

유통 한약재의 잔류농약 및 잔류이산화황의 함량 분석

김태희^{1#}, 장설¹, 이아름¹, 이아영², 최고야², 김호경^{1*}

1 : 한국한의학연구원 한약소재관리팀, 2 : 한국한의학연구원 한약기초연구그룹

The analysis of Residual Pesticides and Sulfur Dioxide in Commercial Medicinal Plants

Kim Tae Hee^{1#}, Jang Seol¹, Lee Ah Reum¹, Lee A Young², Choi Goya², Kim Ho Kyung^{1*}

1 : Herbal Material Management Team, Korea Institute of Oriental Medicine

2 : Basic Herbal Medicine Research Group, Korea Institute of Oriental Medicine

ABSTRACT

Objectives : This study was investigated to determine the contents of pesticide residues and sulfur dioxide residues in commercial herbal medicines in Korea.

Methods : Chromatographic test was performed on 100 samples consisted with 10 kinds of medicinal plants including imported and domestic products. To establish 19 pesticide residues (DDE, DDD, DDT, Dieldrin, Methoxychlor, BHC isomers, Aldrin, Endosulfan isomers, Endrin, Captan, Procymidone, Chlorpyrifos and Imidacloprid) in commercial herbal medicines, chromatographic equipments were used with the gas chromatography-mass detector and gas chromatography-electron capture detector for qualitative analysis. The imidacloprid analysis was performed by high performance liquid chromatography-ultraviolet detector at 270 nm UV wavelength. The contents of sulfur dioxides were analyzed by modified Monnier-Williams method. All methods were based on notification procedure of Korea Food & Drug Administration (KFDA).

Results : The residual pesticides were not founded in imported and domestic samples. Among 100 samples, the residues of sulfur dioxide in 73 samples were not detected and 25 samples showed contents in the range of 0 ~ 21.90 mg/kg. The excess samples of MRLs were 2 samples (30 mg/kg to medicinal herbs), *Asiasari Radix et Rhizoma* (Imported product) and the average amount of sulfur dioxide in 2 unsuitable samples were 14.83 mg/kg. These samples were found to transgress KFDA regulatory guidance of residual sulfur dioxide.

Conclusion : These results are able to use as basic data to improve the reliability and value of commercial medicinal herbs.

Key words : medicinal herbs, pesticide residues, sulfur dioxide

서론

현대의학의 발전과 동시에 양약의 부작용이 많이 대두되고 있는 요즘, 좀 더 안전하며 친환경적인 소재로 몸을 치유하고자 하는 대안으로 한의학이 관심을 갖으면서, 한약재의 소비도 꾸준히 증가 되어 왔다. 최근에는 약으로 뿐만 아니라 일상생활에서 차로 끓여 마시거나 요리에 사용되며, 화장품원료로도 연구가 되는 등 일상생활에서 손쉽게 접하고, 그 이용률이 높아져 한약재에 대한 수요는 갈수록 늘어나고 있는 실정

이다. 과거에는 한약재를 주로 야생에서 채취하여 사용하여 왔으나 자생하는 한약재의 종류가 매우 제한적이며 생산량도 부족한 실정이라 공급부족에 따른 수요를 충족하기 위해 대부분 인공재배로 대체되고 있으며¹⁾, 이 과정에서 한약재의 안전성의 우려와 유해물질의 사용 여부가 최근 상당한 문제로 대두되고 있는 실정이다²⁾. 또한 외국에서 수입한 한약재의 유통량은 늘고 있지만, 현지에서의 재배, 수확, 수집, 가공, 운반 등을 투명하게 알 수 없기에 더욱 엄격하고 필수적으로 한약재의 안전성을 확인하고, 그 품질을 규격화, 표준화하여 관리

*교신저자 : 김호경, 대전광역시 유성구 유성대로 1672 한국한의학연구원 한약소재관리팀
· Tel : 042-868-9502 · Fax : 042-862-9494 · E-mail : hkkim@kiom.re.kr
#제1저자 : 김태희, 대전광역시 유성구 유성대로 1672 한국한의학연구원 한약소재관리팀
· Tel : 042-868-9502 · Fax : 042-862-9494 · E-mail : bihope@kiom.re.kr
· 접수 : 2012년 10월 17일 · 수정 : 2012년 11월 3일 · 채택 : 2012년 11월 8일

할 필요가 있다. 한약재의 잔류농약, 이산화황 등의 기준 및 시험방법은 식약청고시 ‘생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법’에 고시되어 있으며, 제정된 고시를 통해 관리가 이뤄지고 있다³⁾.

