

## 한약재 추출물의 항산화 및 사구체혈관간세포 증식 억제활성 탐색

손은화, 장선아<sup>1</sup>, 우한구<sup>1</sup>, 구현정<sup>1</sup>, 한효상<sup>2\*</sup>, 강세찬<sup>1\*</sup>

강원대학교 생약자원개발학과, <sup>1</sup>가천대학교 생명과학과, <sup>2</sup>중부대학교 보건행정학과

### Screening of Traditional Medicines for Antioxidative and Anti-proliferative Effects on Rat Mesangial Cells

Eun-Hwa Sohn, Seon-A Jang<sup>1</sup>, Han Goo Woo<sup>1</sup>, Hyun Jung Koo<sup>1</sup>,  
Hyo-Sang Han<sup>2\*</sup> and Se Chan Kang<sup>1\*</sup>

Department of Herbal Medicine Resources, Kangwon National University, Samcheok 245-710, Korea

<sup>1</sup>Department of Life Science, Gachon University, Seongnam 461-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Health Administration, Joongbu University, Geumsan 312-702, Korea

**Abstract** - In the present study, anti-oxidative and the RMC proliferation inhibitory properties of 80% ethanol extracts from 63 kinds of traditional medicines were investigated. Inhibitory effects of RMC proliferation were showed that *Dalbergia odorifera T. Chen.*, *Melia azedarach Linné* and *Hydnocarpus anthelmintica Pierre*. Among them *Hydnocarpus anthelmintica Pierre* had the highest anti-oxidative activity (ORAC<sub>PE value</sub> = 1.6, DPPH = 81.1), but *Dalbergia odorifera T. Chen.* and *Melia azedarach Linné* had no effects. These results suggest that the *Hydnocarpus anthelmintica Pierre* could prevent or protect from kidney disease as antioxidant and anti-proliferative agent for RMC.

**Key words** - Oxygen radical absorbance capacity (ORAC), *Hydnocarpus anthelmintica Pierre*, Rat mesangial cell (RMC), Renal failure

## 서 언

활성산소종(reactive oxygen species, ROS)은 산화적 스트레스에 의해 생성되며, superoxide anion, hydrogen peroxide, hydroxyl radical, hydroperoxyl radical, single oxygen 등이 이에 속한다. ROS가 과도하게 생성되면 체내 세포와 조직에 산화적 세포손상을 일으켜 노화를 촉진시키고 암, 동맥경화, 파킨슨병, 알츠하이머병, 2형 당뇨병 등의 각종 질병을 유발한다고 알려져 있다(Arai *et al.*, 2007; Farooqui and Farooqui., 2011; Garcia-Bailo *et al.*, 2011; Hong *et al.*, 2011; Jomova *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2010; Mats, 2000; Park *et al.*, 2007). 또한, 신장에서 산화적 스트레스로 인해 생성되는 ROS는 만성 신부전과 같은 신장질환 및 신장질환에서의 합병증을 야기시키고, 항암제로 사용되는 cisplatin에 의한 신장독성에도 관련이

있다고 보고된 바 있다(Feng *et al.*, 2013; Hong *et al.*, 2011; Modlinger *et al.*, 2004; Rodrigo and Rivera, 2002; Sung *et al.*, 2008).

한편, ROS에 대한 방어기구로서 사용되는 항산화제는 생체 이물, 약물, 발암물질, 유해한 라디칼 반응의 부작용에 대해 직접 또는 간접적으로 세포를 보호하는 물질로서 약용식물에 포함된 여러 성분들은 높은 항산화 활성을 나타내며, 많은 항산화제들이 자유라디칼과 superoxide를 제거하거나 해독 및 방어하는 단백질을 활성화시키는 능력을 지니고 있다고 알려져 있다(Halliwell, 1995; Kocic *et al.*, 2002; Shin *et al.*, 2012).

사구체 혈관간세포(rat mesangial cells)의 증식은 신부전의 특징 중 하나로서, 혈관간세포의 증식과 이에 따른 세포외기질의 과도한 축적은 사구체간질의 확장을 야기시켜 신부전증에서 나타나는 사구체 경화에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Catherwood *et al.*, 2002).

