

국내에서 시판 중인 몇몇 채소류의 중금속에 관한 조사 연구

† 유 춘 철 · 김 덕 웅*

국립농산물품질관리원 시험연구소, *한양여자대학 식품영양과

Studies on the Heavy Metal Contents in Some Vegetables Sales on Markets in Korea

† Choon-Cheol Yoo and Duck-Woong Kim*

Experiment & Research Station, National Agricultural Products Quality Management Service

*Dept. of Food Nutrition, Han Yang Woman's College

Abstract

This study was conducted to estimate the contents of heavy metals "Hg, Cd, Pb, As, Zn, Cu, Cr, Mn" in some vegetables which were produced in Korea. The levels of heavy metals were determined using a mercury analyzer, an ICP(inductively coupled plasma spectrometer) and an AAS(atomic absorption spectrophotometer) after wet digestion. The values of heavy metals "mean(mini.~maxi.)" ppm(mg/kg) in some vegetables(raw of perilla leaf, chard, small water dropwort, water dropwort, kale, bud of aralia, pumpkin(round type) and pumpkin(long type) were as follows ; Hg : 0.0021(0.0006~0.0054) mg/kg, Cd : 0.0035(ND*~0.0377) mg/kg, Pb : 0.0191(0.0023~0.0928) mg/kg, As : 0.0757(ND~0.5294) mg/kg, Zn : 2.6299(0.4478~6.8567) mg/kg, Cu : 1.0261(0.2046~8.9417) mg/kg, Cr : 0.1535 (0.0240~0.4982) mg/kg, Mn : 3.2476(0.3283~9.8280) mg/kg. This results showed that Mn was generally similar to previous reports and Cd, Hg, Pb were lower than other reseaches, but As was little higher or Zn, Cu, Cr were higher than the levels of those reported contents in some vegetables on domestic supermarkets in Korea, Although tolerable limit of Hg and Cd is not in a regulation of WHO/FAO, these mean levels(Pb, As, Zn, Cu) are lower than recommended levels of WHO/FAO, Pb "0.1~2.0" mg/kg, As "1.0" mg/kg, Zn "5.0" mg/kg and Cu "0.1~50" mg/kg from vegetables in "the tolerable contents of food" by the FAO/WHO, therefore some vegetables has set to evaluate their safeties.

* ND : below detection limit

Key words : heavy metals, mercury, cadmium, lead, arsenic, vegetables

서론

원소 중 금속 원소는 86종에 달하며, 이들 중 생체의 기능 유지에 필요한 필수 금속은 약 27종으로 필요량에서 부족하거나 다량일 때면 건강장해를 일으킨다. 대다수의 금속은 영양학적으로 무의미하며 그 중에도 동식물체에 유해성이 큰 유해 금속으로는 대부

분 중금속으로서 수은(Hg), 카드뮴(Cd), 납(Pb), 비소(As), 주석(Sn), 크롬(Cr), 아연(Zn), 구리(Cu), 망간(Mn) 등이 이에 해당한다. 이들 금속의 농도, 존재하는 화학성, 배설속도, 건강상태 등 다양한 인자에 따라 생체에서의 유해 여부에 차이가 있다¹⁻³⁾.

그런데 중금속은 자신이 가지고 있는 독성뿐만 아니라 축적성이 있어 먹이 연쇄에 따라 크게 농축된다.

† Corresponding author : Choon-Cheol Yoo, Experiment & Research Station, National Agricultural Products Quality Management Service, 560, Dangsang-dong 3 street, Yongdungpo-gu, Seoul, Korea.

Tel : +82-2-2165-6130, Fax : +82-2-2165-6005, E-mail : spring@naqs.go.kr

특히 수은, 카드뮴, 납은 식품 중에서 공통적으로 볼 수 있는 독성물질로 생체조직과 강한 결합을 하여 생체 내에 축적되어 천천히 제거되는 유해 금속이다. 식품의 중금속 오염은 우발적인 경우도 있지만 더 큰 문제는 물, 토양, 대기오염 등이 심한 지역에서 재배된 농작물, 오염된 수역이나 해역에서 양식하거나 어획한 수산물의 농축된 생물을 인간이 섭취했을 때 크게 문제가 된다¹⁻⁴⁾.

더욱이 급격한 산업의 발달과 다양한 제품의 이용 증대에 따라 환경오염도 날로 증대되어 1974년 FAO/WHO 합동회의에서는 감시대상이 되는 화학오염물질 중 특히 중금속의 오염물질로서 수은, 카드뮴, 납, 비소 등을 우선 순위로 다루기 시작하면서 식품 오염 물질의 현황 조사와 방지 대책 수립이 이루어지기 시작하였다. 특히 UNEP(United Nations Environment Program: UN 환경개발계획)에 의해 설립된 GEMS(Global Environment Monitoring System)의 일환으로 FAO/WHO 합동 식품오염물질 모니터링 사업은 세계 각국의 식품에 대한 중금속 오염함량의 자료를 수집, 평가하고 이에 대한 지침으로 적절한 식품규제나 관리방법을 도와주고 있다⁵⁾.

우리나라에서 금속에 대한 조사 및 연구는 주로 영양적인 면에서 다루어져 오다가, 식품위생학적 측면에서 미량 금속을 조사하기 시작한 것은 1967년 농촌진흥청 이⁶⁾가 국내산 쌀 시료 중 농약의 수은 잔류량 검사를 필두로 1970년대와 1980년대에 농산물 중 곡류, 두류, 채소류, 과실류의 중금속 함량에 대한 연구^{7-12,15-19)}가 많은 연구자들에 의해 이루어졌고 아울러 토양에 대한 연구^{10,13-17,19)}도 1980년대에 병행해 이루어지기 시작하였다. 그리고 국립보건원에서는 정기적으로 1985년부터 1991년까지는 수산물을 대상으로, 1992년부터 1996년까지는 농산물²⁰⁻²⁴⁾을, 1997년은 담수어, 1998년은 향신료 등 일부 식품에 대한 미량금속의 모니터링(monitoring)사업을 실시한 바 있다. 또 그 이후 2000년대에는 식품의약품안전청(KFDA) 등²⁵⁻³¹⁾에서도 중금속 함량에 대한 조사 연구가 이루어져 오고 있다.

