

인삼 및 인삼제품류의 중금속 함량

허수정* · 김미혜 · 박성국¹ · 이종우¹

국립독성연구원 위험성연구부, ¹식품의약품안전청

Heavy Metal Contents in Ginseng and Ginseng Products

Soo Jung Hu*, Meehye Kim, Sung Kug Park¹, and Jong Ok Lee¹

Department of Risk Analysis, National Institute of Toxicological Research

¹Korea Food and Drug Administration

Contents of heavy metals, mercury (Hg), lead (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As), manganese (Mn), zinc (Zn), and copper (Cu), in ginsengs and ginseng products their safety were evaluated using a mercury analyzer, atomic absorption spectrophotometer and inductively coupled plasma spectrometer. Contents of heavy metals in ginsengs were [min-max(mean), mg/kg]; Hg 0.002-0.02 (0.007), Pb 0.018-0.39 (0.106), Cd 0.004-0.413 (0.106), As ND-0.094 (0.013), Cu 0.24-5.5 (3.2), Mn 3.18-50.4 (20.09), Zn 0.76-44.27 (13.42). Ginseng products values were; Hg 0.0001-0.002 (0.001), Pb 0.001-0.133 (0.017), Cd ND-0.07 (0.004), As ND-0.181 (0.008), Cu ND-1.1 (0.13), Mn 0.73-30.15 (1.61), Zn 0.02-13.42 (1.02), similar to those reported by other countries. Average weekly intakes of Hg, Pb and Cd from ginseng and ginseng products were 0.003, 0.01 and 0.02% of provisional tolerable weekly intake established by FAO/WHO, respectively. Our results could be utilized as important references to establish the standard of lead in ginseng and ginseng products.

Key words: ginseng, ginseng products, heavy metals, lead, cadmium

서 론

우리가 섭취하는 식품에는 여러 가지 금속물질이 함유되어 있는데 이들 중 철분 등 일부 무기질은 인체에 반드시 필요하나 납, 카드뮴 등 유해중금속들은 영양학적으로 무의미하며(1) 생체 내에 축적되어 독성을 나타내기도 한다(2). 급격한 산업의 발달로 인해 환경이 오염됨에 따라 식품의 오염도가 증가되고 있으며 이들 오염물질들은 토양, 공기 등 자연계에 다양하게 존재하며, 또한 식품의 제조·가공 및 조리과정에서도 오염될 수 있다(3).

1974년에 시작된 FAO/WHO 합동회의에서는 감시대상이 되는 화학적 오염물질(Chemical contaminant) 중 특히 중금속 오염물질로서 수은, 납, 카드뮴, 비소 등을 우선 순위로 다루기 시작하면서, 세계 각국에서는 이러한 식품오염물질의 현황조사와 방지대책 수립에 관심을 갖기 시작하게 되었다. 특히 UNEP(United Nations Environment Programme: UN 환경개발계획)에 의해 설립된 GEMS(Global Environment Monitoring System)의 일환인 FAO/WHO 합동 식품오염물질 모니터링 사업은 세계 각국의 식품에 함유된 중금속 등 오염물질의 함량에 대한 자

료를 수집, 평가하여 이에 대한 지침을 전파함으로써 적절한 식품규제나 관리 방법을 도와주고 있다. 또한 이러한 정보 등은 FAO/WHO 합동 식품규격위원회(The Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission)에 제공되어 식품 중 오염물질의 기준 설정을 위한 규제규격 작업을 지원하고 있다(3-5).