현재 유통되는 한약재 중에 농약에 대한 관심이 고조되고 있고, 농약은 약용식물 재배시 해충 등의 제거목적으로 살포되어 한약재에 잔류가능성이 많다⁴⁾. 이에, DDT, Aldrin, Dieldrin과 Endrin은 1973년에, BHC는 1979년에 생산 및 판매가 금지되었고⁵⁾, Endosulfan은 2012년부터 금지되었지만, 이들 유기염소계의 분해 반감기가 매우 길어 토양 등에 잔류할 가능성이 높기 때문에 이들의 잔류성을 필히 분석해야 한다. 현재 식약청에서 40여종의 한약재에 대해 잔류허용기준이 고시되어 있어, 인체에 치명적인 영향이 있는 만큼 농약의 잔류여부를 그 허용기준에 맞는지 유통품에 대한 품질검사를 필수적으로 진행하여야 한다.

연탄건조 혹은 직접 황을 태워 훈증 처리 시 발생하는 이산화황은 기체 상태를 아황산가스라고도 하며 무색으로서 자극성 있는 냄새를 가지고 있고 식품 및 한약재의 면질과 부패방지, 표백, 갈변방지 및 항산화 등의 목적으로 사용된다⁶⁾. 한약재의 경우 가공·유통과정에서 선택을 좋게 하며 빠른 건조를 위해 연탄건조, 유향훈증 등의 방법을 사용하는 것으로 조사된 바 있다⁷⁾. 아황산염은 생체 내에서 빠르게 산화되어 황산염으로 되어 아황산을 유리하는데 이는 위장을 쉽게 자극하므로 건강상 좋지 않은 영향을 미친다⁸⁾. 그래서 FAO/WHO에서는 인체에 치명적인 영향을 줄 수 있어 아황산염류의 1일 섭취허용량을 이산화황으로써 0.7 mg/kg 이하로 제한하고 있으며, 미국은 10 mg/kg 이상 함유된 식품의 경우는 잔류량을 표시하도록 의무화하고 있다⁹⁾. 식약청에서는 2005년 생약의 잔류이산화황 검사기준 및 시험방법을 제정 고시하여 206품목에 대하여 30~1,500 mg/kg 으로 그 양을 제한하기 시작하였고, 2008년에는 구절초 등 60품목에 대한 잔류허용기준을 추가하여 총 206품목에 대하여 일괄적으로 30 mg/kg의 강화된 기준을 적용시키고 있다¹⁰⁾.

따라서 본 연구에서는 국내에서 재배되었거나 수입된 한약재 10품목 100건을 대상으로 농약과 이산화황의 잔류량을 측정하여 그 결과를 토대로 한약재의 유효성, 안정성, 안전성을 확립하고, 현재 유통되고 있는 한약재들의 오염 실태 자료로 확보하여 안전한 한약재 품질관리를 위한 자료로서 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시약

시료의 추출 및 분석에 사용된 용매는 Burdick & Jackson (USA)사의 HPLC급 제품을 사용하였고, 정제를 위한 후로리 실은 J.T.Baker (USA) 제품이며, 그 외의 시약들은 특급시약을 사용하였다. 농약 표준품 DDE, DDD, DDT, Dieldrin, Methoxychlor, BHC isomers, Aldrin, Endosulfan isomers, Endrin, Captan, Procymidone, Chlorpyrifos, Imidacloprid 은 Dr. Ehrenstorfer (Germany)에서 구입하여 사용하였다. 이산화황 실험은 특급시약을 사용하여 실험하였다.

