

산나물류의 식품 화학적 성분과 전자 공여능

이진하*[†] · 박애리* · 최대운* · 김종대* · 김진철* · 안주희* · 이현용*
최 면** · 최근표*** · 신인철**** · 박희준*****

*강원대학교 바이오산업공학부, **강원대학교 의생명과학대학 생명건강공학과,
강원도립대학 식품가공제과제빵학과, *강원도 보건환경연구원, *****상지대학교 보건과학대학 제약공학과

Analysis of Chemical Compositions and Electron-Donating Ability of 4 Korean Wild Sannamuls

Jin Ha Lee*[†], Ae Ri Park*, Dae Woon Choi*, Jong Dai Kim*, Jin Chul Kim*, Ju Hee Ahn*, Hyeon Yong Lee*,
Myeon Choe**, Kun Pyo Choi***, In Chul Shin**** and Hee Juhn Park*****

*School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University,
Chuncheon 200-701, Korea.

**Division of Bio-Health Technology, College of Biomedical Science, Kangwon National University,
Chuncheon 200-701, Korea.

***Department of Food Processing & Bakery, Kangwon Provincial College, Gangneung 210-804, Korea.

****Gangwon Institute of Health and Environment, Chuncheon 200-820, Korea.

*****Department of Pharmaceutical Engineering, Sangji University, Wonju 220-702, Korea.

ABSTRACT : The composition analysis and electron donating activity of 4 kinds of Korean wild sannamuls [*Cacalia firma* Komar. (CFK), *Aster scaber* Thunb. (AST), *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. (LFT), *Synurus palmatopinnatifidus* (Makino) Kitam., SDN] were investigated. The Korean edible mountainous vegetable was named a sannamul or chwinamul in Korea, generally. Most of them, the characterization of the each vegetable was reported, individually without comparative research. This study was compared the proximate compositions, mineral, dietary fiber and electron donating abilities on 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) of sannamuls. In the chemical analysis of sannamuls, CFK was shown higher value in ash ($5.4 \pm 0.18\%$), crude fat ($2.5 \pm 0.14\%$), carbohydrate ($8.1 \pm 0.21\%$), potassium (475.45 ± 0.34 mg) and magnesium (64.70 ± 0.48 mg) than others. Each mineral of the 3 other samples was a similar value but phosphorus in LFT was contained $62.91 \pm 0.43\%$. The compositions of total dietary fiber of the samples were listed CFK LFT SDN AST and the RC_{50} Value on DPPH radicals, LFK CFT AST SDN. These results have suggest that CFK and LFT may be useful for a funtional material to food development.

Key Words : Sannamul, Chwinamul, *Cacalia firma* Komar, Composition Analysis, Electron-Donating Ability

서 언

한국 내에서 야생 산나물 혹은 취나물로 불리는 많은 식물류는 국화과 식물이 주류를 이루고 있으나 특히 취나물로 불리는 것은 흔히 식물명이 참취, 곰취 등과 같이 식물 이름이 취로 끝나는 식물들로서 대체로 국내에서는 국화과에 속하는 식물들이 많으며, 산나물은 그 취나물을 포함하여 반드시 채소류가 아닌 다래나물, 두릅, 화살나무 잎 등 식물류에서도 얻어지는 대부분이 가식용 잎 부분으로서 오래전부터 생육지 및 수확지가 주로 야생과 같은 환경인 산촌지역이었기 때문에 붙여진 이름으로 민간에서 많이 사용되어온 이름에서 유래한

것이다.

이러한 취나물 혹은 산나물 류의 재료들은 전통적인 식용으로 사용되어온 식물 중에 대하여는 많은 연구결과가 발표되었으나 (Park, 2010; Nugrohol *et al.*, 2009; Koyama *et al.*, 1955) 유사 종을 비교하여 그 식품학적 특성을 비교 연구한 결과는 많지 아니하다. 또한 그 자원들에 대한 연구결과가 있더라도 식물류는 생육지의 환경에 따라 그 생육과정에 성분의 변화가 다양하여 생육 지역별 및 수확 시기별로 구분하여야 각각의 특성을 비교하기 쉽지만 그렇게 비교한 결과에 대한 자료는 더욱 희귀하였다.

