

## 경북 상주의 인삼 재배환경 중 유기염소계 농약 및 중금속의 잔류

김 정 호

대구한의대학교 보건환경학과

## Residues of the Organochlorine Pesticides and Heavy Metal in Culture Environment of Ginseng on Sangju

Jung-Ho Kim

Dept. of Health Environment, Daegu Haany University, Kyungsan 712-715, Korea

### ABSTRACT

To obtain the residual organochlorine pesticides in the culture environment of ginseng on Sangju, Gyeongbuk, the analytical methods for BHC isomers, Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin and DDT by GC-ECD are surveyed. The relative retention times for  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC, Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin and DDT were 1.000, 1.042, 1.049, 1.086, 1.202, 1.335, 1.341, 1.371, 1.391 and 1.439, respectively. The BHC isomers, Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin and DDT were separated on the base line. The qualified detection concentration for  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC and  $\delta$ -BHC is 0.43, 1.33, 0.54 and 1.63 ng/g and it's of Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin and DDT were 0.63, 0.50, 0.66, 0.74, 0.96 and 0.88 ng/g, respectively. BHC isomers, Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin and DDT were not detected in culture environment of ginseng on Sangju, Gyeongbuk. The detection concentration for Hg, Cd, Pb, Cr, and As in ginseng were 0.0086 ppm, 0.0020 ppm, 0.0200 ppm, 0.0271 ppm and 0.0220 ppm, respectively, which were also lower than the 30 ppm Korea Food & Drug Administration advisory level for heavy metal in herbal medicines.

**Key words :** ginseng, organochlorine pesticides, heavy metal, residue, sangju

### 서 론

최근 수입 자유화에 따라 안전성이 검증되지 않은 한약재 등이 무분별하게 수입되고 있어 국내의 생산부문이 크게 위협받고 있고 국민의 건강보호에 큰 우려를 내포하고 있는 실정에 있다. 따라서

한방산업의 근간이 되는 한방자원을 대상으로 안전성 확보가 필요하다. 한약재의 품질평가는 한약재의 안전성 및 유효성에 대한 기준 확보와 한약재 재배농가의 수익과 관련 산업의 부가가치 창출에 기여할 수 있는 중요한 과제이다(김택겸 등, 2000; 조정희 등, 2000; 한국한의학회연구원 2001).

한약재의 품질관리 흐름은 GAP (Good Agricultural Practice) → GEP (Good Extractive Practice) → GMP (Good Manufacturing Practice) → GLP (Good

\* To whom correspondence should be addressed.

Tel: 016-698-1416, E-mail: kim@dhu.ac.kr

Laboratory Practice) → GCP (Good Clinical Practice) 관리로 진행된다. 여기서 우수농산물관리제도(GAP: Good Agricultural Practice)는 소비자들에게 위생적으로 안전하고 품질이 좋은 한약재를 공급할 수 있도록 한약재의 재배, 생산에서 수확 후 취급까지 미칠 수 있는 위해 요소 차단을 위한 관리규범과 그 관리 사항을 소비자에게 알 수 있도록 하는 체계이다(이서래 등, 1996; 조해전 등, 2001; 한국한의약연구회, 2001).

고품질 한약재의 생산·공급을 위해 농경지, 농업용수, 친환경 자재 등에 대한 안전성의 사전 평가가 필요하다. 생약의 잔류농약 허용기준 및 시험방법을 규제한 식품의약품안전청고시 제2001-50호(2001년)에 의하면 유기염소계 농약과 중금속의 허용기준을 제시하고 있다. 유기염소계 농약으로는 BHC( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  및  $\delta$ -BHC)는 0.2 ppm, DDT(DDD 및 DDE)은 0.1 ppm, Aldrin, Dieldrin, Endrin은 ppm으로 허용기준을 정하였다(식품의약품안전청, 2004).

유기염소계 농약 중 식품의약품안전청에서 고시한 이들 유기염소계 농약은 환경 중에서 잔류성이 매우 길다. 이에 DDT, Aldrin, Dieldrin과 Endrin은 1973년에, BHC는 1979년에 생산 및 판매가 금지되었다(이성환 등, 2002; Tomlin, 2002). 현재는 사용되지 않는 농약이지만 이들 유기염소계 농약은 잔류기간이 매우 길기 때문에 한약재 중 잔류농약을 검토할 때에는 이들의 잔류성을 분석한다(박창규 등, 1982; 이해근 등, 1983; 한국한의약연구회, 1998; Zang, *et al.*, 2000; Doong, *et al.*, 2002).