2. 약재

실험에 사용된 한약재는 지상부 한약재 (瞿麥, 薄荷, 韓茵

藜, 卷柏, 澤蘭) 5품목과 지하부 한약재 (白朮, 細辛, 木香, 牛膝, 澤瀉) 5품목, 총 10품목으로 서울과 대구의 약령시장에서 품질검사필한 규격품으로 국내산 (55점) 및 수입산 (45점) 총 100점을 구입하였다 (Table 1, Fig. 1). 구입한 한약재는 『대한약전(제9개정)』¹¹⁾ 및 『대한약전의한약(생약)규격집』¹²⁾의 정상 기준에 따라 육안 검증한 뒤 사용하였다.

Table 1. The List of Commercial Medicinal Herbs

Korean name	Latin name	Domestic product	Imported product
木香 (목향)	Aucklandiae Radix	0	10
白朮 (백출)	Atractylodis Rhizoma Alba	5	5
細辛 (세신)	Asiasari Radix et Rhizoma	2	8
牛膝 (우슬)	Achyranthis Radix	4	6
澤蘭 (택란)	Lycopi Herba	7	3
韓茵藜 (한인진)	Artemisiae Iwayomogii Herba	10	0
瞿麥 (구맥)	Dianthi Herba	4	6
澤瀉 (택사)	Alismatis Rhizoma	7	3
薄荷 (박하)	Menthae Herba	6	4
卷柏 (권백)	Selaginellae Herba	10	0
Total		55	45



Fig. 1. Photography of the materials. (a) Aucklandiae Radix; (b) Atractylodis Rhizoma Alba; (c) Asiasari Radix et Rhizoma; (d) Achyranthis Radix; (e) Lycopi Herba; (f) Artemisiae Iwayomogii Herba; (g) Dianthi Herba; (h) Alismatis Rhizoma; (i) Menthae Herba; (j) Selaginellae Herba

3. 시료 전처리

1) 농약 분석

DDE, DDD, DDT, Dieldrin, Methoxychlor, BHC isomers, Aldrin, Endosulfan isomers, Endrin, Captan, Procymidone 및 Chlorpyrifos의 분석은 식품의약품안전청 고시법에 따라³⁾, 분쇄된 시료 5 g을 물 40 mL과 아세톤 90 mL을 가하여 균질화 한 후, 감압여과하고, 여액에 포화식염수 50 mL, 증류수 100 mL 및 디클로로메탄 70 mL를 넣고 흔들어 섞은 다음 정치하여 층을 분리시켰다. 분리된 디클로로메탄층은 무수황산나트륨을 이용하여 탈수하고, 농축한 후, 헥산 4 mL에 녹여 후로리실로 1 g으로 충전된 컬럼에 이동상을 헥산 : 디클로로메탄 : 아세톤 (50 : 48.5 : 1.5)로 사용하여 유출액을 수집한 다음 수욕상 (40°C 이하)에서 감압농축시켜 용매를 날려 보낸 다음 20% 아세톤 함유 헥산 2 mL에 녹여 시험용액으로 사용하였다. Imidacloprid의 분석은 분쇄된 시료 약 25 g을 아세토니트릴 100 mL 및 물 100 mL을 가하여 고속균질화한 후 감압여과 하고, 이 여액 중 100 mL를 정확하게 취하여 40°C 이하의 수욕상에서 물만 남을 때 까지 감압농축한 후에, 남은 물층에 싸이클로헥산 50 mL, 디클로로메탄 50 mL를 넣고 흔들어 섞은 다음 정치하여 층을 분리시켰다. 분리된 디클로로메탄층은 무수황산나트륨을 이용하여 탈수하고, 농축한 후, 디클로로메탄 2 mL에 녹였으며, 미리 활성화한 실리카겔 (1 g)에 추출액을 흡착시킨 다음 헥산·에칠아세테이트 (50 : 50) 10 mL를 유출시켜 버리고, 이어서 헥산·에칠아세테이트 (30 : 70) 15 mL 유출시킨 후 농축 건조시켰고, 건조물을 아세토니트릴·물 (5 : 5)로 일정량으로 하여 시험용액으로 하였다.

