

한약재내 중금속 함량 및 잔류농약 분석

- 모 한방병원 한약재 중심으로 -

차윤엽* · 허성규 · 김동건 · 백태현 · 서형식 · 박희수 · 김병우 · 권기록 ·
이승기 · 유준상 · 손영주 · 선승호 · 차배천¹ · 서승학²

상지대학교 한의과대학, 1: 상지대학교 생명자원과학대학, 2: 상지대학교 부속한방병원 약제과,

Determination of Heavy Metals and Residual Pesticides in Oriental Medical Materials

- Cultivated Oriental Medical Materials at Sangji University Oriental Medical Hospital -

Yun Yeop Cha*, Seong Kyu Heo, Dong Gun Kim, Tai Hyun Baik, Hyung Sik Seo, Hee Soo Park, Byoung Woo Kim, Ki Rok Kwon, Seung Gi Lee, Jun Sang Yoo, Young Joo Sohn, Seung Ho Sun, Bae Cheon Cha¹, Seung Hak Seo²

College of Oriental Medicine, 1: Division of Animal Science & Biotechnology, 2: Pharmacy of Oriental Medical Hospital, Sangji University

The purpose of this study was to analyze harmful heavy metals and residual pesticides in 30 kinds of oriental medical materials. This study was carried out on 32 samples with 30 kinds of Oriental medical materials. The GC-ECD(Varian, CP-3800) was used to analyze residual pesticides. ICP-OES(Varian, Vista-MPX) was used to analyze lead, arsenic, cadmium. Mercury was analyzed by amalgamation method. Arsenic was detected less than 3(mg/kg) in 21 samples and was not detected 11 samples. Lead was detected less than 5(mg/kg) in 25 samples and was not detected 7 samples. Mercury was detected less than 0.2(mg/kg) in 12 samples and was not detected 20 samples. Cadmium was detected more than 0.3(mg/kg) in 3 samples was detected less than 0.3(mg/kg) in 17 samples and was not detected 12 samples. A few residual pesticides was detected, but all residual pesticides was safe.

Key words : heavy metals, residual pesticides, oriental medical materials

서 론

최근 서양의학의 한계를 극복할 대체의학으로서 민족의학인 한의학에 대한 사회의 관심이 높아지고 있는 추세이며 이와 함께 그 안정성에 대한 우려 역시 커지고 있는 실정이다. 특히 한약은 그 수요가 급증함에 따라 한약재의 중금속 및 농약 오염에 대한 걱정이 대두되고 있다. 산업화 및 공업화로 인해 배출되는 각종 오염물질 중에서 비소, 카드뮴, 납, 수은 등과 같은 중금속 물질은 토양에서 이동성이 낮고 축적성이 높기 때문에 토양을 오염시킨다.¹⁾ 이러한 중금속은 독성이 강하여 중금속으로 오염된 토양에서 생산된 한약재는 인체에 유해한 영향을 미친다.

한약재는 주로 야생에서 채취하여 사용하였으나 한약의 수요

가 증가함에 따라 많은 종류의 한약재가 인공재배로 대체되거나, 수입 산으로 대체되고 있는 실정이다.²⁾ 한약재의 재배 과정 중 병충해 방지, 유통과정 중 부패 방지를 위해 어느 정도 농약을 사용하고 있으리라 추정된다.

식품의약품안전청 고시에 의해 식품 및 의약품 등에는 약 200여종의 농약에 대한 잔류허용기준이 있고, 그 중 한약재에는 BHC, DDT, Aldrin, Endrin, Dieldrin 등 5종의 농약만이 설정³⁾되어 있는 실정이어서 한약재 중에 잔류농약에 대한 안정성의 검증은 극히 미비한 상태이다. 규제되고 있는 유기염소제 5종은 토양, 하천 등지에서도 안정하고 동물체내에 축적되어 축산물을 오염시키고 먹이 사슬에 의하여 생물체에 농축되어 그 피해가 커 1970년대에 생산 판매가 금지되었다⁴⁾.