또한 중금속은 일반적으로 비중이 물보다 5배 이상인 금속으로 현재 60여종이 알려져 있으며, 일부는 생물체 내에서 생리적으로 적은 양이 꼭 필요한 경우도 있으나 대부분 어떤 한도를 넘을 때는 도리어 해를 끼치게 된다. 더욱이 중금속은 먹이사슬을 통하여 우리 몸에 들어와 오랜 기간에 걸쳐 장거나 세포조직에 축적되면서 만성 중독증세를 나타내는 특성이 있다. 한약재의 안전성에 문제를 일으키는 중금속은 극히 미량일지라도 인체의 기능을 장애할 수 있는 유독금속(Cd, As, Hg, Pb, Cr, Ni 등)과 발암성, 돌연변이성의 측면에서 유전자에 영향을 미치는 유전독성금속(Ni, As, Se, Sn, Sb, Te, Bi 등)이 있다(이현정, 2003). 생약의 중금속 잔류 허용기준 및 시험방법을 규제한 식품의약품안전청고시 제2001-51호(2001년)에 의하면

생약 중 중금속의 허용기준을 30 ppm으로 정하였다(식품의약품안전청, 2004). 이와 같은 기준에 따라 생약 중 중금속의 오염현황을 파악하고 위해도를 평가하여 국내에서 소비되는 생약의 안전성을 확보할 필요가 있다(김중욱 등, 2002).

한편 경상북도는 전국의 한약재 생산량의 30%를 차지하고 있는 한약재 생산지의 최대지역이다. 2004년 경상북도는 국가균형발전 특별법에 의한 지역혁신발전 5개년 계획 중 생물·한방자원을 지역전략산업으로 선정하였으며, 인삼 가공산업을 지역연고 산업으로 선정하였다. 현재 경북지역의 인삼 주생산지는 영주의 풍기이며, 최근에는 상주에서도 인삼의 생산량이 증대하고 있다(이현정, 2003).

이에 상주지역의 인삼자원의 우수농산물관리(GAP: Good Agricultural Practice)가 필요하며, 더불어 잔류 농약 및 중금속의 안전성 평가가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 상주지역의 인삼 재배환경 중 식품의약품안전청에서 생약의 유해물질 잔류 허용기준으로 고시한 유기염소계 농약과 중금속의 잔류성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료 채취

인삼재배 시험포장은 상주시에서 10 km 거리에 있는 낙동면 분황리(일명: 구촌)에 위치하고 있다. 포장의 면적은 500평이며, 약 4%의 경사진 야산 하단부에 위치한다. 인삼 재배 전에는 사과과수원이었는데 여기에 인삼을 2001년 11월 12일에 파종하여 처음으로 인삼을 재배하고 있다.

분석시료 채취는 2003년 11월 16일과 2004년 4월 18일로 2회에 걸쳐 실시하였다. 토양시료는 Core를 사용하여 시험포장의 대표시료가 되게 채취하였으며, 3반복 분석하여 평균하였다.

### 2. 유기염소계 농약의 분석

#### 1) 시료의 전처리

인삼시료는 homogenizer로 잘 분쇄한 후 25 g을 분취하여 여기에 acetone 90 mL을 넣고 10분간 균질화한 후 진공펌프와 가지 달린 삼각플라스틱를 이용하여 흡인 여과하였다. 토양은 시료 25 g에 ace-

tone 90 mL을 넣고 30분간 진탕한 후 여과하였다. 여액을 분액여두에 옮기고 포화 NaCl 50 mL과 증류수 100 mL을 가하였다. Dichloromethane 70 mL을 가하여 추출하며, 2회 반복한다.

그리고 dichloromethane층을 40°C의 수욕조에서 질소를 천천히 통과시키면서 용매가 소량 남을 때까지 농축하였다. 다시 hexane 4 mL를 첨가하여 시험관 교반기로(Vortex mixer)로 벽면의 잔류물을 완전히 녹였다(유홍일 등, 1991; 오윤근 등 1997).