우리나라에서는 1985년부터 농산물, 수산물 등 여러 가지 식품 중 미량금속함량에 관하여 모니터링을 수행하여 오고 있으며, 1999년부터는 가공식품 중 중금속 규격과학화 사업으로 당류, 달류, 음료류 등 가공식품에 대해서도 수행해오고 있다(6-9). 그러나 인삼 및 인삼제품류의 경우 인삼에 대한 대한약전의 중금속 규격만이 30 mg/kg 이하로 설정되어 있고, 식품에서 사용 중인 인삼류에 대한 중금속 규격은 설정되어 있지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 인삼 및 인삼제품류의 중금속 함량을 조사하여, 비교·검토함으로써 식품의 안전성을 확보하고 섭취량에 대한 안전성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

우리나라 각 지역에서 유통되는 인삼 및 인삼제품류 8종(백삼, 홍삼, 수삼, 농축홍삼류, 인삼음료류, 홍삼음료류, 인삼차류, 홍삼차류) 100건을 전국(서울, 춘천, 대전, 광주, 부산)의 주요 시장이나 백화점 등에서 채취한 후 일정량을 시료로 사용하였다.

*Corresponding author: Soo Jung Hu, Department of Risk Analysis, National Institute of Toxicological Research, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-ku, Seoul 122-704, Korea
Tel: 82-2-380-1783(4)
Fax: 82-2-380-1786
E-mail: sjhu@kFDA.go.kr

Table 1. The operating condition of mercury analyzer

Classification	Heating condition	Standard solution (1 µg/mL)	Samples
Sample amount		20, 40, 60, 80 µL	100 mg
Mode selector		1	2
	1st step	1 min	10 min
	2nd step	4 min	6 min
Additive		Unnecessary	M+S+M+B+M*
Washing liquid		Distilled deionized water	
Measuring range		200 ng	
Combustion gas flow		0.5 L/min	
Carrier gas flow		0.3 L/min	

*M; Sodium carbonate anhydrous: Calcium hydroxide = 1:1(w/w), B: Aluminium oxide anhydrous, S: Sample.

Solid sample: M+S+M+B+M, Liquid sample: B+S+B+M.

Table 2. The operating conditions of ICP and AAS

ICP		AAS		
Classification	Condition	Element	Classification	Condition
Wavelength (nm)	Cd: 214.438	Pb ¹⁾	Wavelength (nm)	283.3
	Cu: 324.754		Low slit (nm)	0.7
	Mn: 260.569		Pyrolysis Temp. (°C)	900
	Zn: 213.856		Atomization Temp. (°C)	1600
Sample gas flow (L/min)	0.5	As ²⁾	Wavelength (nm)	193.7
Plasma gas flow (L/min)	10.0		Low slit (nm)	0.7
Auxiliary gas flow (L/min)	0.5		Pyrolysis Temp. (°C)	1200
			Atomization Temp. (°C)	2000

¹⁾Chemical modifier: NH₄H₂PO₄ 0.05 mg+Mg(NO₃)₂ 0.003 mg.

²⁾Reducant: 0.4% NaBH4 in 0.05% NaOH, carrier solution: 10% (v/v) HCl.

Hg 분석

수은 표준용액은 원자흡광분석용 표준원액(Wako Pure Chemical Industry Ltd., Osaka, Japan)을 사용하여 0.001% L-cysteine 용액으로 희석하여 사용하였다. 수은 측정용 첨가제로 사용된 sodium carbonate anhydrous:calcium hydroxide 혼합물(1:1, w/w)(Nippon Instrument Co., Osaka, Japan)과 aluminium oxide anhydrous(Nippon Instrument Co., Osaka, Japan)는 800°C에서 2시간 가열처리한 후, 방냉하여 사용하였다. 가열처리된 두 가지 첨가제를 고체시료와 액체시료의 경우 수은분석 용기에 Table 1의 주석과 같은 순서로 채운 후, 시료 중 수은 함량은 가열기 화금아말감법(Combustion gold amalgamation method)에 의거하여 Mercury analyzer(Model SP-3D, Nippon Instrument Co., Japan)를 사용하여 Table 1의 조건에서 분석하였다.

