼 소거활성이 높았다. NO 라디칼 소거활성은 추출물의 첨가 농도에 따라 증가하는 경향이었으나(Table 3), 줄기 물 추출물(SW)은 125 μg/mL 농도에서 LW 및 LE에 비해 유의차를 보이지 않았으며, 250~500 μg/mL 농도에서는 유

Table 2. ABTS radical scavenging activity of *A. annua* extracts (%)

Sample code <sup>1)</sup>	Concentration (μg/mL)					IC <sub>50</sub> values <sup>3)</sup> (μg/mL)
	125	250	500	1,000	2,000	
LW	36.32±2.59 <sup>aC2)</sup>	55.69±1.71 <sup>bC</sup>	83.83±1.91 <sup>cC</sup>	96.83±1.18 <sup>dD</sup>	97.71±1.06 <sup>dB</sup>	224.41±1.73
LE	38.20±2.60 <sup>aC</sup>	64.62±0.79 <sup>bD</sup>	84.44±1.22 <sup>cC</sup>	92.72±1.13 <sup>dC</sup>	95.97±1.91 <sup>eB</sup>	179.25±3.49
SW	25.33±1.62 <sup>aB</sup>	30.12±1.31 <sup>bB</sup>	47.84±1.59 <sup>cB</sup>	66.28±1.80 <sup>dB</sup>	96.30±1.76 <sup>eB</sup>	540.61±10.55
SE	16.60±2.50 <sup>aA</sup>	25.83±3.51 <sup>bA</sup>	32.91±1.96 <sup>cA</sup>	50.91±0.53 <sup>dA</sup>	74.02±3.80 <sup>eA</sup>	974.40±9.98

<sup>1)</sup>LW: water extract from leaves of *A. annua*, LE: 80% ethanol extract from leaves of *A. annua*, SW: water extract from stems of *A. annua*, SE: 80% ethanol extract from stems of *A. annua*.

<sup>2)</sup>Each value represents mean±SD, n=3. Means with different superscripts in the same row (a-e) and column (A-D) are significantly different at p<0.05.

<sup>3)</sup>IC<sub>50</sub> values were defined as the concentration which inhibits 50% of biological activity.

Table 3. NO radical scavenging activity in of *A. annua* extracts (%)

Sample code <sup>1)</sup>	Concentration (μg/mL)					IC <sub>50</sub> values (μg/mL)
	125	250	500	1,000	2,000	
LW	25.91±1.74 <sup>aB2)</sup>	31.85±1.15 <sup>bB</sup>	33.27±1.96 <sup>bB</sup>	38.57±1.24 <sup>cB</sup>	48.27±1.02 <sup>dB</sup>	2,000< <sup>3)</sup>
LE	26.42±1.76 <sup>aB</sup>	28.22±1.06 <sup>aA</sup>	30.85±0.86 <sup>bB</sup>	40.65±1.29 <sup>cBC</sup>	50.54±1.18 <sup>dC</sup>	1937.56±16.44
SW	28.74±1.30 <sup>aB</sup>	37.10±0.85 <sup>bC</sup>	39.31±0.75 <sup>cC</sup>	42.58±0.48 <sup>dC</sup>	49.95±1.27 <sup>eBC</sup>	2,000<
SE	22.76±1.68 <sup>aA</sup>	27.19±0.63 <sup>bA</sup>	27.02±1.83 <sup>bA</sup>	29.46±1.78 <sup>bA</sup>	33.50±0.68 <sup>eA</sup>	2,000<

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Each value represents mean±SD, n=3. Means with different superscripts in the same row (a-e) and column (A-C) are significantly different at p<0.05.

<sup>3)</sup>50% inhibition was not appeared at concentrations (125~2,000 μg/mL) of *A. annua* extracts.

의적으로 높은 소거활성을 보였다. 또한 1,000~2,000 µg/mL 농도에서는 LE와 활성이 유사하였다.