본 연구에서는 식품 중 유해성 중금속에 대해 최근의 보고가 없거나 일부 보고된 몇몇 채소류를 선택해, 과연 우리가 일상 식생활에서 섭취하는 식품의 오염 여부를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

실험재료로는 2004년 8월 10일부터 10월 10일까지 전국에서 재배된 1년생 채소류 중 엽채류인 깻잎, 근대, 논미나리, 발미나리, 케일, 땅두릅과 과채류인 둥근 애호박 및 긴 애호박의 8종 32건을 선택하여 서울 가락시장, 농협이 운영하는 서초동 소재 하나로 마트 등에서 판매하는 시판 원료와 서울시 강동구 하일동 지역에서 유기농법에 의해 본 연구자가 직접 재배한 깻잎, 근대, 케일, 둥근 애호박 등 농산물 일부를 시료로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 시료의 전처리

수집한 원료를 흐르는 수돗물에 브러쉬 등으로 씻은 후 3차 증류된 탈이온수로 2회 씻고 2-3시간 방치하여 물기를 제거한다. 잘게 썰은 채소류를 ware blender로 균질하게 갈아 시료로 사용하거나 또는 밀폐된 플라스틱 용기에 담아 -18°C에서 냉동 보관 후 분석 시 실온에서 해동하여 시료로 사용하였다.

(1) Cd, Pb, As, Zn, Cu, Cr, Mn의 전처리

AOAC method³²⁾에 따라 분쇄한 시료 20-25 g을 정확히 칭량하여 500 mL Kjeldahl flask에 넣고 진한 H₂SO₄ 20 mL와 진한 HNO₃ 40 mL를 각각 넣은 후 약 12시간 방치 후 가열판에서 서서히 가열한다. 암갈색으로 변하면 실온으로 냉각한 후 진한 HNO₃ 20 mL를 넣고 서서히 가열하여 무색 내지 연한 노란색으로 되면 완전히 분해된 것으로 한다. 그리고 분해된 시료를 실온으로 냉각하여 50 mL mass flask에 옮기고 정확히 50 mL가 되도록 눈금에 맞추어 시료용액으로 사용하였다.

(2) Hg 분석시료의 전처리

AOAC method³²⁾에 따라 분쇄한 시료 10-15 g을 전처리 칭량하여 500 mL 환저 flask에 넣고 boiling stirrer 및 HNO₃ 40 mL와 H₂SO₄ 20 mL를 각각 넣은 후 환류냉각기를 설치하여 가열판에서 4시간 동안 서서히 가열한 후 이산화질소(-NO₂)의 적갈색 연기 발생이 거의 없어질 때까지 약 2시간 동안 끓인다. 이 때 플라스틱내의 용액이 무색~엷은 황색이 되지 않을 때는 방냉 후 HNO₃ 약 20 mL를 첨가하여 가열한다. 방냉 후 이 분해액에 20% 요소액 10 mL를 첨가, 환류냉각기를 다시 부착하여 약 30분간 가열하여 끓인다. 이 내용액을 250 mL mass flask에 옮긴 후 환저플라스크 및 환류냉각기 내부를 씻은 후 그 세척액을 모아서 정용해서 시료액으로 한다.

2) 미량금속 분석

Hg, Cd, Pb, As, Zn, Cu, Cr, Mn의 분석에는 AOAC method³²⁾에 의했으며, 사용된 시약은 특급시약으로 다음과 같고, 증류수는 탈이온수를 사용하였다.

(1) Hg 측정용 시약

- ① HNO₃(Merk제 특급), H₂SO₄(Merk제 특급), HCl (Merk제 특급)
- ② Urea(Sigma 특급) ; 특급시약 20 g을 100 mL의 3차 증류수에 용해
- ③ SnO₂(Junse 특급)
- ④ 환원제는 HCl(20% W/V)에 SnCl(25% W/V)을 분석할 때마다 새로운 시약을 만들어 사용하였다.

(2) Cd, Pb, As, Zn, Mn 측정용 분해 시약

H₂SO₄(Merck제) 및 HNO₃(Merck제)의 특급시약을 사용하였다.

(3) 표준용액

Cd, Pb, As, Zn, Cu, Cr, Mn의 미량금속은 유도결합 플라즈마분광기(ICP : inductively coupled plasma spectrometer)에 사용되는 분석용 표준용액을 5% HNO₃ 용액으로 녹이고, 원자흡광광도계(AAS : Atomic absorption spectrophotometer)기에 사용되는 분석용표준용액에서 Hg는 0.5 M H₂SO₄ 용액으로 용해해, Table 1의 기기조건에서 Table 2와 같이 희석하여 표준용액으로 사용하였다.

(4) 분석

수은은 원자흡광광도계(AAS : model spectra 880, Varian Co. Australia)에 vapor generation 장치를 부착하여 cold vapor 법에 따라 Table 1과 같은 조건하에서 분석하였다.

카드뮴, 납, 비소, 아연, 구리, 크롬, 망간의 분석을 위해 500 mL 킬달플라스크에 시료 25 g을 정확히 달아 물 30 mL, 질산 25 mL, 황산 5 mL를 넣어 실온에서 하루 방치한 후 산분해하고 최종 50 mL로 하여 시험용액을 만들어 Table 1의 조건에 따라 유도결합플라즈마분광기(ICP : model ultima Jobin Yvon, France)를 이용하여 측정하였다. 또한 각 금속별 회수율도 시료분석할 때와 동일한 방법으로 측정하였다.

(5) 회수율 실험

시료 15건마다 1개를 선택하여 Hg는 5 µg, Cd는 20

Table 1. The operating conditions of ICP and AAS

ICP		AAS	
Classification	Condition	Classification	Condition
Wavelength (nm)	Cd : 214.438	Wavelength Hg : 253.7 (nm)	
	Pb : 220.353		
	As : 193.696		
	Zn : 213.856		
	Cu : 324.754		
	Cr : 267.716		
	Mn : 257.610		
Sample gas flow (L/nm)	0.60	Lamp current (mA)	4.0
Plasma gas flow (L/nm)	20.0	Slit width (nm)	0.5
Auxiliary gas flow (L/nm)	5.0	Support gas	argon

Table 2. Concentration of the trace metal standard solution

Element	Concentration (mg/kg)		
	High	Medium	Low
Hg	0.03	0.02	0.01
Cd	1	0.5	0.1
Pb	0.1	0.05	0.01
As	0.1	0.05	0.01
Zn	5	1	0.5
Cu	5	1	0.5
Cr	0.1	0.05	0.01
Mn	30	20	10

µg, Pb는 50 µg, As는 20 µg, Zn은 150 µg, Cu는 50 µg, Cr는 100 µg, Mn은 100 µg을 가하여 각 금속의 함량을 분석할 때와 동일한 방법으로 3회 측정, 평균하여 Table 3과 같은 결과를 얻었다.

