

경북지역 인삼 재배 환경 중 중금속의 잔류

박 문 기 · 김 정 호
대구한의대학교 보건환경학과
(2005년 12월 16일 접수; 2006년 2월 20일 채택)

Residues of Heavy metals in Culture Environment of Ginseng at Gyeongbuk, Korea

Moon-Ki Park and Jung-Ho Kim

Department of Health Environment, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-240, Korea
(Manuscript received 16 December, 2005; accepted 20 February, 2006)

To obtain the safety evaluation of the ginseng, residues of heavy metals in culture environment of ginseng on Punggi and Sangju, Kyeongbuk are surveyed. The concentration for component of ginseng on Punggi and Sangju were 14.12 mg/kg and 15.74 mg/kg, respectively. The concentration for general component such as crude fiber, ash, crude lipid, crude protein, carbohydrate, of ginseng were coincided between Punggi and Sangju. The concentration for As, Pb, Cd, and Hg in soil on Punggi were 14.24 ppb, 43.13 ppb, 8.73 ppb and 0.82 ppb, respectively. The concentration for As, Pb, Cd, and Hg in soil on Sangju were 19.20 ppb, 54.82 ppb, 15.90 ppb and 1.04, respectively. Residual heavy metals are not polluted in the soil with culture ginseng on Punggi and Sangju. The concentration for As, Pb, Cd, and Hg with ginseng on Punggi were 29.30ppb, 21.78 ppb, 1.32 ppb and 2.72 ppb, respectively. The concentration for As, Pb, Cd, and Hg with ginseng on Sangju were 3.22 ppb, 24.43 ppb, 1.44 ppb and 4.74 ppb, respectively. Also the detection concentration for As, Pb, Cd, and Hg in ginseng were also lower than the Korea Food & Drug Administration advisory level for heavy metal in herbal medicines. Residual heavy metals are not polluted in the ginseng on Punggi and Sangju at Kyeongbuk, Korea.

Key Words : Heavy metals, As, Pb, Cd, Hg, Ginseng, Korea Food Drug Administration, Punggi, Sangju

1. 서 론

약사법에 의한 한약재라 함은 '한약' 또는 '한약제제'를 제조하기 위하여 원료로 사용되는 생약으로 원료 의약품에 해당한다고 할 수 있으며, 그 목적에 합당한 품질관리를 해야 한다. 여기서 한약재 품질관리란 한약의 산지, 채취, 건조, 가공, 포장, 저장에 대한 관리로서 최적의 관리로 약성을 보존, 증강시킴으로서 유효성, 안정성, 안전성이 보장된 약재확보를 목적으로 하는 것이다. 따라서 한방산업의 근간이 되는 한방자원을 대상으로 안전성을 확보할 필요가 있다¹⁻³⁾. 한약재의 품질평가는 한약재의 안전성 및 유효성에 대한 기준 확보와 한약재 재배농

가의 수익과 관련 산업의 부가가치 창출에 기여할 수 있는 중요한 과제이다⁴⁻⁶⁾.

이에 식품의약품안전청에서는 생약의 유해물질 허용기준 및 시험방법을 규제한 식품의약품안전청 고시 제2001-50호(2001년)에 중금속의 허용기준을 제시하고 있다. 여기서는 중금속의 허용기준을 중금속 종류별로 구분하지 않고 중금속 전체량을 합산한 총량으로 허용기준을 30 ppm으로 정하였다⁷⁾.

한약재의 안전성에 문제를 일으키는 중금속은 극히 미량일지라도 인체의 기능을 장해할 수 있는 유독금속 (As, Pb, Cd, Hg, Cr, Ni 등)과 발암성, 돌연변이성의 측면에서 유전자에 영향을 미치는 유전독성금속 (As, Ni, Se, Sn, Sb, Te, Bi 등)이 있다⁸⁾. 따라서 생약 중 중금속별 허용기준을 설정하여 규제할 필요가 있는데, 중국에서는 As, Pb, Cd, Hg를 각각 2.0 ppm, 8.0 ppm, 0.3 ppm, 0.2 ppm으로, 캐나다에서는 2.0 ppm, 8.0 ppm, 0.3 ppm, 0.2 ppm으로