이에 2005년부터 2006년까지 상지대학교 부속한방병원에서 사용된 한약재의 일부를 3회에 걸쳐 검사하여 그 안정성 여부를 보고하는 바이다.

* 교신저자 : 차윤엽, 강원도 원주시 우산동 283 상지대학교 부속한방병원

· E-mail : omdcha@sangji.ac.kr, · Tel : 033-741-9260

· 접수 : 2006/11/22 · 수정 : 2006/12/28 · 채택 : 2007/01/31

재료 및 방법

1. 재료

시료는 상지대학교 부속한방병원에서 사용되는 한약재 종 30종을 무작위 선별하여 32종의 채본을 검사하였고(Table 1), 4종의 중금속 함유량과 15종의 농약 성분 함유량을 분석하였다(Table 2).

Table 1. Name of herbal medicine

Korean	English
죽여	<i>Caulis phyllostachyos in taeniam</i>
마황	<i>Herba ephedrae</i>
세신	<i>Herba asari</i>
독활	<i>Radix aralia cordatae</i>
택사	<i>Rhizoma alismatis</i>
치자	<i>Fructus Gardeniae</i>
갈근	<i>Radix puerariae</i>
숙지황	<i>Radix rehmanniae preparata</i>
박하	<i>Herba menthae</i>
지모	<i>Rhizoma anemarrhenae</i>
당귀	<i>Radix angelicae gigantis</i>
청피	<i>Pericarpium citri reticulatae virdie</i>
백두구	<i>Fructus amomi rotundus</i>
후박	<i>Cortex machili</i>
지실	<i>Fructus ponciri</i>
산사	<i>Fructus crataegi</i>
산약	<i>Rhizoma dioscoreae</i>
상백피	<i>Cortex mori radicis</i>
향부자	<i>Rhizoma cyperi</i>
오미자	<i>Fructus schizandrae</i>
두충	<i>Cortex eucommiae</i>
육계	<i>Cortex cinnamonae</i>
천궁	<i>Rhizoma cnidii</i>
조구등	<i>Ramulus uncariae cum uncis</i>
녹각	<i>Cornu cervi</i>
소엽	<i>Herba perillae</i>
소록	<i>Lignum sappan</i>
구기자	<i>Fructus lycii</i>
막문동	<i>Tuber liropis</i>
목통	<i>Lignum akebiae</i>

Table 2. Maximum Residue Limits of Analysis Item

Analysis Item (Unit : mg/kg)	Maximum Residue Limits (Unit : mg/kg)
As	3
Heavy Metals	0.3
Cd	5
Pb	0.2
Hg	0.2
BHC	0.2
DDT	0.1
Aldrin	0.01
Endrin	0.01
Dieldrin	0.01
Methoxychlor	1.0
Cypermethrine	0.5
Pesticides	0.2
Endosulfan	0.3
Chinomethionate	2.0
Captan	0.1
Quintozone, PCNB	0.1
Chlorotalonil	0.1
Chlorpyrifos	0.5
Tolyfluanide	1.0
Procymidone	0.1

2. 방법

1) As, Cd, Pb

대한약전의 일반시험법 중 원자흡광광도법에 따라 측정한다. 시료를 작은 입자로 분쇄하여 0.1 ~ 0.5g를 정밀하게 달아 고주파 분해기 전용용기에 넣고, 질산 12mL를 가한다. 산을 넣은 뒤 용기를 후드안에 정치시켜 발생가스를 제거한다. 가스 제거 후 가압 고주파 분해기를 사용하여 분해한다. 분해가 끝난 분해액을 여과지로 여과하여 물로 적절히 표준액의 농도범위로 회석하여 검액을 만든다. 같은 조작으로 공시험액을 만들어 보정한다. 원자흡광공도계(AAS)를 이용하여 각 중금속의 원자흡광분석 용 표준원액(1000 mg/L)을 0.5mol/L 질산시액을 사용하여 적정 농도로 회석하여 검량선을 작성하고 공시험액으로 보정하여 검액의 흡광도 또는 강도를 측정한다. 다만, 원자흡광광도계 대신 유도결합플라즈마분광계(ICP, Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer)를 사용하여 측정할 수 있다.