결과 및 고찰

각 중금속별 회수율은 Table 3에서 보는 바와 같이 평균 89~96%로 비교적 보통 이상의 수준이었다. 국

Table 3. Recovery of trace metals in root vegetables

Elements	Recovery(%)
Hg	93.09
Cd	91.57
Pb	90.63
As	89.11
Zn	93.21
Cu	95.45
Cr	92.35
Mn	93.35

내에서 시판 중인 깻잎, 근대, 발미나리, 논미나리, 케일, 땅두릅, 둥근 애호박, 긴 애호박의 엽채류 등 8종에 대한 Hg, Cd, Pb, As, Zn, Cu, Cr, Mn의 함량 범위와 평균치를 보면 Table 4와 5에 나타내었다.

Table 4. Contents of Hg, Cd, Pb, As metals in vegetables (mg/kg, raw basis)

Metal	Samples	Minimum	Maximum	Mean	SD
Hg	Perilla leaf	0.0017	0.005	0.0026	0.0121
	Chard	0.0021	0.0029	0.0025	0.0015
	Small water dropwort	0.0016	0.0045	0.0025	0.0012
	Water dropwort	0.0006	0.0019	0.0012	0.0021
	Kale	0.0011	0.0054	0.0032	0.0017
	Aralia shoots	0.0007	0.0011	0.0009	0.0026
	Summer squash (round type)	0.0015	0.0022	0.0019	0.0026
	Summer squash (long type)	0.0015	0.0028	0.0021	0.0087
Cd	Perilla leaf	ND	0.0014	0.0005	0.0001
	Chard	ND	0.0022	0.0011	0.0002

Table 4. Countinued

Metal	Samples	Minimum	Maximum	Mean	SD
Cd	Small water dropwort	ND	0.0003	0.0001	0.0000
	Water dropwort	ND	0.0377	0.0189	0.2069
	Kale	ND	0.0138	0.0069	0.0031
	Aralia shoots	ND	ND	ND	-
	Summer squash (round type)	ND	0.0006	0.0003	0.0006
	Summer squash (long type)	ND	ND	ND	-
	Perilla leaf	0.0135	0.0241	0.0181	0.0093
	Chard	0.0074	0.0150	0.0112	.0044
Pb	Small water dropwort	0.0099	0.0869	0.0108	0.0474
	Water dropwort	0.0154	0.0928	0.0541	0.0535
	Kale	0.0023	0.0049	0.0036	0.0014
	Aralia shoots	0.0086	0.0212	0.0139	0.0065
	Summer squash (round type)	0.0177	0.0331	0.0254	0.0153
	Summer squash (long type)	0.0094	0.0213	0.0154	0.0071
	Perilla leaf	ND	0.0096	0.0320	0.0067
	Chard	0.0058	0.1035	0.0547	0.0908
As	Small water dropwort	ND	0.0124	0.0031	0.0027
	Water dropwort	0.0132	0.0568	0.0350	0.0303
	Kale	ND	0.0224	0.0112	0.0186

Table 4. Continued

Metal	Samples	Minimum	Maximum	Mean	SD
As	Aralia shoots	0.3303	0.5294	0.4614	0.1135
	Summer squash (round type)	ND	0.0164	0.0082	0.0177
	Summer squash (long type)	ND	ND	ND	-
Total		0.4434	1.6241	0.8028	

Table 5. Contents of Zn, Cu, Cr, Mn metal in vegetables (mg/kg, raw basis)

Metal	Samples	Minimum	Maximum	Mean	SD
Zn	Perilla leaf	3.5830	6.8567	5.5663	1.5216
	Chard	0.6854	1.9057	1.2956	0.7008
	Small water dropwort	0.5652	4.3620	2.0652	0.9058
	Water dropwort	0.4478	5.9496	3.1987	0.0493
	Kale	2.4361	3.4286	2.9323	0.7654
	Aralia shoots	3.4699	3.9591	3.7878	0.2755
	Summer squash (round type)	0.9370	1.6294	1.2832	0.4070
Cu	Summer squash (long type)	0.6809	1.1384	0.9097	0.3710
	Perilla leaf	1.2740	3.1606	2.0312	0.8906
	Chard	0.5411	0.5192	0.3815	0.3158
	Small water dropwort	0.2398	8.9417	2.9469	1.1628
	Water dropwort	0.2046	1.0539	0.6293	0.4659
	Kale	0.3819	0.4422	0.4126	0.0441
	Aralia shoots	0.9716	1.4455	1.2413	0.2436

Table 5. Continued

Metal	Samples	Minimum	Maximum	Mean	SD
Cu	Summer squash (round type)	0.2358	0.2794	0.2576	0.0413
	Summer squash (long type)	0.2743	0.3429	0.3086	0.0576
	Perilla leaf	0.0814	0.4982	0.2494	0.2176
Cr	Chard	0.0240	0.0444	0.0342	0.0217
	Small water dropwort	0.0394	0.2323	0.1066	0.1409
	Water dropwort	0.2458	0.4097	0.3278	0.1854
	Kale	0.1650	0.4610	0.3130	0.1755
	Aralia shoots	0.0490	0.1227	0.0879	0.0370
	Summer squash (round type)	0.0381	0.0534	0.0457	0.0444
	Summer squash (long type)	0.0324	0.0944	0.0634	0.0352
Mn	Perilla leaf	1.6803	5.9239	3.8021	2.3303
	Chard	1.0481	1.1325	1.0903	0.0727
	Small water dropwort	3.3347	6.9291	4.3604	0.7454
	Water dropwort	3.2964	9.8280	6.5622	0.0427
	Kale	1.5678	3.2252	2.3965	0.9201
	Aralia shoots	5.0429	6.1694	5.6221	0.5639
	Summer squash (round type)	0.3616	2.3270	1.3443	1.0780
Summer squash (long type)	0.3283	1.2770	0.8027	0.5381	

1. 수 은(Hg : Mercury)

수은은 자연계에 널리 분포되어 있으며 옛날부터 화장품, 의약품, 도료 등에 사용되어온 금속으로, 수은 광산, 화학공장, 아말감, 체온계, 수은 전지 등에서 오염되며, 오늘날 농작물에 대한 오염원으로는 페닐초산수은 등 수은계 농약의 토양오염, 공장폐수, 도시하수의 농경지로의 유입을 들 수 있다. 특히 일본에서 일어난 사건으로 중추신경마비증상을 일으키는 유기수은 중독인 Minamata병은 어패류 오염으로 유명하다. 이러한 환경에 의하여 농산물에 축적되어지는 것은 어패류에 비하면 매우 적은 것으로 알려져 있으며, WTO의 자료에 의하면 식품에서 무기형태로 존재하는 수은 함량은 20 µg/kg 이하로 알려져 있다.¹⁻⁴⁾