정제과정의 준비를 위해서 florisil cartridge (6 mL, 1 g 용량, Supelco사)에 hexane 6 mL를 넣고 2분간 멈춘 후 유출시켜 버리고, 이 cartridge에 acetone:hexane (2:8)용매 6 mL를 위와 같은 방법으로 유출하여 버렸다. 이어서 시료 농축액을 cartridge 상단에 넣고 2분간 칼럼에 머무르게 한 후 서서히 용출시켜(1 drop/sec) 시험관에 받았다. 다시 cartridge가 용매에 젖어 있는 상태에서 hexane:dichloromethane:acetone (50:48.5:1.5)용매 5 mL로 용출하고, 이어 hexane 6 mL로 용출하여 동일한 시험관에 모았다. 용출액은 40°C 수욕조 중에서 질소를 낮은 유속으로 통과시키면서 용매를 날려 보낸 후 acetone:hexane (2:8)용매 2 mL에 녹여서 GC-ECD 분석용액으로 하였다(김정호, 2003; AOAC, 1975).

## 2) 유기염소계 농약의 분석기기

ECD가 부착된 6890GC(Agilent사, USA)를 사용하여 유기염소계 농약을 분석하였다. 온도는 주입구를 260°C로 하였으며, 검출기는 280°C로 하였다. Column은 DB-5 (30 m × 0.32 mm I.D. film thickness 0.25 μm)을 사용하였으며, 80°C (2 min) → 10°C/min → 280°C (10 min)로 승온분석하였다. Carrier gas는 N<sub>2</sub>을 1.00 mL/min으로 하였다. Make up gas와 Anod gas는 60 mL/min (N<sub>2</sub>)와 6 mL/min (N<sub>2</sub>)로 하였다.

공시농약의 표준품을 acetone에 녹여 300~500 mg/L의 표준원액을 만들고 이 표준원액을 희석하여 0.1~10 mg/L의 표준용액을 만들었다. Injection volume는 1 μL로 하였다.

## 3. 중금속의 분석

Cr, As, Cd 및 Pb의 분석을 위한 한약재의 전처리에는 습식 분해법인 킬달 분해법을 이용하였다. 인삼 중 Cr, As, Cd 및 Pb의 분석은 먼저 시료 5g을

취하여 여기에 질산 40 mL을 가한 후 시계접시를 덮고 95°C에서 가열한 후 식힌 다음 황산 20 mL를 가해 가열하여 암색이 되면 질산 3 mL 가한 후 무색이 될 때 까지 가열한다. 냉각 후 증류수 50 mL과 포화 수산화 암모늄 용액 25 mL 가한 후 황산의 흰 연기가 발생 할 때까지 가열 후 냉각하고 Whatman GF/B 여지로 여과하여 분석시료로 하였다. 토양 중 Cr, As, Cd 및 Pb의 전처리는 먼저 토양을 풍진 시킨 다음 10 mesh체를 통과시킨 시료 10g을 취한다. 여기에 0.1N HCl 50 mL(As 경우는 1N HCl)을 가한후 30°C에서 1시간 수평진탕(100회/분)하였다. 이를 Whatman GF/B 여지로 여과하여 Agilent ICP-MS 4500으로 분석하였다.

인삼과 토양 중 Hg의 분석은 Automatic mercury analyzer(Leco AMA 254)로 분석하였다.

