

# 국내산과 중국산 복령의 원산지 구별을 위한 성분 분석 및 항산화 활성

박나혜<sup>1</sup> · 조우식<sup>2</sup> · 박승춘<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 수의과대학

<sup>2</sup>경상북도농업기술원

## Comparison of Mineral Contents and Antioxidant Activities of Domestic and Chinese *Wolfiporia extensa* for Origin Identification

Na-Hye Park<sup>1</sup>, Woo-Sik Jo<sup>2</sup>, and Seung-Chun Park<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>College of veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu 41404, Korea

**ABSTRACT:** This study aimed to discriminate the geographical origins of domestic and chinese *Wolfiporia extensa*. They were subjected to oxygen (45.32 to 48.07%), carbon (38.09 to 40.12%), hydrogen (6.05 to 6.78%), and nitrogen (0.16 to 0.23%). Antioxidant activity was examined by DPPH free radical scavenging activity. According to the results of the experiment, no significant differences were found between domestic (IC<sub>50</sub>, 7.25 mg/ml) and Chinese (IC<sub>50</sub>, 8.35 mg/ml) *W. extensa*. However, as determined by the inorganic mineral contents were significantly different between domestic and Chinese *W. extensa*. The amount of potassium in domestic and Chinese *W. extensa* was and 33.14 ± 17.27%, 47.60 ± 8.78%, respectively. The results of this study suggested that the analysis of inorganic components by ED-XRF should be useful for origin identification of *W. extensa*.

**KEYWORDS:** Antioxidant activity, Elemental analysis, Ingredients, *Wolfiporia extensa*

### 서론

복령 (*Wolfiporia extensa*)은 담자균 아강 다공균목 구멍 버섯과 복령속에 속하며, 절제된 소나무류(*Pinus spp*)의 뿌리에 부정형의 균핵을 형성하는 기생균의 일종이다

(Kang, 1999). 복령은 탄수화물, 수분, 조섬유질, 무기질 및 미량의 단백질 등이 주성분이며(Saito, 1968), 그 효능은 대표적으로 성분 U-pachyman, pachyman, carboxymethyl pachyman의 항암 효과와 (1,3)-(1,6)-β-D-glucan의 항종양성이 알려져 있다(Chihara et al., 1971; Jung et al., 1998). 또한 사포닌 전구체인 triterpene류를 함유하고 있어 항염증, 항피부암, 항구토 등의 항암활성이 보고된 바 있으며(Yamashiro et al., 1996; Tai et al., 1994; Tai et al., 1995), 최근에는 복령 껍질과 내피 성분이 체내 단백질 분해 효소 활성을 저해하여 주름개선에 효과가 있다고 보고된 바 있다. 따라서 복령을 이용한 추출물은 건강 기능 식품 및 화장품 소재로서 높은 활용 가치가 있음을 알 수 있다(Jang et al., 2015).

하지만 복령은 외부가 어두운 적갈색이며 내부는 백색이나 적색으로 육안상 구별이 어려워 중국산의 남용에 대한 우려가 있어, 원산지 판별을 위한 객관적인 기준 및 방법의 정립이 요구되는 실정이다. 기존에 식품의 원료 및 원산지 판별에는 mass spectrometry를 원리로 한 inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), 형광물질을

J. Mushrooms 2016 December, 14(4):232-236  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2016.14.4.232>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author