본 연구 결과는 Table 4에서와 같이, 깻잎의 Hg 함량은 평균 0.0026 mg/kg(최대 : 0.0035)으로, 근대는 0.0025 mg/kg(0.0029), 밭미나리는 0.0025 mg/kg(0.0045), 논미나리는 0.0012 mg/kg(0.0019), 케일은 0.0032 mg/kg (0.0054), 땅두릅은 0.0009 mg/kg(0.0011), 둥근 애호박은 0.0019 mg/kg(0.0022), 긴 애호박은 0.0021 mg/kg (0.0028)로 나타났고 전체 채소류의 Hg의 평균 함량은 0.0169 mg/kg(최소 0.0006~최대 0.0054)으로 나타났다.

이는 재배되는 토양의 종류나 지역에 따라 1982년 서 등^{13,14)}과 1986년 노 등¹⁷⁻²⁰⁾에 의해 그 차이가 밝혀진 바 있고, 또 농작물의 종류에 따라서도 순수한 수은의 자연함유량인 비오염토양에서 경작하거나 아니면 주변 환경오염으로부터 오염된 토양으로부터 경작하여 재배된 농산물에는 흡수나 축적에 차이가 있음을 1993년 이³⁾가 정리한 내용을 비롯하여 구체적인 내용들이 보고되었다. 즉, 1976년 이 등⁹⁾이 채소류, 수삼 중 수은의 평균치와 최고치를 보면 각각 0.03 mg/kg, 0.05 mg/kg으로 나타났고, 1986년 조¹⁸⁾는 인천시 일원(공업지역, 주거지역, 그린벨트)에서 6종의 채소류 중 수은의 평균치는 0.01 mg/kg으로, 깻잎은 평균 0.031 mg/kg(0.017~0.107)으로, 호박은 전 지역에서 불검출되었다. 2001년 정 등²⁸⁾은 전국(서울특별시 및 8도)에서 채취한 채소류 중 호박의 경우 수은은 평균 0.001 mg/kg(0.0001~0.0022)으로 보고하였다. 따라서 외국의 경우 green vegetables에서 생물중량 당 Hg의 평균농도 함량을 보면 영국은 1999년 0.002 mg/kg으로 보고됨으로써 영국과 비슷한 수준으로 나타난 것을 볼 수 있다¹⁾. 그리고 우리나라에서 채소류의 콩나물의 수은함량에 대한 잠정규정은 과거 총 수은이 0.1 mg/kg이하로 규정된 바 있다³⁴⁾.

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 논미나리로 0.0006 mg/kg, 최고치는 케일

로 0.0054 mg/kg으로 나타났고, 전체 평균은 0.0169 mg/kg으로 나타나 영국과 비슷하나 채소의 종류에 따라 불규칙적인 차이가 있으며 일반적으로 기준에 보고된 자료와 다소 낮은 범위의 수준임을 보였다.

2. 카드뮴(Cd : Cadmium)

카드뮴은 아연과 함께 공존하며, 기구나 기계의 도금, 콘덴서, 건전지 제조, 도료 제조 등으로부터의 오염과 납의 제련 시 생기는 폐수와 농작물의 재배 시 사용하는 비료에서 오염되는 것으로 알려져 있다. 특히 일본에서 발생한 사건으로 통증과 골연화증을 일으키는 Itai itai병은 어패류와 쌀의 오염으로 유명하다.^{1,3,4)}

본 연구의 결과에서 Cd의 평균 함량(최대 함량)은 깻잎의 경우 0.0005 mg/kg(0.0014), 근대는 0.0011 mg/kg (0.0022), 밭미나리는 0.0001 mg/kg(0.0003), 논미나리는 0.0189 mg/kg(0.0337), 케일은 0.0069 mg/kg(0.0138), 땅두릅은 ND mg/kg(ND), 둥근 애호박은 0.0003 mg/kg (0.0006) 그리고 긴 애호박은 ND mg/kg(ND)으로 나타났고 전체 평균함량은 0.0035 mg/kg(최소 ND~최대 0.0337)으로 나타났다.

1984년 홍과 박¹⁵⁾의 채소류 중 카드뮴의 평균치와 최고치는 경기도 기흥면 고속도로변이 각각 0.08 mg/kg, 0.16 mg/kg이고, 비교적 오염이 덜하다고 하는 수원시 천천동은 각각 0.04 mg/kg, 0.08 mg/kg으로 나타났으며 1986년 조¹⁸⁾는 인천시 일원(공업지역, 주거지역, 그린벨트)의 6종의 채소류에서 평균치가 0.03 mg/kg으로, 깻잎은 평균 0.012 mg/kg(0.011~0.040)으로 나타났고, 호박은 전 지역에서 불검출되었다. 2001년 정 등²⁸⁾은 전국(특별시 및 8도)에서 채취한 채소류 중 호박의 경우 카드뮴은 평균 0.008 mg/kg(0.001~0.0150)으로 보고하였다. 2002년 전 등³¹⁾은 충청 이남(청주, 대전 이남)지역에서 채취한 깻잎에서 Cd의 함량은 평균 0.004 mg/kg(0.0006~0.0155 mg/kg)으로 보고되었다. 한편 외국의 경우 green vegetables(other vegetables)에서 생물중량 당 Cd의 평균 농도 함량을 보면 영국은 1996년 0.006(최대 0.008) mg/kg으로 보고됨으로써 영국보다는 상당히 낮은 수준으로 나타난 것을 볼 수 있다¹⁾.

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 깻잎 등 전 품목에서 불검출로 나타났고, 최고치는 논미나리로 0.0377 mg/kg으로 나타났으며, 전체 평균은 0.0035 mg/kg으로 나타나 기존보다는 대부분 낮은 수준의 차이를 보였다.

3. 납(Pb : Lead)

납은 자연계에 널리 분포되어 있으며 납은 납 정련

공장, 납관, 상수도형 납관, 활자 합금, 강통 등의 납땀 및 용접, 도로나 안료, 자동차의 anti-knocking, 축전지의 전극, 도자기의 유약, 총탄 등에 널리 사용되어 오염되고 있으며 특히 농작물의 오염은 살충제 농약인 비산납 등에 의한 토양오염 때문에 축적된다. 납 중독 시 적혈구의 헤모글로빈을 감소시켜 빈혈을 일으키고, 유기납의 경우는 중추신경계 장애를 유발하는 급속이다^{1,3,4)}.