2) 이산화황 분석

이산화황의 분석은 식품의약품안전청 고시법에 따라³⁾, 모니어-윌리엄스변법에 준하여 실험하였다. 증류플라스크에 물 400 mL와 질소가스 0.21 L/min의 속도로 주입하면서 15분 동안 예열하고, 플라스크에 시료 50 g과 5% EtOH 100 mL과 4 mol/L 염산 90 mL를 넣고 1시간 45분간 가열한 후, 3% H₂O₂용액 30 mL를 넣은 수기에 포집하였고, 이 용액에 0.01 mol/L 수산화나트륨을 이용하여 20초간 지속하는 황색이 될 때 까지 적정하였다. 그리고 아래의 공식에 따라 이산화황의 양을 산출하였다.

$$0.01 \text{ mol/L 수산화나트륨액 } 1 \text{ mL} = 320 \mu\text{g SO}_2$$

$$\text{이산화황(mg/kg)} = [320 \times (V1 - V2) \times f] / S$$

V1 : 0.01 mol/L 수산화나트륨액의 소비량 (mL)
 V2 : 공시험시 0.01 mol/L 수산화나트륨액의 소비량 (mL)
 f : 0.01 mol/L 수산화나트륨액의 역가
 S : 검체의 취한 양 (g)

4. 기기분석조건

본 실험에서 1차적으로 Gas chromatography - mass detector (GC-MSD, Shimadzu, Japan)를 활용하여 시료내의 잔류농약을 분석 한 후, 농약이 검출된 시료에 대해서 Electron capture detector (ECD, Shimadzu, Japan)를 이

용하여 정량 분석을 실시하였다 (Table 2). 농약 표준품 중 Imidacloprid는 High performance liquid chromatography - ultraviolet detector (HPLC-UVD, Shimadzu, Japan)를 통해 분석하였다 (Table 3).

Table 2. Analytical Condition of GC-MSD and GC-ECD

	GC-MSD [†]	GC-ECD [‡]
Column	Rtx-5MS (30 m×0.25 mm×0.25 μm)	Rxi-17 (30 m×0.25 mm×0.25 μm) Rtx-5 (30 m×0.25 mm×0.25 μm)
Oven temp [§]	100°C(2 min) -10°C/min - 280°C (15 min)	80°C(2 min) - 10°C/min - 280°C (10 min)
Injector temp.	260°C	260°C
Detector temp.	280°C	280°C

*GC : Gas chromatography

†MSD : Mass detector

‡ECD : Electron capture detector

§ temp. : Temperature

Table 3. Analytical Condition of HPLC-UVD

	HPLC-UVD [†]
Column	ODS C18 (5×300 mm, 5 μm)
Mobile Phase	A - 0.01 M Na ₂ HPO ₄ (pH 6.5) B - Acetonitrile A(%) : B(%) = 75 : 25
Wavelength (nm)	270
Flow rate	0.8 mL/min
Injection volume	10 μl

*HPLC : High performance liquid chromatography

†UVD : Ultra violet detector

5. 통계분석

통계분석은 Minitab 16(Minitab Inc., Pennsylvania, USA)을 사용하였고, 품목별 함량분석은 일원분산 분석으로 사후 검정은 Fisher법을 사용하였다.