산나물 류의 개별 재료에 대한 연구는 수확시기 또는 생육

[†]Corresponding author: (Phone) +82-33-251-6430 (E-mail) jinhalee@kangwon.ac.kr

Received 2011 February 23 / 1st Revised 2011 March 17 / 2nd Revised 2011 April 20 / Accepted 2011 April 11

지 등의 구분 없이 연구한 것 중, 대체로 산촌 지역에서 입수하기 쉬운 참취, 곰취 등의 성분의 연구 (Kim *et al.*, 1986)와 신 등 (Shin *et al.*, 1998)의 결과가 있고, 산나물 류의 재료에 대한 연구 중 항산화, 지질대사 및 항염증 등의 기능성에 관련된 연구결과는 많이 있었다 (Surh *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2010a, b; Woo *et al.*, 2008; Oh *et al.*, 2002; Hur *et al.*, 2001; Park *et al.*, 1999; Nugrohol *et al.*, 2009).

재료중의 수리취는 산촌에서 몇 가지 종류가 알려져 있으나 일반 시중에서 판매량도 적고, 소비자로부터 호평도 적은 탓인지 그다지 연구 되지 않았으며 (Kim *et al.*, 1993), 병풍쌈의 연구는 재료의 희귀성으로 일반 소비자에게는 잘 알려져 있지 않은 재료이지만 생산지역 부근 산촌 주민들에게는 매우 흥미 있는 산나물로 알려져 있다 (Park *et al.*, 2009).

이 연구는 그 재료들 중 대체로 많이 사용되어온 것과 희귀한 재료인 병풍쌈 혹은 큰병풍 (*Cacalia firma* Komar)과 일반 시중에서 많이 소비되는 3 종의 취나물 류를 선택하여 식품학적 성분분석과 전자 공여성에 대하여 비교 연구하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 산나물 류는 병풍쌈 (*Cacalia firma* Komar, CFK), 곰취 (*Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz., LFT), 참취 (*Aster scaber* Thunb., AST), 수리취 (*Synurus Synurus palmatopinnatifidus* (Makino) Kitam., SDN)로서, 2007년 5월에 강원 홍천군 지역에서 구입하여 깨끗하게 세척한 후, 잎부분만을 따로 분리하여 실온에서 충분히 수분을 제거하고 초저온 냉동고 (-80°C)에서 저온저장하며 본 실험의 재료로 사용하였다. 이 재료들의 식품성분 조사는 AOAC official methods의 proximate analysis법으로 분석하고 (Horwitz, 2000), 전자 공여능은 70% ethyl alcohol (EtOH)로 추출한 후 진공농축하여 동결 건조한 분말을 전자 공여능 분석용 시료로 사용하였다.

2. 시약

일반 분석 및 무기 이온 분석에 사용되는 H₂SO₄, NaOH, diethyl ether 등의 일반시약은 일본 Wako chemical 회사 (Osaka, Japan) 특급시약을, 전자 공여능 관련 시약 DPPH 등은 Sigma-Aldrich사 (St. Louis, MO, USA) 제품을 각각 사용하였다.

3. 식품성분 및 전자 공여능의 분석

식품성분의 분석, 무기물 및 식이섬유의 분석은 AOAC Official methods (Horwitz, 2000)에 의하여 분석하였다. 요약

하면 수분은 105~110°C에서 수분을 증발시키는 가열 오븐 방법으로, 회분은 550~600°C의 muffle furnace에서 회화시키는 방법, 조지방은 diethyl ether를 사용하여 soxhlet extractor 상에서 추출하는 방법, 조단백질은 시료를 H₂SO₄에서 분해 후 semi-kieldahl에서 정량하는 방법으로 행하였다. 분석값은 실험을 3 반복으로 수행하여 평균값을 구하였다.

식이섬유는 AOAC 방법의 효소법에 따라 Megazyme 사 (Wicklow, Ireland)의 Total Dietary Fibre (TDF) Assay Kit 사용법을 이용하여 시료의 생체 재료의 총 식이섬유를 분석하였다.