E-mail : parksch@knu.ac.kr

Tel : +82-53-950-5964, Fax : +82-53-950-5955

Received November 30, 2016

Revised December 16, 2016

Accepted December 21, 2016

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

분석하는 fluorescence spectroscopy 등이 있으며, 최근에는 미네랄이나 중금속의 분포 패턴을 토대로 원산지 판별에 많이 활용되는 분석기기로는 mass spectrometry를 원리로 한 isotope ratio mass spectrometry (IRMS), inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), gas chromatography mass spectrometry(GC-MS) 등이 있으며 spectroscopy 원리를 토대로 한 nuclear magnetic resonance(NMR), infrared spectroscopy (IR), 형광 물질을 분석하는 fluorescence spectroscopy 등이 있다. 이 중에서 X-ray fluorescence (XRF)방법이 최근에 많이 이용되고 있다. 류 등(Rhyu et al., 2002)은 capillary electrophoresis를 이용하여 농산물에서 중금속 분석을 실시하였고, Laursen 등(2001)은 XRF를 이용하여 지질시료에서 조성분석을 분석하였다. 국내에서 문 등 (Moon et al., 2012)은 황금의 원산지 판별에서 XRF를 이용하였다. 또한 커피나 한약재 등에서도 원산지 판별에 XRF 기기를 사용하여 중금속 분석이 보고되었다(Jeong, 2008; Choi et al, 2012).

따라서 본 시험에서는 ICP-MS에 의한 일반성분 분석, 항산화 활성비교 및 ED-XRF (X-Ray Fluorescence Spectrometer)를 이용한 무기원소 분석을 통하여 복령의 원산지 판별에 대한 적용 가능성을 확인하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 복령 시료의 수집

국내 지역 중 강원도, 경상도 및 전라도에서 재배되는 국내산 복령은 각 지역별 2 제품으로 총 6 제품과 중국산 복령은 현재 국내에 수입되어 유통되는 6 제품을 구입하여 실험에 사용하였다. 구입한 복령은 분쇄기를 이용하여 50 mesh 이하로 균질화 시킨 후 시험에 이용하였다.

### 원소분석

본 시험에서는 생장 지역의 토양에 따른 복령에서 원소의 차이를 확인하고자 하였다. 식물의 세포막과 세포질 등은 탄소, 수소, 산소, 질소 등으로 구성되어 있다(choi et al., 2005). 따라서 국내산과 중국산 복령의 구성요소인 탄소(C), 수소(H), 질소(N), 산소(O) 원소성분비에 대한 결과를 얻고자 경북대학교 공동실험실습관에서 일반 원소 분석기(Elemental Analyzer, EA1110, CE Instruments, Italy)를 이용한 정성 및 정량분석을 실시하였다. 분석 조건은 Table 1과 같다.

### ICP-MS에 의한 성분 분석

복령의 무기질 성분과 중금속 함량 측정을 위해 경북대학교 공동실험실습관에서 유도 결합 플라즈마 질량 분석기(Inductively coupled plasma-mass spectrometry; ICP, Optima 7300DV, PerkinElmer, USA)를 이용하여 원소별 농도 분석을 실시 하였다. 분석 조건은 Table 2와 같다.

**Table 1.** Operating condition and data acquisition parameters for elemental analyzer

Parameter	Operating condition
Detector	TCD
Column	CHNS-porapack PQS
Windows	Eager for windows
Determinent Element	C,H,N,S
Sample size	C,H,N,S : 0.5 ~ 0.6 mg, O : 0.2 ~ 0.3 mg
Measuring range	100 ppm - 100%
temperaure of column	900°C
Analysis time	C,H,N,S : 800 s, O : 320 s
temperaure of oven	65°C

**Table 2.** Operating conditions and data acquisition parameters for ICP-MS

Parameter	Operating cinditions
Rf power	1300 W
Argon gas flow rate	
Plasma	15.0 L/min
Auxiliary	0.2 L/min
Carrier	0.8 L/min
He gas flow rate	1.5 mL/min
sampling and skimmer cones	Pt
Acquisition parameters	Quantitive
Points/mass	3
Interation time/mass	0.1
Total acquisition time/replicates	10
Replicate	3
Total acquisition time/sample	30

### 국내산 복령과 중국산 복령의 항산화 DPPH free radical 소거능 측정

복령은 토양 속에서 재배되고 있으므로 복령추출물을 이용한 항산화 활성에 영향을 줄 수 있기에 본 실험 전 식약처 고시 농산물의 유해물질 분석법에 따라 농약 잔류성 검사를 실시하였다. 잔류성 검사는 GC-MS/MS shimadzu (GCMS-TQ8040, shimadzu, Japan) 및 LC-MS/MS Agilent (LC-MS/MS Agilent, USA)을 이용하여 국내 사용되는 320 여종의 농약에 대하여 분석하였다.