Pb, Cd, As, Mn, Zn, Cu 분석

납, 카드뮴, 비소 측정용 시약으로 sulfuric acid(Dong Woo Fine. Chem. Co. Ltd., Iksan, Korea) 및 nitric acid(Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd., Iksan, Korea)를 사용하였다. 중금속 표준용액은 원자흡광분석용 표준원액(Wako Pure Chemical Industry Ltd., Osaka, Japan)을 사용하여 6% H₂SO₄ 용액으로 희석하여 사용하였다. 시료 약 150 g을 정확히 달아 질산 25 mL, 황산 5 mL와 같이 퀼달플라스크에 넣어 하루 방치한 후, 질산 및 황산으로 습식분해하여 시험용액을 조제하였다. 시료 중 납, 카드뮴 등 중금속 함량은 Table 2의 조건에 따라 ICP(Model 710, Labtest Equipment Co., Australia) 및 AAS(Model 2380, Perkin Elmer, USA)를 이용하여 측정하였다.

분석정도관리(Aalytical Quality Assurance: AQA)

분석결과에 대한 정확성 및 신뢰도를 국제적으로 인정받기 위해 영국 환경식품부(Department for Environment Food and Rural Affairs)의 CSL(Central Science Laboratory) Food Science Laboratory에서 운영하는 FAPAS(Food Analysis Performance Assessment Scheme) 국제 정도관리 프로그램에 참가하여 납 등 중금속 분석에서 우수한 결과를 얻었다(10).

결과 및 고찰

백삼, 홍삼, 수삼 등의 인삼류 30건과 농축홍삼류, 홍·인삼 음료류, 홍·인삼차류 등 인삼제품류 70건 등 총 100건에 대하여 수은, 납, 카드뮴 등의 중금속 함량을 Table 3과 Fig. 1-4에 나타내었다. 조사된 인삼류의 평균 수은 함량은 0.007 mg/kg이었으며 이는 다른 연구자들의 보고치 0.01 mg/kg보다 다소 낮았다(11). 인삼류 중 백삼의 평균 수은 함량은 0.01 mg/kg으로 홍삼에 비해 높았으며, 수삼은 수분함유로 다소 낮게 나타났다. 가공된 인삼제품류의 수은 함량은 0.001 mg/kg 미만으로 매우 낮았다.

인삼류 중 평균 납 함량은 0.1 mg/kg으로 이는 다른 연구자들의 보고치 보다 다소 높게 나타났으나(11,12), 가공된 인삼제품류의 경우 0.02 mg/kg으로 인삼류에 비하여 낮게 나타났는데 이는 다른 식품원료가 혼입되고 수분함량이 더 높기 때문으로 사료된다.

또한, 인삼류 중 평균 카드뮴 함량은 0.1 mg/kg으로 다른 연구자들이 보고한 결과치와 유사하거나 다소 낮았으며(11,12),

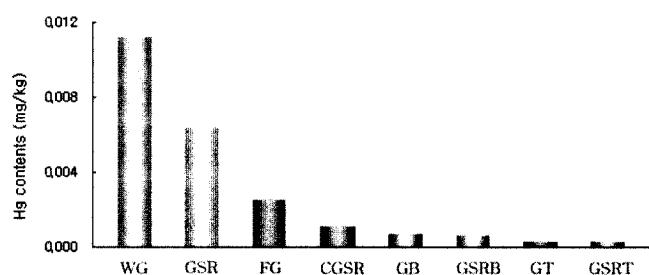
Table 3. Range and mean values of toxic metals in ginseng and ginseng products consumed in Korea

(Unit: mg/kg)