전자 공여능은 Brand-Williams 등 (2000)의 방법에 따라 DPPH에 대하여 수행하였다. 요약하면 산나물을 70% EtOH 용액에서 추출하고 농축하여 알콜을 제거 후 동결 건조하여 분말로 하여 시료로 사용하였다. 각 시료의 농도별로 증류수에 용해하여 0.1 mM DPPH 용액과 반응 후 그 혼합물을 microplate reader (Molecular device, Model VMax, Sunnyvale, USA)을 이용하여 흡광도 517 nm에서 측정하는 전체 과정을 3회 반복하여 전자 공여 활성도의 값과 RC₅₀을 조사하였다.

무기물 분석은 산나물을 각각 1 g씩을 HNO₃ 로 분해 처리 후 회석하여 Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES, Model Optima 3100XL, Perkin-Elmer, USA)로 측정하는 전 과정을 3회 반복하여 식이섬유와 전자공여능은 3회 반복실험을 실시하여 얻은 값을 통계 처리하였다.

무기물의 기기분석 조건은 Table 1과 같다.

4. 통계처리

실험결과는 3회 반복실험 한 값을 SAS Package (release 9.1.3)를 이용하여 평균 ± 표준편차로 표시하였고, 평균값의 P < 0.05의 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

Table 1. Operation condition for minerals of sannamul of ICP-AES.

Gas	Ar Gas
RF Power	1.3-1.5 Kw
Nebulizer Gas Flow Rate	0.6 L/min
Coolant Gas Flow Rate	15 L/min
Axially Gas Flow Rate	0.5 L/min
Sample Uptake	1.5 mL/min
Calibration Curve	0.1-1.0 ppm (salt)
Standard Solution	AnAPure™ Multistandard, AnApex Co. Korea
Internal Standard Element	AnAPure™, 1,000 ppm AnApex Co. Korea

Table 2. Proximate compositions of the fresh sannamuls by AOAC methods.

(Unit : %)

Sample	Moisture	Ash	Crude Fat	Crude Protein	Carbohydrate	Total
CFK	81.7±0.51	5.4±0.18	2.5±0.14	2.3±0.41	8.1±0.21*	100
LFT	86.6±0.65	2.6±0.61	1.4±0.21	2.1±0.35	7.3±0.36	100
AST	87.6±0.13	2.3±0.23	1.4±0.15	1.8±0.22	6.9±0.51	100
SDN	86.5±0.81	2.9±0.52	1.7±0.61	2.2±0.31	6.7±0.24	100

*Values are the mean±SD (n = 3)

Table 3. Mineral compositions of the fresh sannamuls.

(Unit : mg)

Samples	K	Na	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	P
CFK	475.45±0.34	2.44±0.12	232.97±0.02	64.70±0.48	1.52±0.05	1.30±0.27	0.17±0.25	0.11±0.14	35.04±0.24*
LFT	364.80±0.25	3.01±0.06	317.20±0.23	47.90±0.18	1.31±0.31	1.40±0.06	0.28±0.39	0.15±0.22	62.91±0.43
AST	411.20±0.26	2.67±0.24	215.90±0.12	51.10±0.61	1.14±0.24	1.10±0.42	0.22±0.02	0.12±0.38	41.31±0.81
SDN	391.10±0.31	2.23±0.26	321.70±0.28	44.20±0.09	1.18±0.38	1.40±0.03	0.19±0.51	0.14±0.42	38.50±0.05

*Values represent means of triplicate determination (n = 3) ± SD.

결과 및 고찰

1. 산나물 류의 일반성분 분석

산나물 류의 재료는 신선한 것을 흥천지역 전통시장 등에서 입수하여 수돗물에 충분히 씻어서 불순물을 제거하고 실내에서 물기를 제거한 것을 사용하거나 초저온 냉동고에서 저장하며 사용하였다. 식품의 일반 성분분석 등은 모두 AOAC 법에 의하여 분석하였다.