Corresponding Author : Moon-Ki Park, Department of Health Environment, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-240, Korea
Phone: +82-53-819-1420
E-mail: moonki@dhu.ac.kr

설정하였다. 또한 WHO에서는 As, Pb, Cd를 각각 1.0 ppm, 10.0 ppm, 0.3 ppm으로, 태국은 각각 4.0 ppm, 10.0 ppm, 0.3 ppm으로 설정하였다. 싱가포르에서는 As, Pb, Hg를 각각 5.0 ppm, 20.0 ppm, 0.5 ppm으로 설정하였다⁷⁾. 이에 국내에서도 국제적인 흐름에 맞게 식품의약품안전청에서는 2005년 10월 생약 중 중금속 종류별 허용기준을 식품의약품안전청고시 제2005-62호로 고시하였으며 2006년 5월부터 시행한다. 여기서 As는 3.0 ppm, Pb는 5.0 ppm, Cd는 0.3 ppm, Hg는 0.2 ppm으로 4가지의 중금속별 허용기준을 제시하고 있다⁷⁾. 따라서 중금속 종류별 허용 기준에 따라 생약 중 중금속의 오염현황을 파악하고 위해도를 평가하여 국내에서 소비되는 생약의 안전성을 확보할 필요가 있다.

경상북도는 전국 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^{8,9)}.

이에 경상북도 북부지역의 인삼자원에 대한 우수농산물관리(GAP : Good Agricultural Practice)가 필요하며, 더불어 유해물질의 안전성 평가가 필요하다¹⁰⁾. 일반적으로 생약 중 중금속등의 유해물질을 평가할 때 시료를 일반시중이나 한약 상회를 통해 구매하고 있어 재배토양이나 환경에 대한 자료가 없는 경우가 많았다^{11,12)}. 따라서 인삼 중 유해물질 평가 시에는 재배과정 중 인삼 재배 토양과 여기서 재배된 인삼 중 중금속의 잔류량을 동시에 검토함으로써 안전성을 평가할 수 있다. 또한 경북지역 인삼 중 중금속 잔류량이 제2005-62호의 식품의약품안전 기준에 부합되는지 여부의 안전성을 새로이 평가할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 식품의약품안전청에서 고시한 생약의 중금속 잔류 허용기준에 따라 경상북도 풍기 및 상주지역의 인삼 재배 환경 중 중금속의 잔류를 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시험 포장 및 시료채취

인삼재배 시험포장은 경북북부지역의 인삼 주 재배 지역인 영주의 풍기와 최근 인삼재배지역으로 확장되고 있는 상주를 택하였다. 풍기포장은 풍기읍에서 약 5 km 거리에 위치하고 있는 논으로 2001년 인삼을 파종하여 재배하고 있다. 상주포장은 상주시에서 약 10 km 거리에 위치하고 있으며, 약 4%의

경사진 야산 하단부에 위치한 밭이다. 인삼 재배 전에는 과수원이었는데 2001년 인삼을 파종하여 재배하고 있다.

토양과 인삼의 분석시료 채취는 2004년 6월, 7월, 8월로 3회 실시하였으며, 3반복 분석하였다. 토양의 물리화학적 특성은 토양화실험법에¹³⁾ 준하여 분석하였다. 인삼은 일반성분과 중금속을 분석하였다.

2.2. 인삼의 일반성분 분석

인삼 중 일반성분분석은 식품공전분석법에 준하였다⁷⁾. 일반성분으로는 수분, 회분, 조지방, 조단백질, 조섬유, 탄수화물, 나트륨을 분석하였다.