이후 국내산과 중국산 복령추출물의 항산화 활성 비교를 위하여 건조 분말 형태의 복령 시료에 50% 에탄올을 10배(W/V) 첨가한 후 3시간 동안 환류 냉각 추출기를 사용하여 추출하였다. 획득한 복령 추출액은 지름 11 µm의 여과지(Whatman Inc., Kent, UK, NO.1)로 여과 한 후 진공농축기(Ilshin Lab co., Ltd, Yangju, korea)로 감압농축하였다. 농축된 추출물은 -20°C 냉동 보관하면서 시험 전

필터(0.45 μm filter)에 여과하여 사용하였다.

복령 추출물의 항산화 활성 측정은 메탄올에 용해된 각각의 추출액 10 μL에 0.2 mM의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 100 μL을 가하여 37°C 배양기에서 30분 간 암반응한 후 517 nm 파장에서 흡광도(VERSA max microplate reader, Molecular DEXES Corp., Sunnyvale, CA, USA)를 측정하였다. DPPH radical 소거 활성은 다음 식에 의해 계산하였고, 얻어진 값을 IC<sub>50</sub> (DPPH radical 형성을 50% 억제하는데 필요한 농도)으로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical 소거능 (\%)} = \frac{[Ab - Aa]}{Ab} \times 100$$

(Ab: 무처리구의 흡광도, Aa: 시료첨가구의 흡광도)

**ED-XRF (X-Ray Fluorescence Spectrometer)의 분석**

본 분석법은 형광을 이용한 분석법으로, 빛을 흡수한 물질 내 전자가 순간 들뜬 상태가 되었다가 원래의 상태로 돌아가면서 빛을 내는 성질을 이용한 것으로, 분석을 위해 5.0 g 분말시료를 시편 제작기(35T Automated X-Press, SPEX Sampleprep, Metuchen, NJ, USA)를 이용, 20톤의 압력으로 0.3분 간 압착하여 펠렛(pellet)을 만들어 사용하였다. 제작된 펠렛을 X-선형 광분석기(S2 Ranger, Bruker AXS GmbH, Karlsruhe, Germany)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 Table 1과 같다. 정성분석을 통해 국내산과 중국산 시료에서 공통으로 함유 하고 있는 원소 43종을 선별한 후, 분석용 소프트웨어인 Spectra EDX (S2 Ranger, Bruker AXS GmbH, Karlsruhe, Germany)상의 반정량법인 standardless fundamental parameters (SLFP) 방법을 이용하여 각 무기원소의 상대적 함량비를 산출하였다. SLFP법은 일반적으로 분석 시료와 동일한 matrix 조성을 갖는 표준물질이 없을 경우 식물과 암석 등 시료에서 구성원소의 정성 및 정량분석에 사용된다(Kwon et al., 1998; Choi et al., 1998).

**통계처리**

복령을 이용한 실험은 3회 반복하여 얻은 결과값을 통계 프로그램 SAS package (Statistical Analysis Program, version 9.3)를 이용하여 각 측정 군의 평균과 표준 편차를 산출하였다. 중국산과 국내산의 항산화 활성 그리고 성분분석의 비교는 Student T-test로 실시(p<0.05)하여 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

본 연구에서는 육안적 구별이 어려운 국내산과 중국산 복령의 원산지 판별 방법을 확립하고자 식품의 원산지 판별에 주로 사용되는 분석 방법인 원소분석비교, 성분분석

비교, 항산화 활성비교, ED-XRF 분석(Choi et al., 2012)을 통하여 다음과 같은 결과를 확인하였다.