산나물 류의 일반성분 중의 성분들은 이미 잘 알려져 있는 바와 같이, 잎 혹은 줄기는 70% 이상이 수분으로 구성되어 있어서 현대 생활에서 영양학적으로는 총체적인 의미를 크게 가지고 있지 않으나 생체의 건강과 질병에 대응 할 수 있는 성분들인 무기물과 섬유류 성분 및 천연 기능성 성분이 기대 되는 것으로 예로부터 식의동원 (食醫同原)이라는 의미와 같이 식용이 곧 인체의 건강과 직접 연관된다는 의약적 의미에서 중요한 위치를 차지하고 관심의 대상이 되고 있다. 식품의 일반성분은 Table 2에서와 같이 일반 엽채소 류와 비슷한 조성으로 구성되어 있었다.

무기물 성분의 조성은 ICP-AES로 분석한 결과를 Table 3에 보였다. 산나물 류의 무기물 종류도 일반 야채류와 크게 다르지 않으나 함량의 차이는 재배하는 채소류 보다는 기후 및 토질 등의 생육 조건이 자연환경 상태일 경우는 야생인 산나물 류가 다소 유리한 함량을 가진다고 사료된다 (Hwang *et al.*, 1997; Jang *et al.*, 2007).

2. 산나물 류의 무기물 성분 분석

산나물 종류별로 무기물의 특이한 조성물의 차이가 다소 있는 것도 있고, 종류별로 약간의 함량의 차이를 가지고 있었다. 병풍삼의 경우는 K와 Mg가, 곰취는 Na, Zn와 P가, 참취는

K, 수리취의 경우는 Ca가 많은 함량을 보였다.

식물류의 무기 성분의 함량은 식물 중에 따라 다르며, 그 생육 환경 등이 영향을 많이 받을 것이나 유사종간에는 큰 차이가 없을 것 같다. 본 연구에 사용한 시료와 동종을 전부 조사한 연구는 없으나 유사종을 부분적으로 분석한 결과를 비교하면, 양배추의 경우 미소한 차이지만 유기농 양배추의 경우는 K, P, Ca 이온이 무기농의 양배추 보다 약간 더 많았고 (Seong *et al.*, 2006), 또한 본 연구의 시료 보다 유기농 양배추가 함량이 더 많았다. 시료중의 곰취의 무기물 함량 중 Ca, P, Mg은 삼척지역의 곰취의 성분들 보다 적었다 (Surh *et al.*, 2009). 식물중에 따라 특히 무기성분중 오이풀, 쇠비름, 짚신나물의 K와 철분 함량이 특별히 많았고, 소루쟁이와 짚신나물은 Mg 함량이 본 연구의 산나물류의 그것들 보다 많았다 (Lee *et al.*, 1994).

3. 산나물 류의 식이섬유 분석

식이섬유는 오랜 기간 동안 그 기능과 분석방법 등에 논란이 많았으나 근래에는 어느 정도 합의된 정리가 이루어 졌고 그 기능면에서도 관심있는 연구결과가 발표되고 있었다 (Van Soest 1991; Horwitz, 2000; McCleary, 2003; Peterson and Dwyer 1998; McCleary, 2010). Table 4는 식이 섬유 함량을 분석한 결과이다.

시료중의 총 식이 섬유 함량은 병풍삼, 곰취의 순으로 많았고, 참취와 수리취는 그들보다 적은 함량을 보였다. Kim 등 (1999)은 건조한 참취 중의 식이섬유는 40.17%, Hwang 등 (1996)은 건조 취나물이 38.05% 등과 같이 주로 건조한 시료들의 결과를 보고하였다.

식이섬유의 기능 중에서 특히 생체의 건강에 기여하는 것으로 장내 기능 조절, 당뇨 등의 성인병 관련 기능의 조절에 약

간 기여하는 것으로 알려져 근래에는 더욱 관심의 대상이 되고 있다. 국내에서도 채소 등을 비롯한 식물류의 성분 중 식이성분의 기능면에 대한 연구가 보고되고 있다 (Choi *et al.*, 2004; Lee and Shin, 2002, Seo *et al.*, 2009).

국내 산나물 류의 분석 중 Cho 등 (2004)의 누룩치, Surh 등 (2009)의 곤드레와 곰취 등의 식이섬유 등의 성분 조성 및 활용 등에 대한 조사가 보고되었다. 이들 연구보고에서 식이 섬유 성분은 본 연구와 거의 유사한 결과를 보이고 있었으며, 그들의 연구 시료의 입수 지역이 다양하였고, 시료의 생체 또는 열풍 건조, 동결건조 등의 시료조제 의 다양한 방법으로 분석 값은 비교하기 어려웠다.

