

정원 소재로 사용되는 인동 부위별 에탄올 추출물의 항산화 효과

이준영* · 김상욱** · 유주한***

*동국대학교 대학원 신소재화학과 · **동국대학교 경주캠퍼스 신소재화학과 · ***동국대학교 경주캠퍼스 조경학과

Antioxidant Effect of Ethanol Extracts obtained from Different Parts of *Lonicera japonica* Thunb. used as Garden Material

Lee, Jun-Young* · Kim, Sang-Wook** · You, Ju-Han***

*Dept. of New Materials-Chemistry, Graduate School, Dongguk University

**Dept. of New Materials-Chemistry, Dongguk University-Gyeongju

***Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University-Gyeongju

ABSTRACT

The *Lonicera japonica* Thunb. have been used as a medicinal herb in oriental medicine due to an antibacterial and antiinflamatory effects. Therefore, this study aims to search for the antioxidant of *Lonicera japonica* Thunb. and to make the plant resources. Flowers, stems, leaves and fruits of *Lonicera japonica* were extracted by reflux with 80% ethanol phenolic content, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) and 2,2-azino bis(3-ethylneztiazoline-6-sulfoic acid) (ABTS) radical scavenging activity and ferrous ion chelating effects were analyzed. In our study, total polyphenol content was highest but total flavonoid content was lowest in fruits of *Lonicera japonica*. The flowers of *Lonicera japonica* contain lowest polyphenol whereas leaves contain highest flavonoid. Each compound of highest phenolic contents showed 122.74, 55.38mg · g⁻¹. Also, the flowers of *Lonicera japonica* show the lowest radical scavenging activity in DPPH and the highest in ABTS. The leaves of *Lonicera japonica* contain the highest value of DPPH and stems contain lowest ABTS. The highest in flowers and leaves of *Lonicera japonica* were ABTS and DPPH with the RC₅₀ value of 0.37 and 0.22mg · mL⁻¹, Ferrous ion chelating effect was the highest in *Lonicera japonica* stems and the lowest in *Lonicera japonica* fruits. The RC₅₀ value of highest in ferrous ion chelating effect was 1.10mg · mL⁻¹.

Key Words: Caprifoliaceae, Vine, Resource Plant, Antioxidant Activity

국문초록

인동은 한방에서 약재로 많이 사용되고 있으며, 항균 및 항염증효과가 있다. 따라서 본 연구는 인동의 항산화 물질을 탐색하여 식물의 자원화에 목적이 있다. 인동의 꽃, 줄기, 잎 및 줄기는 80% 에탄올의 환류액에 의해 추출되었으며,

Corresponding author: You, Ju-Han, Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University-Gyeongju, Phone: +82-54-770-2230, E-mail: youjh@dongguk.ac.kr

이를 통해 총 폐놀함량, DPPH, ABTS 및 철이온 칼레이트 효과를 분석하였다. 총 폴리페놀함량은 인동의 열매에서 높았으나, 플라보노이드함량은 낮았다. 인동의 꽃은 폴리페놀함량이 낮은 반면, 잎은 플라보노이드가 높았다. 가장 높은 폴리페놀 함량은 각각 122.74 , $55.38\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 로 나타났다. 또한 인동의 꽃은 DPPH의 항산화 활성을 낮았고 라디컬 소거능은 높았다. 인동의 잎은 DPPH의 높은 값을 가지고 있었으며, 줄기는 라디컬 소거능이 낮았다. 인동의 꽃과 잎이 0.37 and $0.22\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 으로 라디컬 소거능과 DPPH가 높았다. 철이온 칼레이트효과는 인동의 줄기가 높았으나 열매는 낮았다. 철이온 칼레이트 효과에서 높은 값은 $1.10\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 이다.

주제어 : 인동과, 덩굴식물, 자원식물, 항산화력

I. 서론

인동과(Caprifoliaceae)식물 중 하나인 인동(*Lonicera japonica* Thunb)은 우리나라, 중국, 일본의 산야에 자생하는 반상록 덩굴성 관목으로서 줄기가 오른쪽으로 감아 올라가고 잔가지는 적갈색이며 털이 있고 속은 비어 있다. 잎은 대생하고 장타원형으로 겨울에도 약간은 남아 있으며, 꽃은 6~7월에 백색에서 담황색의 방향이 있는 입술모양의 꽃 3개가 나란히 핀 후, 9~10월에 흑색의 열매를 맺는다(이창복, 2003). 한방에서는 인동초, 겨우살이덩굴, 능박나무로 부르며, 꽃은 금은화, 열매는 금은화자, 줄기는 인동등 또는 금은등이라 한다.