**원소분석**

국내산과 중국산의 복령의 일반 성분 분석 결과를 아래 Table 3로 나타냈다. 국내산의 경우 강원도, 전라도 및 경상도산 복령의 일반 성분은 높은 유사성을 가짐을 확인하였으며, 중국산 복령의 일반 성분 분석에서도 중국산 복령 내에서 유의적인 차이는 확인할 수 없었다. 이어서 국내산과 중국산 복령에서 일반성분 차이를 비교하였으나, 검출된 4 가지 성분(oxygen, carbon, hydrogen, nitrogen) 모두 통계적 유의성 차이는 없었다.

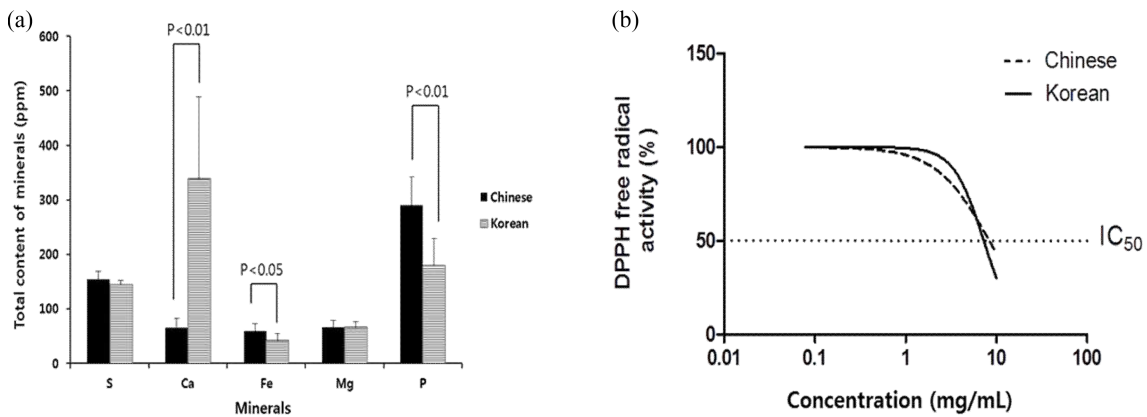
본 연구 결과 확인된 성분 함량은 국내산 및 중국산 모두 oxygen은 45.32-48.07%로 가장 많은 비율을 차지하고 있었으며, carbon은 38.90-40.12%, hydrogen 6.05-6.78%, nitrogen은 0.16-0.23% 순으로 확인되었다. 부가적으로 국내산과 중국산 복령 모두에서 sulphur 성분은 발견 되지 않았다. 이러한 결과는 전보에서 보고한 내용과 일치하였다(Choi et al., 2016). 선행 연구 결과, 토양은 버섯 생장에 많은 영향을 미치며 이외에도 인삼 등에서 지역별 토양의 조성(광물의 특성, pH, 온도, 수분 등)에 따라 무기 원소의 성분 차이를 나타낸다고 보고된 바(Park et al., 2010; Song and Min., 2009) 있으나 본 시험에서 국내산과 중국산 복령의 비교 분석을 통한 결과 복령에서 토양에 따른 일반성분의 차이는 없는 것 확인되었다.

**ICP (inductively coupled plasma mass spectrometry)**

국내산과 중국산 복령의 무기질 성분 분석을 위해 ICP spectrophotometer (optima 7300 DV, PerkinElmer, USA)를 이용하여 중금속을 포함한 11종의 광원 함량 분석한 결과는 아래 Fig. 1. a로 정리하였다. 분석결과 국내산과 중국산 모두 황(S), 칼슘(Ca), 철(Fe), 마그네슘(Mg), 인

**Table 3.** Comparison of element contents in the domestic and Chinese *Wolfiporia extensa*

	Chinese	Korean	p value
As	-	-	-
S	153.84±15.78	144.61±7.27	0.111
Se	-	-	-
Ca	64.71±18.07	338.53±150.55	0.111
Cu	-	-	-
Fe	58395±13.56	42.03±12.39	0.024
Mg	65.80±13.04	65.86±10.28	0.496
Pb	-	-	-
Zn	-	-	-
Cd	-	-	-
P	289.47±52.25	179.33±49.65	0.002



**Fig. 1.** (a). Comparison of minerals by inductively coupled plasma mass spectrometry between domestic and Chinese *Wolfiporia extensa*, (b) DPPH radical scavenging activities(%) between the extracts of domestic and Chinese *Wolfiporia extensa*.