식이섬유 연구는 콩나물의 성장 중 줄기 부분과 머리 부분을 구분하여 조사한 결과와 산나물 류를 비교하면 콩나물 류의 줄기 부분의 식이 섬유 함량은 산나물 류 보다 적었으나 머리 부분은 약간 많은 함량을 보였고 (Lee *et al.*, 1996), 해조류 중의 갈색조류의 식이섬유 함량은 산나물 보다 거의 10 배 가량 많이 확인되었으며 (Hwang *et al.*, 2009). 현미중의 식이 섬유는 산나물 류와 비슷한 함량을 보였다 (Lee *et al.*, 2006).

4. 산나물 류의 DPPH에 대한 전자 공여능

전자 공여성은 산화환원반응으로부터 전자의 활동을 조사할 수 있는 방법으로 주로 DPPH를 대상으로 수행하고 있다. DPPH는 화학적으로 안정된 화학 유리기로서, 불안정한 비 공유 전자쌍을 가진 특성을 이용한 것이다. 실제 생체에서 발생하는 유해성 유리기의 성질과 절대적으로 일치하는 기능은 아

니지만, 생체의 생리작용 혹은 산화작용에 의하여 발생하는 hydroxyl radical 혹은 superoxide radical과 같이 불안정하고 유해한 유리기를 조사하기 위하여 대응되는 하나의 물질이다. 전자 공여성은 불안정한 유리기에 환원기능을 가진 proton ion 을 제공하여 안정화하도록 유도하는 기능으로 생체 내에서 발생하는 불안정하고 유해한 유리기를 안정화 시키는 물질의 기능을 탐색하는데 이용되고 있다. 그러므로 DPPH에 대한 전자 공여능을 항산화 기능으로 대체하기도 하는 연구가 오래전부터 많이 보고되고 있다 (Kim *et al.*, 2000; Chung and Noh, 2000; Zhivko *et al.*, 2007; Kim and Choi, 2008; Chang *et al.*, 2008; Canadanovic-Brunet *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2010).

Table 5는 신선한 재료의 EtOH 추출물을 알콜을 제거 후 동결건조한 분말을 이용하여 0.1 mM DPPH에 대한 전자 공여성을 517 nm에서 측정된 결과를 보이고 있다. 산나물 시료를 농도별로 DPPH와 반응시켜 30분경과 후의 DPPH의 흡광도를 관찰한 결과 농도가 증가할수록 흡광도가 감소하는 것을 보이고 있으며, RC₅₀ 값에서 알 수 있듯이 병풍쌈의 반응 혼합물의 흡광도 값이 낮은 것을 알 수 있다. 식물의 성분 중에는 다양한 성분 중에서 proton을 제공할 수 있는 성분이 ascorbic acid, carotene 혹은 polyphenol등 전자 공여 기능을 가진 몇 가지 성분이 항상 존재하는 것으로 보고되고 있다. 본 연구 결과의 RC₅₀의 값에서 알 수 있듯이 RC₅₀의 값이 적은 병풍쌈과 곰취가 생리기능학적으로 강한 항산화 작용을 가지고 있음을 확인하였다.

취나물 류 중에서는 국내에서 참취에 대한 연구는 많이 있으나 생리활성 제품개발 등에 이용하기 위한 기능성 성분 또는 작용에 대한 연구들이 많았고 (Ahn, *et al.*, 2000; Park *et al.*, 1997; Kim and Kim, 2002; Kim *et al.*, 2009), 식품학적 성분은 호남 지역과 삼척지역의 야생 재료를 연구한 결과가 있다 (Kim and Mo, 1986; Surh *et al.*, 2009). 곰취의 연구 보고 중에는 기능성 및 항산화 관련 연구 보고가 많이 있었으나 식품성분과 직접 관련있는 보고는 많지 않았다 (Kim *et al.*, 2010; Na *et al.*, 2006; Kwon *et al.*, 2002; You *et al.*, 2009; Goh *et al.*, 2006). 본 연구 결과와의 비교하기에는 입수장소나 입수시기 등이 상이하여 직접적으로