사철쭉의 잎, 종실 및 줄기 추출물 중 잎의 DPPH 라디칼 소거활성이 훨씬 우수한 것은 시료 중의 총 페놀 함량이 높았기 때문인 것으로 보고된 바 있으며(2), Choi 등(21)은 여러 종류의 쭉으로부터 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성을 측정된 결과 총 페놀 및 플라보노이드 함량이 많은 시료에서 소거활성이 높았다고 보고하였다. ABTS 라디칼 소거활성은 DPPH 라디칼 소거활성과 상관성이 높으며 그 유효 물질이 페놀 화합물에 연유된다는 보고(22)와 개똥쭉의 DPPH 라디칼 소거활성은 시료 중에 함유된 총 페놀 및 플라보노이드 함량에 기인한다는 보고(15)를 볼 때, 본 실험 결과의 라디칼 소거활성도 총 페놀 및 플라보노이드 함량에 의존적일 것으로 판단된다.

또한 서로 다른 라디칼을 이용한 항산화 활성의 측정에서 소거활성의 차이는 시료의 산화환원 및 라디칼의 화학 구조적 차이에 의한 것으로 알려져 있는데(23), 개똥쭉 추출물의 NO 라디칼 소거활성은 ABTS 라디칼 소거활성과 유사한 기작에 의해서 일어나며, 활성의 차이는 반응기질의 조건이나 라디칼의 종류에 기인하는 것으로 생각된다.

#### FRAP법에 의한 항산화 활성

FRAP법에 의한 항산화 활성의 측정은 산성 pH영역에서 ferric tripyridyltriazine( $Fe^{3+}$ -TPTZ) 복합체가 환원성 물질에 의해 청색의 ferrous tripyridyltriazine( $Fe^{2+}$ -TPTZ)으로 환원되는 원리를 이용한 것으로 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안된 방법이다(18). 개똥쭉 추출물의 FRAP 측정 결과를  $FeSO_4$  당량으로 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 첨가된 추출물의 농도에 의존적으로 활성이 유의적으로 증가하였으나, 잎 에탄올 추출물(LE)의 경우에는 1,000~2,000 µg/mL의 농도에서 133.58~136.96 µM로 유의차를 보이지 않았다. 1,000 µg/mL 이상의 농도에서 FRAP 활성은 통계적으로 줄기 물 추출물(SW)이 가장 높았고, 다음으로 잎 에탄올 추출물(LE)이었으나 그 차이가 작아 LE는 SW와 FRAP 활성이 비슷한 것으로 여겨진다.

FRAP법에 의한 항산화 활성은 산화반응의 촉매제로 작용하는 금속이온을 환원시키는 효력을 의미하는데, 시료의 환원력은 전자공여를 통한 라디칼의 소거활성과도 관련이 높으며(24), 시료 중에 함유된 페놀 화합물의 함량에 대한

의존도가 높은 것으로 보고되어 있다(25). 개똥쭉의 물 및 에탄올 추출물의 환원력은 시료의 농도가 높아짐에 따라 유의적으로 증가되었으며, 총 페놀 및 플라보노이드 함량에 의존적인 것으로 보고된 바 있다(15). 또한 Lee 등(26)은 시판 포도주스에서 총 페놀 함량과 FRAP법에 의한 항산화 활성과의 상관관계수가 0.97 이상으로 총 페놀 함량이 많을수록 항산화 활성이 높다고 보고한 바 있는데, 비름과 식물류 추출물의 경우에는 총 페놀 함량과 FRAP법에 의한 항산화 활성과의 상관관계가 0.48, DPPH 라디칼 소거활성과의 상관관계는 0.20으로 총 페놀 함량과 항산화 활성과의 관련성이 낮다는 보고(27)도 있으며, 약용식물류나 안토시아닌이 많은 식물에서 항산화 활성은 총 페놀 함량과 상관관계가 낮은 것으로 보고되어 있다(28). 이러한 결과는 시료의 총 페놀 함량이 높더라도 ascorbic acid, phytic acid, sterol, saponin, carotenoid 등의 비 페놀성 물질이 항산화 활성의 주된 물질로 작용되기 때문이라고 보고되어 있는데(27), 본 실험 결과도 이와 관련성이 있을 것으로 추정된다.