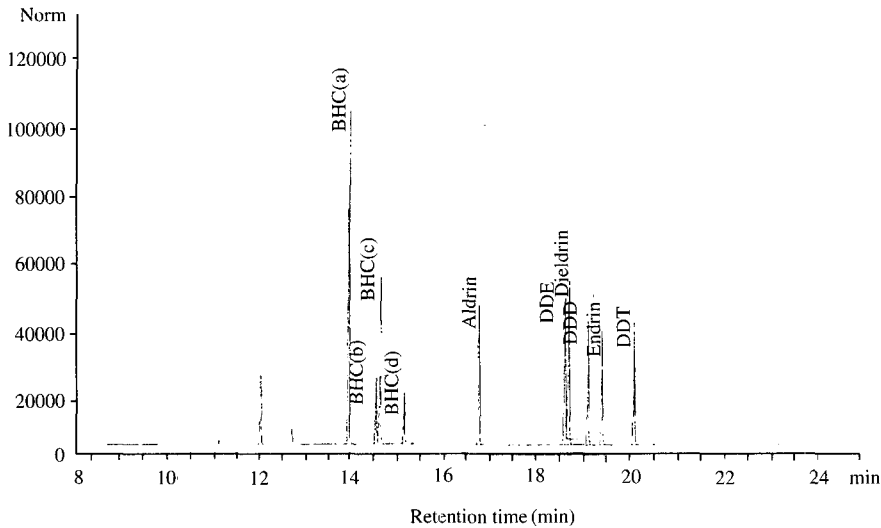
## 결과 및 고찰

### 1. 유기염소계 농약의 분석조건

공시 농약 표준품의 GC-ECD chromatogram은 Fig. 1과 같았다. 유지시간은 α-BHC, β-BHC, γ-BHC 및 δ-BHC는 각각 13.932분, 14.531분, 14.620분 및 15.132분이었다. Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT은 각각 16.760, 18.611, 18.695, 19.102, 19.383 및 20.061분이었다. 여기서 α-BHC의 유지시간을 1로 하였을 때의 상대적인 유지시간은 β-BHC, γ-BHC, δ-BHC는 각각 1.042, 1.049 및 1.086이었다. 한편 Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT은 각각 1.202, 1.335, 1.341, 1.371, 1.391 및 1.439이었다.

**Table 1.** Resolution of organochlorine pesticides on the gas chromatography

Peak	Resolution
α-BHC between β-BHC	5.99
β-BHC between γ-BHC	0.89
γ-BHC between δ-BHC	5.12
δ-BHC between Aldrin	16.28
Aldrin between DDE	18.51
DDE between Dieldrin	0.84
Dieldrin between DDD	4.07
DDD between Endrin	2.81
Endrin between DDT	6.78



**Fig. 1.** GC-ECD chromatogram of standard pesticides for  $\alpha$ -BHC (4.0 ng),  $\beta$ -BHC (2.5 ng),  $\gamma$ -BHC (2.5 ng),  $\delta$ -BHC (2.45 ng), Aldrin (2.45 ng), DDE (2.0 ng), Dieldrin (3.0 ng), DDD (2.5 ng), Endrin (3.0 ng) and DDT (3.0 ng).

여기서 이들 피크의 분리된 상태는 피크의 분리능 (Resolution)으로 검토할 수 있다. 컵텀의 분리능은 2가지의 분석물질을 분리하는 정도를 나타내는 정량적인 척도로써,

$$\text{분리능} = 2 \times [\text{뒤의 피크 유지시간(분)} - \text{앞의 피크 유지시간(분)}] \div [\text{앞의 피크 밀변길이의 시간(분)} + \text{뒤의 피크 밀변길이의 시간(분)}]$$

로 계산된다(Skoog *et al.*, 1996). 일반적으로 분리능 1.0은 두 개의 피크가 4.0% 겹친다. 분리능이 1.5일 때는 두 개의 피크가 0.3% 겹치므로 완전 분리된다(Skoog *et al.*, 1996).

Table 1에서와 같이  $\beta$ -BHC와  $\gamma$ -BHC 및 DDE와 Dieldrin을 제외한 피크는 분리능이 모두 1.5보다 크므로 베이스라인까지 완전분리 되었다. 여기서  $\beta$ -BHC와  $\gamma$ -BHC의 분리능은 0.89였으며, DDE와 Dieldrin은 0.84로 베이스라인까지 완전분리 되지 않았으나, 정량분석은 정상적으로 이루어졌다.

BHC의 이성질체는  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC 및  $\delta$ -BHC로 구분된다. 또한 DDT는 자연계 중에서 분해과정을 거쳐 DDE, DDD 등의 대사산물이 생성된다(정영호 등, 1990).

BHC의 이성질체와 DDT 분해산물 그리고 Aldrin,

Dieldrin 및 Endrin은 분자량과 화학구조에 큰 차이가 나지 않아 물리화학적 성질이 유사함에도 불구하고(Buchel *et al.*, 1983; Tomlin, 2002), 본 실험 분석조건으로 이들 다성분 모두를 동시에 분리할 수 있었다.