Table 4. Dietary fibers of fresh sannamuls. (Unit : %)

Samples	SDF	ISDF	TDF [‡]
CFK	0.374±0.05 ^a	4.253±0.64 ^a	4.627±0.51 ^{a**}
LFT	0.313±0.12 ^c	3.250±0.37 ^{ab}	3.563±0.42 ^b
AST	0.351±0.24 ^{ac}	2.320±0.25 ^a	2.671±0.52 ^{ab}
SDN	0.341±0.61 ^a	2.495±0.34 ^b	2.836±0.34 ^c

[‡]SDF : Soluble Dietary Fiber, ISDF :Insoluble Dietary Fiber, TDF : Total Dietary Fiber

^aValues expressed as means ± SD (n = 3).

^{**}Values within each column with the same superscript are not significantly different at P < 0.05.

Table 5. Electron donating ability of the EtOH extracts of sannamuls on DPPH.

Samples (μg/mL)	CTL [‡]	2	4	6	8	10	RC ₅₀
CFK	1.1874±0.05 ^a	0.774±0.25 ^b	0.667±0.34 ^c	0.557±0.02 ^b	0.473±0.05 ^a	0.385±0.24 ^a	0.572±0.06 ^{a**}
LFT	1.1874±0.14 ^a	0.785±0.41 ^c	0.683±0.21 ^a	0.572±0.51 ^a	0.492±0.23 ^c	0.417±0.42 ^b	0.532±0.21 ^b
AST	1.1874±0.22 ^a	0.831±0.24 ^a	0.751±0.15 ^b	0.711±0.12 ^b	0.671±0.41 ^b	0.651±0.35 ^b	0.651±0.03 ^d
SDN	1.1874±0.32 ^a	0.825±0.61 ^b	0.801±0.61 ^a	0.751±0.13 ^b	0.712±0.31 ^a	0.662±0.22 ^a	0.722±0.05 ^d

[‡]CTL : Control (0.1 mM DPPH absorbance at 517 nm)

^aData expressed as mean ± SD.

^{**}Different letters for each line correspond to statistically different values (P < 0.05).

비교가 어려웠으나 전자 공여성, 무기물의 함량의 차이가 조금씩 확인되었다. 이러한 기존 연구 결과와의 차이는 생육지역의 토질, 기후 등 식물의 생육환경이 크게 관계가 있었을 것으로 사료되며, 총체적인 직접적 비교하는 연구는 시기별, 지역별 등으로 구분하여 연구할 가치가 있을 것으로 사료된다. 산나물 류의 특징은 대체로 강한 전자 공여성으로 부터 항산화 등의 기능을 비롯하여 당뇨, 혈류 및 지질대사등 질병 예방의 입장에서 활용도를 모색기 위하여 더욱 상세하게 연구할 가치가 있다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업 [IPET 2009 (109086-03-1-CG0000)]의 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