인동과에 속하는 식물들의 약리활성 및 성분상 특징은 이뇨, 해독, 타박상 접골, 타박상, 발한, 진통, 진정, 골절 등에 이용되어 왔다(정명훈 등, 1999). 주요 성분으로는 꽃에 왁스 상의 물질인 ceryl alcohol, stearic acid, linoleic acid, linolenic acid 외에 luteolin ($5,7,3',4'$ -tetrahydroxyflavone), lonicerin (luteolin-7-rhamnoglucoside), inositol 등이 함유되어 있으며, 잎과 줄기에는 chlo-rogenic acid, loniceroside 등이 함유되어 있다(한국약용식물학 연구회, 2003; 유혜정, 2008). 에탄올 분획에서 분리한 2-amino-oluorence, methyl N'-nitro-N-nitrosoguanidine, 4-nitro O-phenyl enediamine 등이 mutagen에 의해 생성되는 돌연변이와 종양을 억제하는 것으로 보고되었으며(정규찬 등, 1988), 과산화지질 생성을 억제한다(정규찬 등, 1990).

꽃은 맛이 달고 성질은 찬데, 해열과 해독작용을 하며, 염증을 삭이고 종기의 고름을 배출시키는 작용을 한다. 그리고 감기, 종기 세균성 이질, 폐렴, 급성 인후염, 홍역을 치료한다. 또한 화농성 피부질환에 외용 시 가루를 내어 환부에 바른다고 알려져 있다. 열매인 금은화자는 맛이 쓰고 떫으며 성질은 서늘하며, 장풍, 급성 이질을 치료한다. 잎과 줄기는 심, 폐경에 작용한다고 알려져 있으며, 해열과 해독하며 경락이 통하게 하고 온병발열, 열독혈리, 관절통 종기를 치료한다(유혜정, 2008). 또한 인동은 꽃이 아름답고 향기가 좋아 입먹녹화 및 정원소재로 활용이 되며, 퍼골라 등의 녹화용 재료로 기대된다.

인동에 대한 연구로는 주로 여러 종류의 성분을 분리하여 항암 효과 및 항염증 효과에 대한 연구 등(박희수, 2005; 윤용갑 등, 2007)이 수행되었으며, 그 외에 인동 추출물의 성장호르몬 유발 효과(정대영 등, 2003), 항산화 효과(현미란 등, 2008) 등 다양한 연구들이 이루어지고 있다. 이러한 항산화 물질은 다양한 질병의 근원인 활성산소종을 효과적으로 제거하는 것으로 최근 보고되었으며, 이는 식품, 의약품, 화장품 등에 많이 사용되고 있어 기대되는 천연물이다(이준영 등, 2013).

따라서 본 연구는 정원용 및 관상용 소재로 활용되는 인동을 자원식물적 측면에서 연구한 것으로 인동의 부위별 항산화 효과를 분석하여 인동의 항산화 활성을 규명하고, 새로운 천연항산화 소재를 탐색하기 위함이다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

공시재료인 인동은 2011년 6월 경북 경주시 석장동 경주캠퍼스($N35^{\circ}51'45.96''$, $E129^{\circ}11'48.56''$) 내에 자생하는 개체를 대상으로 하였으며, 생육상태가 양호한 개체에 대해 부위별로 200g씩 채집하였다. 식물의 동정은 대한식물도감(이창복, 2003)을 참고하였으며, 국명과 학명은 국가표준식물목록(국립수목원과 한국식물분류학회, 2007)을 기준으로 하였다. 채집 직후 열매, 잎, 줄기, 꽃을 부위별로 나누어 수세하여 이물질과 물기를 제거한 다음, 상온에서 건조시켜 분쇄한 후 공시재료로 사용하였다. 이러한 공시재료를 통해 총 폴리페놀함량(TPC: Total Polyphenol Content), 총 플라보노이드함량(TFC: Total Flavonoid Content), DPPH, ABTS radical 소거능, 철이온 칼레이트 효과를 측정하였다.