한편 공시농약의 GC-ECD 검출기에 대한 최소검출량은 측정된 10종의 유기염소계에서 5.40 pg ( $\alpha$ -BHC)–20.41 pg ( $\delta$ -BHC) 범위였는데, 최소검출량이 pg단위로 아주 낮았으므로, GC-ECD 검출기가 특히 유기염소계 화합물에 감응성이 매우 크다는 것을 보여주고 있다(Table 2).

본 실험에 사용한 동시다성분 분석법은 미국 캘리포니아주에서 사용 중인 동시다성분분석법을 근간으로 개발된 식품공전의 식품 중 농약분석 83번의 공증된 방법을 사용하였다. 시료 25g을 취하고 최종 부피를 2 mL로 하였을 때, 최소검출농도는  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC 및  $\delta$ -BHC이 각각 0.43, 1.33, 0.54 및 1.63 ng/g이었다. 또한 Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin, DDT도 각각 0.63, 0.5, 0.66, 0.74, 0.96 및 0.88 ng/g이었다(Table 2). 자연계 시료를 측정할 경우, 시료 중 농약 농도가 최소검출 농도보다 낮을 때는 본 실험의 분석조건에서 검출되지 않으므로 불검출(ND)로 나타난다.

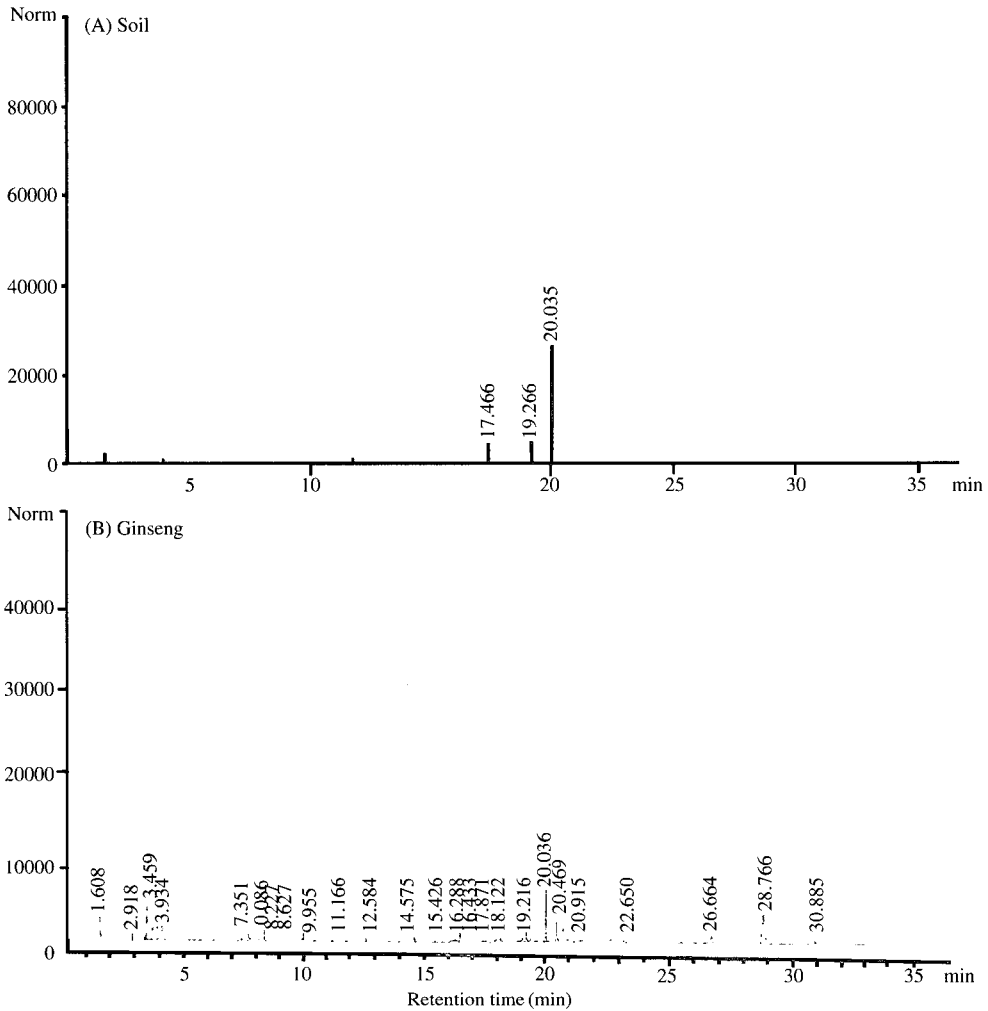


Fig. 2. (A) shown GC-ECD chromatogram of soil sample, and (B) shown ginseng sample on Sangju, Korea.

**Table 2.** Detection limit and qualified detection concentration on the gas chromatography for evaluation of residual organochlorine pesticides

Pesticides	Detection limit (pg)	Qualified detection concentration (ng/g)
α-BHC	5.40	0.43
β-BHC	16.66	1.33
γ-BHC	6.75	0.54
δ-BHC	20.41	1.63
Aldrin	7.90	0.63
DDE	6.25	0.50
Dieldrin	8.33	0.66