\*교신저자(E-mail) : sckang73@gachon.ac.kr;  
hanhs@joongbu.ac.kr

활성산소에 의한 신부전증 유발 및 사구체 혈관간세포의 증

식은 급만성 신부전증을 초래한다. 따라서, 본 연구에서는 63종의 한약재 추출물에서 항산화 활성 및 사구체혈관간세포의 증식억제능을 탐색함으로써 신장질환의 예방 및 치료제로서 개발 가능한 한약재를 선별하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 경동시장(서울, 한국)에서 63종의 한약재를 구입하였으며, 증거표본 및 추출물을 가천대학교 생명과학과 천연물신약 연구실에 보관하였다(voucher specimen No. GNMR1 ~ GNMR63).

### 추출 및 분획

63종의 한약재를 세절하고 음건한 후 80% EtOH을 이용하여 추출교반기로 24시간 동안 추출 및 여과하였다. 모든 시료 추출물은 감압농축하고 동결 건조하여  $-80^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다. 이 중 대풍자 1.8 kg에서 얻은 MeOH 추출물 598 g을 증류수 1 L에 현탁하고 *n*-hexane(1 L  $\times$  3),  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ (1 L  $\times$  3), EtOAc(1 L  $\times$  3) 및 *n*-BuOH(1 L  $\times$  3) 순으로 1 : 1 비율로 용매 분획하여 각각 143.6 g, 9.0 g, 13.1 g, 17.2 g과 208 g의 *n*-hexane,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , EtOAc, *n*-BuOH 및 H<sub>2</sub>O 분획물을 얻었다(Fig. 1).

### 세포 배양

Rat mesangial cells(RMC)는 American Type Culture Collection(ATCC, USA)로부터 분양받았으며, 10% fetal bovine serum(FBS, Invitrogen), 100 U/ml penicillin, 100  $\mu\text{g}$ /ml streptomycin이 포함된 Dulbeccos Modified Eagles Medium(DMEM, Invitrogen)을 사용하였다. 세포는  $37^{\circ}\text{C}$ , 5%  $\text{CO}_2$ 에서 배양하였으며, 세포의 과밀도 현상을 해소하기 위하여 계대 배양하였다.

### RMC proliferation assay

세포에 63종의 추출물(50  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )을 24시간 처리한 후 배지를 제거하고 200  $\mu\text{l}$ 의 MTT(0.5 mg/ml in media) 시약을 각 well에 첨가하여  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 3시간 배양하였다. 상층액을 제거하고 100  $\mu\text{l}$ 의 dimethyl sulfoxide(DMSO)를 각 well에 첨가하여 비수용성의 보라색 formazan을 용해시켜 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### ORAC(oxygen radical absorbance capacity) assay

각 시료를 DMSO에 희석하여 96-well에 넣은 후 양성 대조군으로 trolox(Fluka)를 시료의 농도와 동일하게 넣어주었다. 이후 75 mM PE buffer와  $\beta$ -Phycoerythrin(Sigma)을 섞어서 넣어준 후, AAPH(Sigma)를 첨가하여 fluorometer(Victor<sup>3</sup>, Perkin Elmer)를 이용하여 형광의 변화 과정을 excitation 535 nm, emission 590 nm에서 60분 동안 2분 간격으로 측정하였다. AUC 및 Value<sub>PE</sub>의 산출 방법은 다음과 같다.

AUC(Area under the curve)

$$= 1 + f1/f0 + f2/f0 + f2/f0 + \dots + f19/f0 + f20/f0$$

<Relative ORAC value>

$$= [(AUC_{\text{sample}} - AUC_{\text{black}})/(AUC_{\text{Trolox}} - AUC_{\text{blank}})] \times (\text{molarity of Trolox/molarity of sample})$$

### DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazil) assay

ORAC법과 비교하기 위하여 각 시료의 항산화 활성은 DPPH free radical 소거법에 의한 전자공여능(EDA) 방법으로 측정하였다. 시료 0.5 ml에 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazil)를 3 ml를 가하고, 실온에서 30분간 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer(Pharmacia Biotech Ultraspec 3000, England)를 이용하여 517 nm에서 측정하였다.

