J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 2, pp. 83~90 (2010)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

# 광주지역 유통 한약재의 유해물질 잔류실태조사

이향희 · 서정미 · 오무술 · 강인숙 · 박종진[1] · 서계원 · 하동룡 · 김은선*
광주광역시 보건환경연구원, [1]광주광역시 상수도사업본부 수질연구소

# A Survey on Harmful Materials of Commercial Medical Herb in Gwangju Area

Hyanghee Lee, Jungmi Seo, Musul Oh, Insook Gang, Jongjin Park[1],
Kyewon Seo, Dongryong Ha, and Eunsun Kim*
*Public Health and Environment Institute of Gwangju, Gwangju, Korea*
*[1]Water Quality Research Institute of Gwangju Waterworks, Gwangju, Korea*
(Received April 27, 2010/Revised May 10, 2010/Accepted May 17, 2010)

**ABSTRACT** – This study was conducted to investigate the residue amount of harmful materials on the 153 commercial medical herbs in Gwangju area. It was performed using the GC-ECD, GC-NPD, GC-MSD and the LC-UVD, LC-FLD, LC-MSD to analyze 200 pesticides. The heavy metals were determined using a Mercury analyzer and AAS. The sulfur dioxides were analyzed by modified Monnier-Williams method. The residual pesticides were detected in 7 samples, and were over MRLs (Maximum Risk Levels) in 2 samples (1.3%). The mean values of heavy metal contents (mg/kg) were Pb, 0.570; Cd, 0.081; As, 0.082; Hg, 0.0093. The measured values of Pb, As, Hg showed within MRLs. The excess samples of MRLs were 3 samples (changchul 2, cheongung 1) on Cd. The sulfur dioxides were over MRLs in 7 samples (4.6%), hwanggi and gugija. These results will be used to establish on the regulation of commercial medical herbs in Gwangju area.

**Key words :** medical herbs, residual pesticides, heavy metals, sulfur dioxide

사람들의 생활수준이 높아지고 건강한 삶에 대한 욕구가 증가함에 따라 한약 조제시 또는 건강기능 식품 제조 등에 한약재의 사용이 점차 증가하고 있다. 과거 한약재들은 야생에서 채취하여 사용했으나, 근래에는 재배와 외국산 수입을 통하여 그 수요를 충당하고 있는 실정이다. 한약재는 재배과정 중 발생하는 병충해와 곰팡이 등의 방제를 위해 상당량의 농약이 사용될 수 있다. 보관 및 유통과정 중에 수분, 보관온도, 충해 등의 여러 요인에 의해 쉽게 오염될 가능성도 높기 때문에 인체에 유해한 화학물질 등이 사용되기도 한다[1-6]. 더우기 산업화 및 공업화로 인해 배출되는 각종 오염물질 중에서도 납, 카드뮴, 비소, 수은 등과 같은 중금속류는 토양의 오염을 야기시키고 그 토양에서 재배된 한약재는 중금속에 오염될 가능성도 커지고 있다[7-9].

한약재는 식약청고시 생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법의 제정을 통해 이루어지며 잔류농약, 이산화황, 중금속 등의 기준 및 시험방법이 고시되어 있다[10]. 현재, 잔류농약은 갈근 등 40여종의 한약재에 대해 6-7가지 정도의 잔류농약에 대해서만 기준이 제시되어 있고, 구기자 등 30여종의 한약재는 식품의 기준 및 규격 중 농산물의 농약 잔류허용기준에 따르고 있다. 이처럼 한약재의 잔류농약 기준은 대한약전외 생약규격집에 제시된 생약의 종류에 비해 미비한 실정이다[11,12].

중금속 문제는 환경의 영향을 많이 받을 수밖에 없으며, 토양, 대기 등의 환경오염이 가중되고 있는 우리나라뿐만 아니라 한약재의 주 수입원인 중국 역시 산업화가 활발하게 이루어지고 있어 한약재의 중금속 오염 또한 안심할 수 없다. 중금속은 비록 미량이라 할지라도 계속 섭취하는 경우 체내에서 축적될 가능성이 높아 장기간에 걸친 다량의 섭취는 문제가 될 수 있다[9,13-15]. 식약청고시에 의하면, 모든 식물성 생약에 대하여 납은 5 mg/kg, 카드뮴은 0.3 mg/kg, 비소는 3 mg/kg, 수은은 0.2 mg/kg 이하로 잔류허용 기준이 설정되어 있고, 세부적으로 약재별 중금속 기준은 아직 설정되어 있지 않은 상황이다[10].