결 과

1. 잔류농약 분석

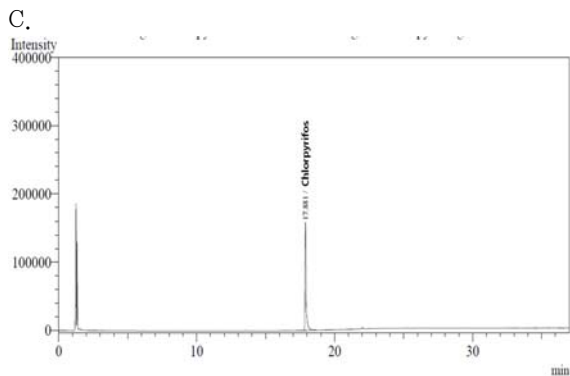
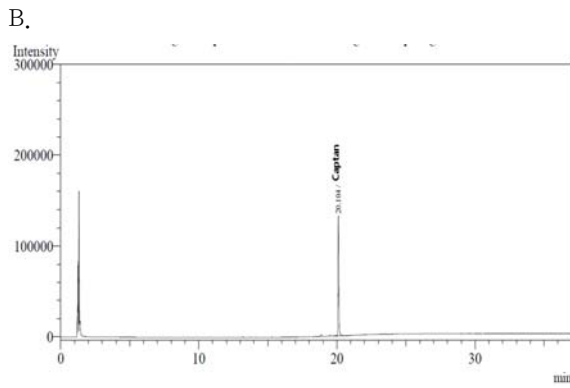
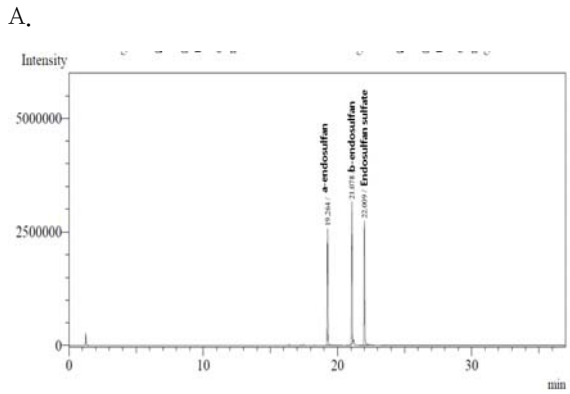
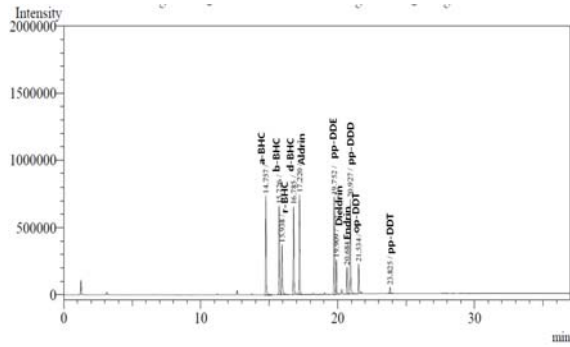
GC-ECD로 Rtx-5와 Rxi-17 컬럼을 사용하여 분석 cross check를 통해 1차 확인하여 양쪽 컬럼에서 잔류농약을 확인하고, GC-MSD로 정성 분석을 하여 농약표준품의 검출 여부를 최종 확인하였으며, 농약표준품 중 Imidacloprid의 분석은 HPLC-UVD를 통하여 Fig. 2에 나타내었다. 서울과 대구 약령시장에서 유통 중인 한약재에 대한 잔류농약검사를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 조사대상 품목 100건에 대한 검사결과 농약이 모두 검출되지 않았다.

Table 4. Residue Levels of Pesticide in Medicinal Herbs

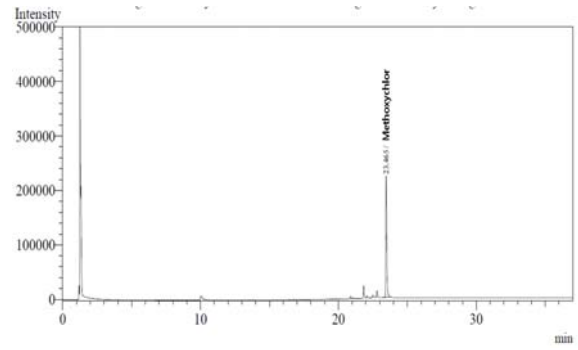
Sample	Detection of pesticide residues	
	Domestic	Imported
Aucklandiae Radix	N.D. [*]	N.D.
Atractylodis Rhizoma Alba	N.D.	N.D.
Asiasari Radix et Rhizoma	N.D.	N.D.
Achyranthis Radix	N.D.	N.D.
Lycopi Herba	N.D.	N.D.
Artemisiae Iwayomogii	N.D.	N.D.

Herba		
Dianthi Herba	N,D.	N,D.
Alismatis Rhizoma	N,D.	N,D.
Menthae Herba	N,D.	N,D.
Selaginellae Herba	N,D.	N,D.

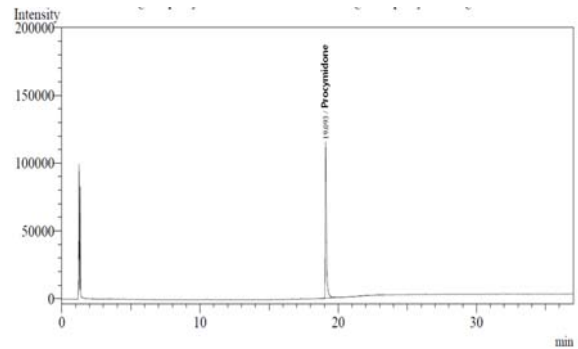
N.D. : Not detected. The test was carried on triplicate experiments.