2. 추출물 조제

본 실험에 사용한 인동 부위별 건조시료는 80% 에탄올을 가

하여 1주일간 37°C로 진탕항온수조(BF-45SB, Biofree, Korea)에서 추출하였다. 추출액은 감압 필터하여 여과시킨 후 감압 농축기(Rotary Vacuum Evaporator, EYELA, Japan)로 45°C에서 농축하여 총 2회 반복 추출하였고, 동결건조기(Bondiro, Ilshin Lab Co., Korea)로 -40°C에서 12시간 동안 동결 건조와 냉동 보관하여 실험에 사용하였다.

3. 페놀성 물질 함량

총 폴리페놀 함량은 Velioglu *et al.*(1998)의 방법으로 측정하였다. 추출물 0.2mL, 2% Na₂CO₃ 4mL를 혼합하고 3분 후에 1N Folin-Ciocalteu(FC) 시약(F9252, Sial, USA)을 0.2mL 첨가하여 실온에서 30분 동안 반응시킨 후 자외선 가시광선 분광광도계(Cary 4000 UV-Visible Spectrophotometer, Varian, USA)로 750nm에서 흡광도를 측정하였다. Tannic acid (1401-55-4, Daejung, Korea)를 표준물질로 하여 작성한 검량선을 이용하여 건조시료 g당 총 폴리페놀 함량($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)을 tannic acid 기준으로 환산하였다.

총 플라보노이드 함량은 NFRI(1990)의 방법을 준하여 측정하였다. 추출물 0.4mL, diethylene glycol(111-46-6, Jun, Japan) 4mL, 1N NaOH 0.4mL를 첨가하여 37°C의 진탕항온수조에서 1시간 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. Naringin(N0073, TCI, Japan)을 표준물질로 하여 작성한 검량선을 이용하여 건조시료 g당 총 플라보노이드 함량($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)을 naringin 기준으로 환산하였다.

4. DPPH Radical 및 ABTS Radical 소거활성

농도별 추출물 1mL와 0.15mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazone: D9132, Aldrich, USA)(Molyneux., 2004) 용액 4mL를 혼합하여 실온·암 상태에서 30분 동안 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois, 1958). 전자공여능(EDA)은 시료 첨가구와 시료 무첨가구의 흡광도 차이를 [(Control-Sample)/Control×100%] 식에 의하여 백분율로 구하였으며, 단순회귀분석을 통하여 시료 무첨가구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도 ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)를 RC₅₀ 값으로 나타냈다. 양성 대조군으로는 L-ascorbic acid(50817, Aldrich, USA)을 사용하였다.

ABTS radical 총 항산화력 측정법은 수용성, 지용성 항산화제 모두 적용이 가능하고 실험법이 비교적 간단하며, 감도가 좋은 장점을 이용해(Pellegrini *et al.*, 1999) 7.4mM의 ABTS와 2.6mM potassium persulfate를 혼합하여 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액은 실험 직

전에 732nm에서 흡광도가 0.70±0.03(mean±SE)이 되도록 PBS(pH 7.4)로 희석하여 사용하였다. 농도별 추출물 10μL에 ABTS 용액 190μL를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois, 1958; Osman *et al.*, 2006). ABTS radical 소거능(RC₅₀)은 DPPH radical 소거능과 같은 방법으로 구하였으며, 대조군의 흡광도를 50% 감소시키는데 필요한 가용성 고형분의 농도 ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)로 나타냈다. Radical 소거능을 비교하기 위한 양성 대조군은 L-ascorbic acid를 사용하였다.

5. Ferrous ion chelating 효과

농도별 추출물 2mL, 80% 에탄올 1.6mL, 2mM FeCl₂·4H₂O [iron(II) chloride tetrahydrate: Sigma, Germany, 13478-10-9] 용액 0.2mL, 5mM ferrozine [3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4"-disulfonic acid: Sigma, India, 69898-45-9] 용액 0.2mL를 첨가하여 교반한 다음 실온에서 10분간 반응시켰으며, 562nm에서 흡광도를 측정하였다 (Pellegrini *et al.*, 1999). 추출물의 chelating 효과는 [(Control-Sample)/Control× 100%]에 따라 산출한 후, 단순회귀분석을 이용하여 RC₅₀을 구하였으며, 대조구로는 EDTA(Yakuri, Japan)를 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 페놀성 물질 함량