아황산염류는 1959년 미국에서 GRAS (generally recognized as safe)로 인정하였으며, 식품첨가물공전에 6종의 아황산염류가 지정 고시되어 있으며 기준설정은 공통적으로 이

*Correspondence to: Eunsun Kim, Public health and environment institute of Gwangju, 898, Hwajeong-dong, Seo-gu, Gwangju, Korea
Tel: +82-62-613-7530, Fax: +82-62-613-7549
E-mail: keunsun@korea.kr

산화황 함량을 제한된 범위내에서 식품에 사용할 수 있도록 하고 있다[1,16]. 아황산염류는 생체 내에서 빠르게 산화되어 황산염으로 된 후, 아황산으로 유리되는데 이는 위장을 쉽게 자극하므로 건강상 좋지 않은 영향을 미친다. 특히, 천식환자에게 과민성 반응을 유발하고 이러한 과민성 반응은 기관지 수축, 두통, 복통, 구토, 현기증, 발진 등의 증상을 일으킬 수 있다고 보고되고 있다[2,17-22]. 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 있다[1,2,18]. 식약청에서는 2005년 생약의 잔류이산화황 검사기준 및 시험방법을 제정 고시하여 206품목에 대하여 30~1,500 mg/kg으로 그 양을 제한하기 시작하였고, 2008년에는 구절초 등 60품목에 대한 잔류허용기준을 추가하여 총 266품목에 대하여 일괄적으로 30 mg/kg의 강화된 기준을 적용시키고 있다[1,10].

따라서 본 연구에서는 국내에서 생산되거나 수입되어 유통 중인 한약재에 대하여 잔류농약, 이산화황, 중금속의 유해물질 잔류실태를 조사하여 시민에게 한약재의 안전성에 관한 정보를 제공하고 향후 한약재에 대한 잔류허용기준 설정시 기초 자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

2009년 3월부터 10월까지 광주지역에서 유통 중인 국내산 및 수입산 (중국) 한약재 총 153건을 구입하여 분쇄기 (blixer 5 plus, robot-coupe, France)로 분쇄하여 냉장보관하면서 시료로 사용하였다(Table 1).

### 표준품 및 분석장비

농약 표준품은 Dr. Ehrenstorfer (Germany)와 Wako (Japan) 제품을 사용하였고, 추출용 시약 및 그 외 분석용 시약은 HPLC급 이상을 사용하였다. 시료의 정제를 위해 GC 분석에는 SPE-Florisil (8B-S013-HBJ, Phenomenex, USA), HPLC 분석에는 SPE-$NH_2$ (8B- S009-JCH, Phenomenex, USA)카트리지를 사용하였다. Hg 등 4개 항목의 중금속 표준시약은 Wako (Japan) 제품을, 기타 시약은 특급시약을 사용하였고, 이산화황 실험은 특급시약을 사용하여 실험하였다.

잔류농약 분석에 사용된 실험장비는 가스크로마토그래피인 GC-ECD (electron capture detector, Agilent 6890N, USA)와 GC-NPD (nitrogen phosphorus detector, Agilent 6890N, USA) 및 GC/MSD (Agilent 5973, USA)를 사용하였으며, 휘발성이 낮고 극성이 높으며 열에 대해 불안정한 농약성분 분석은 LC-UVD, MSD (Agilent 1100 series, USA)와 카바메이트계 농약성분 분석용인 post-column derivatization system (Pikering, USA)을 사용하였다.

중금속 중 Hg의 분석을 위해 Automic Mercury Analyzer (Milestone S&T, Italia)를 사용하였고, Pb, Cd 및 As는 Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkinelma, USA)를 사용하여 분석하였다.

### 실험방법

#### 잔류농약

잔류농약의 시료채취 및 전처리방법은 식품공전의 식품 중 농약잔류시험법 중 다종농약 다성분 분석법에 따라 실시하였으며, 기기의 분석 조건은 Table 2 및 Table 3에 제시하였다[2,11]. GC-ECD 및 GC-NPD를 이용하여 144종, HPLC-UVD 및 HPLC- FLD 를 이용하여 56종의 농약성분을 분석하였으며, 분석한 총 200종의 농약성분명은 Table 4와 같다.

#### 중금속

시료 10 g을 정밀하게 취하여 분석하였는데, Hg의 경우 Table 5의 조건과 같이 자동수은분석기를 이용하여 건조, 열

**Table 1.** The list of commercial medical herbs used in this study

| Name of medical herbs | Domestic product | Imported product |
|---|---|---|
| *Angelica gigas* Nakai (danggwi) | 9 | 2 |
| *Astragalus membranaceus* Bunge (hwanggi) | 10 | 8 |
| *Atractylodes macrocephala* Koidz (bekchul) | 7 | 7 |
| *Atractylodis Rhizoma* (changchul) | 7 | 8 |
| *Citrus unshiu* S.Marcov. Cortex (jinpi) | 9 | - |
| *Cnidium officinale* Makino (cheongung) | 9 | 9 |
| *Curcuma longa* LinnÈ(woolgeum) | 5 | 6 |
| *Ganoderma lucidum* Karst (youngji) | 5 | 2 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija) | 9 | 9 |
| *Poria cocos* Wolf (bekbokryeong) | 6 | 6 |
| *Rehmannia glutinosa var. purpurea* Makino (sukjihwang) | 5 | 8 |
| *Zizyphus jujuba var. inermis* Bunge (dechu) | 7 | - |
| Total | 88 | 65 |

**Table 2.** Analysis condition of residual pesticides by GC-ECD and GC-NPD

| | GC-ECD | GC-NPD |
|---|---|---|
| Column | DB-5MS (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm) | |
| Carrier Gas flow | 1.0 mL/min | 1.0 mL/min |
| Inj. Temp. | 250°C | 250°C |
| Det. Temp. | 300°C | 300°C |
| Inj. Vol. | 1.0 μL | 1.0 μL |
| Oven Temp. | 140°C (0 min)-3°C/min-280°C (10 min) | 150°C (0 min)-5°C/min- 250°C (5 min)-9°C/min- 290°C (5 min) |