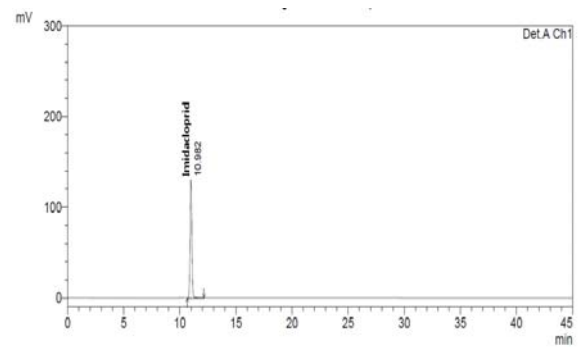
D.



E.



F.



G.

Fig. 2. Chromatogram of Pesticide Standards

A : 5 kinds of organochlorine pesticides standards (α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, Aldrin, pp'-DDE, Dieldrin, Endrin, pp'-DDD, op'-DDT, pp'-DDT)

B : 3 kinds of endosulfan isomers mstandards (α -Endosulfan, β -Endosulfan, Endosulfan sulfate)

C : Captan

D : Chlorpyrifos

E : Methoxychlor

F : Procymidone

G : imidacloprid

Standards of "A~F" was analyzed by GC-MSD and ECD. Analysis of "G" standard was performed by HPLC-UVD.

2. 이산화황 분석

‘생약의 잔류이산화황 검사 기준 및 시험방법’ 제정고시에 따라 시중에서 유통되고 있는 지상부 한약재 (瞿麥, 薄荷, 韓茵蔯, 卷柏, 澤蘭) 5품목과 지하부 한약재 (白朮, 細辛, 木香, 牛膝, 澤瀉) 5품목, 총 10가지 한약재의 이산화황의 잔류여부의 조사결과는 Table 5에서 나타내었다. 총 10품목 100건의 한약재 중 73건은 불검출을 보였고, 25건은 잔류허용기

준치 30 mg/kg 이하로 적합이었다. 하지만 細辛 2건에서 각각 35.19 mg/kg, 52.25 mg/kg으로 검출되어 기준치를 초과한 부적합 제품이었다. 또한, Fisher법에 의하여 사후 검정을 실시한 결과, 細辛에서 가장 높은 함량을 나타내었고, 瞿麥, 木香, 薄荷, 澤瀉는 불검출되었다. 잔류이산화황의 결과를 검증하기 위한 품목별 잔류이산화황의 통계분석 결과는 Table 6와 같다.

Table 5. Content of Sulfur Dioxide in Samples

Sample	Domestic			Imported		
	n*	Mean (mg/kg)	Range (mg/kg)	n	Mean (mg/kg)	Range (mg/kg)
Aucklandiae Radix	0	-	-	10	N.D. [†]	N.D.
Atractylodis Rhizoma Alba	5	N.D.	N.D.	5	0.87	0~4.72
Asiasari Radix et Rhizoma	2	N.D.	N.D.	8	14.83	0~52.48
Achyranthis Radix	4	1.41	0~3.72	6	7.83	0.60~21.90
Lycopi Herba	7	2.23	0~7.15	3	N.D.	N.D.
Artemisiae Iwayomogii Herba	10	2.59	0~9.11	0	-	-
Dianthi Herba	4	N.D.	N.D.	6	N.D.	N.D.
Alismatis Rhizoma	7	N.D.	N.D.	3	N.D.	N.D.
Menthae Herba	6	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.
Selaginellae Herba	10	4.22	0~8.65	0	-	-

n* : Number of collected samples.
N.D.[†] : Not detected. The test was carried on triplicate experiments and the analyzed data was represented as Mean and range.