인삼성분 함량 분석은 식품공전에 준하여 100 mesh의 표준체를 통과한 시료 약 5 g을 달아 250 mL의 환류용 플라스크에 취하였다. 부탄올용액 50 mL를 가하고 70~80°C 수욕에서 1시간 환류 냉각한 후 식히고 여과한 다음 250 mL 분액여두에 옮겼다. 잔류물에 대하여 위의 조작을 2회 더 반복한다. 분액여두에 증류수 50 mL를 가한 다음 격렬히 흔들어 물 층과 부탄올 층이 완전히 분리될 때까지 정치하였다. 아래의 물 층을 제거하고 부탄올 층을 미리 항량으로 한 농축플라스크에 옮겨 수욕 중에서 감압 농축한 다음 그 잔류물에 에테르 50 mL를 가하고 약 46°C의 수욕에서 30분간 환류 냉각하고 에테르를 제거하였다. 잔류물은 항량이 될 때까지 건조하고 데시케이터에서 냉각한 후 무게를 달아 인삼성분의 함량을 구하였다⁷⁾.

2.3. 중금속 분석

As, Pb 및 Cd를 분석하기 위한 전처리로 토양시료는 먼저 토양을 풍건 시킨 다음 10 mesh 체를 통과시킨 시료 10 g을 취하였다. 여기에 0.1N HCl 50 mL(As 경우는 1N HCl)을 가한 후 30°C에서 1시간 수평진탕(100회/분)하였고, 이를 Whatman GF/B 여과지로 여과하였다.

인삼시료의 전처리는 습식 분해법인 킬달 분해법을 이용하였다. 먼저 인삼 시료 5 g을 취하여 여기에 질산 40 mL를 가한 후 시계접시를 덮고 95°C에서 가열한 후 식힌 다음 황산 20 mL를 가해 가열하여 암색이 되면 질산 3 mL 가한 후 무색이 될 때까지 가열한다. 냉각 후 증류수 50 mL과 포화 수산화암모늄 용액 25 mL 가한 후 황산의 흰 연기가 발생할 때까지 가열 후 냉각하고 Whatman GF/B 여지로 여과하여 분석시료로 하였다. 여기서 토양과 인삼의 전처리된 분석시료를 Agilent ICP-MS 4500으로 분석하였다^{7,12)}.

한편 인삼 및 토양 중 Hg의 분석은 금 아말감법에 의해 전처리 없이 시료를 일정량 취하여 Automatic

Table 1. Physico-chemical properties of soil in experimental plot for Ginseng

	Particle size distribution(%)			Soil texture	pH (1:5)	OM (%)	T-N (%)	C E C (me/100g)	Exchangeable cation(me/100g)		
	Sand	Silt	Clay						Ca	Mg	K
Punggi	68.9	19.0	12.1	L	5.5	1.96	1.06	11.82	5.46	0.85	0.13
Sangju	61.1	24.9	14.0	SL	4.3	1.46	0.96	7.11	5.25	0.77	0.12

mercury analyzer(Leco AMA 254)을 이용하여 분석하였다^{7,12)}.

3. 결과 및 고찰

3.1. 인삼재배 환경

인삼 재배 시험포장 토양의 물리화학적 특성은 Table 1과 같았다. 풍기 토양은 sand, silt, clay가 각각 68.9%, 19.1%, 12.1%로 사양토였다. 상주 토양은 sand, silt, clay가 각각 61.1%, 24.9%, 14.0%로 양토였다. 풍기와 상주의 유기물 함량은 각각 1.96%, 1.46%였으며, 양이온치환용량(C.E.C)은 각각 11.82 me /100 g, 7.11 me /100 g이었다. 따라서 야산에 위치한 상주의 밭토양 보다는 풍기의 논토양이 유기물과 양이온치환용량(C.E.C)이 높았으므로 더 비옥하였다.

3.2. 인삼의 일반성분

일반성분으로는 수분, 회분, 조지방, 조단백질, 조섬유, 탄수화물, 나트륨을 분석한 결과 Table 2와 같았다. 조지방, 조단백질, 탄수화물은 풍기인삼에서 각각 1.35%, 3.79%, 20.29%였고, 상주인삼에서 각각 1.85%, 3.78%, 21.97%로 풍기와 상주 인삼이 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 수분, 회분, 조섬유, 나트륨 등의 일반성분도 풍기와 상주인삼에서 큰 차이가 없었다.