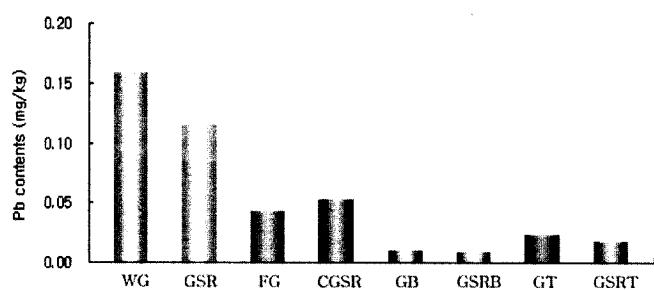
Foods	No.	Hg	Pb	Cd	As
White Ginseng	10	*0.0040-0.0200 (0.0112)	0.031-0.390 (0.159)	0.023-0.225 (0.113)	**ND-0.094 (0.038)
Ginseng Steamed Red	10	0.0040-0.0090 (0.0064)	0.023-0.243 (0.115)	0.011-0.413 (0.176)	ND-ND (ND)
Fresh Ginseng	10	0.0020-0.0040 (0.0025)	0.018-0.082 (0.043)	0.004-0.060 (0.027)	ND-ND (ND)
Sub Total	30	0.0020-0.0200 (0.0067)	0.018-0.390 (0.106)	0.004-0.413 (0.106)	ND-0.094 (0.013)
Concentrated Ginseng Steamed Red	6	0.0006-0.0018 (0.0011)	0.012-0.133 (0.053)	ND-0.070 (0.022)	ND-0.161 (0.032)
Ginseng Beverages	20	0.0003-0.0017 (0.0007)	0.001-0.039 (0.010)	ND-0.011 (0.001)	ND-ND (ND)
Ginseng Steamed Red Beverages	22	0.0002-0.0015 (0.0006)	0.001-0.041 (0.009)	ND-0.010 (0.002)	ND-0.018 (0.001)
Ginseng Tea	12	0.0001-0.0008 (0.0003)	0.009-0.034 (0.023)	0.001-0.006 (0.002)	ND-0.181 (0.029)
Ginseng Steamed Red Tea	10	0.0002-0.0004 (0.0003)	0.008-0.030 (0.018)	ND-0.005 (0.002)	ND-ND (ND)
Sub Total	70	0.0001-0.0018 (0.0006)	0.001-0.133 (0.017)	ND-0.070 (0.004)	ND-0.181 (0.008)
Total	100	0.0001-0.0200 (0.0024)	0.001-0.390 (0.043)	ND-0.413 (0.034)	ND-0.181 (0.009)

*The values express min-max(mean) of data.

**ND: Not detected (Hg, Cd, As≤0.1 μg/kg, Pb≤1 μg/kg).

**Fig. 1. Contents of Hg in ginseng and ginseng products.**

WG: White Ginseng, GSR: Ginseng Steamed Red, FG: Fresh Ginseng, CGSR: Concentrated Ginseng Steamed Red, GB: Ginseng Beverages, GSRB: Ginseng Steamed Red Beverages, GT: Ginseng Tea, GSRT: Ginseng Steamed Red Tea.

**Fig. 2. Contents of Pb in ginseng and ginseng products.**

WG: White Ginseng, GSR: Ginseng Steamed Red, FG: Fresh Ginseng, CGSR: Concentrated Ginseng Steamed Red, GB: Ginseng Beverages, GSRB: Ginseng Steamed Red Beverages, GT: Ginseng Tea, GSRT: Ginseng Steamed Red Tea.

가공된 인삼제품류의 경우 0.01 mg/kg 미만의 매우 낮은 함량을 나타내었다.

인삼류 중 평균 비소 함량은 0.013 mg/kg으로 이는 다른 연구자들의 보고치 0.071 mg/kg보다 낮게 나타났으며(11) 인삼제품류 중 평균 비소 함량은 0.008 mg/kg이었다.

일반적으로 수삼은 수분함량이 80-85%, 백삼과 홍삼은 수분함량이 12-15%이며(13) 인삼 중 건조과정을 거친 백삼, 홍삼이 수삼보다 전반적으로 중금속 함량이 높았고 인삼제품류 중 농축홍삼류의 경우도 높게 나타났는데, 이는 이들의 수분함량 차이 때문으로 사료된다.