**Table 3.** Analysis condition of residual pesticides by HPLC-UVD and HPLC-FLD

| | HPLC-UVD (254 nm) | | | HPLC-FLD (Em 455 nm/ Ex 340 nm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Column | Synergi 4 μ Fusion-RP 80 $C_{18}$ (250 × 4.60 mm, 4 μm) | | | Pickering $C_{18}$ (150 × 4.6 mm, 5 μm) | | |
| Mobile Phase | A: Acetonitrile B: Water | | | A: Methanol B: Water | | |
| Post Column Reaction | - | | | *O*-Phthaldialdehyde, 0.05 N NaOH | | |
| Flow rate | 1.0 mL/min | | | 1.0 mL/min | | |
| Inj. Vol. | 20 μL | | | 10 μL | | |
| Gradient | Time (min) | A (%) | B (%) | Time (min) | A (%) | B (%) |
| | 0.0 | 35 | 65 | 0.5 | 20 | 80 |
| | 3.0 | 35 | 65 | 5.0 | 45 | 55 |
| | 10.0 | 55 | 45 | 22.0 | 62 | 38 |
| | 40.0 | 70 | 30 | 23.0 | 100 | 0 |

분해 및 원자화를 거쳐 측정하였다. Pb, Cd 및 As는 식품공전의 유해성 금속시험법 중 건식회화법에 준하여 전처리한 후, 원자흡광광도계를 이용한 Table 6의 조건으로 검량선을 작성하고 시험용액에 대하여 각각의 함량을 구하였다[11].

### 이산화황

이산화황은 식품공전의 아황산, 차아황산 및 그 염류 시험법 (Monnier-Williams변법)에 준하여 반응플라스크에 시료약 50 g과 5% EtOH 100 mL를 넣고 질소가스를 0.21 L/min로 주입하면서 15분 예열하였다[11]. 그 후, 플라스크에 4 N HCl 90 mL를 넣고 1시간 45분간 가열한 후, 3% $H_2O_2$ 용액 30 mL를 넣은 수기에 포집한 후, 이 용액에 0.01 N NaOH를 사용하여 20초간 지속하는 황색이 될 때까지 적정하였으며, 아래의 공식에 따라 이산화황의 양을 산출하였다.

0.01N NaOH 1 mL = 320 μg $SO_2$

$SO_2$ (mg/kg) = (320 × V × f) / S

V : 0.01N NaOH 소비량 (mL)

f : 0.01N NaOH factor

S : sample (g)

## 결과 및 고찰

### 잔류농약 분석

광주지역 재래시장 및 한약 재료상에서 유통되고 있는 한약재에 대한 잔류농약의 검사 결과는 Table 7과 같다. 총 153건의 한약재 중 구기자, 천궁 등 7건에서 잔류농약 성분이 검출되었으며, 원산지별로는 국내산 5건, 중국산 2건이었다. 이중 천궁 2건은 endosulfan의 잔류허용 기준치를 각각 2배, 9배 초과하여 부적합으로 판정되었으며, 나머지 5건에서 검출된 chlorothalonil 등 8종의 농약성분은 현재 기준이 설정되어 있지 않기 때문에 판정이 불가능하였다.

본 연구와 유사한 연구결과들을 살펴보면, 조 등[4]에 의하면 경동시장에서 유통 중인 한약재 16종 251건에 대해 18종의 농약을 분석한 결과, 9건에서 농약이 검출되었으며 이중 BHC를 제외한 나머지 농약들은 한약재에 대한 기준이 설정되지 않은 항목들이었다. 또한, 강 등[23]에 따르면 국산, 중국산 총 427건을 대상으로 10종의 농약성분을 분석한 결과, 30건의 한약재에서 endosulfan 등 6종의 농약들이 검출되었다. 조 등[3]에 의하면 국내 6개 지역과 중국 현지 2지역에서 유통중인 222건에 대해 10종의 농약을 분석한 결과, DDT가 7건에서 검출되어 소량이긴 하지만 가장 많은 검출빈도를 나타내었다. 이러한 다양한 결과들은 구입한 지역, 한약재, 분석 대상의 농약성분들의 차이에서 나오는 결과라 생각된다.

현재, 우리나라 한약재 중의 잔류농약은 갈근 등 40여종의 한약재에 대해 6-7가지 정도의 잔류농약만이 기준이 있고, 구기자 등 30여종의 한약재에 대한 잔류허용기준 적용은 식품의 기준 및 규격 중 농산물의 농약 잔류허용기준에 따르고 있으며, 설정되지 않은 농약이 검출되었을 때는

