

우리나라 다류의 중금속 함량 및 안전성 평가

정소영* · 김정수 · 김은정 · 박성국 · 김미혜 · 홍무기 · 김명철 · 이종욱
식품의약품안전청 식품평가부

Trace Metal Contents in Tea Products and Their Safety Evaluations

So-Young Chung*, Jung Soo Kim, Eun Jeong Kim, Sung Kug Park,
Meehye Kim, Mooki Hong, Myung Chul Kim and Jong Ok Lee
Department of Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration

This study was conducted to estimate the contents of heavy metals in tea products (n=200) and to provide a scientific basis for standardization of heavy metals in the Korea Food Code. The contents of mercury (Hg), lead (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As), copper (Cu), manganese (Mn), zinc (Zn), and aluminium (Al) were determined using a mercury analyzer, an AAS (atomic absorption spectrophotometer), and ICP (inductively coupled plasma spectrometer). The values of heavy metals in tea products were [minimum~maximum (mean), mg/kg] Hg: N.D.~0.02 (0.003), Pb: N.D.~0.35 (0.03), Cd: N.D.~0.07 (0.007), As: N.D.~0.19 (0.006), Cu: N.D.~24.41 (2.73), Mn: N.D.~767.88 (66.91), Zn: N.D.~18.60 (4.54), Al: N.D.~1304.30 (85.53). These results showed that metal contents in tea products in our markets were similar to those reported in other countries. The average weekly intakes of lead, cadmium, and mercury from tea products were 0.1~0.2% of PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) that the JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) has set to evaluate their safeties.

Keywords: tea products, heavy metals, safety

서 론

산업사회의 발달로 경제적인 여유와 문화적인 혜택을 누리는 반면 이로 인한 환경오염 특히 여러 가지 중금속 물질로 인한 식품, 공기, 물 및 토양 등의 오염이 날로 증가됨에 따라 인체 역시 이러한 중금속에 노출될 위험성이 점차 커지고 있다⁽¹⁾.

WHO에 의하면 국가기관은 중금속과 같은 독성이 있는 화학물질이 국민건강에 위해한 수준으로 존재하지 않는다는 것을 보장해 주어야 할 의무와 책임이 있으며 이때 위해 여부는 식이를 통해 섭취되는 오염물질의 양을 일일섭취허용량(ADI)이나 잠정 주간섭취허용량(PTWI)과 비교 측정함으로써 가능하며 만약 이런 화학물질의 실질적 노출량이 ADI나 PTWI보다 낮다면 안전하다고 할 수 있다고 하였다⁽²⁾. 또한 Codex에서도 식품중의 오염물질이 존재함으로써 생길 수 있는 건강문제에 대한 평가를 하기 위해서는 실질적인 식이 섭취량이 ADI나 PTWI를 넘지 않는지를 측정하여야 한다고 하

였다⁽³⁾. 우리나라에서는 식품의약품안전청의 전신인 국립보건원에서 1985~1991년까지 어·패류, 1992~1996년까지 농산물, 1999년에 당류에 대한 중금속 함량 모니터링 사업을 수행하여 식품으로부터 섭취되는 중금속량을 중금속의 ADI나 PTWI와 비교 평가를 하였으나 식품공전에 규격이 설정되어 있는 다류 등 개별식품에 대한 모니터링 자료는 거의 없는 실정이다⁽⁴⁻⁶⁾.

따라서 본 연구에서는 다류제품의 납 등 개별 중금속함량을 조사하여, 우리나라 및 외국의 모니터링, 기준과 비교함으로써 안전성을 평가하고 그 결과를 향후 중금속 기준 제·개정시 과학적 근거자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

우리나라에서 유통되는 침출차[녹차(green tea), 보리차(roasted barley tea), 우롱차(oolong tea), 홍차(black tea), 결명자차(cassiae semen tea), 동규자차(malvae semen tea), 등골레차(Solomon's seal tea), 현미녹차(mixture of green tea and roasted brown rice)] 80건, 추출차[쑤차(arrowroot tea), 생강차(ginger tea), 쌍화차(herb tonic tea), 영지차(*Ganoderma lucidum* tea), 대추차(jujube tea), 구기자차(Boxthron tea), 레몬홍차(lemon black tea), 액상 우롱차(oolong tea), 액상 홍차