(P)을 공통적으로 함유하고 있었으며 그 외 비소(As), 세슘(Sr), 구리(Cu), 납(Pb), 아연(Zn), 카드뮴(Cd) 등 6종은 0.1 ppm 이하의 미세한 수준으로 검출되었다. 이는 전보에서 보고된 미네랄 성분과 차이를 보였다(Choi et al., 2016).

중국산과 국내산 복령에서 황은 153.83±15.77 ppm, 144.61±7.26 ppm, 마그네슘은 65.80±13 ppm, 65.86±10 ppm으로 유사한 함량을 보였으나 분석결과 통계적 유의성은 없었다. 반면, 칼슘은 중국산 복령이 64.70±18.06 ppm, 국내산 복령이 338.53±150.55 ppm으로 국내산이 중국산보다 5.23배 높은 함량을 보여 통계적 유의성을 확인하였다(p<0.01). 인 함량은 중국산이 289.47±52.25 ppm으로 국내산 179.33±49.65 ppm보다 1.61배 높은 수준으로 유의한 차이를 보였으며(p<0.01), 철 함량은 중국산이 58.95±13.55 ppm으로 국내산 복령 42.03±12.39 ppm보다 1.40배 높은 수준으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

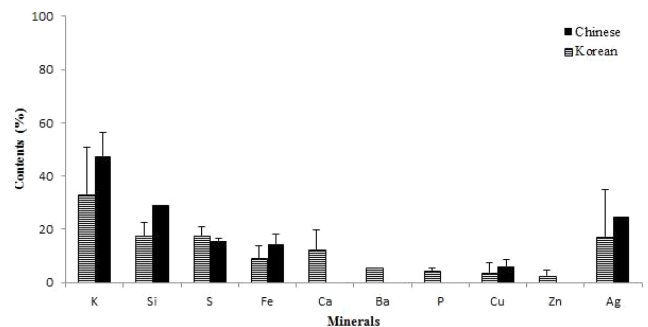
**DPPH free radical scavenging activity**

기존의 연구에서 Cha 등(2005)과 Kim (2008)은 복령에서 강한 free radical 소거활성을 확인한 바 있다. 따라서 본 실험에서 free radical 소거활성을 통하여 복령의 원산지별 차이를 확인하고자 하였다. 농약의 성분이 시료에 있으면 항산화 활성에 영향을 줄 수 있으므로 잔류농약 320종의 농약을 시험한 결과 잔류 농약은 검출되지 않았으며(한국분석기술연구소, 인증성적서 번호 PG160855), 국내산과 중국산 복령의 추출물을 이용하여 DPPH radical 소거활성을 측정된 결과는 Fig. 1. b와 같다. 측정 결과 국내산과 중국산 모두 추출물의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical 소거활성이 증가하는 경향을 보였으며, 국내산과 중국산의 IC<sub>50</sub>는 7.25 mg/ml과 8.35 mg/ml로 국내산이 DPPH radical 소거활성이 높았으나 유의적인 차이가 없음을 확인하였다. 10 mg/ml의 농도에서는 국내산

과 중국산 복령의 추출물은 색이 너무 강하게 추출되어 반응에 영향을 주는 것으로 나타나 10 mg/ml 이상의 농도에서 시험은 무의미 한 것으로 생각되었다. 따라서 본 실험에서 국내산 복령과 중국산 복령의 추출물을 이용하여 DPPH free radical 소거능 비교를 통해서 원산지를 판별하는 것은 어려움이 있을 것으로 생각되었다.