## 결과 및 고찰

본 연구에서는 경동시장에서 구입한 63종의 한약재를 세절하고 음건하여 80% EtOH에서 24시간 동안 추출 및 여과하고 감압농축한 뒤 동결 건조하여  $-80^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하면서 실험에 사용하기 전에 실온에서 조제하여 항산화 활성 및 생쥐의 사구체혈관간세포주인 RMC 세포의 증식억제능을 확인하였다. 그 결과, 강진향, 고련피, 대풍자, 목향이 50  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도에서 RMC 세포의 증식을 50% 이상 억제하는 것으로 나타났으며, ORAC와 DPPH assay를 통한 항산화 활성을 확인한 결과, 백단향, 백련은 양성 대조군 trolox(vitamin E, ORAC value = 1) 보다 2배 이상 증가하여 가장 우수한 ORAC 활성 효능을 보였고, 계혈등, 귀전우, 반대해는 1.5배 이상의 ORAC 활성 효능을 보였으나, 반대로 갈화, 감국, 감송, 건울, 고련피, 곡기생, 곤포, 구자, 구절초, 귀관, 백반은 양성 대조군인 trolox(vitamin E, ORAC value = 1) 보다 못 미치는 ORAC 활성을 나타냈다. 이 중 계혈등,

Table 1. Effects of RMC proliferation inhibitory and anti-oxidant from natural plant library

Voucher Name	Korean names	Herb medicine names	Scientific names	RMC inhibition(%)	ORAC PE value	DPPH inhibition (ug/ml)
1	갈화	Puerariae Flos	<i>Pueraria lobata Ohwi</i>	4.8	0.95	NE
2	감국	Chrysanthemi Flos	<i>Chrysanthemum indicum Linné</i>	13.0	0.84	NE
3	감송향	Nardostachyos Rhizoma	<i>Nardostachys chinensis Batal</i>	43.2	0.90	NE
4	감수	Euphorbiae Kansui Radix	<i>Euphorbia kansui Liou ex Wang</i>	12.7	1.05	NE
5	강진향	Dalbergiae Odoriferae Lignum	<i>Dalbergia odorifera T. Chen.</i>	66.8	1.05	NE
6	견율	Castanae Semen	<i>Castanea crenata Siebold et Zuccarini</i>	NE	0.75	NE
7	견칠	Lacca Sinica Exsiccata	<i>Rhus verniciflua Stokes</i>	NE	1.17	NE
8	계내금	Galli Stomachichum Corium	<i>Gallus domesticus Brisson</i>	NE	1.08	NE
9	계지	Cinnamomi Ramulus	<i>Cinnamomum cassia Presl</i>	4.7	1.00	NE
10	계혈등	Spatholobi Caulis	<i>Spatholobus suberectus Dunn</i>	NE	1.75	88.5
11	고련피	Meliae Cortex	<i>Melia azedarach Linné</i>	70.6	0.60	NE
12	고본	Angelicae Tenuissimae Radix	<i>Ligusticum tenuissimum Kitagawa</i>	NE	1.04	NE
13	곡기생	Visci Herba	<i>Viscum album L. var. coloratum Ohwi</i>	NE	0.97	NE
14	곤포	Laminariae Japonicae Thallus	<i>Laminaria japonica Areschoung</i>	25.0	0.30	NE
15	골담초근	Caraganae Radix	<i>Caragana sinica (Buchoz) Rehder</i>	NE	1.08	NE
16	곽향	Agastachis Herba	<i>Agastache rugosa (Fischer et Meyer) O. Kuntze</i>	NE	1.07	NE
17	괴각	Sophorae Fructus	<i>Sophora japonica Linné</i>	NE	1.01	NE
18	구맥	Dianthi Herba	<i>Dianthus chinensis Linné</i>	NE	1.05	NE
19	구자	AlliTuberosi Semen	<i>Allium tuberosum Rottler</i>	NE	0.47	NE
20	구절초	Chrysanthemi Zawadskii Herba	<i>ChrysanthemumzawadskiiHerbichvar. latilobum(Maxim.) Kitamura</i>	NE	0.85	NE
21	권백	Selaginellae Herba	<i>Selaginella tamariscina Spring</i>	19.6	1.13	NE
22	귀전우	EuonymiLignum Suberalatum	<i>Euonymus alatus Siebold</i>	8.3	1.54	87.7
23	귀판	Testudinis Plastrum	<i>Chinemys reevesii Gray</i>	27.7	0.60	NE
24	금전초	Lysimachiae Herba	<i>Lysimachia christinae Hance</i>	NE	1.42	NE
25	나도근	Oryzae Radix	<i>Oryza sativa L. var. glutinosa Matsumura</i>	17.9	1.06	NE
26	낙석등	Trachelospermi Caulis	<i>Trachelospermum jasminoides (Lindl.) Lem.</i>	25.2	1.27	NE
27	낭독	Euphorbiae Fischeriana Radix	<i>Euphorbia fischeriana Steudel</i>	NE	1.43	NE
28	노감석	-	<i>Calamina</i>	NE	1.33	NE
29	노근	Phragmitis Rhizoma	<i>Phragmites communis Trinius</i>	NE	1.38	NE
30	노로통	Liquidambaris Fructus	<i>Liquidambar formosana Hance</i>	NE	1.35	NE
31	노봉방	Vespaee Nidus	<i>Polistes mandarinus Saussure</i>	NE	1.36	NE
32	노회	Aloe	<i>Aloe barbadensis Linné,</i>	NE	1.35	NE
33	누로	Echinopsis Radix	<i>Echinopssetifer Linné</i>	NE	1.39	NE
34	능소화	Campsitis Flos	<i>Campsis grandiflora Schumann</i>	NE	1.07	NE
35	대극	Euphorbiae Pekinensis Radix	<i>Euphorbia pekinensis Ruprecht</i>	NE	1.15	NE
36	대청엽	Isatidis Folium	<i>Isatis indigotica Fort.</i>	NE	1.40	NE
37	대풍자	Hydnocarpi Semen	<i>Hydnocarpus anthelmintica Pierre</i>	68.7	1.46	81.1