#### $Fe^{2+}$ 킬레이팅 활성

체내 세포에서 지질 및 단백질의 산화를 촉진하는  $Fe^{2+}$ 과 같은 금속이온 인자(29)에 대하여 개똥쭉 추출물의 킬레이팅 활성을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 모든 시료에서 추출물의 첨가 농도에 의존적으로 활성이 증가하였으며, 잎과 줄기의 물 추출물은 에탄올 추출물에 비해 월등히 높았는데,  $IC_{50}$ 값은 잎 물 추출물(LW)에서 265.98 µg/mL, 줄기 물 추출물(SW)에서 785.60 µg/mL이었으나 잎과 줄기의 에탄올 추출물(LE, SE)은 1,000 µg/mL 이상으로 물 추출물에서  $Fe^{2+}$  킬레이팅 활성이 다소 높았다.

항산화성 물질에 의한  $Fe^{2+}$  킬레이팅 활성은 활성산소종의 생성을 억제하여 세포의 산화적 손상을 막고, 지질 과산화물의 생성에 촉매 역할을 하는 전이 금속의 농도를 낮추므로 금속 이온의 킬레이팅 활성은 중요한 항산화 기작으로 알려져 있는데(30),  $Fe^{2+}$  킬레이팅 활성은 시료에 함유된 페놀성 물질의 함량과 상관관계가 낮은 것으로 보고되어 있다(31). 국화과 식물인 마가렛, 국화 및 낙동구절초의 꽃과 잎 줄기 추출물의 항산화 활성을 비교한 보고에서 페놀 및 플라보노이드 함량이 가장 높게 측정된 국화 잎줄기 추출물은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성은 가장 높았던 반면,  $Fe^{2+}$  킬레이팅 활성은 가장 낮았다고 보고되어 있는데(32), 이는

Table 4. Ferric reducing antioxidant power of *A. annua* extracts

( $FeSO_4$  eq µM)

Sample code <sup>1)</sup>	Concentration (µg/mL)				
	125	250	500	1,000	2,000
LW	16.87 ± 0.37 <sup>aA2)</sup>	24.90 ± 0.15 <sup>bA</sup>	37.09 ± 0.17 <sup>cA</sup>	54.53 ± 0.71 <sup>dA</sup>	71.73 ± 8.68 <sup>eA</sup>
LE	34.88 ± 0.91 <sup>aC</sup>	58.51 ± 1.08 <sup>bC</sup>	99.64 ± 0.83 <sup>cD</sup>	133.58 ± 0.66 <sup>dC</sup>	136.96 ± 0.50 <sup>dC</sup>
SW	35.31 ± 1.63 <sup>aC</sup>	58.84 ± 2.19 <sup>bC</sup>	92.88 ± 1.05 <sup>cC</sup>	136.48 ± 0.71 <sup>dD</sup>	143.59 ± 1.41 <sup>eD</sup>
SE	19.40 ± 0.19 <sup>aB</sup>	30.20 ± 0.10 <sup>bB</sup>	49.87 ± 28.09 <sup>cB</sup>	78.76 ± 0.74 <sup>dB</sup>	124.06 ± 0.96 <sup>eB</sup>

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Each value represents mean ± SD, n=3. Means with different superscripts in the same row (a-e) and column (A-D) are significantly different at p<0.05.

**Table 5. Fe<sup>2+</sup> chelating activity of *A. annua* extracts** (%)

Sample code <sup>1)</sup>	Concentration (µg/mL)					IC <sub>50</sub> values (µg/mL)
	125	250	500	1,000	2,000	
LW	20.45 ± 1.10 <sup>aC(2)</sup>	55.32 ± 0.10 <sup>bD</sup>	87.44 ± 0.46 <sup>cC</sup>	96.29 ± 0.78 <sup>dD</sup>	98.73 ± 0.49 <sup>dD</sup>	265.98 ± 1.57
LE	0.27 ± 0.00 <sup>aA</sup>	4.00 ± 0.08 <sup>bA</sup>	8.65 ± 0.92 <sup>cA</sup>	28.99 ± 1.42 <sup>dB</sup>	52.47 ± 0.92 <sup>eA</sup>	1868.45 ± 39.29
SW	11.20 ± 2.21 <sup>aB</sup>	34.88 ± 1.33 <sup>bC</sup>	46.37 ± 0.76 <sup>cB</sup>	61.32 ± 0.57 <sup>dC</sup>	94.21 ± 1.07 <sup>eC</sup>	785.60 ± 15.10
SE	2.30 ± 0.69 <sup>aA</sup>	9.01 ± 2.01 <sup>bB</sup>	9.31 ± 1.85 <sup>bA</sup>	20.35 ± 0.09 <sup>cA</sup>	82.52 ± 1.37 <sup>dB</sup>	1382.45 ± 10.55

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Each value represents mean ± SD, n=3. Means with different superscripts in the same row (a-e) and column (A-D) are significantly different at p<0.05.