본 연구에서 tannic acid와 naringin을 표준물질로 하여 인동의 부위별 총 폴리페놀과 플라보노이드의 함량을 분석한 결과, 총 폴리페놀 함량은 열매에서 월등히 높았고, 총 플라보노이드 함량은 잎에서 높았다(Table 1 참조). 인동 열매의 총 폴리페놀 함량은 잎에 비해 약 1.3배 높았으며, 총 플라보노이드의 함량은 약 2배 낮았고, 음나무 수피 에탄올 추출물 폴리페놀 ($21.36\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)과 플라보노이드($15.80\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)와 비교해 볼 때 더 많은 페놀성 물질 함량을 나타냈다(황중덕, 2011). 또한 자색고구마의 폴리페놀 함량은 $44.25\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (곽지현 등, 2010)으로, 인동의 모든 부위가 높은 것으로 자색고구마보다 높았으나 범나무 껍질인 유피의 경우 $191.14\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로(정희록 등, 2011) 인동보다 높아 식물의 종류에 따라 다른 것을 보였다. 이는 식물종에 따라 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량비가 각기 다르다(우정향 등, 2010). 따라서 인동의 항산화 활성 탐색을 위해서는 다양한 인동과 식물 또는 지역별 재료를 사용하면 정확한 결과를 획득할 수 있을 것을 보인다.

최근 인동의 페놀성 성분을 5종의 인체 암세포(A549, SK-

Table 1. Total phenolic contents and total flavonoid contents from each part of flower, stem, leaf and fruit in *Lonicera japonica*

Used parts	Total polyphenols ¹⁾	Total flavonoids ²⁾
Flower	45.51±3.39 ³⁾	42.90±4.67
Stem	59.97±4.05	44.67±2.41
Leaf	91.00±5.14	55.38±8.06
Fruit	122.74±6.19	26.30±2.31

¹⁾ mg of total polyphenol content per gram each dried EtOH extract as equivalent of tannic acid.

²⁾ mg of total flavonoid content per gram each dried EtOH extract as equivalent of naringin.

³⁾ Values are mean±SE.

OV-3, SK-MEL-2, XF 498, HCT15)에 적용하여 quercetin에서 항암활성이 있는 것으로 보고된 바 있으며(황윤정, 1994), 각종 과채류에 다량 존재하고 있는 폐놀화합물과 플라보노이드 등은 항산화 활성, 항암효과, 항알레르기 효과 등 다양한 생리활성 기능을 지니고 있는 것으로 밝혀져 많은 식물 종에서 이에 대한 검색이 활발히 진행되고 있다(Velioglu *et al.*, 1998). 이에 인동을 포함한 과내 근연종들에 대한 항산화 탐색이 이루어진다면 인동과 식물의 정확한 항산화 정보가 구축될 것으로 생각되며, 향후 인동 열매와 잎의 용매분획과 물질 분리를 통해 유효성분을 동정할 계획에 있으며, 이를 통해 천연 기능성 소재로써 이용 가능할 것으로 기대된다.

2. Radical 소거능 및 Ferrous Ion Chelating

DPPH radical 소거능을 측정한 결과, 인동 잎의 DPPH radical 소거능 효과($RC_{50}=0.22\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)는 대조구인 L-ascorbic acid($RC_{50}=0.04\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)보다 낮게 나타났으며, 개똥쑥 에탄올 줄기 추출물($RC_{50}=0.78\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)에 비해 높은 항산화력을 나타냈다(Table 2 참조). ABTS radical 소거능 또한 폴리페놀 함량이 비교적 높았던 인동 열매($RC_{50}=0.37\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)에서 높은 활성을 나타내었으며, 개똥쑥 에탄올 줄기 추출물($RC_{50}=0.97\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)과 비교해 볼 때 DPPH radical 소거활성과 마찬가지로 높은 항산화력을 나타냈다(류지현, 2011). Fe^{2+} chelating 효과는 인동 줄기($RC_{50}=1.10\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)에서 월등히 높았으며, 미국 쑥부쟁이 에탄올 추출물($RC_{50}=4.63\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)에 비해 높은 chelating 효과가 있는 것으로 나타났다(우정향 등, 2010). 그러나 배롱나무(우경환 등, 2016), 곰취(이재연 등, 2015)보다는 DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능 및 Fe^{2+} chelating 효과는 낮게 나타나 식물종별로 각 성분차이가 있