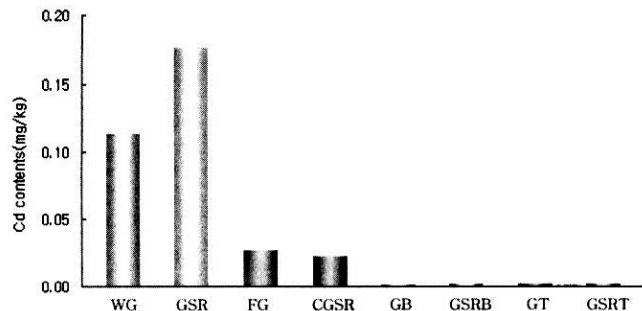
또한, 인삼제품류 중 인삼음료류의 평균 함량은 수은 0.0007 mg/kg, 납 0.01 mg/kg, 카드뮴 0.001 mg/kg, 비소 불검출로 나타났으며 홍삼음료류는 수은 0.0006 mg/kg, 납 0.009 mg/kg, 카드뮴 0.002 mg/kg, 비소 0.001 mg/kg으로 인삼음료류와 홍삼음료류의 중금속 함량에는 차이가 없었다. 현행 식품공전에서는 인

삼음료류에 대하여 카드뮴의 기준이 아직 설정되어 있지 않으며 홍·인삼음료류의 카드뮴 최고 함량인 0.01 mg/kg은 음료류에 대한 기준치 0.1 mg/kg 이하에 비해 매우 낮은 수준이었다.

또한, 홍·인삼음료류의 중금속 평균 함량을 다른 연구자들의 국내 유통 음료류 평균 함량인 수은 0.42 mg/kg, 납 4.14 mg/kg, 카드뮴 1.06 mg/kg, 비소 0.34 mg/kg과 비교해 볼 때 매우 낮게 나타났다(9).

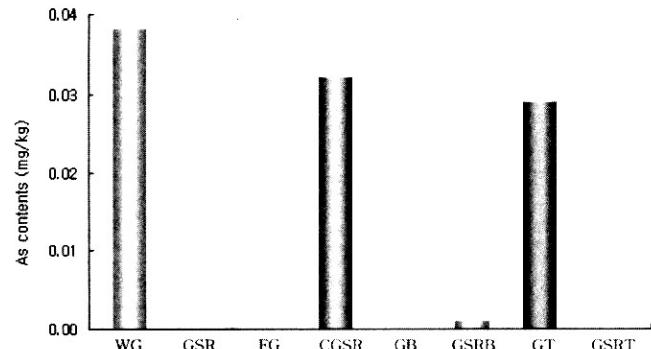
국내 유통중인 인삼제품류 등에 들어있는 구리 등 미량금속 함량은 Table 4에 나타내었다. 인삼 및 인삼제품류 중 구리, 망간, 아연의 평균함량은 각각 약 1 mg/kg, 7 mg/kg, 5 mg/kg으로 이는 다른 연구자들의 보고치보다 다소 낮았다(14). 홍삼은 망간, 아연의 평균함량이 각각 약 30 mg/kg, 22 mg/kg로 인삼류 중 가장 높은 함량을 나타내었으며, 인삼류가 가공된 인삼제품류 보다 높았다.

본 연구에서 조사된 인삼 및 인삼제품류의 섭취량은 2001 국

**Fig. 3. Contents of Cd in ginseng and ginseng products.**

WG: White Ginseng, GSR: Ginseng Steamed Red, FG: Fresh Ginseng, CGSR: Concentrated Ginseng Steamed Red, GB: Ginseng Beverages, GSRB: Ginseng Steamed Red Beverages, GT: Ginseng Tea, GSRT: Ginseng Steamed Red Tea.

민영양조사 결과 보고서(15)를 근거로 1일 1인당 섭취량은 인삼류 0.2 g, 인삼차류 0.1 g, 홍삼차류 0.1 g으로 나타났으며, 이를 이용하여 본 조사에서 얻어진 인삼제품류 중 중금속 평균 함량을 토대로 중금속 주간 섭취량을 산출하였다(Table 5). Table 5에서 보는 바와 같이 우리나라에서 유통되는 인삼 및 인삼제품류로부터 섭취되는 수은, 납, 카드뮴 함량은 FAO/WHO에서

**Fig. 4. Contents of As in ginseng and ginseng products.**

WG: White Ginseng, GSR: Ginseng Steamed Red, FG: Fresh Ginseng, CGSR: Concentrated Ginseng Steamed Red, GB: Ginseng Beverages, GSRB: Ginseng Steamed Red Beverages, GT: Ginseng Tea, GSRT: Ginseng Steamed Red Tea.