DDD	9.25	0.74
Endrin	12.00	0.96
DDT	11.11	0.88

## 2. 유기염소계 농약의 잔류

Fig. 2 (A)는 토양시료에 대한 gas chromatogram이다. Fig. 1의 표준품에서 나타난 α-BHC, β-BHC, γ-BHC, δ-BHC, Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT피크가 나타나지 않아 토양시료에서 이들 물질이 불검출(Not Detected : ND)됨을 보여주고 있다. 이러한 결과는 Table 3에서와 같이 2003년과 2004년의 시료 모두 동일하게 나타났다.

Fig. 2의 (B)는 인삼시료의 GC-ECD chromatogram이다. 그림에서 보는 바와 같이 BHC 이성질체와 Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT

가 인삼 중에 불검출(Not Detected : ND) 됨을 보여 주고 있다. 이러한 결과는 2003년과 2004년의 인삼 시료 모두 동일하게 불검출로 나타났다(Table 3).

일반적으로 한약재의 품질을 평가하기 위해서 시료 채취 및 수집을 백화점, 한약재 유통시장, 재래시장 등에서 하고있다. 따라서 시료의 원산지나 재배지의 확인이 불명확한 경우가 종종 있다(조정희 등, 2000; 조해전 등, 2001). 그러나 본 연구에서는 시료를 직접 재배지에서 채취하였으며, 아울러 재배지 토양도 동시에 분석하였다. 본시험에서 토양과 인삼에서 유기염소계 농약이 동시에 불검출 된 것은 상주의 인삼 재배환경이 유기염소계농약에 의해 오염되지 않았음을 나타내고 있다.

### 3. 중금속의 잔류

인삼 재배지 토양 중 Cd는 0.0094 ppm이었으며, 이는 서윤주 등(1982)이 보고한 우리나라 토양중의 Cd 자연 함유량의 평균 0.144 (0.02~1.09) ppm 보다 낮았다. 또한 우리나라는 비오염지역의 토양의 Pb 자연함유량은 17.29 (5.06~78.8) ppm이므로(서윤주 등, 1982), 인삼 재배지 토양 중 Pb는 0.3615 ppm으로 우리나라 자연 함유량보다 낮았다. 따라서 상주의 인삼 재배지 토양 중 중금속의 함량은 국내의 자연 함유량 이하로 매우 낮았으므로 청정한 재배환경으로 나타났다.