금속이온을 제거하는 물질과 라디칼을 소거하는 물질이 다르며(33) 유리 라디칼을 소거할 수 있는 페놀 화합물의 함량은 높으나 금속이온을 포집할 수 있는 물질의 함량이 낮기 때문이라고 추정된 바 있다(32). 이는 본 연구결과에서 개똥쑥 추출물의 ABTS 및 NO 라디칼 소거활성이 여타 추출물에 비해 높은 반면, Fe<sup>2+</sup> 킬레이팅 활성이 낮았던 점과 유사한 결과라 사료된다.

**암세포 증식억제 활성**

개똥쑥 추출물을 62.5, 125, 250, 500 µg/mL의 농도로 조정하여 인체 자궁경부 상피암 세포인 HeLa 및 위암세포인 AGS의 증식에 미치는 영향을 MTT assay로 측정하였다 (Table 6 및 7). 개똥쑥 추출물의 HeLa 세포에 대한 증식억제 활성은 측정된 모든 농도에서 잎과 줄기의 에탄올 추출물(LE, SE)이 물 추출물(LW, SW)에 비해 높은 활성을 보였으며, 250~500 µg/mL 농도에서 잎 에탄올 추출물(LE)은 50% 이상의 활성을 보였으나, 그 외에는 50% 미만이었다. 특히, 잎 에탄올 추출물(LE)의 IC<sub>50</sub> 값은 233.64 µg/mL로 여타 추출물에 비해 HeLa 세포의 증식억제 활성에 가장 효과적이

었다(Table 6). AGS 세포에 대한 증식억제 활성은 HeLa 세포와 유사한 경향으로 에탄올 추출물(LE, SE)이 물 추출물(LW, SW)에 비해 유의적으로 높았다. 500 µg/mL 농도에서 잎 에탄올 추출물(LE)의 활성은 57.24%였으며, 그 외 시료에서는 50% 미만이었다(Table 7).

Xu 등(3)은 쑥의 수용성 추출물이 종양 괴사인자를 활성화시킨다고 하였으며, 이러한 효과는 시료 중에 함유된 페놀 화합물에 의한 것으로 보고된 바 있다(34). 개똥쑥으로부터 분리한 (Z)-7-acetoxy-methyl-11-methyl-3-methylene-dodeca-1,6,10-triene은 인체 폐암세포인 95-D에 대하여 미토콘드리아의 막전위를 낮추고 caspase-9와 caspase-3의 발현을 증가시킴으로써 apoptosis를 유도하는 것으로 보고되어 있으며(35), Singh와 Lai(8)는 개똥쑥의 artemisinin이 유방암 세포를 선택적으로 괴사시킨다고 하였다. Lee와 Koo(36)는 국화인 에키네시아 꽃봉우리, 잎줄기 및 뿌리의 메탄올 추출물이 간암, 폐암, 인간유래 백혈암 및 마우스 백혈암 등 4종의 암세포주에 대하여 강한 억제 활성을 나타낸다고 보고하였는데, 본 연구에서도 개똥쑥 추출물의 암세포