2) Hg : 수은 분석기(Cetac, M-6000A)를 이용하여 측정한다.

3) 총 중금속 : 이 약 1.0g(또는 1.0mL)를 달아 대한약전 일반시험법 54. 중금속시험법 중 제 3법에 따라 조작하여 시험한다. 비교액에는 납표준액 3.0mL를 넣는다.

4) 유기염소계 농약

시료를 잘 분쇄하여 정확히 5g을 달아 증류수 40mL를 넣고 4시간 방치한 후 acetone 90mL를 넣고 5분간 균질화하였다. 이 추출된 용액을 여과하여 500mL 분액깔때기에 넣고 포화 NaCl 용액 50mL와 증류수 100 mL를 넣었다. 이에 dichloromethane 70mL를 넣고 격렬히 훈들어 추출한 후에 정치하여 용매층을 분리시키고 다시 dichloromethane 70mL를 넣고 격렬히 훈들고 용매층을 분리하여 위의 추출된 용매와 합친다. 분리된 dichloromethane에 무수황산나트륨을 넣어 수분을 제거하고 감압농축기로 농축한 다음 hexane 4 mL에 녹인다. 미리 floril column에 hexane 6mL를 넣고 2분간 멈춘 다음 유출시켜 버리고, 이 column에 20% acetone 함유 column에 6 mL를 같은 방법으로 유출하여 버린다. 이어서 추출액을 column 상단에 넣고 2분간 머무르게 한 다음 서서히 유출액을 받는다. column이 용매에 젖어 있는 상태에서 hexane · dichloromethane · acetone (50:48.5:1.5) 5mL로 유출하여 유출액을 모은다. 유출액은 감압농축하여 용매를 날려 보낸 다음 20% acetone 함유 hexane 2mL에 녹여 분석 전까지 autosampler vial에 보관한다.

결과 및 고찰

2005년 11월 14일부터 2005년 12월 2일까지 11종의 한약재를 검사한 결과 향부자와 두충, 천궁, 조구등은 중금속 중 비소, 카드뮴, 납, 수은이 모두 검출되었으나 각기 잔류허용기준을 넘지 않았고, 육계는 비소, 카드뮴, 수은이 검출되었으나 역시 잔류허용기준을 넘지 않았다(Table 3). 녹각, 목통의 경우 비소, 납, 수은이 검출되었으나 잔류허용기준을 만족하였으며, 소엽은 중금속 중 카드뮴과 유기염소계 농약인 Endosulfan이 검출되었으나 잔류허용기준을 만족하였다. 소록의 경우 카드뮴, 납이 검출되었으나 잔류허용기준을 넘지 않았고, 구기는 비소, 카드뮴,

수은이 검출되었지만 역시 잔류허용기준을 넘지 않았다. 맥문동의 경우 중금속 중 비소, 카드뮴, 납, 수은이 모두 검출되었지만 잔류허용기준을 벗어나지 않았다(Table 4).

Table 3. Result of Analysis Item

Analysis Item (Unit:mg/kg)	Oriental medical materials				
	청피	칼근	백두구	후박	지실
As	0.308	-	-	-	-
Cd	0.020	0.089	-	0.063	-
Pb	0.269	0.255	-	0.337	-
Hg	-	-	-	-	-
BHC	-	-	-	-	-
DDT	-	-	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-
Methoxychlor	-	-	-	-	-
Cypermethrine	-	-	-	-	-
Endosulfan	-	-	-	-	-
Chinomethionate	-	-	-	-	-
Captan	-	-	-	-	-
Quintozone, PCNB	-	-	-	-	-
Chlorotalonil	-	-	-	-	-
Chloropyrifos	-	-	-	-	-
Tolyfluanide	-	-	-	-	-
Procymidone	-	-	-	-	-