LITERATURE CITED

- Ahn HJ, Cho MJ and Cho YO.** (2000). Evaluation of the antioxidant contents of Korean wild leaf vegetables. *Nutrition Sciences*. 3:98-102.
- Chang SK, Kim JH and Oh HS.** (2008). The development of functional cold buckwheat noodles using biological activities of hot water extracts of *Ligularia fischeri* and *Angelica gigas* Nakai. *Korean Journal of Food Culture*. 23:479-488.
- Cho SD, Choi DH and Kim KH.** (2004). A study on quality characteristics of *Pleurospermum kamschaticum* as a functional food resource. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 33:1212-1217.
- Chung HJ and Noh KL.** (2000). Screening of electron donating ability, antibacterial activity and nutritive scavenging effect of some herbal extracts. *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 16:372-377.
- Canadanovic-Brunet JM, Djilas SM, Cetkovic GS and Tumbas VT.** (2005). Free-radical scavenging activity of wormwood (*Artemisia absinthium* L.) extracts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85:265-272.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C.** (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*. 28:25-30.
- Goh EJ, Seong ES, Lee JG, Na JK, Lim JD, Kim MJ, Kim NY, Lee GH, Seo JS, Cheoi DS, Chung IM and Yu CY.** (2009). Antioxidant activities according to peeling and cultivated years of *Astragalus membranaceus* roots. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:233-237.
- Hwang EK and Park CS.** (2009). Dietary fiber content of different thallus regions and age in three brown algae: *Laminaria japonica*, *Ecklonia stolonifera* and *E. cava.*. *Korean Journal of Fisheries Aquatic Science*. 42:360-365.
- Hwang JB, Yang MO and Shin HK.** (1997). Survey for approximate compositions and mineral contents of medicinal herbs. *Korean Journal of Food Science Technology*. 29:671-679.
- Hwang SH, Kim JI and Sung CJ.** (1996). Analysis of dietary fiber content of some vegetables, mushrooms, fruits and seaweeds. *Journal of the Korean Society of Food and Nutrition*. 29:89-96.
- Hur JY, Soh Y, Kim BH, Suk KH, Sohn NW, Kim HC, Kwon HC, Lee KR and Kim SY.** (2001). Neuroprotective and neurotrophic effects of quinic acids from *Aster scaber* in PC12 cells. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*. 24:921-924.
- Horwitz W.** (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed., AOAC international. Maryland, USA. p.18. 925.09B(32.1.02).
- Jang KM, Chung MS, Kim MK and Kim KH.** (2007). Analysis of mineral and volatile flavor compounds in *Pimpinella brachycarpa* L. by ICP-AS and SDE, HS-SPME-GC/MS. *Korean Journal of Food Culture*. 22:246-253.
- Kim HK, Kwon YJ, Kim KH and Jeong YH.** (2000). Changes of total polyphenol content and electron donating ability of *Aster glehni* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 32:1022-1028.
- Kim J and Kim HS.** (2002). The immunomodulating effects of *Aster scaber* Thunb extracts in mice. *Nutritional Sciences*. 5:203-210.
- Kim J, Park CS, Lim YS and Kim HS.** (2009). *Paeonia japonica*, *Houttuynia cordata*, and *Aster scaber* water extracts Induce nitric oxide and cytokine production by lipopolysaccharide-activated macrophages. *Journal of Medicinal Food*. 12:365-373.
- Kim JH and Kim MK.** (1999). Effect of dried leaf powders and ethanol extracts of *Perilla frutescens*, *Artemisia princeps* var. *orientalis* and *Aster scaber* on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 32:540-551.
- Kim KS and Choi SY.** (2008). Quality characteristics of *Maejagwa* with added herb extracts. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 21:312-319.
- Kim MH, Park YK and Jang MS.** (1993). Effect of boiling methods on the physicochemical properties of SuRiChwi (*Synurus palmatopimmatifidus* var. *indivisus* Kitam) pectin. *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 9:19-24.
- Kim SM, Kang SW and Um BH.** (2010a). Extraction conditions of radical scavenging caffeoylquinic acids from gomchui (*Ligularia fischeri*) tea. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 39:399-405.
- Kim SS, Jeong MH, Seo YC, Kim JS, Kim NS, Woon WB, Ahn JH, Hwang B, Park DS, Park SJ and Lee HY.** (2010b). Comparison of antioxidant activities by high pressure extraction of *Codonopsis lanceolata* from different production areas. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:248-254.
- Kim YD and Mo YW.** (1986). Studies on the components of wild vegetables in Koea. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 15:10-16.
- Koyama T, Yamato M and Misumi M.** (1955). Triterpenoids. V. Saponin of the roots of *Aster tartaricus*. *Kumamoto Pharmaceutical Bulletin*. 2:66-8.
- Kwon YJ, Kim KH and Kim HK.** (2002). Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Ligularia fischeri* extracts with different microwave-assisted extraction conditions.