한편 한상백의(1998) 보고에 의하면 한국산 44종의 한약재의 중금속을 분석한 결과 Hg은 1.080±1.563 ppm, Cd은 1.346±1.041 ppm, Pb은 2.854±3.135 ppm, Cr은 2.182±6.906 ppm, As는 3.452±

**Table 3.** Residual levels of organochlorine pesticides in culture environment of ginseng on Sangju

Pesticides	2003		2004	
	Soil	Ginseng	Soil	Ginseng
α-BHC	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND
β-BHC	ND	ND	ND	ND
γ-BHC	ND	ND	ND	ND
δ-BHC	ND	ND	ND	ND
Aldrin	ND	ND	ND	ND
DDE	ND	ND	ND	ND
Dieldrin	ND	ND	ND	ND
DDD	ND	ND	ND	ND
Endrin	ND	ND	ND	ND
DDT	ND	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>not detected

1.041 ppm으로 검출되었다고 보고하였다. 김종옥 등(2002)은 10종의 한약재의 국내 7개 지역에서 중금속을 분석한 결과 Hg은 0.01~0.39 ppm, Cd은 0.01~0.38 ppm, Cr은 0.18~19.1 ppm, As는 0.07~1.9 ppm 검출되었다. 그러나 상주지역 인삼의 중금속 함량은 Hg가 0.0086 ppm, Cd는 0.0020 ppm, Pb는 0.0200 ppm, Cr은 0.0271 ppm 및 As는 0.0220 ppm이었으므로 국내의 여러 한약재의 중금속농도 보다 낮았다.

일반적으로 재배지 토양과 한약재 중의 중금속 농도는 비례관계를 보이는데 이현정(2003)은 대구 경북의 산약 집산지에서 산약 재배 토양과 산약 중의 Fe, Mn, Cu, Zn 농도를 비교하였는데 상관관계를 보였다고 하였다. 상주의 재배토양보다는 인삼중 중금속 농도가 낮았으며, 인삼/재배토양의 중금속 농도 비는 약 5~53% 범위였다(Table 4). 즉 중금속의 함량이 낮은 청정한 토양 재배환경에서 재배한 상주의 인삼은 중금속 농도도 낮았다.

**Table 4.** Residual levels of heavy metal in culture environment of ginseng on Sangju in 2003

Heavy metal	Hg	Cd	Pb (mg/kg)	Cr	As
Ginseng	0.0086	0.0020	0.0200	0.0271	0.0220
Soil	0.0162	0.0094	0.3615	0.0530	0.1428
Ginseng/Soil Ratio	53%	21%	5%	51%	15%

식품의약품안전청고시 제2001-51호에 의하면 생약중 중금속의 허용기준을 30 ppm으로 정하였다. Hg, Cd, Pb, Cr, As등에 대해 개별 중금속의 기준이 설정되어 있지 않고 모든 중금속 전체함량이 30 ppm 이내라는 단일규제기준만 있다. 상주에서 재배된 인삼중 중금속 Hg, Cd, Pb, Cr, As 등 5종은 0.0020~0.0271 ppm으로 생약중 중금속의 허용기준 30 ppm의 0.006%~0.09%로 매우 낮았다.

따라서 본시험에서 재배토양과 인삼에서 중금속의 농도가 매우 낮은 것은 상주의 인삼 재배환경이 중금속에 의해 오염되지 않았음을 나타내고 있다.

## 결 론

본 연구에서는 상주지역의 인삼 재배환경 중 식

품의약품안전청고시에서 생약의 유효물질 허용기준을 고시한 유기염소계 농약과 중금속의 잔류성을 검토하였다.

GC-ECD에서 상대적 유지시간은  $\alpha$ -BHC의 유지시간을 1로 하였을 때  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC는 각각 1.042, 1.049 및 1.086이었으며, Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT은 각각 1.202, 1.335, 1.341, 1.371, 1.391 및 1.439으로 완전 분리되었다. 따라서 BHC의 이성질체와 DDT유도체 그리고 Aldrin, Dieldrin 및 Endrin을 동시에 분석할 수 있었다

최소검출농도는  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC 및  $\delta$ -BHC이 각각 0.43, 1.33, 0.54 및 1.63 ng/g이었다. 또한 Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT도 각각 0.63, 0.50, 0.66, 0.74, 0.96 및 0.88 ng/g이었다.

상주시 인삼 재배환경 중에서 토양과 인삼 모두 BHC의 이성질체  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC 및  $\delta$ -BHC와 Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT가 모두 검출되지 않았다. 따라서 상주지역의 인삼자원은 식품의약품안전청고시에서 생약의 잔류농약으로 고시된 유기염소계 농약의  $\alpha$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC 및  $\delta$ -BHC와 Aldrin, DDE, Dieldrin, DDD, Endrin 및 DDT의 허용기준보다 낮았다.