Table 6. Result of Sulfur Dioxide by the Fisher's Analysis

Item	SO ₂	
	Mean ± SD	Post-hoc*
Aucklandiae Radix	N.D. [†]	D
Atractylodis Rhizoma Alba	0.43(±1.34)	CD
Asiasari Radix et Rhizoma	11.87(±17.78)	A
Achyranthis Radix	4.55(±6.18)	B
Lycopi Herba	1.56(±2.62)	BCD
Artemisiae Iwayomogii Herba	2.59(±3.55)	BCD
Dianthi Herba	N.D.	D
Alismatis Rhizoma	N.D.	D
Menthae Herba	N.D.	D
Selaginellae Herba	4.22(±3.77)	BC

Post-hoc* : Post-hoc by Fisher
N.D.[†] : Not detected.

고찰

본 연구에서는 '생약의 잔류이산화황 검사 기준 및 시험 방법' 제정고시에 따라 시중에서 유통되고 있는 지상부 한약재 (瞿麥, 薄荷, 韓茵蔯, 卷柏, 澤瀉) 5품목과 지하부 한약재 (白朮, 細辛, 木香, 牛膝, 澤瀉) 5품목, 총 10가지 한약재를 국내산과 수입산으로 구입하여 농약과 이산화황의 잔류 여부를 조사하였다. 유기염소계 5종과 유기인계, 기타 유기합성

살균제에 대한 안전성 확인결과, 현재 유통 중인 한약재의 농약에 대해서 식품의약품안전청 기준에 적합한 안전성이 확보되었음을 알 수 있었다. 이에 본 연구만으로 한약재가 안전하게 유통되고 있다고 판단할 순 없지만, 한약재의 잔류농약에 대한 품질관리가 점차적으로 개선되어 가는 것으로 생각된다. 하지만, 한약재 유통시장의 지속적인 확대에 의해 한약재가 인공재배로 대체되고 대량 생산화 되고 있으며, 수입된 한약재들의 비율 역시 더욱 높아지고 있기 때문에 지속적인 품질관리가 이루어져야 한다.

아황산염은 천식과 알레르기, 위장장애등을 일으키는 물질로 알려져 있고¹³⁾, FDA의 조사 결과에 따르면 이러한 증상은 사망을 비롯하여 기관지 수축, 두통, 복통, 구토, 현기증, 발진 등 6가지 증상이 보고되고 있다¹⁴⁾. 특히 천식 환자의 경우에 이산화황에 대해 상당히 민감한 반응을 보이기도 하지만, 과민 반응을 보인 전체 환자들 가운데 약 25%는 천식 환자가 아님에도 과민 반응이 나타나는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾. 이와 같이, 이산화황은 각종 질병의 직접적인 원인이 되는 만큼 엄격한 관리가 필요하다. 본 연구에서 잔류이산화황 기준치를 넘긴 제품은 細辛 2건으로 중국에서 수입한 한약재이고, 기준치를 넘기지는 않았지만 牛膝의 수입제품 중 1품목에서 21.59 mg/kg의 잔류이산화황이 검출되었다. 이는 국내 한약재 시장에서 높아지고 있는 수입산 한약재의 품질관리가 중요함을 나타낸다.

이상의 결과로 보아 안전하고 표준화된 한약재의 유통을 위해서 앞으로도 꾸준하고 지속적인 위해물질에 대한 품질관리와 모니터링 연구를 지속적으로 시행하여 안전한 국산 및 수입산 한약재가 유통될 수 있게 해야 할 것이다.

결론

시중에서 유통되고 있는 한약재 지상부 (5품목), 지하부 (5품목) 총 10품목 100건 (국내산 55건, 수입산 45건)에 대해 잔류농약, 이산화황 함유량에 대한 위해물질 잔류 실태를 식품의약품안전청 고시 제2011-42호, 생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험 방법을 토대로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 10품목 100건의 유통한약재에 대한 잔류농약을 검사한 결과, 모두 농약이 검출 되지 않았다.
2. 잔류 이산화황 분석 결과, 총 10품목 100건의 한약재 중 73건은 불검출, 25건은 기준에 적합, 細辛 2건에서 각각 35.19 mg/kg, 52.25 mg/kg으로 검출되어 잔류허용기준치를 초과하였으며, 잔류허용기준치를 초과한 細辛의 원산지는 모두 중국에서 수입된 한약재였다.