**Table 6. Growth inhibition rates of *A. annua* extracts on HeLa human cervix epitheloid carcinoma cell** (%)

Sample code <sup>1)</sup>	Concentration (µg/mL)				IC <sub>50</sub> values (µg/mL)
	62.5	125	250	500	
LW	31.07 ± 0.95 <sup>aA2)</sup>	36.48 ± 0.47 <sup>bB</sup>	41.57 ± 1.06 <sup>cB</sup>	44.37 ± 0.42 <sup>dB</sup>	500< <sup>3)</sup>
LE	37.10 ± 4.02 <sup>aB</sup>	49.71 ± 1.04 <sup>bD</sup>	54.59 ± 1.61 <sup>cD</sup>	61.07 ± 1.38 <sup>dD</sup>	233.64 ± 6.69
SW	28.64 ± 1.00 <sup>aA</sup>	31.85 ± 0.02 <sup>bA</sup>	33.78 ± 0.84 <sup>cA</sup>	40.66 ± 0.54 <sup>dA</sup>	500<
SE	31.57 ± 0.82 <sup>aA</sup>	41.75 ± 0.57 <sup>bC</sup>	44.06 ± 1.13 <sup>cC</sup>	49.22 ± 0.94 <sup>dC</sup>	500<

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Each value represents mean ± SD, n=3. Means with different superscripts in the same row (a-d) and column (A-D) are significantly different at p<0.05.

<sup>3)</sup>50% inhibition was not appeared at concentrations (62.5~500 µg/mL) of *A. annua* extract.

**Table 7. Growth inhibition of *A. annua* extracts on AGS human stomach adenocarcinoma cell** (%)

Sample code <sup>1)</sup>	Concentration (µg/mL)				IC <sub>50</sub> values (µg/mL)
	62.5	125	250	500	
LW	14.00 ± 0.67 <sup>aA2)</sup>	23.19 ± 3.75 <sup>bB</sup>	29.10 ± 0.54 <sup>cB</sup>	35.10 ± 1.84 <sup>dA</sup>	500< <sup>3)</sup>
LE	27.76 ± 1.12 <sup>aB</sup>	38.74 ± 0.60 <sup>bC</sup>	43.52 ± 1.19 <sup>cC</sup>	57.24 ± 0.40 <sup>dC</sup>	368.00 ± 2.60
SW	13.93 ± 2.38 <sup>aA</sup>	16.72 ± 0.57 <sup>bA</sup>	24.11 ± 1.59 <sup>cA</sup>	33.58 ± 3.54 <sup>eA</sup>	500<
SE	13.14 ± 0.81 <sup>aA</sup>	22.29 ± 1.92 <sup>bB</sup>	27.85 ± 1.29 <sup>cB</sup>	41.75 ± 0.57 <sup>dB</sup>	500<

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Each value represents mean ± SD, n=3. Means with different superscripts in the same row (a-d) and column (A-C) are significantly different at p<0.05.

<sup>3)</sup>50% inhibition was not appeared at concentrations (62.5~500 µg/mL) of *A. annua* extract.

증식억제 효과가 높게 나타난 것으로 보아 비록 암세포주의 종류는 다르나 국화과 식물이 인체 암세포주에 대해 강한 억제활성이 있는 것과 유사한 결과라고 사료된다.

#### 페놀 화합물의 분석 · 동정

HPLC를 이용하여 개똥쭉 추출물의 페놀 화합물을 phenolic acid, flavonol 및 catechin류로 분류하여 분석한 결과는 Table 8, 9 및 10과 같다. Phenolic acid는 Table 8과 같이 12종의 화합물이 동정되었으며, 줄기(SW, SE)에 비해 잎 추출물(LW, LE)에서 총량이 2,857.36 mg/kg, 2,327.66 mg/kg으로 약 5.4~6.7배 정도 높게 정량되었다. Flavonol류는 총 3종을 동정하였는데, 잎 에탄올 추출물(LE)에서 3종 모두 검출되었으며, 잎의 물 추출물(LW)에서는 quercetin만이 확인되었다. 반면에 줄기 추출물에서는 검출되지 않았다(Ta-

**Table 8.** The contents of phenolic acid compounds in *A. annua* extracts (mg/kg, dry basis)

	LW <sup>1)</sup>	LE	SW	SE
Gallic acid	59.93	— <sup>2)</sup>	25.72	18.98
Protocatechuic acid	238.87	215.48	56.79	60.21
Gentisic acid	50.20	—	—	—
<i>p</i> -Hydroxybenzoic acid	103.35	77.44	25.42	45.48
Vanillic acid	241.84	148.92	55.00	87.99
Caffeic acid	102.13	207.97	45.82	150.60
Chlorogenic acid	884.59	129.54	46.99	—
Salicylic acid	669.31	597.10	—	—
<i>p</i> -Coumaric acid	113.56	44.04	19.84	—
Sinapic acid	392.58	839.87	152.11	—
Ferulic acid	—	62.11	—	60.97
<i>t</i> -Cinnamic acid	—	7.19	—	—
Total	2,857.36	2,327.66	427.69	424.23

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Not detected.