인삼 중에서 중금속 함량은 Hg가 0.0086ppm, Cd는 0.0020 ppm, Pb는 0.0200 ppm, Cr은 0.0271 ppm 및 As는 0.0220 ppm이었다. 이는 식품의약품안전청고시의 생약 중 중금속의 허용기준 30 ppm보다 매우 낮았다.

따라서 상주지역의 인삼은 식품의약품안전청이 고시한 유기염소계 농약과 중금속의 허용치 이하로 안전한 한약자원이었다.

### 감사의 글

본 연구는 2004년 경북지역환경기술센터 연구개발사업의 연구비로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

김정호. 물 및 토양 중 유기염소계 농약의 분석, 한국환경과학회지 2003; 12(12): 1315-1320.  
 김종욱, 최효영, 조정희, 김도훈, 강인호, 심영훈, 김은경. 한약재 유효물질 모니터링 사업(I)-유통 한약재의 중금

속에 관한 연구, 대한본초학회지 2002; 17(2): 235-245.  
 김택겸, 김장역. Microwave를 이용한 한약재 중의 잔류농약 추출, 농약과학회지 2000; 4(3): 60-67.  
 박창규, 마위식. 농경지토양의 유기염소계 농약의 잔류평가, 한국환경농학회지 1982; 1(1): 1-13.  
 서윤주, 문화희, 김인기, 김성환. 토양 중의 중금속 자연함유량에 관한 연구, 국립환경연구원 1982.  
 식품의약품안전청. <http://www.kfda.go.kr>, 2004.  
 오윤근, 김정호. 유기염소계 잔류농약이 제주도 연안 해양 환경에 미치는 영향, 한국수질보전학회지 1997; 13(3): 317-324.  
 유홍일, 이해근, 전성환. 농약잔류분석방법, 동화기술 1991.  
 이서래, 이해근, 허장현. 토양 중 농약잔류 허용기준 설정을 위한 자료, 한국환경농학회지 1996; 15(1): 128-144.  
 이성환, 홍종욱. 개정 농약학, 향문사 2002.  
 이현정. 경북 북부지역 재배한약재와 토양의 중금속 함량 연구, 대구한의대학교, 박사학위논문 2003.  
 이해근, 이영득, 박영선, 신용화. 주요 하천에 대한 농약잔류 실태조사, 한국환경농학회지 1983; 2(2): 83-89.  
 조정희, 김도훈, 김혜수, 오미현, 강인호, 심영훈, 황완균, 명승윤, 최병기. 유통 한약재 중 내분비계 장애물질로서의 잔류농약에 관한 연구, 생약학회지 2000; 31(4): 455-458.  
 조해진, 황인숙, 최병현, 배청호, 김명희. 한약재 중의 잔류농약 분석 - GC에 의한 18종 잔류농약의 분석, 생약학회지 2001; 32(3): 200-211.  
 정영호, 박영선. 농약학, 1990; 316-317pp.  
 한국한의학연구원. 한약재의 품질관리와 안전성확보를 위한 연구- 잔류농약 및 중금속 허용기준과 세포독성의 연구, 1998.  
 한국한의학연구원. 한약 품질 표시와 감별 표준화, 2001.  
 한상배. 다용 한약재의 산지별 중금속 농도에 관한 연구, 상지대학교, 박사학위논문 1998.  
 AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., 1975.  
 Buchel KH. Chemistry of Pesticides, J. Wiley & Sons, New York, 1983.  
 Doong RA, Peng CK, Sun YC, and Liao PL. Composition and distribution of organochlorine pesticide residues in surface sediments from the Wu-Shi river estuary Taiwan, Marine Pollution Bulletin 2002; 45: 246-253.  
 Skoog DA, DM West and FJ Holler. Fundamentals of analytical chemistry, 7th ed. Saunders College Publishing, 1996; 660-685pp.  
 Tomlin C. Pesticide Manual, British Crop Protection Publications, 2002.  
 Zhang Z, Hong H, Maskouki K, Chen W, Zhou J, and Xu L. Distribution of organochlorine compounds in water pore water and sediments in Xiamen harbour, Acta Oceanologica Sinica. 2000; 19: 93-102.