본 연구 결과에서 Pb의 평균함량(최대함량)은 깻잎의 경우 평균 0.0181 mg/kg(최대 : 0.0241), 근대 0.0112 mg/kg(0.0150), 밭미나리 0.0108 mg/kg(0.0869), 논미나리 0.0541 mg/kg(0.0928), 케일 0.0036 mg/kg(0.0049), 땅두릅 0.0139 mg/kg(0.0212), 둥근 애호박 0.0254 mg/kg(0.0331), 긴 애호박 0.0154 mg/kg(0.0213)으로 나타났고, 전체 평균함량은 0.0191 mg/kg(최소 0.0023~최대 0.0928)으로 나타났다.

우리나라의 식품별 납규격 중 채소음료나 인삼음료 등은 0.3 mg/kg이하로 되어 있다³⁴⁾.

1984년 홍과 박¹⁵⁾의 채소류 중 납의 평균치와 최고치는 고속도로변이 각각 0.28 mg/kg, 0.75 mg/kg이고, 비오염구역이 각각 0.18 mg/kg, 0.40 mg/kg으로 나타났다. 1986년 노 등¹⁷⁾의 보문에서 고지대 토양에서의 중금속농도 중 납은 3.726(0.340)으로 보고하였다. 1986년 조¹⁸⁾는 인천시 일원(공업지역, 주거지역, 그린벨트)의 6종의 채소류는 평균치가 0.47 mg/kg으로, 깻잎은 평균 0.558 mg/kg(0.081~0.920)으로, 호박은 공업지역에서만 0.572 mg/kg으로 보고하였다. 2001년 정 등²⁸⁾은 전국(특별시 및 8도)에서 채취한 채소류 중 호박의 경우 납은 평균 0.036 mg/kg(0.002~0.276)으로 보고되었다. 2002년 전 등³¹⁾은 충청 이남(청주, 대전 이남)지역에서 채취한 깻잎에서 Pb의 함량은 평균 0.0143 mg/kg(0.0002~0.0471 mg/kg)으로 보고하였다. 2002년 정 등²⁹⁾은 한국의 7개 지역(서울, 금산, 제천, 전주, 대구, 광주, 부산)에서 유통되는 것을 채취하여 측정된 결과 국내산 천마의 경우 총체적으로 보면 Pb는 평균 479.7 ng/g(ND~1311.6)을 볼 수 있다. 한편 외국의 경우 green vegetables에서 생물 중량당 Pb의 평균 농도 함량을 보면 영국은 1998년 0.01~0.02 mg/kg, 일본은 1981년 0.090~0.257 mg/kg, 카나다는 1987년 0.006~0.254 mg/kg, 스페인은 1996년도에 0.005~0.045 mg/kg으로 보고 됨으로써 영국을 제외하고는 상당히 낮은 수준으로 나타난 것을 볼 수 있다¹⁾. WHO/FAO의 합동식품규격위원회에서 “금속류에 대한 식품 중의 허용량”에서 납의 경우 0.1~2.0 mg/kg이 허용되어 있다⁴⁾.

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 깻잎에서 0.0023 mg/kg으로 나타났고, 최고치는 논미나리로 0.0928 mg/kg으로 나타났으며, 전체 평균은 0.0191 mg/kg으로, 기존보다는 일반적으로 낮게 나타났다. WHO/FAO에서 규정한 식품의 허용량인 0.1~2.0 mg/kg인 것보다는 매우 낮아 안전한 수준임을 볼 수 있다.

4. 비 소(As : Arsenic)

비소는 지각(earth crust)의 황화합물로 많이 함유되어 있기 때문에 특히 토양, 물 및 동식물에 함유되어 있으나 오염은 유리 제조, 황산 제조나 합금 및 염료 등의 화학공업, 의약품 등과 특히 농산물에는 살충제 농약으로 비산납, 비산석회 등에 의해 잔류오염으로 축적된다. 식물에 함유되어 있는 형태는 대부분 독성이 적은 유기비소 형태로 알려져 있다. 일본에서는 비소에 오염된 분유에서 많은 사망자가 발생한 사건이 있다. 증상은 어느 때나 홍진 등의 피부 발진과 위장 증상 및 신경 증상도 수반된다^{1,3,4)}.

본 연구 결과에서 As의 평균함량(최대함량)은 깻잎의 경우 평균 0.0320mg/kg(최대 : 0.0096), 근대 0.0547 mg/kg(0.1035), 밭미나리 0.0031 mg/kg(0.0124), 논미나리 0.0350 mg/kg(0.0568), 케일 0.0112 mg/kg(0.0224), 땅두릅 0.4614 mg/kg(0.5294), 둥근 애호박 0.0082 mg/kg(0.0164), 긴 애호박 ND mg/kg(ND)으로 나타났고, 전체 평균함량은 0.0757 mg/kg(최소 ND~최대 0.5294)으로 나타났다.

1986년 조¹⁸⁾는 인천시 일원(공업지역, 주거지역, 그린벨트)에서 6종의 채소류 중 깻잎은 평균 0.006 mg/kg(0.010~0.016), 호박은 전 지역에서 검출되지 않았다. 2001년 정 등²⁸⁾은 전국(특별시 및 8도)에서 채취한 채소류 중 호박의 경우 비소는 평균 0.011 mg/kg(0.001~0.0380)으로 보고하였다. 2002년 전 등³¹⁾은 충청 이남(청주, 대전 이남) 지역에서 채취한 깻잎에서 As의 함량은 평균 0.0084 mg/kg(0.0002~0.0317 mg/kg)으로 보고하였다. WHO/FAO의 합동식품규격위원회에서 “금속류에 대한 식품 중의 허용량”에서 비소의 경우 1.0 mg/kg으로 되어 있다⁴⁾.

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 깻잎, 밭미나리, 케일, 둥근 애호박이나 긴 애호박에서 불검출(ND)로 나타났고, 최고치는 땅두릅으로 0.5294 mg/kg으로 나타났으며, 전체 평균은 0.0757 mg/kg으로 기존보다는 대부분 높게 나타났으나 WHO/FAO의 식품 허용량인 1.0 mg/kg보다는 매우 적은 것을 볼 수 있어 안정된 수준임을 알 수 있다.