**Table 4.** Selected pesticides list for this study

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Acetamiprid | Acrinathrin | Aldicarb | Aldrin | Anilofos |
| Azinphos-methyl | Azoxystrobin | Bendiocarb | Benzoximate | BHC |
| Bifenthrin | Boscalid | Bromacil | Bromopropylate | Butocaboxim |
| Cadusafos | Captafol | Captan | Carbaryl | Carbofuran |
| Carbophenothion | Chinomethionat | Chlordane | Chlorfenapyr | Chlorobenzilate |
| Chlorothalonil | Chlorpyrifos | Chlorpyrifos-methyl | Cinosulfuron | Clothianidin |
| Cyazofamid | Cyflufenamid | Cyfluthrin | Cyhalofop-Butyl | Cyhalothrin |
| Cymoxanil | Cypermethrin | Cyproconazole | Cyprodinil | DDT |
| Deltamethrin | Diazinon | Diclofluanid | Dicloran | Dicofol |
| Dieldrin | Diethofencarb | Dimepiperate | Dimethenamid | Dimethoate |
| Dimethomorph | Dimethylvinphos | Diniconazole | Diphenamid | Diphenylamine |
| Dithiopyr | Edifenphos | Endosulfan | Endrin | EPN |
| Esprocarb | Ethaboxam | Ethiofencarb | Ethion | Ethoprophos |
| Etoxazole | Etrimfos | Fenamidon | Fenarimol | Fenazaquin |
| Fenbuconazole | Fenhexamid | Fenitrothion | Fenobucarb | Fenothiocarb |
| Fenoxanil | Fenoxycarb | Fenpropathrin | Fenpyroximate | Fenthion |
| Fenvalerate | Ferimzone | Fipronil | Flonicamid | Fluacrypyrim |
| Fluazinam | Fludioxonil | Flufenacet | Flufenoxuron | Flumioxazine |
| Fluquinconazole | Flusilazole | Flusulfamide | Flutolanil | Fluvalinate |
| Folpet | Forchlorfenuron | Fosthiazate | Fthalide | Heptachlor |
| Hexaflumuron | Imazalil | Imibenconazole | Indanofan | Indoxacarb |
| Iprobenfos | Iprodione | Iprovalicarb | Isazofos | Isofenphos |
| Isoprocarb | Kresoxim-methyl | Lufenuron | Malathion | Mecarbam |
| Mepanipyrim | Mepronil | Metconazole | Methabenzthiazuron | Mefenacet |
| Methidathion | Methiocarb | Methomyl | Methoxychlor | Methoxyfenozide |
| Metolcarb | Molinate | Myclobutanil | Nitrapyrin | Novaluron |
| Nuarimol | Ofurace | Oxadixyl | Oxamyl | Oxaziclomefon |
| Paclobutrazol | Parathion | Parathion-methyl | Penconazole | Pendimethalin |
| Pentoxazone | Permethrin | Phenthoate | Phosalone | Phosmet |
| Phosphamidone | Pirimicarb | Pirimiphos-ethyl | Pirimiphos-methyl | Probenazole |
| Prochloraz | Procymidone | Profenofos | Promecarb | Propisochlor |
| Propoxur | Prothiofos | Pyraclofos | Pyraclostrobin | Pyrazolate |
| Pyrazophos | Pyributicarb | Pyridaben | Pyridaryl | Pyrimethanil |
| Pyrimidifen | Pyriminobac-methyl | Pyriproxyfen | Pyroquilon | Quinalphos |
| Quintozene | Simeconazole | Spirodiclofen | Tebufenozide | Tebufenpyrad |
| Tebupirimfos | Teflubenzuron | Tefluthrin | Terbufos | Terbuthylazine |
| Tetradifon | Thenychlor | Thiacloprid | Thiadinil | Thiamethoxam |
| Thiazopyr | Thifluzamide | Thiodicarb | Thiometon | Tolclofos-methyl |
| Tolylfluanid | Tralomethrin | Triadimefon | Triazophos | Tricyclazole |
| Trifloxystrobin | Triflumizole | Triflumuron | 3.4.5-Trimethacarb | Vinclozolin |

유럽약전에 기재된 내용 및 일일 섭취허용량, 평균체중, 일일 복용량을 바탕으로 계산한다고 되어 있다[10]. 또한, 질병의 치료 및 예방을 위해 직·간접적으로 사용되는 한약재는 사람들의 건강에 대한 관심의 증가와 더불어 안전성 확보의 문제도 더욱 크게 부각되고 있다. 따라서 농약의 실제사용 및 잔류수준에 맞는 적절한 기준 설정이 필요하며, 양질의 한약재가 유통될 수 있도록 유해물질에 대한 안전관리가 강화되어야 할 것으로 여겨진다[3,4].

### 중금속 분석

납 (Pb : Lead)은 자연계에 널리 분포되어 정련공장, 납판, 활자합금, 납 용접, 도료, 안료, 축전지의 전극, 도자기 유약 등에 사용됨에 따라 오염되고 있으며, 특히 농작물 오염은 과거에 사용된 살충제 농약인 비산납 등이 토양에 축적되고, 농작물에 흡수된다. 납 중독 시에는 적혈구의 헤모글로빈을 감소시켜 빈혈을 일으키고, 유기납의 경우 중추신경계 장애를 발생시키는 금속이다[14,15]. 유통 한약재에 대한 Pb함량의 분석결과, Table 8과 같이 최소 불검출, 최

**Table 5.** The analysis conditions of Hg by Mercury analyzer

| Classification | Conditions |
|---|---|
| Light source | Low pressure mercury lamp |
| Wavelength | 253.65 nm |
| Interference filter | 254 nm, 9 nm bandwidth |
| Detector | Si-photodiode sensor |
| Drying temp. and time | 300°C, 60 sec |
| Decomposition temp. and time | 850°C, 180 sec |
| Catalysis temp. and time | 600°C, 180 sec |
| Amalgam temp. and time | 900°C, 12 sec |

대 2.556 mg/kg 범위의 결과를 얻었으며, 평균 0.570 mg/kg으로 나타났다. Pb이 높게 검출된 검체는 창출 (2.556 mg/kg), 백출 (2.092 mg/kg) 순이었으며, 국내산과 수입산의 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 검체 모두 식약청 고시 2009-35호 생약의 중금속 기준 중 Pb의 허용량인 5 mg/kg 이하로 나타났다.