NE, No effect.

Table 1. Continued

Voucher Name	Korean names	Herb medicine names	Scientific names	RMC inhibition(%)	ORAC PE value	DPPH inhibition (ug/ml)
38	동충하초	Cordyceps	<i>Cordyceps sinensis Sacc</i>	NE	1.41	NE
39	두엽 (두충엽)	Eucommiae Folium	<i>Eucommia ulmoides Oliv.</i>	NE	1.23	NE
40	마치현	Portulacae Herba	<i>Portulaca oleracea Linné</i>	NE	1.37	NE
41	마편초	Verbenae Herba	<i>Verbena officinalis Linné</i>	NE	1.14	NE
42	마황근	Ephedrae Radix	<i>Ephedra sinica Stapf.</i>	2.3	1.45	NE
43	망초	Natrii Sulfas	<i>Glauber's salt</i>	NE	1.33	NE
44	맥아	HordeiFructus Germinatus	<i>Hordeum vulgare Linné</i>	NE	1.33	NE
45	목별자	Momordicae Semen	<i>Momordica cochinchinensis Sprenger</i>	NE	1.09	NE
46	목적	Equiseti Herba	<i>Equisetum hyemale Linné</i>	NE	1.43	NE
47	목향	Aucklandiae Radix	<i>Aucklandia lappa Decne.</i>	59.2	1.33	NE
48	밀몽화	Buddlejae Flos	<i>Buddleja officinalis Maximowicz</i>	7.1	1.12	NE
49	반대해	Sterculiae Scaphigeræ Semen	<i>Sterculia scaphigera Wall.</i>	NE	1.50	72.9
50	반지련	Scutellariae Barbatae Herba	<i>Scutellaria barbata D. Don</i>	0.3	1.26	NE
51	방기	Sinomenium stem and Rhizome	<i>Sinomenium acutum Rehder et Wilson</i>	NE	1.29	NE
52	백강잠	Batryticatus Bombyx	<i>Bombyx mori (Linné)</i>	9.3	1.37	NE
53	백계화	Althaea Flower	-	3.2	1.34	NE
54	백굴채	Chelidonii Herba	<i>Chelidonium majus Linné</i>	14.3	1.36	NE
55	백급	Bletillae Rhizoma	<i>Bletilla striata (Thunberg) Reichenbach fil.</i>	5.1	1.02	NE
56	백단향	Santali albi Lignum	<i>Santalum album Linné</i>	NE	2.23	88.3
57	백두옹	Pulsatillae Radix	<i>Pulsatilla koreana Nakai</i>	14.8	1.33	NE
58	백렴	Ampelopsis Radix	<i>Ampelopsis japonica Makino</i>	NE	2.20	90.4
59	백미	Cynanchi Radix	<i>Cynanchum atratum Bunge</i>	NE	1.29	NE
60	백반	Alum	<i>Potassium aluminium sulfate</i>	NE	0.39	NE
61	시엽	Persimmon	<i>Diospyros kaki</i>	10.1	1.29	NE
62	애엽	Artemisiae Arhyi Folium	<i>Artemisiaprinceps Pamp. var. orientlisHara</i>	44.4	1.30	NE
63	육계	Cinnamon Bark	<i>Cinnamomum cassia Presl</i>	NE	1.24	NE