5. 아연(Zn : Zinc)

아연은 구리와 합금(놋쇠), 아연 도금 등에 많이 사용하였고, 70여종 이상의 효소에 필수 원소로 존재한다. 아연 결핍은 용혈성 빈혈, 고혈압 등을 일으킬 수 있다. 과잉 섭취로 인한 아연열 등의 아연중독은 드물지만 아연 도금한 관에 들어 있는 음료를 섭취하거나 아연 도금한 용기 사용으로 위장관 장애와 설사가 일어난다고 보고하고 있다. WHO/FAO에서는 식품 중 아연허용량은 식품 kg당 5.0 mg 이하로 규정되어 있다⁴⁾.

본 연구 결과에서 Zn의 평균함량(최대함량)은 깻잎의 경우 5.5663 mg/kg(6.8567), 근대는 1.2956 mg/kg(1.9057), 밭미나리는 2.0652 mg/kg(4.3620), 논미나리는 3.1987 mg/kg(5.9496), 케일 2.9323 mg/kg(3.4286), 땅두릅 3.7878 mg/kg(3.9591), 둥근 애호박 1.2832 mg/kg(1.6294), 긴 애호박 0.9097 mg/kg(1.1384)으로 나타났고 전체 채소류 중 아연의 평균함량은 2.6299 mg/kg(최소 0.4478~최대 6.8567)으로 나타났다.

1986년 조¹⁸⁾는 인천시 일원(공업지역, 주거지역, 그린벨트)에서 6종의 채소류 중 깻잎은 평균 1.589 mg/kg(0.289~4.341), 호박은 평균 0.563 mg/kg(0.204~1.318)으로 보고되었다. 2001년 정 등²⁸⁾은 전국(특별시 및 8도)에서 채취된 채소류 중 호박의 경우 아연은 평균 2.09 mg/kg(0.57~5.26)으로 보고하였다. 2001년도 식품성분표³⁵⁾에 의하면 생것에서 100g당 논미나리와 밭미나리는 각각 0.3 mg, ND mg. 케일은 0.3 mg, 땅두릅은 0.1 mg, 동양애호박과 서양호박은 모두 0.3 mg으로 조사되었다. 한편 외국의 경우 green vegetables에서 생물중량 당 Zn의 평균 농도 함량을 보면 영국은 1999년 3.4 mg/kg으로 보고됨으로써 영국보다는 낮게 나타난 것을 볼 수 있다¹⁾. WHO/FAO의 합동식품규격위원회에서의 “금속류에 대한 식품 중의 허용량”에서 아연의 경우 5.0 mg/kg(식품)으로 허용되어 있다⁴⁾.

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 논미나리에서 0.4478 mg/kg으로 나타났고, 최고치는 깻잎으로 6.8567 mg/kg으로 나타났으며, 전체 평균은 2.6299 mg/kg으로 나타나 기존보다는 높게 차이를 보였으나 WHO/FAO에서 식품의 허용량인 5.0 mg/kg을 감안하면 대체적으로 안전한 수준임을 볼 수 있다.

6. 구리(Cu : Copper)

구리는 자연계에 널리 분포되어 있는 필수 금속이다. 구리는 전열성이 좋아 전선, 동파이프, 가열장치 소재, 합금용기 등에 널리 사용, 오염되고 있다. 구리 결핍 시 헤모글로빈 합성의 결손은 저색소성 빈혈을

나타내고 구리는 치토크롬 산화효소 등 산화효소의 구성성분이고 과량의 구리를 섭취를 하면 구토, 설사, 복통, 두통, 경련 및 혼수, 황달 등을 일으킨다⁴⁾.

본 연구 결과에서 Cu의 평균함량(최대함량)은 깻잎의 경우 2.0312 mg/kg(3.1606), 근대 0.3815 mg/kg(0.5192), 밭미나리 2.9469 mg/kg(8.9417), 논미나리 0.6293 mg/kg(1.0539), 케일 0.4126 mg/kg(0.4422), 땅두릅 1.2413 mg/kg(1.4455), 둥근 애호박 0.2576 mg/kg(0.2794), 긴 애호박 0.3086 mg/kg(0.3429)으로 나타났고, 전체 채소류의 구리 평균함량은 1.0261 mg/kg(최소 0.2046~최대 8.9417)으로 나타났다.

1986년 조¹⁸⁾는 인천시 일원(공업지역, 주거지역, 그린벨트)에서 채배된 채소류 중 깻잎의 구리 함량은 평균 0.798 mg/kg(0.209~2.850)으로, 호박은 평균 0.100 mg/kg(0.072~0.279)으로 보고하였다. 2001년 정 등²⁸⁾은 전국(특별시 및 8도)에서 채취한 채소류 중 호박의 경우 구리는 평균 0.77 mg/kg(0.18~5.94)으로 보고하였다. 2001년 도 식품성분표³⁵⁾에 의하면 생 것에서 100g당 논미나리와 밭미나리는 각각 0.10mg, 0.06 mg, 케일은 0.05 mg, 땅두릅은 0.05 mg, 애호박과 서양호박은 모두 0.07 mg으로 조사되었다. 한편 외국의 경우 green vegetables에서 생물중량당 Cu의 평균농도 함량을 보면 1999년 0.84 mg/kg으로 보고됨으로써 영국보다는 약간 높게 나타났음을 알 수 있다¹⁾. WHO/FAO의 합동식품규격위원회에서는 “금속류에 대한 식품 중의 허용량”에서 구리의 경우 0.1~50 mg/kg(식품)의 범위로 허용되어 있으나 50 mg/kg까지 높은 것은 코코아나 초콜릿에 본래 구리 함량이 많은 것을 감안한 것이다⁴⁾.

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 논미나리에서 0.2046 mg/kg으로 나타났고, 최고치는 밭미나리로 8.9417 mg/kg으로 나타났으며, 전체 평균은 1.0261 mg/kg으로 나타났다. 기존보다는 일반적으로 다소 높게 차이를 보였으나 WHO/FAO에서 식품의 허용량인 0.1~50 mg/kg으로 볼 때는 낮은 범위의 수준임으로 안전하다고 볼 수 있다.

7. 크롬(Cr : Chromium)

크롬은 자연계에서 Cr³⁺과 Cr⁶⁺의 화합물로 존재하며 합금, 도금, 염료 및 페인트, 피혁 가공, 촉매제, 세라믹, 시멘트, 유리산업, 요업 등의 산업에 사용, 오염되어 왔으며 현재 타이어 제조 시에도 사용되어지는 것으로 알려져 있다. 증상은 알레르기성 피부염, 결막염, 피부궤양증 등을 유발시킨다⁴⁾.