Table 4. Result of Analysis Item

Analysis Item (Unit:mg/kg)	Oriental medical materials				
	산사	산약	상백피	황부자	오미자
As	-	0.468	-	0.499	-
Cd	-	0.038	-	0.095	-
Pb	0.410	-	0.359	0.291	-
Hg	0.016	-	-	-	-
BHC	-	-	-	-	-
DDT	-	-	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-
Methoxychlor	-	-	-	-	-
Cypermethrine	-	-	-	-	-
Endosulfan	-	-	-	-	0.071
Chinomethionate	-	-	-	-	-
Captan	-	-	-	-	-
Quintozone, PCNB	-	-	-	-	-
Chlorotalonil	-	-	-	-	-
Chloropyrifos	-	-	0.017	-	0.021
Tolyfluanide	-	-	-	-	-
Procymidone	-	-	-	-	-

2006년 3월 20일부터 2006년 4월 5일까지 시행한 11종의 한약재 검사 결과 죽여는 비소와 수은이 검출되지 않았으며, 카드뮴과 납은 검출되었으나 잔류허용기준에 크게 못 미치는 정도였고, 유기염소계 농약 중 Methoxychlor만이 검출되었으나 잔류허용기준에 크게 못 미쳐 인체에 유해하지 않다는 것이 검증되었다. 미황은 유기염소계 농약이 전혀 검출되지 않았으며 중금속 중 카드뮴과 납이 검출되었으나 잔류허용기준에 벗어나지 않았다. 세신은 비소, 카드뮴, 납이 검출되었으며 그 중 카드뮴은 잔류허용기준인 0.3mg/kg을 넘어서는 0.333mg/kg 정도 검출되었다. 독활은 세신과 마찬가지로 비소, 카드뮴, 납이 검출되었으나 모두 잔류허용기준

에 벗어나지 않았다. 택사는 카드뮴과 납이 검출되었고 그 중 카드뮴이 잔류허용기준인 0.3mg/kg을 넘어서는 0.552mg/kg 정도 검출되었다. 치자는 중금속 중 비소, 납이 검출되었고, 유기염소계 농약 중 Endosulfan과 Quintozene, PCNB이 검출되었으나 모두 잔류허용기준을 만족하였다(Table 5). 갈근의 경우 카드뮴과 납, Endosulfan이 검출되었으나 잔류허용기준을 벗어나지 않았고 속지황은 비소와 납이 검출되었으나 역시 잔류허용기준을 벗어나지 않았다. 박하는 비소, 납 이외에 유기염소계 농약 중 DDT가 검출되었으나 잔류허용기준을 만족하였으며, 지모의 경우 비소, 카드뮴, 납 그리고 Endosulfan이 검출되었으나 모두 잔류허용기준을 만족하였으며, 당귀는 중금속 중 비소, 카드뮴, 납이 검출되었으며 그 중 카드뮴은 잔류허용기준인 0.3mg/kg을 넘어서는 0.361mg/kg 정도 검출되었다. 유기염소계 농약 중 Endrin과 Chinomethionate이 검출되었으나 모두 잔류허용기준을 벗어나지 않았다(Table 6).

Table 5. Result of Analysis Item

Analysis Item (Unit:mg/kg)	Oriental medical materials				
	황부자	두총	육계	천궁	조구등
As	0.306	0.299	0.148	0.240	0.454
Cd	0.268	0.241	0.265	0.105	0.157
Pb	0.118	2.598	-	0.259	1.686
Hg	0.021	0.011	0.013	0.010	0.012
BHC	-	-	-	-	-
DDT	-	-	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-
Methoxychlor	-	-	-	-	-
Cypermethrine	-	-	-	-	-
Endosulfan	-	-	-	-	-
Chinomethionate	-	-	-	-	-
Captan	-	-	-	-	-
Quintozone, PCNB	-	-	-	-	-
Chlorotalonil	-	-	-	-	-
Chloropyrifos	-	-	-	-	-
Tolyfluanide	-	-	-	-	-
Procymidone	-	-	-	-	-