귀전우, 대풍자, 반대해, 백단향, 백렴은 DPPH 라디칼 소거활성 또한 높은 것으로 나타났다(Table 1). 특히, 대풍자 추출물과 목향 추출물은 항산화 활성과 사구체혈관간세포 증식억제능 모두 뛰어난 효능을 나타냈다.

대풍자는 산유자나무과에 속하는 대풍수의 씨앗으로서, 항산화 및 항균, 항염증 효능이 보고된 바 있으며 주성분은 Hydnocarpic acid, Chaulmoogric acid, Gorlic acid로 알려져 있다(Lee *et al.*, 2012a). 대풍자유는 전통적으로 한센병을 치료하는데 사용되어져 왔으며, 여러 피부 질환을 치료하는 한약재로 사용되어져 왔으나 현재까지 대풍자의 항산화활성 및 신부전증 억제 효능에 대해 보고된 바가 없다(Kibbi *et al.*, 1998;

Oommen *et al.*, 1999; Oommen, 2000; Lee *et al.*, 2012b).

목향은 국화과에 속하는 다년생 식물의 뿌리로서, sesquiterpene 및 sesquiterpene lactone계 화합물을 함유하고 있으며, 주성분은 sesquiterpene lactone계 화합물들인 costunolide와 dehydrocostus lactone으로 알려져 있고, 항균 작용, 항염증 작용 및 혈관생성 억제 효능 등이 알려져 있다(Park *et al.*, 1996; Kang *et al.*, 1999; Wedge *et al.*, 2000; Jeong *et al.*, 2002). 그러나 목향이 함유하고 있는 aristolochic acid는 임상적으로 신장에 독성을 일으킴으로 신장질환 치료제에서 제외되는 한약재로 알려져 있다(Shum *et al.*, 2007). 본 연구 결과 목향의 사구체혈관 간세포 증식억제능은 세포독성에 의한 결과인 것으로

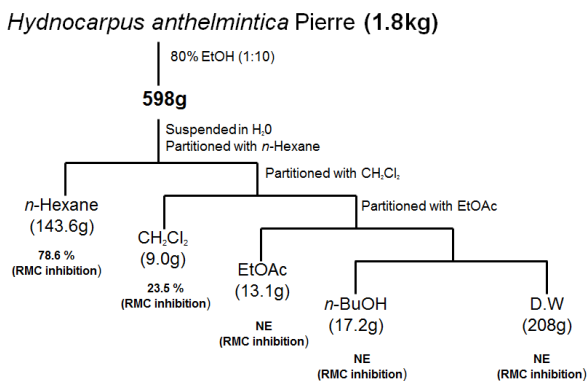


Fig. 1. Fractionation scheme and their inhibitory effects for RMC proliferation. NE, no effect.

사료된다. 따라서, 본 연구에서는 항산화 활성이 우수하면서 RMC세포 증식억제능이 가장 우수한 대풍자로부터 신부전증에 방 및 치료효능에 대한 기초연구를 위하여 용매분획을 통한 항산화 활성 및 RMC세포에 대한 증식억제능을 확인하고자 하였으며, 그 결과 대풍자의 *n*-Hexane 분획에서 가장 높은 항산화 활성과 함께 RMC세포 증식억제능을 나타내었다(Fig. 1).