본 연구 결과에서 Cr의 평균함량(최대함량)은 깻잎의 경우 0.2494 mg/kg(0.4982), 근대는 0.0342 mg/kg

(0.0444), 발미나라리 0.1066 mg/kg(0.2323), 논미나라리 0.3278mg/kg (0.4097), 케일 0.3130 mg/kg(0.4610), 땅두릅 0.0879 mg/kg(0.1227), 둥근 애호박 0.0457 mg/kg (0.0534), 긴 애호박 0.0634 mg/kg(0.0944)으로 나타났고 전체 채소류의 크롬 평균 함량은 0.1535 mg/kg(최소 0.0240~최대 0.4982)으로 나타났다.

2002년 전 등³¹⁾은 충청 이남(충주, 대전 이남) 지역에서 채취한 깻잎에서 Cr의 함유량은 평균 0.0366 mg/kg(0.0006~0.0991 mg/kg)으로 보고된 바 있다. 그리고 외국의 경우 green vegetables에서 생물 중량당 Cr의 평균농도 함량을 보면 영국은 0.2 mg/kg으로 영국보다는 다소 낮은 수준임을 볼 수 있다.¹⁾

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 근대에서 0.0240 mg/kg으로 나타났고, 최고치는 깻잎으로 0.4982 mg/kg으로 나타났으며, 전체 평균은 0.1535 mg/kg으로 영국보다는 낮게 나타났으나, 국내에서 보고된 자료로써 비교하기가 어렵지만 기존보다는 다소 높게 차이를 보였다. 아직도 국내에서 Cr에 대한 조사보고는 매우 드물어 더 많은 조사연구가 이루어져야겠다.

8. 망간(Mn : Manganese)

망간은 합금, 건전지, 전선, 세라믹, 성냥, 유리, 염료, 비료, 용접봉, 산화제, 사료첨가물 등에 사용된다. 망간은 필수금속으로 인산화 반응, 폴레스테롤과 지방산 합성에 관여하는 효소의 보조인자로 만성 중독이 되면 중추신경 장애와 더불어 간경화도 일으킨다⁴⁾.

본 연구 결과에서 Mn의 평균함량(최대함량)은 깻잎의 경우 3.8021 mg/kg(5.9239), 근대는 1.0903 mg/kg (1.1325), 발미나라리 4.3604 mg/kg(6.9291), 논미나라리 6.5622 mg/kg(9.8280), 케일 2.3965 mg/kg(3.2252), 땅두릅 5.6221 mg/kg(6.1694), 둥근 애호박 1.3443 mg/kg (2.3270), 긴 애호박 0.8027 mg/kg(1.2770)으로 나타났고, 전체 채소류의 망간 평균 함량은 3.2476 mg/kg(최소 0.3283~최대 9.8280)으로 나타났다.

2001년 정 등²⁸⁾은 전국(특별시 및 8도)에서 채취한 채소류 중 호박의 경우 망간은 평균 1.27 mg/kg (0.36~4.63)으로 보고하였다. 한편 외국의 경우 green vegetables에서 생물 중량당 Mn의 평균농도 함량을 보면 영국은 1999년 2.0 mg/kg으로 나타나 영국보다 높은 수준으로 나타난 것을 볼 수 있다.¹⁾

본 실험 결과 채소류 8종 중 최소치로 가장 낮게 나타난 식품은 긴 애호박으로 0.3283 mg/kg으로 나타났고, 최고치는 논미나라리로 9.8280 mg/kg으로 나타났으며, 전체 평균은 3.2476 mg/kg으로 나타나, 영국의 자료

보다 다소 높은 범위의 수준이나 정 등²⁸⁾의 호박으로 비교해 보면 기존 보고와 비슷한 수준으로 나타났다.

요약 및 결론

국내 시판 중인 1년생 채소류인 깻잎, 근대, 발미나라리, 논미나라리, 케일, 땅두릅, 둥근 애호박, 긴 애호박의 8종에 대해 중금속 함량을 조사·분석하였다. 유도결합플라스마분광기(ICP), 원자흡광광도계(AAS)를 이용하여, Hg, Cd, Pb, As, Zn, Cu, Cr, Mn의 함량을 분석한 결과는 다음과 같다.

본 조사 결과 엽채류 등 채소류의 최소~최대함량(평균함량)[mini~maxi.(mean), ppm(mg/kg)]은 Hg : 0.0006~0.0054(0.0021), Cd : ND~0.0377(0.0035), Pb : 0.0023~0.0928(0.0191), As : ND~0.5294(0.0757), Zn : 0.4478~6.8567 (2.6299), Cu : 0.2046~8.9417(1.0261), Cr : 0.0240~0.4982(0.1535), Mn : 0.3283~9.8280(3.2476)으로 나타났다, 기존 자료와 비교해 보면 일반적으로 Mn은 기존과 비슷하였고 Cd, Hg, Pb는 기존 자료보다 낮게 나타났으며, As는 다소 높게 나타났고, Zn, Cu, Cr은 높게 나타났다. 그러나 WHO/FAO에서 Hg과 Cd은 아직 규정되지 않았지만 규정된 수치인 Pb은 0.1~2.0 ppm, As : 1.0 ppm, Zn : 5.0 ppm, Cu : 0.1~50 ppm 보다 매우 안전한 수준 이하의 범위에 존재함을 알 수 있다.

감사의 글

이 논문은 한양여자대학 2003년 1기 교내연구비에 의해 수행되었음을 감사드립니다.

참고문헌

1. Conor, R. Metal Contamination of Food, 3rd ed., pp. 5-11, pp.40-76, pp.81-188. Blackwell Science Ltd, Australia. 1991
2. Jose, M. Concon. Food Toxicology(in two parts), Part B: Contamination and Additives, chapter 18, pp.1033-1073. Marcel Dekker, Inc. New York. 1988
3. Lee, SR. A Study for Food Safety. pp.142-184. Ehwa University Publishing Department, Seoul. 1993
4. Choi, SY. Contamination of Food, pp.18-20, pp.196-228. Ulsan University Publishing Department, Ulsan. 1995
5. UNEP/FAO/WHO, The Contamination of Food, UNEP,