Table 2. Antioxidant activities of extracts obtained from each part of flower, stem, leaf and fruit in *Lonicera japonica*

Used parts	DPPH · RC_{50} ¹⁾	ABTS [·] RC_{50} ²⁾ (mg · mL ⁻¹)	Fe^{2+} RC_{50} ³⁾
Flower	0.77±0.03	0.37±0.06	1.13±0.05
Stem	0.72±0.03	0.93±0.13	1.10±0.08
Leaf	0.22±0.02	0.42±0.01	1.28±0.05
Fruit	0.64±0.14	0.37±0.07	1.49±0.31

¹⁾ Concentration of the material which is required to scavenge 50% of 0.15 mM DPPH radicals.

²⁾ Concentration of the material which is required to scavenge 50% of 7.4 mM ABTS radicals.

³⁾ Concentration of the material which is required to scavenge 50% of ferrous ion.

다고 판단된다. 인동 부위별 모든 추출물은 대조구인 EDTA ($RC_{50}=0.07$)보다 낮은 것으로 확인되었다.

DPPH는 항산화 활성을 갖는 물질과 반응하면 진보라색이 점점 옅어져 흡광도가 감소하게 되므로 흡광도의 감소를 측정함으로써 radical 소거 활성을 쉽게 분석할 수 있다. 일반적으로 Fe^{2+} chelating 효과는 폐놀성 물질함량과 상관관계가 낮지만(박시형과 김관수, 2004), DPPH 및 ABTS radical 소거능은 폐놀성 물질함량이 높을수록 소거활성이 증가되며, DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능은 정의 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다(최용민 등, 2006). 따라서 항산화력을 향상시키기 위해서는 단일 물질보다는 다양한 물질을 추출하여 혼합한 실험이 필요할 것이다.

IV. 결론

본 연구는 인동의 꽃, 줄기, 잎 및 열매의 항산화 효과를 분석하여 인동의 항산화 활성을 규명하고, 천연 항산화 재료를 개발을 위해 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량, DPPH, ABTS radical 소거능, 철 이온 칼레이트 효과를 확인하였다. 인동 부위별 추출물의 몇 가지 항산화력을 측정한 결과는 다음과 같다. 총 폴리페놀은 인동 열매, 잎에서 각각 $122.74\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 및 $91.00\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 높게 나타났으며, 총 플라보노이드는 잎에서 $55.38\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 높게 분석되었다. 인동의 DPPH, ABTS radical 소거활성을 측정한 결과, 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH, ABTS radical 소거활성이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 잎과 열매에서 월등히 높은 DPPH, ABTS radical 소거활성을 보였다. Fe^{2+} chelating 효과의 경우 인동의 줄기에서 $1.10\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 으로 높았다. ABTS와 DPPH radical 소거활성

은 상관성이 높으며, 그 유효 물질이 폐놀 화합물에 연관되고 DPPH radical 소거활성은 시료 중에 함유된 총 폴리페놀계 화합물의 함량에 기인한다. DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 높은 반면, Fe^{2+} chelating 활성은 낮게 나온 것은 금속이온을 제거하는 물질과 radical을 소거하는 물질이 다르며, 유리 radical을 소거할 수 있는 폐놀 화합물의 함량은 높으나, 금속이온을 포집할 수 있는 물질의 함량이 낮기 때문이라고 추정된다.

본 연구는 인동의 영양 및 생식기관 등 다양한 부위에 대해 항산화 능력을 측정하여 인동의 항산화 물질의 기초 자료를 제공한 것에 대해 의의를 가지나, 인동과 식물 중 인동만을 대상으로 하여 과내 물질 탐색과 상호 비교를 하지 못한 한계점을 가지고 있다. 따라서 향후 다양한 인동과 식물의 종별 항산화 능력 탐색과 함께 종별로 다양한 형태기관에 대한 추가 분석을 한다면 정확한 자료가 구축될 것으로 생각된다.