카드뮴 (Cd : Cadmium)의 경우 아연정련소에서 아연을 얻을 때 불순물인 카드뮴이 공장폐수에 포함되어 수질 및 토양 오염을 일으키는데, 일반적으로 아연과 공존하는 경우가 많으며, 기구나 기계의 도금, 건전지 제조, 도료 제조 등으로부터 오염과 농작물 재배 시 사용하는 비료에서 오염되는 것으로 알려져 있다[8,14]. 한약재에 대한 Cd함량의 분석결과, Table 8과 같이 최소 불검출, 최대 0.373 mg/kg 범위의 결과를 얻었으며, 평균 0.081 mg/kg으로 나타났다. Cd의 한약재 잔류허용량인 0.3 mg/kg를 초과하여 부적합으로 판정된 검체는 3건으로, 천궁 1건 (0.373 mg/kg), 창출 2건 (0.364, 0.351 mg/kg)이었으며, 3건 모두 중국산 이었다.

비소 (As : Arsenic)의 경우 토양, 물 등에 황화합물의 형태로 많이 함유되어 있으나 주요 오염원은 유리제조 및 합금, 염료 등의 화학공업, 의약품이다. 식물에 축적되는 비소는 대부분 독성이 적은 유기비소로 알려져 있다. 일본에서는 과거 비소로 오염된 분유에서 사망자가 발생한 사건이 있으며, 증상은 홍진 등의 피부 발진, 위장 증상, 신경증상 등을 일으키는 것으로 보고되고 있다[9,13]. 한약재에 대한 As의 분석결과, Table 9와 같이 최소 0.001, 최대 1.254 mg/kg 범위의 결과를 얻었으며, 평균 0.082 mg/kg으로 나타났다. As함량이 높았던 검체는 숙지황 (1.254 mg/kg), 창출 (0.980 mg/kg) 순이었으며, As의 한약재 잔류허용량인 3 mg/kg를 초과한 검체는 없었다.

수은 (Hg : Mercury)의 경우 자연계에 넓게 분포되어 화장품, 의약품, 도료 등에 사용되어 온 금속으로 수은광산, 화학공장, 아말감, 온도계, 수은전지 등에서 오염되며, 농작물에 대한 오염은 일반적으로 수은계 농약에 의한 토양

**Table 6.** The analysis conditions of Pb, Cd and As by AAS

| Classfication | Conditions | | |
|---|---|---|---|
| | Pb | Cd | As |
| Wavelength | 283.3 nm | 228.8 nm | 193.7 nm |
| Grating | 1,900 grooves/min | 1,900 grooves/min | 1,900 grooves/min |
| Slit width | 0.7 nm | 0.7 nm | 0.7 nm |
| Carrier solution | | | 10%-HCl |
| Reductant | | | 0.2%-$NaBH_4$ in 0.05%-NaOH |
| Cell temp. | | | 900°C |
| Note | Flame method | Flame method | Hybride method |

**Table 7.** Concentration of residual pesticides in dried agricultural products

| Sample | Detected Pesticides | MRLs (mg/kg) | Result (mg/kg) |
|---|---|---|---|
| *Cnidium officinale* Makino (cheongung, domestic) | Endosulfan | 0.2 | 1.8 |
| | Endosulfan | 0.2 | 0.4 |
| *Angelica gigas* Nakai (danggwi, domestic) | Phenthoate | - | 6.5 |
| *Curcuma longa* LinnÈ (woolgeum, imported) | Tolyfluanil | - | 3.3 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija, domestic) | Indoxacarb | - | 0.1 |
| | Chlorothalonil | - | 0.6 |
| | Novaluron | - | 0.5 |
| | Tebufenozide | - | 0.3 |
| | Trifloxystrobin | - | 0.8 |
| *Poria cocas* Wolf (bekbongryeong, imported) | Penconazole | - | 0.05 |