향후 실험에서는 가장 우수한 효능을 보인 대풍자 추출물의 분획별 항산화 활성과 유효성분이 규명되어야 할 것이며, 신장 질환 예방 및 치료의 관점에서 보았을 때 대풍자 추출물의 연구 개발 가능성을 제시하는 바이다.

## 적 요

국내 유통되는 한약재를 이용한 신장질환의 예방 및 치료제 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 경동시장에서 구입한 63종의 한약재 추출물을 이용하여 항산화 활성 및 사구체혈관간 세포의 증식억제능 탐색 활성을 확인하였다. 그 결과 강진향, 고련피, 대풍자, 목향이 RMC 세포의 증식을 50% 이상 억제하는 것으로 나타났고, ORAC와 DPPH assay를 통한 항산화 활성을 확인한 결과 백단향, 백렴이 가장 우수한 ORAC 활성 효능을 보였으며, DPPH 라디칼 소거활성에서는 계혈등, 귀전우, 대풍자, 반대해, 백단향, 백렴이 우수한 효능을 나타냈다. 이 중 대풍자 추출물과 목향 추출물은 항산화 활성과 사구체혈관간세포 증식 억제능 모두 뛰어난 효능을 나타냈으나, 목향이 함유하고 있는 aristolochic acid는 임상적으로 신장에 독성을 일으켜 신장질환 치료제에서 제외되는 한약재로 알려져 있다. 따라서, 가장 뛰어난 효능을 보인 대풍자 추출물은 신장질환 치료 및 예방을

위한 한약재 후보물질로서 분획별 항산화 활성과 유효성분 규명의 연구가 요구된다.

## 인용문헌

- Arai, M., Y. Shibata, K. Pugdee, Y. Abiko and Y. Ogata. 2007. Effects of reactive oxygen species (ROS) on antioxidant system and osteoblastic differentiation in MC3T3-E1 cells. *IUBMB Life* 59:27-33.
- Catherwood, M.A., L.A. Powell, P. Anderson, D. McMaster, P.C. Sharpe and E.R. Trimble. 2002. Glucose-induced oxidative stress in mesangial cells. *Kidney Int.* 61:599-608.
- Farooqui, T. and A.A. Farooqui. 2011. Lipid-mediated oxidative stress and inflammation in the pathogenesis of Parkinson's disease. *Parkinson Dis.* 2011:1-9.
- Feng, Y., Y. Liu, L. Wang, X. Cai, D. Wang, K. Wu, H. Chen, J. Li and W. Lei. 2013. Sustained oxidative stress causes late acute renal failure via duplex regulation on p38 MAPK and Akt phosphorylation in severely burned rats. *PLoS One* 8:1-11.
- Garcia-Bailo, B., A. El-Sohemy, P.S. Haddad, P. Arora, F. Benzaied, M. Karmali and A. Badawi. 2011. Vitamins D, C, and E in the prevention of type 2 diabetes mellitus: modulation of inflammation and oxidative stress. *Biologics* 5:7-19.
- Halliwell, B. 1995. Antioxidant characterization. Methodology and mechanism. *Biochem. Pharmacol.* 49:1341-1348.
- Hong, C.O., S.T. Hong, Y.C. Koo, S.Y. Yang, J.Y. Lee, Y.H. Lee, Y.M. Ha and K.W. Lee. 2011. Protective effect of *Plantago asiatica* L. extract against ferric nitrilotriacetate (Fe-NTA) induced renal oxidative stress in wistar rats. *J. Fd Hyg. Safety* 26:107-113.
- Jeong, S.J., T. Itokawa, M. Shibuya, M. Kuwano, M. Ono, R. Higuchi and T. Miyamoto. 2002. Costunolide, a sesquiterpene lactone from *Saussurea lappa*, inhibits the VEGFR KDR/Flk-1 signaling pathway. *Cancer Lett.* 187:129-133.
- Jomova, K., D. Vondrakova, M. Lawson and M. Valko. 2010. Metals, oxidative stress and neurodegenerative disorders. *Cell. Biochem.* 345:91-104.
- Kang, S.S., J.S. Kim, H.J. Chi, S.Y. Chang and K.W. Ha. 1999. Isolation and quantitative determination of costunolide from saussurea root. *Korean J. Pharmacogn.* 30:48-53 (in Korean).
- Kibbi, A.G. and Z. Tannous. 1998. Skin diseases caused by heat and cold. *Clin. Dermatol.* 16:91-98.