- Korean Journal of Food Preservation. 9:332-337.
- Lee C and Shin JS.** (2002). The effect of dietary fiber content of rice on the postprandial serum glucose response in normal subject. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 15:173-177.
- Lee HJ, Lee KH and Ku SJ.** (1994). Analysis of nutritional compositions of the 7 kinds of edible wild grasses. Korean Journal of Food and Cookery Science. 10:363-368.
- Lee JC, Yoon YH, Kim SM, Pyo BS and Eun JB** (2006). Development of prediction model for total dietary fiber contents in brown rice by fourier transform-near infrared spectroscopy. Korean Journal of Food Science and Technology. 38:165-168.
- Lee SJ, Lee MK, Choi GP, Kim NY, Roh SK, Heo MY, Kim JD, Lee HY and Lee JH.** (2003). Inhibitory effect of Korean mistletoes on the oxidative DNA damage. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 11:89-96.
- McCleary BV.** (2003). Dietary fibre analysis. Proceeding of the Nutrition Society. 62:3-9.
- McCleary BV.** (2010). Development of an integrated total dietary fiber method consistent with the Codex alimentarius definition. AACC International Report. 55:24-28.
- Na Y, Km JH, Sim GS, Lee BC and Pyo HB.** (2006). Effect of antioxidation and inhibition of matrix metalloproteinase-1 from *Ligularia fischer*. Journal of Society of Cosmetic Scientists of Korea. 32:129-134.
- Nugroho1 A, Kim KH, Lee KR, Alam Md. B, Choi JS, Kim WB and Park HJ.** (2009). Qualitative and quantitative determination of the caffeoylquinic acids on the Korean mountainous vegetables used for chwinamul and their peroxynitrite scavenging effect. Archives of Pharmacal Research. 32:1361-1367.
- Oh SH, Sok DE, Lee KJ and Kim MR.** (2002). Heat processing of edible plants grown in Korea has differential effects on thier antioxidant capacity in bovine brain homogenate. Nutraceuticals and Food. 7:378-385.
- Park HJ.** (2010). Chemistry and pharmacological action of caffeoylquinic acid derivatives and pharmaceutical utilization of chwinamul (Korean mountainous vegetable). Archives Pharmacal Research. 33:1703-1720.
- Park HJ, Nugroho A, Lee JH, Kim JD, Kim WB, Lee KR and Choi JS.** (2009). HPLC analysis of caffeoylquinic acids in the extract of *Cacalia firma* and peroxynitrite scavenging effect. Koran Journal of Pharmacognocy. 40:365-369.
- Park JA and Kim MK.** (1999). Effect of Korean native plant diet on lipid metabolism, antioxidative capacity and cadmium detoxification in rats. Korean. Journal of Nutrition. 32:353-368.
- Park JR, Park JC and Choi SH.** (1997). Screening and characterization of anticholesterol substances from edible plant extracts. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 26:236-241.
- Peterson J and Dwyer J.** (1998). Flavonoids: Dietary occurrence and biochemical activity. Nutrition Research. 18:1995-2018.
- Seong JH, Park SG, Park EM, Kim HS, Kim DS and Chung HS.** (2006). Centents of chemical constituents in organic Korean cabbages. Korean Journal of Food Preservation. 13:655-660.
- Shin KH, Lee, SH, Cho DH and Park CH.** (1998). Analysis of vitamins and general componet in the leaves of chwinamul. Korean Journal of Plant Resources. 11:163-167.
- Surh JH, Kim JO, Kim MH, Lee JC, Lee BY, Kim MY, Yang HW, Yun SJ and Jong HR.** (2009). Nutritional properties, as food resources for menu development, of cubed snailfish, shaggy sea raven, and two kinds of wild vegetables that are Staple products in Samcheok. Korean Journal of Food Cookery Science. 25:690-720.
- Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA.** (1991). Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 74:3583-3597.
- Woo JH, Jeong HS, Yu JS, Chang YD and Lee CH.** (2008). Antioxidant Effect of Extracts obtained from Four *Aster* species native to Korea. Korean Journal of Plant Resources. 21:52-59.
- You JK, Chung MJ, Kim DJ and Choe M.** (2009). Change of antioxidant activities in preparing freeze dried wild vegetable block for the long-term storage. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 38:1649-1655.
- Zhivko A, Velkov ZA, Kolev MK and Tadjer AV.** (2007). Modeling and statistical analysis of DPPH scavenging activity of phenolics. Collection of Czechoslovak Chemical Communications. 72:1461-1471.