이상으로 유통 한약재의 잔류 농약을 분석한 결과, 식품의약품안전청 기준에 적합한 안전성을 확인하였으며, 잔류 이산화황에 대해서는 수입산 細辛 2건이 잔류허용기준치를 넘긴 부적합 제품임을 확인하였다. 본 연구결과를 바탕으로 수입한약재에 대한 철저한 관리감독 및 품질관리의 필요성과 더불어, 한약재 시장 확대에 의한 인공재배의 증가와 대량 생산체

제로 인해 모든 한약재의 지속적인 품질관리와 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구논문은 한국한의학연구원 한약재품질관리사업 (K12140) 및 한의본초 활용기반 구축사업 (K12020)의 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Lee SH, Kim HS, Kim YM, Kim WS, Won YJ, Chae GY, Kim OH, Park HJ, Jeong SW. Monitoring of pesticide residues in herbal medicines. *J Environ Sci.* 2006 ; 15(8) : 811-7.
2. Jung SJ, Lee SD, Kim SJ, Jo SA, Kim NH, Jung HJ, Kim HS, Han KY. Monitoring of sulfur dioxide residue in commercial medicinal herbs in seoul (2010). *J Food Hyg Saf.* 2011 ; 26(4) : 435-47.
3. Korea Food & Drug Administration : KFDA' s Notification No. 2011-42. 2011 : 3-5, 24-93, 94-106.
4. Seo CG, Huang DS, Lee JK, Ha HK, Chun JM, UM YR, Jang S, Shin HK. Concentration of heavy metals, residual pesticides and sulfur dioxide of before/after a decoction. *Korean J Herbol.* 2009 ; 24(1) : 111-9.
5. Kim JH. Residues of the organochlorine pesticides and heavy metal in culture environment of ginseng on sangju. *J Environ Toxicol.* 2004 ; 19(2) : 183-9.
6. Oh CH, Seo DW, Yook CS, Lee YJ, Chang SY, Ze KR, Park JY, Lee JP, Seong RS, Park JY, Ko SK, Lee PJ. The variation of residual sulfur dioxide and marker components of herbal medicines during drying process. *Korean J Pharmacogn.* 2007 ; 38(4) : 299-304.
7. Sin YM, Gho TY, Lee KS, Kim SH, Park HJ, Leem DG, Lee CH, Kim WS, Chae KR, Lee YJ, Choi SY. Studies on the contents of occurring sulfur dioxide in herbal medicines distributed at market. *J Environ Sci.* 2004 ; 13(12) : 1109-15.
8. Kim MK, Hur MH, Lee CH, Jin JS, Jin SK, Lee YJ. Monitoring of residual sulfur dioxide in herbal medicines. *Korean J Pharmacogn.* 2004 ; 35(4) : 276-82.
9. Kang IS, Lee HH, Seo JM, Oh MS, Jeong JH, Yu YN, Cho BS, Seo KW, Kim ES, Moon YW. A survey on safety of commercial fruit teas in gwangju area. *J Food Hyg Saf.* 2011 ; 26(2) : 100-6.
10. Lee HH, Seo JM, Oh MS, Gang IS, Park JJ, Seo KW, Ha DY, Kim ES. A survey on harmful materials of commercial medical herb in gwangju area. *J Food Hyg Saf.* 2010 ; 25(2) : 83-90.
11. Korea Food and Drug Administration. Korean Pharmacopeia. KFDA' s Notification No. 2012-9.
12. Korea Food and Drug Administration. The Korean Herbal Pharmacopeia. KFDA' s Notification No. 2011-26.
13. Jung SY, Kim IY, Kim SD, Jang MR, Chang MS, Han KY. Determination of sulfur dioxide in pickles using HPLC-UV system. Report of S.I.H.E. 2002 ; 38 : 153-60.
14. Kim CM, Song BJ, Na HS. Determination of sulfite contents in medical herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2000 ; 29(3) : 375-9.
15. Lee CY, Lee JS, Lee HK, Park WH, Kim JG, Chung AH. Analysis of sulfur dioxide residue in commercial medicine prepared from crude drugs. *Yakhak Hoeji.* 2012 ; 56(1) : 55-9.