설정된 임정 주간섭취허용량(PTWI)(16)와 비교 시 0.02% 이하로 매우 낮은 수준이었다. 본 연구결과는 추후 인삼 및 인삼가공품에 대한 납 등 중금속 규격 설정에 중요한 기본 자료를 제공할 것으로 판단된다.

Table 4. Range and mean values of trace metals in ginseng and ginseng products consumed in Korea(Unit: $\mu\text{g}/\text{kg}$)

Foods	No.	Cu	Mn	Zn
White Ginseng	10	¹⁾ 2.32-5.50 (4.31)	6.09-40.24 (21.47)	6.38-32.67 (15.39)
Ginseng Steamed Red	10	0.24-5.47 (4.23)	5.17-50.40 (30.26)	0.76-44.27 (21.51)
Fresh Ginseng	10	0.55-2.29 (1.06)	3.18-17.49 (8.55)	1.77-5.20 (3.35)
Sub Total	30	0.24-5.50 (3.20)	3.18-50.40 (20.09)	0.76-44.27 (13.42)
Concentrated Ginseng Steamed Red	6	0.03-1.06 (0.43)	0.73-30.15 (8.47)	0.22-13.42 (4.51)
Ginseng Beverages	20	0.004-1.10 (0.12)	0.02-3.17 (0.46)	0.02-2.51 (0.34)
Ginseng Steamed Red Beverages	22	0.002-0.17 (0.03)	0.14-3.94 (1.13)	0.06-2.81 (0.60)
Ginseng Tea	12	0.02-0.75 (0.21)	0.06-2.43 (1.20)	0.36-1.81 (0.98)
Ginseng Steamed Red Tea	10	²⁾ ND-0.29 (0.11)	0.28-2.91 (1.30)	0.21-4.49 (1.26)
Sub Total	70	ND-1.10 (0.13)	0.73-30.15 (1.61)	0.02-13.42 (1.02)
Total	100	ND-5.50 (1.05)	0.02-50.40 (7.15)	0.02-44.27 (4.74)

¹⁾The values express min-max(mean) of data.

²⁾ND: Not detected ($\text{Cu} \leq 0.5 \mu\text{g}/\text{kg}$, $\text{Mn}, \text{Zn} \leq 1 \mu\text{g}/\text{kg}$).

Table 5. Comparison of average weekly intakes of heavy metals from ginseng and ginseng products with PTWI established by FAO/WHO

Metals (PTWI, $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.w.)	Sample	Mean (mg/kg)	Total weekly intake ($\mu\text{g}/\text{kg}$ b.w.)	PTWI (%)
Hg (5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.w.)	Ginseng	0.007	0.0002	0.0033
	Ginseng Tea	0.0003	0.000004	0.0001
	Ginseng Steamed Red Tea	0.0003	0.000004	0.0001
Pb (25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.w.)	Ginseng	0.101	0.0024	0.0094
	Ginseng Tea	0.023	0.00027	0.0011
	Ginseng Steamed Red Tea	0.018	0.00021	0.0008
Cd (7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.w.)	Ginseng	0.07	0.0016	0.0233
	Ginseng Tea	0.002	0.00002	0.0003
	Ginseng Steamed Red Tea	0.002	0.00002	0.0003

¹⁾PTWI: Provisional Tolerable Weekly Intake.

²⁾b.w.: body weight.