특히 풍기와 상주의 인삼성분 함량은 Fig. 1과 같이 각각 14.12 mg/kg과 15.74 mg/kg으로 큰 차이가 없었다. Table 1과 같이 재배토양의 물리화학적 특성이나 재배환경이 상의 하였으나 인삼의 일반성분을 포함한 인삼성분함량은 큰 영향을 받지 않았다. 경북북부의 인삼 주생산지는 풍기였으나, 최근 인삼 생산량이 상주지역에서도 크게 증가하고 있다⁹⁾. 따라서 경북북부의 인삼재배지역이 풍기에 이어 상주로도 다원화 될 수 있음을 시사하고 있다.

3.3. 토양 중 중금속

재배토양 중 중금속을 분석한 결과 Table 3과 같았다. 풍기의 인삼 재배지 토양 중 As는 14.24 ppb, Pb는 43.13 ppb, Cd는 8.73 ppb, Hg는 0.82 ppb이었다.

또한 상주의 인삼 재배지 토양 중 As는 19.20 ppb, Pb는 54.82 ppb, Cd는 15.90 ppb, Hg는 1.04

ppb였다. Cd의 경우 서운주¹⁴⁾ 등이 보고한 우리나라 토양중의 Cd 자연함유량은 20~1090 ppb이며, 평균 144 ppb이다. 여기서 시험포장의 Cd 함량은 풍기가 8.73 ppb와 상주가 15.90 ppb으로 우리나라 토양 중 자연 함유량과 비교하여보면 매우 낮았다. 이와 같이 경북지역 풍기와 상주의 인삼 재배지는 토양 중 중금속의 함량이 국내의 자연 함유량 이하로 매우 낮았으므로 청정한 재배환경으로 나타났다.

3.4. 인삼 중 중금속

시험포장에서 재배된 인삼 중 중금속을 분석한 결과 Table 4와 같았다. 풍기지역 실험포장에서 재배된 인삼의 중금속 함량은 As가 29.30 ppb, Pb는 21.78 ppb, Cd는 1.32 ppb, Hg는 2.72 ppb이었다. 또한 상주지역 인삼의 중금속 함량은 As가 33.22 ppb, Pb는 24.43 ppb, Cd는 1.44 ppb, Hg는 4.74 ppb이었다. 한상백¹²⁾의 보고에 의하면 한국산 44종의 한약재의 중금속을 분석한 결과 As는 3.452±

Table 2. General component for Gingeng at Gyengbuk in 2004

Component	Unit	Punggi	Sangju
Water		67.66	63.31
Ash		1.92	1.80
Crude lipid	%	1.35	1.85
Crude protein		3.79	3.78
Crude fiber		5.00	5.29
Carbohydrate		20.29	21.97
Na	mg/100g	19.72	18.68

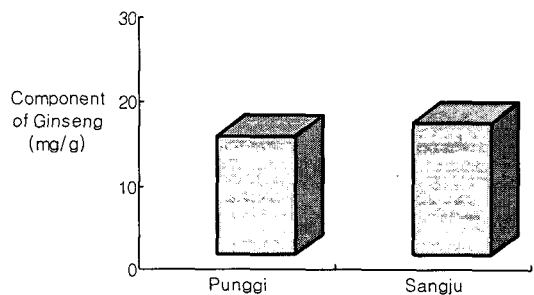


Fig. 1. Component of ginseng at Gyengbuk in 2004.

Table 3. Concentration of heavy metals in soil cultured ginseng at Gyengbuk in 2004

	Punggi				Sangju			
	Jun	Jul.	Aug.	Mean±SD	Jun	Jul.	Aug.	Mean±SD
	ppb(μg/kg)				ppb(μg/kg)			
As	13.12	15.72	13.90	14.24 ± 1.33	19.71	17.59	20.32	19.20 ± 1.43
Pb	40.24	42.79	46.36	43.13 ± 3.07	58.79	50.20	55.49	54.82 ± 4.33
Cd	7.64	10.21	8.35	8.73 ± 1.32	15.64	16.98	15.10	15.90 ± 0.96
Hg	0.91	0.99	0.56	0.82 ± 0.22	1.25	1.09	0.79	1.04 ± 0.23