References

- 곽지현, 최귀남, 박주희, 김지혜, 정희록, 정창호, 허호진(2010) 자색고구마 추출물의 항산화 효과 및 신경세포 보호효과. 농업생명과학연구 44(2): 57-66.
- 국립수목원, 한국식물분류학회(2007) 국가표준식물목록. 국립수목원. 한국식물분류학회 보고서.
- 류지현(2011) 개똥쑥의 생리활성과 기능성 물질의 탐색. 경상대학교 대학원 석사학위논문.
- 박시형, 김관수(2004) 통통마디에서 항산화 물질의 분리 및 동정. 한국 응용생명화학회지 47(1): 120-123.
- 박희수(2005) 금은화 약침의 항암효과에 관한 연구. 대한침구학회지 22(5): 91-97.
- 우경환, 심미옥, 박종일, 김민석, 서원세, 조현우, 권학철, 박종철, 이강노 (2016) 배롱나무의 항산화 활성 성분. 생약학회지 47(3): 204-210.
- 우정향, 신소림, 이철희(2010) 국화과 식물 중 꽃 에탄올 추출물의 항산화 효과. 한국식품영양과학회지 39(2): 159-164.
- 유혜정(2008) 인동꽃 추출물의 항염증 활성. 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤용갑, 김규민, 이성준, 유승훈, 장선일(2007) 금은화 수용성 추출물의 LPS 유도 염증매개물 억제 효과. 대한본초학회지 22(3): 117-125.
- 이재연, 조영락, 안은경, 서찬곤, 김진규, 서동완, 오좌섭(2015) 산지별 꼼취 에탄올 추출물의 항산화 효능. 산업식품공학 19(4): 320-328.
- 이준영, 고성현, 문성주, 유주한, 김상우(2013) 목련과 식물 꽃잎의 항산화 효과와 총 폐놀류 함량에 따른 산림치유기능 탐색. 한국산림휴양 학회지 17(1): 81-86.
- 이창복(2003) 원색 대한식물도감. 상, 하. 서울: 향문사.
- 정규찬, 권동렬, 백석환, 김성환, 장현숙(1988) 금은화(*Lonicera flos*)의 Ethyl Acetate 분획이 돌연변이원성에 미치는 영향. 약학회지 32(5): 328-333.
- 정규찬, 박정우, 배기철, 권동렬, 백석환(1990) 금은화(*Lonicera flos*) ethyl acetate 분획이 과산화지질생성억제에 관한 연구. 자원문제연구 9: 97-106.
- 정대영, 이호영, 하혜경, 정다영, 강삼식, 김정숙(2003) 인동 추출물의 성장호르몬 유발 효과. 생약학회지 34(3): 256-262.
- 정명훈, 윤환민, 험인혜, 정민영, 황완규(1999) 붉은병꽃나무의 폐놀성 화합물. 약학논총 13: 23-31.
- 정희록, 김지혜, 조유나, 정지희, 허호진(2011) 항산화 활성을 갖는 율피 추출물의 향장 소재 특성. 농업생명과학연구 45(6): 183-191.
- 최용민, 정봉환, 이준수, 조용구(2006) 쑥 수집종의 항산화력. 한국작물 학회지 51: 209-214.
- 한국약용식물학연구회(2003) 종합약용식물학. 서울: 학창사.
- 현미란, 박효진, 서근영, 박영현(2008) 금은화(*Lonicera japonica*) 추출물의 항산화 작용 연구. 순천향자연과학연구논문집 14(2): 163-168.
- 황윤정(1994) 주엽나무 잎 및 금은화의 Phenol성 성분. 충북대학교 대학원 석사학위논문.
- 황중덕(2011) 음나무(*Kalopanax pictus*) 수피 추출물의 생리활성에 관한 연구. 대구카톨릭대학교 대학원 박사학위논문.
- Blois, M. S.(1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 26: 1158.
- NFRI(1990) Manuals of Quality Characteristics Analysis for Food Quality Evaluation(2). National Food Research Institute.
- Osman, A. M., K. K. Y. Wong and A. Fernyough(2006) ABTS radical-driven oxidation of polyphenols: Isolation and structural elucidation of covalent adducts. Biochem. Biophys. Res. Commun. 346: 321-329.
- Pellegrini, N., R. Re, M. Yang and C. A. Rice-Evans(1999) Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying the 2,2'-azobis(3-ethylenbenzothiazoline-6-sulfonic) acid radical cation decolorization assay. Methods Enzymol 299: 379-389.
- Velioglu, Y. S., G. Mazza, L. Gao and B. D. Oomah(1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. Journal of Agricultural Food & Chemistry 46: 4113 - 4117.

Received : 15 December, 2017

Revised : 18 December, 2017

Accepted : 31 December, 2017

3인의명 심사필