**Table 9.** The contents of flavonol compounds in *A. annua* extracts (mg/kg, dry basis)

	LW <sup>1)</sup>	LE	SW	SE
Rutin	— <sup>2)</sup>	266.21	—	—
Quercetin	202.11	106.89	—	—
Kaempferol	—	21.84	—	—
Total	201.11	394.94	—	—

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Not detected.

**Table 10.** The contents of catechin compounds in *A. annua* extracts (mg/kg, dry basis)

	LW <sup>1)</sup>	LE	SW	SE
Epigallocatechin	416.72	327.29	217.24	—
Catechin	2083.59	3704.16	544.07	1675.18
Epicatechin	3014.29	1201.39	439.48	457.15
Epigallocatechin gallate	— <sup>2)</sup>	252.30	151.09	263.58
Gallocatechin gallate	881.30	1272.48	349.40	618.94
Epicatechin gallate	—	7930.79	1074.90	4982.66
Catechin gallate	30.13	1625.77	3264.81	1377.84
Total	6,425.03	16,314.18	6,040.99	9,375.35

<sup>1)</sup>Refer to the comment in Table 2.

<sup>2)</sup>Not detected.

ble 9). Catechin류는 7종을 동정하였으며, 잎 에탄올 추출물(LE)은 타 시료에 비해 1.7~2.7배 정도 높게 정량되었으며, 물 추출물은 잎과 줄기에서 비슷한 함량이었다. 특히, 잎 에탄올 추출물(LE)에서 epicatechin gallate, catechin 및 gallo-catechin gallate의 함량이 타 시료에 비해 월등히 높았으며, epicatechin gallate는 총량의 약 48.6%를 차지하였다(Table 10). 녹차의 항산화 활성은 catechin류 함량에 의존적이며, catechin 성분 중 epicatechin, epicatechin gallate 및 epigallocatechin gallate 등이 항산화 활성에 영향을 주는 주요 성분으로 보고된 바 있는데(37), 개똥쭉 추출물의 항산화 활성도 이들 catechin류와 관련성이 높은 것으로 판단된다.

쭉속의 식물은 다양한 플라보노이드를 함유하고 있으며 이들은 항산화 활성이 커서 효소적 또는 비효소적으로 지질 과산화를 효과적으로 억제한다고 보고되어 있다(38). 참쭉 전초의 에탄올 추출물은 21가지의 플라보노이드 성분이 분리 · 동정된 바 있는데, 이들 물질은 쥐 간의 마이크로솜에 대하여 지질과산화 억제효과를 나타내었으며, 비타민 E보다 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 보고되어 있다(39). 사철쭉의 용매별 생리활성을 분석한 결과에서도 메탄올 추출물이 여타 추출물보다 항산화 활성이 높았는데, 시료 중의 페놀 화합물에 의존적이며 chlorogenic acid, 3,5-dicaffeoylquinic acid 및 3,4-dicaffeoylquinic acid 등의 페놀 화합물이 동정되었다고 보고되어 있다(40). Cai 등(14)은 개똥쭉 지상부에서 luteolin, luteolin-7-glucoside 등의 flavones, kaempferol, quercetin 및 rutin 등의 flavonols과 coumarin, 6,7-dimethoxy-coumarin 등의 coumarin류를 분리 · 동정하였으며, 물 추출물에 비해 메탄올 추출물에서 총 페놀 화합물의 함량 및 항산화 활성이 뛰어났다고 하였다.

본 연구에서 개똥쭉 추출물은 항산화 및 암세포 증식억제 활성이 높은 것으로 확인되었으며, 이들의 활성은 시료 중의 페놀 화합물에 대한 의존성이 높으나, 그 외 미지의 물질도 관여하는 것으로 추정되며, 향후 지속적인 연구가 필요하리라 생각된다.