Table 6. Result of Analysis Item

Analysis Item (Unit:mg/kg)	Oriental medical materials				
	녹각	소엽	소록	구기자	맥문동
As	0.171	0.463	0.121	0.154	0.159
Cd	-	-	-	0.200	0.174
Pb	0.137	0.453	-	-	0.197
Hg	0.004	0.013	0.011	0.005	0.012
BHC	-	-	-	-	-
DDT	-	-	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-
Methoxychlor	-	-	-	-	-
Cypermethrine	-	-	-	-	-
Endosulfan	-	-	0.029	-	-
Chinomethionate	-	-	-	-	-
Captan	-	-	-	-	-
Quintozone, PCNB	-	-	-	-	-
Chlorotalonil	-	-	-	-	-
Chloropyrifos	-	-	-	-	-
Tolyfluanide	-	-	-	-	-
Procymidone	-	-	-	-	-

2006년 7월 10일부터 2006년 7월 31일까지 10종의 한약재를 검사한 결과 청피는 비소, 카드뮴, 납이 검출되었으나 모두 잔류 허용기준을 만족하였고, 갈근과 후박은 카드뮴과 납이 검출되었으나 역시 잔류허용기준을 만족하였다. 백두구와 지실의 경우 중금속과 유기염소계 농약 모두 검출되지 않았다(Table 7). 산사는 납과 수은이 검출되었지만 잔류허용기준을 벗어나지 않았고, 상백피의 경우 중금속 중 납이 검출되었고, 유기염소계 농약 중 Chloropyrifos이 검출되었지만 잔류허용기준을 만족하였다. 향부자는 유기염소계 농약은 검출되지 않았고, 중금속 중 비소, 카드뮴, 납이 검출되었지만 모두 잔류허용범위를 만족하였고, 오미자의 경우 중금속은 검출되지 않았지만 유기염소계 농약 중 Endosulfan과 Chloropyrifos이 검출되었으나 잔류허용범위를 만족하였다(Table 8).

Table 7. Result of Analysis Item

Analysis Item (Unit: mg/kg)	Oriental medical materials					
	죽어	마황	세신	독활	택사	치자
As	-	-	0.288	0.224	-	0.215
Cd	0.074	0.064	0.333	0.059	0.552	-
Pb	0.566	0.373	0.557	0.355	0.106	0.146
Hg	-	-	-	-	-	-
BHC	0.002	-	-	-	-	-
DDT	-	-	-	-	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	-	-
Dieldrin	-	-	-	-	-	-
Methoxychlor	0.001	-	-	-	-	-
Cypermethrine	-	-	-	-	-	-
Endosulfan	-	-	-	-	-	0.010
Chinomethionate	-	-	-	-	-	-
Captan	-	-	-	-	-	-
Quintozone, PCNB	-	-	-	-	-	0.004
Chlorotalonil	-	-	-	-	-	-
Chloropyrifos	-	-	-	-	-	-
Tolyfluanide	-	-	-	-	-	-
Procymidone	-	-	-	-	-	-

Table 8. Result of Analysis Item

Analysis Item (Unit: mg/kg)	Oriental medical materials				
	갈근	숙지황	박하	자모	당귀
As	-	0.106	0.210	0.331	0.090
Cd	0.105	-	-	0.061	0.361
Pb	0.368	0.438	0.234	0.078	1.334
Hg	-	-	-	-	-
BHC	-	-	-	-	-
DDT	-	-	0.003	-	-
Aldrin	-	-	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	0.005
Dieldrin	-	-	-	-	-
Methoxychlor	-	-	-	-	-
Cypermethrine	-	-	-	-	-
Endosulfan	0.002	-	-	0.002	-
Chinomethionate	-	-	-	-	0.032
Captan	-	-	-	-	-
Quintozone, PCNB	-	-	-	-	-
Chlorotalonil	-	-	-	-	-
Chloropyrifos	-	-	-	-	-
Tolyfluanide	-	-	-	-	-
Procymidone	-	-	-	-	-

중금속류는 유기물이나 영양 염류와는 달리 자연 분해 및 미생물에 의한 분해가 극히 어렵고, 지질 중의 무기 성분들과의 흡착 및 유기물과 배위공유 결합하여 분해 또는 자연 소실에 의해 안전한 형태로 되어 장기간 잔류 측적하게 된다⁹. 중금속이 체내로 들어오면 13-16년의 반감기를 가지고 장기간 체내에 측적되어⁹ 금속을 포함하는 여러 효소의 활성을 저하시키고 뼈, 신장, 간에 만성 중독증상을 유발하며⁷, 다른 중금속 또는 무기질과 상호 작용하여 동물의 성장을 저해한다고 보고되어 있다⁸.