- Kim, H.H., G.H. Park, K.S. Park, J.Y. Lee and B.J. An. 2010. Anti-oxidant and anti-inflammation activity of fractions from *aster glehni* Fr. Schm. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 38:434-441 (in Korean).
- Kocic, G., V. Djordjevic, P. Vlahovic, R. Kocic, D. Pavlovic and T. Jevtic. 2002. Antioxidants modulate adenosine metabolism in rat mesangial cells cultured under high glucose conditions. Ren. Fail. 24:691-701.
- Lee, G.S., D. Yim, J.H. Cheong and T.J. Kang. 2012a. The n-Hexane, ethylacetate, and butanol fractions from *Hydnocarpus Semen* enhanced wound healing in a mice ulcer model. Immunopharmacol Immunotoxicol. 34:968-974.
- Lee, G.S., H. Shim, K.M. Lee, S.H. Kim, D. Yim, J.H. Cheong and T.J. Kang. 2012b. The role of the ethylacetate fraction from *hydnocarpus* semen in acute inflammation *in vitro* model. Immune Netw. 12:291-295.
- Matés, J.M. 2000. Effects of antioxidant enzymes in the molecular control of reactive oxygen species toxicology. Toxicology 153:83-104.
- Modlinger P.S., C.S. Wilcox and S. Aslam. 2004. Nitric oxide, oxidative stress, and progression of chronic renal failure. Semin. Nephrol. 24:354-365.
- Oommen, S.T., M. Rao and C.V. Raju. 1999. Effect of oil of *hydnocarpus* on wound healing. Int. J. Lepr. Other Mycobact. Dis. 67:154-158.
- Oommen, S.T. 2000. The effect of oil of *hydnocarpus* on excision wounds. Int. J. Lepr. Other Mycobact. Dis. 68:69-70.
- Park, H.J., W.T. Jung, P. Basnet, S. Kadota and T. Namba. 1996. Syringin 4-O-beta-glucoside, a new phenylpropanoid glycoside, and costunolide, a nitric oxide synthase inhibitor, from the stem bark of *Magnolia sieboldii*. J. Nat. Prod. 59:1128-1130.
- Park, Y.K., S.H. Choi, S.H. Kim, J.K. Han and H.G. Chung. 2007. Changes in antioxidant activity, total phenolics and vitamin C content during fruit ripening in *Rubus occidentalis*. Korean J. Plant Res. 20:461-465.
- Rodrigo, R. and G. Rivera. 2002. Renal damage mediated by oxidative stress: a hypothesis of protective effects of red wine. Free Radic. Biol. Med. 33:409-422.
- Shin, S.W., J.H. Lee and K.S. Bang. 2012. Antioxidant and antimicrobial activities of *Xanthium sibiricum*. Korean J. Plant Res. 25:372-378 (in Korean).
- Shum, K.C., F. Chen, S.L. Li, J. Wang, P.P. But and P.C. Shaw. 2007. Authentication of *radix Aucklandiae* and its substitutes by GC-MS and hierarchical clustering analysis. J. Sep. Sci. 30:3233-3239.
- Sung, M.J., D.H. Kim, Y.J. Jung, K.P. Kang, A.S. Lee, S. Lee, W. Kim, M. Davaatseren, J.T. Hwang, H.J. Kim, M.S. Kim, D.Y. Kwon and S.K. Park. 2008. Genistein protects the kidney from cisplatin-induced injury. Kidney Int. 74:1538-1547.
- Wedge, D.E., J.C. Galindo and F.A. Macías. 2000. Fungicidal activity of natural and synthetic sesquiterpene lactone analogs. Phytochemistry 53:747-757.

(Received 14 August 2013 ; Revised 8 October 2013 ; Accepted 10 October 2013)