## 요 약

개똥쭉(*Artemisia annua* L.)의 생리활성에 관한 연구로서 개똥쭉 잎과 줄기의 항산화 및 암세포 증식억제 활성을 측정하였으며, 이들의 활성과 밀접한 관련이 있을 것으로 추정되는 페놀 화합물을 HPLC를 이용하여 분석 · 동정하였다. 개똥쭉 잎과 줄기 추출물의 항산화 활성은 농도에 의존적이었으며, 대부분 줄기보다 잎에서 더 높은 경향이 있었다. 인체 자궁경부 상피암 세포인 HeLa 및 위암세포인 AGS에 대한 증식억제 활성은 줄기보다 잎 추출물에서 더 높았는데 특히, 잎 에탄올 추출물의 HeLa 및 AGS세포에 대한 증식억제 활성은 500 µg/mL 농도에서 각각 61.07% 및 57.24%로 추출물 중 가장 높은 활성을 보였다. HPLC를 이용하여 페놀 화합물을 분석한 결과, phenolic acid 및 catechin류는 줄기

에 비해 잎 추출물에서 월등히 높게 정량되었다. Flavonol류는 잎에서만 동정되었으며, rutin 및 kaempferol은 잎 에탄올 추출물에서만 동정되었다. 개똥쑥 추출물의 항산화 및 암세포 증식억제 활성은 페놀 화합물에 대한 의존도가 높으나, 미지의 활성 물질이 관여하는 것으로 추정된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업 (110021-3)의 연구과제로 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## 문헌

- Haw IW, Lee SD, Hwang WI. 1985. A study on the nutritional effects in rats by feeding basal diet supplemented with mugwort powder. *J Korean Soc Food Nutr* 14: 123-130.
- Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Ryu J, Kim DH, Eun JS. 2008. Antioxidant and antimicrobial activities of *Artemisia capillaris* Thunberg. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16: 112-117.
- Xu Q, Mori H, Sakamoto O, Uesugi Y, Koda A. 1989. Immunological mechanisms of antitumor activity of some kinds of crude drugs on tumor necrosis factor production. *Int J Immunopharmacol* 11: 607-613.
- Han HS, Park WS, Lee YJ. 2008. Studies on the immunomodulating activity of fermented *Artemisia argyi* Folium extract. *Kor J Herbology* 23: 103-112.
- Kim YJ. 2006. Effect of feeding fish oil and mugwort pelleted addition on meat quality of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 78-84.
- Romero MR, Serrano MA, Vallejo M, Efferth T, Alvarez M, Marin JJ. 2006. Antiviral effect of artemisinin from *Artemisia annua* against a model member of the Flaviviridae family, the bovine viral diarrhoea virus (BVDV). *Planta Med* 72: 1169-1174.
- Klayman DL, Lin AJ, Acton N, Scovill JP, Hoch JM, Milhous WK, Theohardes AD, Dobek AS. 1984. Isolation of artemisinin (qinghaosu) from *Artemisia annua* growing in the United States. *J Nat Prod* 47: 715-717.
- Singh NP, Lai H. 2001. Selective toxicity of dihydroartemisinin and holotransferrin toward human breast cancer cells. *Life Sci* 70: 49-56.
- Schmid G, Hofheinz W. 1983. Total synthesis of qinghaosu. *J Am Chem Soc* 105: 624-625.
- Avery MA, Chong WKM, Jennings-White C. 1992. Stereoselective total synthesis of (dextro)-artemisinin, the anti-malarial constituent of *Artemisia annua* L. *J Am Chem Soc* 114: 974-979.
- Panigo NB, Giulietti AM. 1994. *Artemisia annua* L.: Dedifferentiated and differentiated cultures. *Plant Cell Tiss Org Cult* 36: 163-168.
- Brisibe EA, Umoren UE, Brisibe F, Magalhães PM, Ferreira JFS, Luthria D, Wu X, Prior RL. 2009. Nutritional characterization and antioxidant capacity of different tissues of *Artemisia annua* L. *Food Chem* 115: 1240-1246.
- Zheng W, Wang SY. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J Agric Food Chem* 49: 5165-5170.
- Cai Y, Luo Q, Sun M, Corke H. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci* 74: 2157-2184.
- Ryu JH, Kim RJ, Lee SJ, Kim IS, Lee HJ, Sung NK. 2011. Nutritional properties and biological activities of *Artemisia annua* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 163-170.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Song HS, Moon KY. 2006. *In vitro* antioxidant activity profiles of  $\beta$ -glucans isolated from yeast *Saccharomyces cerevisiae* and mutant *Saccharomyces cerevisiae* IS2. *Food Sci Biotechnol* 15: 437-440.
- Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 239: 70-76.
- Yen GC, Duh PD, Tsai HL. 2002. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem* 79: 307-313.
- Mosmann T. 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Meth* 65: 55-63.
- Choi YM, Chung BH, Lee JS, Cho YG. 2006. The antioxidant activities of *Artemisia* spp. collections. *Korean J Crop Sci* 51: 209-214.
- Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of some commercial test. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723-727.
- Gardner PT, McPhail DB, Duthie GG. 1998. Electron spin resonance spectroscopic assessment of the antioxidant potential of teas in aqueous and organic media. *J Sci Food Agric* 76: 257-262.
- Gordon MF. 1990. The mechanism of antioxidant action *in vitro*. In *Food Antioxidants*. Hudson BJJF, ed. Elsevier Applied Science, London, UK. p 1-18.
- Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Defraigne JO, Dommes J. 2009. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chem* 113: 1226-1233.
- Lee HR, Jung BR, Park JY, Hwang IW, Kim SK, Choi JU, Lee SH, Chung SK. 2008. Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the Korean market. *Korean J Food Preserv* 15: 445-449.
- Nsimba RY, Kikuzaki H, Konishi Y. 2008. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chem* 106: 760-766.
- Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *J Agric Food Chem* 46: 4113-4117.
- Decker EA, Hultin HO. 1992. Lipid oxidation in muscle foods via redox iron. In *Lipid Oxidation in Food*. St. Angelo AJ, ed. ACS Symposium Series 500, Washington, DC, USA. p 33-54.
- Duh PD, Tu YY, Yen GC. 1999. Antioxidant activity of water extract of Harnng Jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *LWT-Food Sci Technol* 32: 269-277.
- Graf E, Eaton JW. 1990. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radic Biol Med* 8: 61-69.
- Woo JH, Shin SL, Jeong HS, Lee CH. 2010. Antioxidant effect of extracts obtained from three *Chrysanthemum* species. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 631-636.
- Seo SJ, Choi YM, Lee SM, Kong SH, Lee JS. 2008.

- Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 129-135.
34. Ryakhovskaya TY, Ushbaeva GG, Zhemaletdinov FG. 1989. The antitumor activity of phenol compounds from some *Artemisia* spp L. *Rastit Resur* 25: 249-253.
  35. Zhai DD, Supaibulwatana K, Zhong JJ. 2010. Inhibition of tumor cell proliferation and induction of apoptosis in human lung carcinoma 95-D cells by a new sesquiterpene from hairy root cultures of *Artemisia annua*. *Phytomedicine* 17: 856-861.
  36. Lee JK, Koo SJ. 2005. Antiproliferative and antioxidative activities of methanol extracts of *Echinacea angustifolia*. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 311-318.
  37. Lee MJ, Kwon DJ, Park OJ. 2007. The comparison of anti-oxidant capacities and catechin contents of Korean commercial green, oolong, and black teas. *Korean J Food Culture* 22: 449-453.
  38. Kang YH, Cha HS, Kim HM, Park YK. 1997. The nitrite scavenging and electron donating ability of pumpkin extracts. *Korean J Food & Nutr* 10: 31-36.
  39. Lee SJ, Chung HY, Lee IK, Yoo ID. 1999. Isolation and identification of flavonoids from ethanol extracts of *Artemisia vulgaris* and their antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol* 31: 815-822.
  40. Seo HC, Suzuki M, Kameyama MO, Oh MJ, Kim HR, Kim JH, Nagata T. 2003. Extraction and identification of antioxidant components from *Artemisia capillaris herba*. *Plant Foods Hum Nutr* 58: 1-12.

(2011년 1월 21일 접수; 2011년 3월 18일 채택)