**ED-XRF (X-Ray Fluorescence Spectrometer)의 분석**

앞서 Hwang (1997)과 Kwon (1998)등에 의해 보고된 복령에서 무기질 분석은 칼슘, 칼륨 등 8종 정도에 그친 바, 본 연구에서는 기존의 ICP를 이용한 광원 분석과 별도로 복령에서 무기원소 함량비 분석을 위하여 에너지 분산형 X-선 형광분석기로 측정이 가능한 다량원소성분 10가지(K, Si, S, Fe, Ca, Ba, P, Cu, Zn, Ag)를 분석하였다. 국내산 및 중국산 복령의 칼륨(K)은 33.14±17.27%, 47.60±8.78%로 중국산이 더 많은 구성비를 보였다. 규소(Si)는 중국산 복령 시료 중 한 개 시료에서 검출되어 국내산 복령과 비교는 불가능하였다. 철(Fe)의 경우 국내산은 9.13±4.83%, 중국산은 14.5±3.86%로 중국산이 국내산 복령보다 1.59배 높은 성분 비율을 가짐을 확인하였다.



**Fig. 2.** Comparison of inorganic components by X-Ray Fluorescence Spectrometer between domestic and Chinese *Wolfiporia extensa*.

특히, 중국산에서는 칼슘(Ca), 바륨(Ba), 인(P)과 아연(Zn)이 검출되지 않았고, 칼륨(K), 규소(Si), 철(Fe)이 국내산보다 많은 비율로 검출되었다. 본 연구 결과 ED-XRF 분석법은 검출되는 성분과 검출되지 않는 성분이 존재하여 통계적인 분석은 의미가 없을 것으로 생각되었다. 따라서 ED-XRF 분석은 복령의 구성성분의 비교에서 뚜렷하게 차이점을 보이는 성분을 대량의 시료에서 확인하여 전무율의 데이터베이스를 구축 할 경우 복령의 원산지 판별에 도움을 줄 수 있을 것이라 생각된다(Fig. 2).

## 적 요

본 연구는 국내산과 중국산 복령의 원산지를 판별하기 위한 방법을 모색하고자 진행되었다. 분석 결과 일반 성분은 산소 45.32-48.07%, 탄소 38.90-40.12%, 수소 6.05-6.78% 및 질소 0.16-0.23%로 국내산과 중국산 복령에서 유사한 값을 가짐을 확인하였으며, DPPH 자유라디칼 소거능 확인을 통한 항산화 활성 또한 유의적인 차이는 없었으나, ED-XRF (X-선 형광 분석기)를 이용한 무기원소 분석에서 국내산과 중국산 복령간에 차이점을 확인하였다. 중국산 복령의 경우 칼륨(K), 철(Fe)이 각각  $47.60 \pm 8.78\%$ 와  $14.5 \pm 3.86\%$ 로 확인되었으며 이는 국내산 복령( $33.14 \pm 17.27\%$ ,  $9.13 \pm 4.83\%$ )보다 높은 수치를 보였다.

전반적인 실험 결과 ED-XRF 분석을 통한 무기원소의 차이를 확인할 수 있었으므로 향후 복령의 원산지 판별에 이를 이용할 수 있을 것이라 생각된다.

## Acknowledgement

본 연구는 산림청 기술개발사업 (S111515L050130)과 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원 기술사업화지원사업 지원을 받아 연구되었음(314082-3).