요 약

본 연구는 국내 유통 중인 인삼 및 인삼제품류 8종 100건에 대하여 중금속 함량을 조사·평가하고자 수행하였다. 유도결합 플라즈마분광기(ICP), 원자흡광광도계(AAS) 및 수은분석기 등을 이용하여 납, 카드뮴 등 중금속을 측정하였다. 인삼(n=30) 중 납 등 중금속 함량은 다음과 같았다[min-max(mean), 단위 mg/kg]. Hg은 0.002-0.02(0.007), Pb은 0.018-0.39(0.106), Cd은 0.004-0.413(0.106), As는 불검출-0.094(0.013), Cu는 0.24-5.5(3.2), Mn 3.18-50.4(20.09), Zn은 0.76-44.27(13.42). 또한 인삼제품류(n=70)에 대한 중금속 함량은 다음과 같았다[min-max(mean), 단위 mg/kg]. Hg은 0.0001-0.002(0.001), Pb은 0.001-0.133(0.017), Cd는 불검출-0.07 (0.004), As는 불검출-0.181(0.008), Cu는 불검출-1.1(0.13), Mn은 0.73-30.15(1.61), Zn는 0.02-13.42(1.02). 본 연구결과, 우리나라 국민의 인삼 및 인삼제품류를 통한 수은, 납, 카드뮴 섭취량은 FAO/WHO에서 설정한 잠정주간섭취허용량의 0.003%, 0.01%, 0.02%로 매우 낮게 나타났다.

문 헌

1. Reilly C. Metal contamination of food. 1st edition. Elsevier science publishers LTD. London, UK pp. 3-11 (1980)
2. Reilly C. Metal contamination of food. 2nd edition. Elsevier science publishers LTD. London, UK pp. 15-22 (1991)
3. FAO/WHO. The Contamination of Food. Food and Agriculture Organization of United Nations. pp. 4-9 (1992)
4. FAO/WHO. Assessment of dietary intakes of chemical contamination Food and Agriculture Organization of United Nations. pp. 53-57 (1992)
5. Galal-Gorchev H, Jelinek CF. A review of the dietary intakes of chemical contaminants. Bull. World Health Organization 63: 945-962 (1985)

6. Sho YS, Kim JS, Chung SY, Kim MH, Hong MK. Trace metal contents in fish and shellfishes and their safety evaluations. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 549-554 (2000)
7. Chung SY, Kim M, Sho YS, Won KP, Hong MK. Trace metal contents in vegetables and their safety evaluation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 32-36 (2001)
8. Kim M, Jang MI, Chung SY, Sho YS, Hong MK. Trace metal contents in cereals, pulses and potatoes and their safety evaluations. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 364-368 (2000)
9. Kim M, Lee YD, Kim EJ, Chung SY, Park SK, Lee JO. Heavy metal contents in beverages consumed in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 342-346 (2003)
10. FAPAS. Trace elements Series VII(44)-Report to participants in food analysis performance assessment scheme. The Food Analysis Performance Assessment Scheme, York, UK (2003)
11. Lee MJ, Lee YJ, Han SB, Moon CS, Lee YD, Jung HY, Park HR, Yoo SY, Lee SO, Choi YH, Kim HS, Lee KJ, Bang SY, Mun SS, Kim MC. A study on the heavy metal contents of medicinal plants in Korea. The Annual Report of KFDA. 2: 253-264 (1998)
12. Khan I, Allgood E, Abourashed L, Walker D, Schlenk W. Determination of heavy metals and pesticides in ginseng products. J. AOAC Int. 84: 936-939 (2001)
13. Choi JH, Byun DS, Park KD, Kim MN. Studies on stability for the quality of ginseng products. J. Korean Soc. Food Nutr. 13: 247-250 (1984)
14. Jung YY, Jung CM, Go SR, Choi KT. Comparison of Agronomic Characteristics and Chemical Component of *Panax ginseng* C.A. Meyer and *Panax quinquefolium* L. Korean J. Ginseng Sci. 19: 160-164 (1995)
15. Ministry of Health and Welfare. Report on 2001 National Health and Nutrition Survey I. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea pp. 127-140 (2002)
16. FAO. Summary of evaluations performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). ILSI, Geneva, Switzerland (1994)

(2005년 1월 24일 접수; 2005년 3월 30일 채택)