**Table 8.** Determination of heavy metal (Pb, Cd) contents in the various kinds of herbal medicines

| Name of medical herbs | Pb (mg/kg) | | Cd (mg/kg) | |
|---|---|---|---|---|
| | domestic | imported | domestic | imported |
| *Angelica gigas* Nakai (danggwi) | 0.202-1.013 | 0.020-0.618 | ND-0.127 | ND-0.162 |
| *Astragalus membranaceus* Bunge (hwanggi) | ND-1.216 | ND-1.048 | ND-0.085 | ND-0.097 |
| *Atractylodes macrocephala* Koidz (bekchul) | 0.531-2.092 | 0.359-1.973 | 0.027-0.290 | 0.018-0.254 |
| *Atractylodis Rhizoma* (changchul) | 0.377-2.146 | 0.445-2.556 | 0.030-0.244 | 0.075-0.364 |
| *Citrus unshiu* S.Marcov. Cortex (jinpi) | 0.156-1.049 | - | ND-0.227 | - |
| *Cnidium officinale* Makino (cheongung) | 0.265-1.637 | ND-1.508 | ND-0.122 | ND-0.373 |
| *Curcuma longa* Linné (woolgeum) | 0.419-0.818 | ND-0.572 | 0.037-0.151 | ND-0.173 |
| *Ganoderma lucidum* Karst (youngji) | ND-0.661 | ND | ND-0.262 | ND-0.064 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija) | 0.202-1.013 | 0.020-0.618 | ND-0.127 | ND-0.162 |
| *Poria cocos* Wolf (bekbokryeong) | ND-0.333 | ND-0.221 | ND-0.033 | ND-0.074 |
| *Rehmannia glutinosa var. purpurea* Makino (sukjihwang) | ND-0.561 | 0.164-1.232 | 0.045-0.092 | ND-0.103 |
| *Zizyphus jujuba var. inermis* Bunge (dechu) | ND-0.185 | ND | - | - |
| Total average | 0.570 | | 0.081 | |

**Table 9.** Determination of heavy metal (As, Hg) contents in the various kinds of herbal medicines

| Name of medical herbs | As (mg/kg) | | Hg (mg/kg) | |
|---|---|---|---|---|
| | domestic | imported | domestic | imported |
| *Angelica gigas* Nakai (danggwi) | 0.005-0.570 | 0.015-0.098 | 0.002-0.008 | 0.005-0.007 |
| *Astragalus membranaceus* Bunge (hwanggi) | 0.002-0.085 | 0.004-0.080 | 0.001-0.017 | 0.001-0.006 |
| *Atractylodes macrocephala* Koidz (bekchul) | 0.002-0.922 | 0.003-0.099 | 0.001-0.007 | 0.001-0.015 |
| *Atractylodis Rhizoma* (changchul) | 0.002-0.880 | 0.005-0.980 | 0.001-0.083 | 0.001-0.007 |
| *Citrus unshiu* S.Marcov. Cortex (jinpi) | 0.001-0.070 | - | 0.001-0.002 | - |
| *Cnidium officinale* Makino (cheongung) | 0.002-0.688 | 0.008-0.655 | 0.002-0.006 | 0.005-0.040 |
| *Curcuma longa* Linné (woolgeum) | 0.001-0.030 | 0.008-0.100 | 0.001-0.005 | 0.001-0.004 |
| *Ganoderma lucidum* Karst (youngji) | 0.002-0.081 | 0.020-0.052 | 0.017-0.045 | 0.013-0.056 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija) | 0.004-0.200 | 0.002-0.211 | 0.001-0.002 | 0.001-0.012 |
| *Poria cocos* Wolf (bekbokryeong) | 0.032-0.080 | 0.002-0.050 | 0.002-0.007 | 0.003-0.009 |
| *Rehmannia glutinosa var. purpurea* Makino (sukjihwang) | 0.006-0.300 | 0.010-1.254 | 0.001-0.003 | 0.002-0.072 |
| *Zizyphus jujuba var. inermis* Bunge (dechu) | 0.005-0.056 | - | 0.001-0.162 | - |
| Total average | 0.082 | | 0.009 | |

오염, 공장폐수, 도시하수 등이 농경지에 유입됨으로써 오염을 일으킨다고 알려져 있다[14]. 특히 일본에서 수은으로 인해 발생한 사건으로 중추신경 장애를 일으키는 Minamata 병은 어패류 오염으로 유명하다. 대체적으로 수은은 환경오염에 의해 한약재에 축적되는 경우가 어패류에 비해 매우 적은 것으로 알려져 있다. 한약재에 대한 Hg의 분석결과, Table 9와 같이 최소 0.001, 최대 0.162 mg/kg 범위의 결과를 얻었으며, 평균 0.009 mg/kg으로 나타났다. Hg 함량이 높았던 검체는 대추(0.162 mg/kg), 창출 (0.117 mg/kg) 순이었으며, Hg의 한약재 잔류허용량인 0.2 mg/kg를 초과한 검체는 없었다.

2007년 경기도 지역에 유통되었던 한약재 79건에 대해 중금속 함량을 측정한 결과에 따르면, Pb과 Cd의 기준치를 초과한 한약재가 백출, 계지 등 8건으로 나타났으며, As와 Hg은 잔류 허용량 이하로 나타났다[8]. 한편, 한 등[13]에 의하면 서울지역에 유통되었던 한약재 54종 315건에 대해 중금속 함량을 분석한 결과, 백출, 두충 등 5건에 대해서 Pb의 기준을 초과하였으며, 백출, 창출, 천궁 등 29건에 대해서는 Cd의 기준을 초과하여 본 연구결과보다 비교적 높은 부적합 내용을 보여주고 있다.