- Nairobi. 1992
6. Lee, DS. Studies on organo-mercury residues in rice grain. *J. Korean Agri. Chem. Soc.* 8:87-100. 1967
 7. Ko, IS, Ro, CB, Song, C, Kwon, HH, Kim, KS, Chung, KH and Joo, CB. Investigation on harmful trace elements in food(1). *The Report of National Institute of Health Korea* 9:389-406. 1972
 8. Ko, IS, Ro, CB, Song, C, Kwon, HH, Kim, KS, Chung, KH, Yun, KB and Yoo, BC. Investigation on harmful trace elements in food. *The Report of National Institute of Health Korea* 10:437-453. 1973
 9. Lee, SK, Youn, JE, Lee, SH, Hur, YH and Lee, BO. Studies on the contents of the trace elements in vegetables. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.* 5:13-16. 1976
 10. Lee, DG and Lim, GT. Heavy metals in the rice and rice paddy soil of KyungNam district. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 6:73-79. 1977
 11. Kim, MC, Shim, KH, Chung, DH and Cho, KT. Heavy metal contents in different bran layers of rice. *J. Korean Agri. Chem. Soc.* 23:141-148. 1980
 12. Lee, JK, Won, KP, Lee, TS, Kim, HH, Kim, OH and Song, Cl. Study on trace elements in rice. *The Report of National Institute of Health. Korea* 16:435-439. 1979
 13. Suh, YS, Moon, HH, Kim, IK, Kim, HY, Jeon, SH and Chi, DH. A study on the background content of heavy metals in paddy soil. *Report of National Environmental Protection Institute.* 4:189-198. 1982
 14. Suh, YS, Moon, HH, Kim, IK, Kim, HY and Jeon, SH. A study on the content of heavy metals in soils of riversides. *Report of National Environmental Protection Institute.* 4:199. 1982
 15. Hong, SU and Park, SH. Studies on the pollution of heavy metal in soil and vegetable. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.* 10:33-45. 1984
 16. Kim, SJ and Ryang, HS. Studies on the heavy metals in paddy rice and soils in Jang-hang Smelter. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 18:336-347. 1985
 17. Rhu, HI, Kim, IK, Kim, HY and Jun, SH. Survey on the contamination of the hazardous substances in the agricultural land and the agricultural products. Report of National Institute of Environmental Research Korea 8:231-240. 1986
 18. Cho, TW. A study on the heavy metal contents in vegetables in In Chon Area. In Chon City, Institute of Health. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.* 12:55-61. 1986
 19. Rhu, HI, Suh, YS, Yoon, SH, Lee, MH, Yu, SJ, Hur, SN and Kim, SY. A study on the natural contents of heavy metals in paddy soil and brown rice in Korea. *The Report of National Institute of Environmental Research Korea* 10:155-163. 1988
 20. Kim, KS, Lee, JO, Sho, YS, Seo, SC, Chung, SY, Yoo, SY, Song, KH, Son, YW, Lee, HB and Kwon, WC. Study in the trace metal contents in food. *The Report of National Institute of Health, Korea* 30:365-377. 1992
 21. Kim, KS, Lee, JO, Sho, YS, Seo, SC, Chung, SY, You, SY, Song, KH, Son, YW, Lee, HB and Kwon, WC. Study on the trace metals contents in food-On the trace metals contents of vegetables and fruits produced in Korea-. *The Report of National Institute of Health* 30:366-377. 1993
 22. Kim, KS, Kim, CM, Sho, YS, Seo, SC, Jung, SY, You, SY, Song, KH, Kim, JS and Lee, HB. Study on the trace metal contents in food-on the trace metal contents of cereals, pulses and potatoes in Korea-. *The Report of National Institute of Health* 31:437-449. 1994
 23. Won, KP, Kim, CM, Sho, YS, Seo, SC, Chung, SY, You, SY, Song, KH, Kim, JS, Kim, HD and Kim, KS. The study on the trace metal contents in food - On the trace metals contents of cereals, pulses, potatoes, vegetables and fruits in Korea-. *The Report of National Institute of Health* 32:456-469. 1995
 24. Won, KP, Kim, NK, Sho, YS, Chung, SY, Yun, HK, Kim, HD and Chang, MI. A monitoring study on the trace metal contents in foods- The trace metal contents of agricultural products(cereals, legumes, root crops, vegetables and fruits) grown in Korea-. *The Annual Report of Korea Food & Drug Administration* 1:58-170. 1996
 25. Kim, MH, Chang, MI, Chung, SY, Sho, YS and Hong, MK. Trace metal contents in cereals, pulses and potatoes and their safety evaluations. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29:364-368. 2000
 26. Whang, JB, Huh, WD, Shin, DB, Ha, JH, Lee, YS and Kwon, JM. Elaboration of Heavy Metal Criteria for Natural Medicines. Korea Food Research Institute. *The Annual Report of Korea Food & Drug Administration* 4:633-634. 2000

27. Lee, HM, Lim, CJ, Yoon, EK, Kim, JW, Choi, SN, Kim, HM and Kim, PY. Risk assessment on cadmium in foods. *The Annual Report of Korea Food & Drug Administration* 4:67-77. 2000
 28. Chung, SY, Kim, MH, Sho, YS, Won, KP and Hong, MK. Trace Metal contents in vegetables and their safety evaluations. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 32-36. 2001
 29. Jung, RS, Sin, DW, Sim, Y, Lee, JH, Kim, SE, Joo, IS, Kang, SK, Kim, KH, Kim, HJ, Heo, OS and Bang, OG. Monitoring hazardous metals of natural medicines. *The Annual Report of Korea Food & Drug Administration* 6:694-704. 2002
 30. Cho, YH, Moon, JS, Chung, MS, Park SH, Kim, WS, Woo, SM, Kye, SH, Kim, CI, Kim, BH and Lee, HS. Dietary intakes and risk assessments of heavy metals in Korean foods. Korea Health Industry Development Institute. *The Annual Report of Korea Food & Drug Administration* 5:788-789. 2001
 31. Jun, WY, Nam, HS, Seo, IW, Yoon, CY, Lee, DM, Park, DH, Lee, HM, Kim, SS, Kim, HJ and Lee, KY. Study on hazardous metal contents of circulating vegetables in Korea. Gwangju Regional KFDA. *The Annual Report of Korea Food & Drug Administration* 6:162-168. 2002
 32. A.O.A.C. Official Methods of Analysis, 16th. ed., volume 1. Chapter 9 Metal in solid wastes, pp.31-46. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 1995
 33. Korea Food & Drug Administration, Food and Heavy, - Are the Safety of Heavy Metals in Food ever in Korea. pp.14. 15. Wozzin Publishing Co. Ltd. Seoul. 1999
 34. 한국식품공업협회 편 : 식품공전. 1994
 35. National Rural Living Science Institute, R.D.A., Food Composition Table, Sixth Revision, Vol. 2. 2001
-

(2005년 8월 9일 접수; 2005년 9월 20일 채택)