유기염소계 농약은 농약구조 중에 염소가 많이 함유된 농약을 말한다. 이들 유기염소계 농약은 생물체 내에서 잘 분해되지 않고, 또한 체외로 잘 배설되지 않음으로서, 생물학적 농축이 일어나며, 먹이연쇄 등의 농축에 의한 인축에 미칠 악영향이 우려될 수 있다⁹.

결 론

상지대학교 부속한방병원에서 사용되는 한약재를 2005년 11월 14일부터 2006년 7월 31일까지 3회에 걸쳐 무작위 선별하여 30종을 검사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

유기염소계 농약은 대부분 검출되지 않았으며, 검출되어도 잔류허용기준을 만족하는 극히 미량의 농약 성분만이 검출되었다. 현재 우리나라 한약재 중의 잔류농약은 BHC, DDT, Endrin, Aldrin, Dieldrin 만이 허용기준이 설정되어 있으며, 이 5종의 농약 외에도 설정되어 있지 않은 농약에 대한 잔류량 조사결과는 우리나라 식품공전의 농약잔류허용기준에 비교하여 볼 때 검출된 양은 없거나 미량이었으며, 향후 한약재의 농약잔류 허용기준을 설정할 때 기초자료로서 그 활용도가 높을 것으로 기대된다.

중금속의 경우, 수은 보다는 납, 비소, 카드뮴 등이 검출되는 경우가 많았다. 2006년 3월 20일부터 2006년 4월 5일까지 시행한 검사에서 세신, 택사, 당귀에서 카드뮴이 잔류허용기준 이상의 수치를 기록하였으나 나머지는 잔류허용기준을 만족하였다.

최근 언론에서 한약재 중 주사를 검사한 것을 토대로 한약재에 포함된 수은의 양이 허용 기준치를 넘어선다고 보도하여 한약재의 안정성에 대한 논란을 불러 일으켰는데 이는 인체에 약리적으로 작용하는 황화수은이 한약재 내에 일정량 이상 포함되어 있어야 한다는 식약청 규격집의 규정을 고려하지 않은 것으로 생각되며, 따라서 현재 유통 중인 한약재가 안전하지 못하다는 주장은 재고해보아야 한다. 물론 한약재의 중금속 및 유기염소계 농약의 함유량에 대한 지속적인 검사가 필요할 것이며, 한약재의 품질 관리를 위해 꾸준한 노력을 기해야 할 것으로 사료된다. 이에 본원에서도 지속적인 검사 및 관리를 해 나갈 예정이다.

참고문헌

- Massaro, E.J. Handbook of Human Toxicology, Boca Raton Press, New York. pp 149-188, 1990.
- 장상문 등. 한약자원식물학, 학문출판(주), 서울, pp 26-40, 1999.
- 식품의약품안전청. 식품의약품안전청 고시 제 2001-51호, 생

- 약의 잔류농약 허용 기준 및 시험방법, 2001.
4. 정영호 등. 최신농약학. 시그마프레스, pp 147-148, 2004.
5. Ten, K.H., Kim, L.D., Morris, H.D. Complex reaction of Zinc with organic matter extracted from sewage sludge. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 35:748-752, 1971.
6. Rhee, S.J., Kim, S.O., Choe, W.K. Effect of cadmium dose injection on peroxidative damage in rat liver. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 21:601-607, 1992.
7. Rabinowits, M.B., Weatherill, G.W. Lead metabolism in the normal human ; stable isotope studies, *Science*, 182:275, 1973.
8. Nordberg, M. General aspects of cadmium : transport, uptake and metabolism by the kidney, *Environ. Health persp.*, 54:13-20, 1984.
9. 박창규, 황용철. 서호의 수질, 저니토, 봉어 중 polychlorinated biphenyls 및 유기염소계 살충제의 잔류평가. *한국환경농화학회지*. 1(2):105-115, 1982.