1.041 ppm, Cd은 1.346±1.041 ppm, Pb은 2.854±3.135 ppm, Hg은 1.080±1.563 ppm으로 검출되었다고 보고하였다. 김중욱¹¹⁾ 등은 국내 7개 지역에서 10종의 한약재 중 중금속을 분석한 결과 As는 70-1900 ppb, Cd은 10-380 ppb, Hg은 10-390 ppb 검출되었다. 따라서 경북 영주와 상주지역에서 재배된 인삼의 중금속 함량은 국내의 여러 한약재의 중금속 농도보다 낮았다.

일반적으로 재배지 토양과 한약재 중의 중금속 농도는 비례관계를 보인다. 이현정⁹⁾은 대구경북의 산약 집산지에서 산약 재배 토양과 산약 중의 Fe, Mn, Cu, Zn 농도를 비교하였는데 상관관계를 보였다고 하였다. 따라서 중금속의 함량이 낮은 청정한 토양 재배환경에서 재배한 풍기와 상주의 인삼은 중금속 농도도 낮았다.

식품의약품안전청에서 고시한 2005-62호(2005년)의⁷⁾ 생약 중 허용기준으로 As의 3000 ppb Pb의 5000 ppb, Cd의 300 ppb, Hg의 200 ppb과 비교하기 위해 백분율(%)로 환산하여 보면 Fig. 2와 같다. 풍기인삼의 As는 허용기준에 0.97%, Pb는 0.43%, Cd는 0.04%, Hg는 0.13%이다. 그리고 상주인삼의 As는 허용기준에 1.10%, Pb는 0.48%, Cd는 0.04%, Hg는 0.23%이다. 풍기와 상주 인삼 중 중금속은 모두 식품의약품안전청 고시 허용기준보다 2%이하로 매우 낮았다. 이와 같이 풍기와 상주인삼에서 중금속의 농도가 매우 낮은 것은 풍기와 상주의 인삼 재배 환경이 중금속에 의해 오염되지 않았음을 나타내고

있으며, 중금속으로부터 안전함을 의미한다.

4. 결 론

본 연구에서는 경북지역 인삼의 안전성을 평가하기 위해 재배환경 중 인삼의 일반성분과 중금속을 검토하였다.

풍기와 상주인삼의 일반성분으로 수분, 회분, 조지방, 조단백질, 조섬유, 탄수화물, 나트륨은 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 인삼성분 함량은 풍기와 상주인삼이 각각 14.12 mg/kg과 15.74 mg/kg으로 큰 차이가 없었다.

풍기의 인삼 재배지 토양 중 As는 14.24 ppb, Pb는 43.13 ppb, Cd는 8.73 ppb, Hg는 0.82 ppb이었다. 또한 상주의 인삼 재배지 토양 중 As는 19.20 ppb, Pb는 54.82 ppb, Cd는 15.90 ppb, Hg는 1.04 ppb였다.

풍기지역 인삼 중 As는 29.30 ppb, Pb는 21.78 ppb, Cd는 1.32 ppb, Hg는 2.72 ppb이었다. 또한 상주지역 인삼 중 As는 33.22 ppb, Pb는 24.43 ppb, Cd는 1.44 ppb, Hg는 4.74 ppb이었다. 이는 식품의약품안전청고시 2005-62호(2005년)로 고시된 허용기준의 약 2%이하 수준이었다. 그러므로 풍기, 상주지역의 인삼은 식품의약품안전청이 고시한 중금속의 허용치 이하로 안전한 한약자원이었다.