산업화 및 공업화로 인해 배출되는 각종 오염물질 중에서 Pb, Cd, As, Hg 등과 같은 중금속 물질은 토양에서 이동성이 낮고 축적성이 높기 때문에 토양을 오염시킨다. 그래서 한약재 중의 중금속 함유량은 토양으로 인한 오염일 가능성이 높다. 중금속이 체내로 들어오면 장기간 체내에 축적되어 만성 중독증상을 유발하며, 다른 중금속 또는 무기질과 상호 작용한다고 보고되어 있다[24]. 따라서, 한약재의 중금속에 관한 품질 관리를 위해 지속적인 검사가 필

**Table 10.** Concentration of sulfur dioxide in medical herb products

| Sample | MRLs (mg/kg) | Result (mg/kg) |
|---|---|---|
| *Lycium chinense* Mill (gugija, imported) | 30 | 3,408 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija, imported) | 30 | 3,136 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija, imported) | 30 | 1,600 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija, domestic) | 30 | 1,104 |
| *Lycium chinense* Mill (gugija, domestic) | 30 | 634 |
| *Astragalus membranaceus* Bunge (hwanggi ,imported) | 30 | 94 |
| *Astragalus membranaceus* Bunge (hwanggi ,imported) | 30 | 63 |

요하며, 다양한 분석결과를 통해 한약재 개별 중금속 기준치 설정도 이루어져야 할 것이다.

### 이산화황 분석

이산화황 (sulfur dioxide, $SO_2$)은 황과 산소의 화합물로써 황이 연소할 때에 발생하는 기체로 무색, 자극성 있는 냄새를 가지고 있다. 아황산염류 성분은 환원력이 매우 강한 아황산을 만들어 이것이 황산으로 산화될 때 착색물을 환원시켜 강한 표백작용을 할 뿐 아니라 ascorbate oxidase의 활성을 억제하여 항산화작용도 하게된다. 또한, 효소적 갈색반응을 촉진하는 polyphenol oxidase의 저해제로 작용하여 갈변현상 억제하는 기능이 있어 보존제, 항산화제, 표백제 등의 식품첨가물 용도로 많이 사용되어 왔다[17,19].

본 연구에서 한약재에 대한 이산화황의 조사결과, 전체 153건 중 7건 (4.6%)은 잔류허용기준치를 초과한 부적합 제품이었다 (Table 10). 한약재의 종류로는 황기 2건, 구기자 5건이며, 원산지별로는 국내산이 2건, 수입산이 5건으로 나타났다. 김 등[2]에 의하면 유통 한약재 30종 369건에 대해 이산화황 잔류량을 측정한 결과, 23%에 해당하는 85건에 대해 이산화황이 검출되었으며, 이 중 북경에서 수입된 구기자의 경우 1,969 mg/kg으로 상당히 많은 양이 검출되었다. 구기자는 김 등[18]의 연구결과에서도 1000 mg/kg에 가까운 검출량을 보여주었다. 또한, 건조방법에 따른 한약재의 이산화황의 잔류량을 조사한 연구결과에 따르면[21], 건조방법 중 연탄건조로 인해 이산화황의 잔류량이 급격히 높아지며, 특히 건조전 수분량이 많은 구기자와 건강이 다른 검체에 비해 연탄건조로 인한 이산화황 함유량이 높아 한약재에 함유된 수분의 양이 연탄 건조 후 잔류 이산화황과의 상관관계가 있음을 나타냈다. 이는 수분 함량이 많은 한약재가 이산화황의 용해도를 증가시키는 것으로 판단된다.

이산화황은 기관지 수축, 두통, 복통, 구토, 현기증, 발진의 증상을 일으킬 수 있으며, 특히 천식 환자들의 경우 이산화황에 대해 상당히 민감한 반응을 보이는 것으로 보고되고 있어 이산화황의 잔류실태 조사결과에 대한 지속적인 모니터링 및 안전관리가 절실히 필요한 것으로 여겨진다[17-22].

## 요 약


광주지역에서 유통되고 있는 한약재 153건 (국내산 89건, 중국산 64건)에 대해 잔류농약, 중금속, 이산화황 함유량 등 유해물질 잔류 실태를 조사하였다.

유통한약재에 대해 잔류농약 200종을 검사한 결과, 구기자, 천궁 등 7건에서 잔류농약 성분이 검출되었으며, 원산지별로는 국내산 5건, 중국산 2건이었다. 이 중 천궁 2건은 endosulfan이 한약재 잔류허용기준치를 초과하여 부적합으로 판정되었으며, 나머지 5건에서 검출된 chlorothalonil 등 8종의 농약성분은 현재 기준이 설정되지 않은 상태이다.

중금속인 Pb, As, Hg의 경우 잔류허용치를 초과한 검체는 없었으며, Cd의 경우는 잔류 허용치인 0.3 mg/kg를 초과하여 부적합으로 판정된 검체가 3건으로, 천궁 1건 (0.373 mg/kg), 창출 2건 (0.364, 0.351 mg/kg)이었으며, 3건 모두 중국산 이었다.

이산화황의 경우, 전체 153건 중 구기자 5건, 황기 2건이 부적합 제품이었으며, 이 중 구기자 4건은 1,000 mg/kg 이상으로 높게 검출되어 유통되는 한약재의 지속적인 모니터링 및 안전관리 대책이 절실히 요구된다.