## 참고문헌

- Cha BC, Lee EH, Noh MA. 2005. Antioxidant activity of *Smilacis chinae* radix. *Korean J Pharmacogn.*
- Chihara G, Hamuro J, Tamashita Y et al. 1971. Carboxymethylpachmaran a new water soluble polysaccharide with marked antitumor activity. *Nature* 233: 486-490.
- Choi HJ, Park SC, Hong TH. 2005. Anti-tumor activity of fermented liquid *Opuntia humifusa* in cervical cancer cells and its chemical composition. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 34:1525-1530.
- Choi JY, Bang KH, Han KY, Noh BS. 2012. Discrimination Analysis of the Geographical Origin of Foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44:503-525.
- Choi OB, Cho DB, Kim DP. 1998. The components of cultivated *Poria cocos*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 9:438-440.
- Choi SH, Lee SJ, Cho WS, Choi JW, Park SC. 2016. Comparison of Ingredients and Antioxidant Activity of the Domestic Regional *Wolfiporia extensa*. *Kor J Mycol.* 44.1: 23-30
- Hwang JB, Yang MO, Shin HK. 1997. Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J Food Sci Technol.* 29: 671-679.
- Jang YA, Lee JT. 2015. The Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory, and anti-aging of extract solvent and *Poria cocos* by parts. *Asian J Beauty Cosmetol.* 13:377-383.
- Jee JH, Lee HD, Chung SK, Choi JU. 1999. Changes in color value and chemical components of hoelen by various drying methods. *Korean J Food Sci Technol.* 31: 575-580.
- Jeong MS, Lee SB. 2008. Discrimination of geographical origin for herbal medicine by mineral content analysis with energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer. *Korean J Food Sci Technol.* 40: 135-140.
- Jung SG, Kwon MS, Choi JW, Song KS, Kang WW. 1998. Quality and functional characteristics of cultivated hoelen (*Poria cocos* Wolf) under the picking date. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 1034-1040.
- Kang AS, Kang TS, Shon HR, Seo SM, Kang MS, Kim KP, Lee JS. 1999. Studies on Improvement of Artificial Cultivation and Antioxidative Activity of *Poria cocos*. *Kor J Mycol.* 378-382.
- Kim IC. 2008. Antioxidative property and whitening effect of the pueraria radix, poria cocos and coptidis rhizoma. *J Korean Oil Chem Soc.* 25: 219-225.
- Kwon MS, Chung SK, Choi JU, Song KS, Kang WW. 1998. Quality and functional characteristics of cultivated hoelen(*Poria cocos* wolf) under the picking Date. *J Kor Soc Food Sci Nutr.* 27:1034-1040.
- Laursen J, Vestergaard BT, Pind N, Karlsen K, Hansen HCB. 2001. Rapid method for EDXRF analysis of clayey and sandy soil. *X-Ray Spectrom.* 30: 186-189.
- Moon JY, Lee YJ, Kang JM, Cho SJ, Noh BS. 2012. Discrimination of geographical origin for *Scutellaria baicalensis* Using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer. *Korean J Food Sci Technol.* 44: 484-487.
- Park YW, Koo CD, Lee HY, Ryu SR, Kin TH, Cho YG. 2010. Relationship between macrofungi fruiting and environmental factors in songnisan national park. *Korean J Environ Ecol.* 24:657-679
- Rhyu MR, Kim EY, Kim SS. 2002. Identification of cultivate sites for Job's-tears (*Coix lachrymajobi* var. *mayuen*) using capillary electrophoresis. *Korean J Food Sci Technol.* 34: 787-791
- Saito H, Misaki A, Harada T. 1968. A comparison the structure of curdan and pachyman. *Agr Biol Chem.* 1261-1269
- Song SH, Min IS. 2009. Characteristics of the inorganic element contents for the korean ginsengs from various soils of keumsan. *J Ginseng Res* 33:13-25.
- Tai T, Akita T, Kinoshita Y, Koyama K, Taka-hashii K, Watanabe K. 1995. Anti-emetic principles of *Poria cocos*. *Planta Medica.* 527.
- Tai T, Mikage T, Tsuda M, Akahori Y. 1994. The relationship between the triterpene contents and the color for the *Sclerotium*. *Nat Med.* 219.
- Yamashiro H, Fukazawa H, Ishida, Tsuji K. 1996. Isolation of inhibitors of TPA-induced mouse ear edema from Hoelen, *Poria cocos*. *Chem pharm Bull.* 1996.