이와 같이 경북지역 풍기와 상주의 인삼은 재배환경은 상의하였으나, 인삼의 일반성분과 인삼성분은 비슷하였다. 또한 중금속 함유량 만을 기준으로 볼 때 청정한 재배토양에서 재배된 풍기와 상주 인

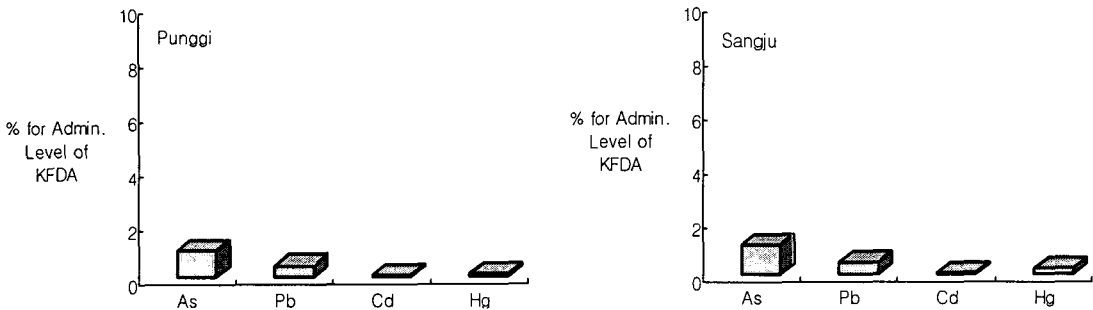


Fig. 2. Ratio for Korea Food & Drug Administration advisory level for heavy metal of ginseng at Gyengbuk in 2004.

삼의 중금속 함량은 식품의약품 허용 기준에 통과 될 수 있는 안전성이 확보되었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역협력연구센터 (RRC, 과제번호 R12-2003-002-03003-0)의 지원을 받아 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Kim, J. H., J. Gan, W. J. Farmer, S. K. Papiernik, R. S. Dungan and S. R. Yates, 2003, Organic Matter Effects on Phase Partition of 1,3-Dichloropropene in Soil, J. Agric. Food Chem., 51, 165-169.
- 2) 김택겸, 김장억, 2000, Microwave를 이용한 한약재 중의 잔류농약 추출, 농약과학회지, 4(3), 60-67.
- 3) 한국한의학연구원, 1998, 한약재의 품질관리와 안전성확보를 위한 연구- 잔류농약 및 중금속 허용기준과 세포독성의 연구, pp. 2-25.
- 4) 김정호, 2003, 물 및 토양 중 유기염소계 농약의 분석, 한국환경과학회지, 12(12), 1315-1320.
- 5) 조정희, 김도훈, 김혜수, 오미현, 강인호, 심연훈, 황완균, 명승윤, 최병기, 2000, 유통 한약재 중 내분비계 장애물질로서의 잔류농약에 관한

연구, 생약학회지, 31(4), 455-458.

- 6) 조해전, 황인숙, 최병현, 배청호, 김명희, 2001, 한약재 중의 잔류농약 분석 - GC에 의한 18종 잔류농약의 분석, 생약학회지, 32(3), 200-211.
- 7) 식품의약품안전청, 2005, <http://www.kfda.go.kr>
- 8) 이현정, 2003, 경북 북부지역 재배한약재와 토양의 중금속 함량연구, 대구한의대학교, 박사학위논문, pp. 4-30.
- 9) 김정호, 2004, 경북 상주의 인삼 재배환경 중 유기염소계 농약 및 중금속의 잔류, 한국환경독성학회지, 19(2), 183-189.
- 10) 한국한의학연구원, 2001, 한약 품질 표시와 개별 표준화, pp. 3-25.
- 11) 김종욱, 최호영, 조정희, 김도훈, 강인호, 심영훈, 김은경, 2002, 한약재 유해물질 모니터링 사업(I)-유통 한약재의 중금속에 관한 연구, 대한본초학회지, 17(2), 235-245.
- 12) 한상백, 1998, 다용 한약재의 산지별 중금속 농도에 관한 연구, 상지대학교, 박사학위논문, pp. 3-34.
- 13) 최정, 김연제, 신영오, 1986, 토양학시험, 형설출판사, pp. 4-50.
- 14) 서운주, 문화희, 김인기, 김성환, 1982, 토양 중의 중금속 자연함유량에 관한 연구, 국립환경연구원, pp. 5-20.