## 참고문헌


1. 오창환, 서동원, 육창수, 이영종, 장승엽, 제금련, 박주영, 이종필, 성락선, 박지용, 고성권, 이평재. 건조방법에 따른 한약재 중 이산화황 잔류량 및 지표성분 변화. 생약학회지, **38**, 299-304 (2007).
2. 김미경, 허문희, 이창희, 진종성, 진선경, 이영자. 유통 한약재의 잔류이산화황에 대한 모니터링. 생약학회지, **35**, 276-282 (2004).
3. 조정희, 김도훈, 김혜수, 오미현, 강인호, 심영훈, 황완균, 명승운, 최병기. 유통한약재 중 내분비계 장애물질로서의 잔류농약에 관한 연구(I). 생약학회지, **31**, 455-458 (2000).
4. 조해전, 황인숙, 최병현, 배청호, 김명희. 한약재중의 잔류농약 분석. 생약학회지, **32**, 200-211 (2001).
5. 이선화, 김형수, 김용무, 김우성, 원영준, 채갑용, 김옥희, 박홍재, 정성욱. 유통 한약재의 잔류농약 모니터링. 한국환경과학회지, **15**, 811-817 (2006).
6. 조정희, 김도훈, 강인호, 심영훈, 김은경, 김종환, 김달환, 지선경, 전영삼, 임동민, 이종안, 박경호, 이송득, 김영중, 문영희. 생약 및 생약(한약)제제의 품질평가법 연구(II). 식품의약품안전청연구보고서, **6**, 620-630 (2002).
7. 이미경, 박정숙, 임현철, 나환식. 유통 한약재의 중금속 함량 조사. 한국식품저장유통학회, **15**, 253-260 (2008).
8. 정홍래, 김영숙, 김종화, 김명길, 오상헌, 이정복, 김종찬. 유통 한약재의 중금속에 대한 안전성 조사 및 시료 전처

리 방법 연구. 경기도보건환경연구원보, 19-27 (2007).
9. 김희연, 김재인, 김진철, 박지은, 이경진, 김성일, 오재호, 장영미. 국내 유통 중인 농산무의 중금속 함량 모니터링. 한국식품과학회지, **41**, 238-244 (2009).
10. 식품의약품안전청. 식품의약품안전청고시 제2009-35호, 2009.
11. 식품의약품안전청. 식품공전, 2008.
12. 식품의약품안전청. 대한약전외한약(생약)규격집, 2007.
13. 한은정, 김동규, 한창호, 김옥희, 곽재은, 정삼주. 서울지역 유통 식·약공용 한약재 중 중금속 함량. 서울시보건환경연구원보, **44**, 126-139 (2008).
14. 이용근. 환경과 인간. 자유아카데미, 217-229 (2005).
15. 하동룡, 박종진, 서정미, 이향희, 오무술, 김은선, 박종태. 광주지역 유통 건조농산물의 유해물질 실태조사. 광주보건환경연구원보, 1-16 (2008).
16. 이화정, 곽효선, 성준현, 최장덕, 최용훈, 최선희, 최정희, 김일, 김광수, 이승경, 최주희, 이주연, 소유섭, 이전영, 황아름, 이유성, 최은옥, 채갑용. 신선식품 중 천연유래 이산화황 함량 모니터링. 식품의약품안전청연구보고서, **6**, 539-545 (2002).
17. 신영민, 조태용, 이광수, 김성훈, 박흥재, 임동길, 이창희, 김우성, 채갑용, 이영자, 최수영. 유통 한약재의 이산화황 함유량에 관한 연구. 한국환경과학회지, **13**, 1109-1115 (2004).
18. 김충모, 송병준, 나환식. 생약재에 함유된 이산화황 함유량 조사. 한국식품영양과학회지, **29**, 375-379 (2000).
19. 강길진, 오금순, 조진호, 김형일, 최용훈, 김용재, 박성렬, 고경희, 정지현, 정연찬. 한약재 중 천연유래 이산화황 함유량 및 그 시험법 개선에 관한 연구. 식품의약품안전청연보, **3**, 313-326 (1999).
20. 이영자, 김우성, 이창희, 허문회, 정지윤, 이선화, 김재이, 진종성, 김미경, 진선경, 이명자, 박영채, 홍기형. 유통 한약재의 잔류농약 및 잔류이산화황에 대한 모니터링. 식품의약품안전청연구보고서, **6**, 678-693 (2002).
21. 오창환, 서동원, 최시내, 박종세. 생약의 잔류이산화황 기준제정 연구. 식품의약품안전청연구보고서, **6**, 964 (2002).
22. 강길진, 오금순, 김형일, 최용훈, 김용재, 정연찬. 생약재 중 천연유래 이산화황 함유량 및 그 출처. 한국식품과학회지, **33**, 514-520 (2001).
23. 강인호, 조정희, 김도훈, 심영훈, 김은경, 김종욱, 황완균, 최호영. 유통 한약재의 내분비계장애물질 모니터링. 대한본초학회, **17**, 175-182 (2002).
24. 차윤엽, 허성규, 김동건, 백태현, 서형식, 박희수, 김병우, 권기록, 이승기, 유준상, 손영주, 선승호, 차배천, 서승학. 한약재내 중금속 함량 및 잔류농약 분석. 동의생리병리학회, **21**, 226-230 (2007).