*Corresponding author : So-Young Chung, Department of Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-gu, Seoul 122-704, Korea
Tel: 82-2-380-1672
Fax: 82-2-382-4892
E-mail: sychung@kfda.go.kr

Table 1. Classes and types of tea products for the study

Class of tea product	Type (n)
Soaked tea ¹⁾ (80)	green tea (20), roasted barley tea (6), oolong tea (8), black tea (16), cassiae semen tea (4), malvae semen tea (8), Solomon's seal tea (10), mixture of green tea and roasted brown rice (8)
Extracted tea (40)	Solid extracted tea ¹⁾ -arrowroot tea (4), ginger tea (4), herb tonic tea (6), <i>Ganoderma lucidum</i> tea (4), jujube tea (4), Boxthorn tea (6), lemon black tea (4) Liquid extracted tea -oolong tea (4), black tea (4)
Powdered tea ¹⁾ (20)	powdered green tea (6), peanut tea (6), Job's tears tea (4), mugwort tea (4)
Fruits tea (20)	powdered citron tea ¹⁾ (6), powdered lemon tea ¹⁾ (4), liquid citron tea (6), liquid plum tea (4)
Coffee (40)	roasted coffee ¹⁾ (10), instant coffee ¹⁾ (10), formulated coffee ¹⁾ (10), liquid coffee (10)

¹⁾Solid samples; others are liquid samples.

Table 2. The operating condition of mercury analyzer

Classification	Heating condition	Standard solution (10 ng/mL)	Samples
Sample amount		50, 100, 200 µL	30~50 mg
Mode selector		1	2
	1st step	1 min	10 min
	2nd step	4 min	6 min
Additive		Unnecessary	M+S+M+B+M or B+S+B+M ^(1,2)
Washing liquid		Distilled deionized water	
Measuring range		2 ng	
Combustion gas flow		0.5 L/min	
Carrier gas flow		0.5 L/min	

¹⁾M: sodium carbonate (anhydrous):calcium hydroxide=1 : 1 (w/w), B: aluminium oxide, S: sample.

²⁾Solid sample: M+S+M+B+M; liquid sample: B+S+B+M.

(black tea)] 40건, 분말차[가루녹차(powdered green tea), 땅콩차(peanut tea), 울무차(Job's tears tea), 쑥차(mugwort tea)] 20건, 과실차[분말 유자차(powdered citron tea), 레몬차(lemon tea), 액상 유자차(liquid citron tea), 매실차(liquid plum tea)] 20건, 커피[원두커피(roasted coffee), 인스턴트커피(instant coffee), 조제커피(formulated coffee), 액상커피(liquid coffee)] 40건 등 다류 총 200건을 전국(서울, 경기도, 강원도, 충청남·북도, 경상남·북도, 전라남·북도)의 시장, 도매상 등에서 구입하여 시료로 사용하였다(Table 1).

Hg 측정용 첨가제로서 sodium carbonate anhydrous(Nippon Instrument Co., Osaka, Japan)와 calcium hydroxide(Nippon Instrument Co., Osaka, Japan)를 1 : 1(w/w)로 혼합한 것과 aluminium oxide anhydrous(Nippon Instrument Co., Osaka, Japan)를 800°C에서 2시간 가열처리하여 사용하였다. 중금속 표준용액은 원자흡광분석용 표준원액(Wako Pure Chemical Industry Ltd., Osaka, Japan)을 사용하여 Hg은 0.001% L-cysteine 용액으로, As는 0.2% HNO₃, Pb은 0.2% HNO₃, Cd, Cu, Mn, Zn, Al은 3% HNO₃ 용액으로 희석하여 사용하였다. 그 외에 sulfuric acid(Dong Woo Fine. Chem. Co. Ltd., Iksan) 및 nitric acid(Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd., Iksan)를 사용하였다. 수은 함량은 가열기화금아말감법(Combustion gold amalgamation method)⁽¹⁷⁾에 의거하여 Mercury analyzer(Model SP-3D, Nippon Instrument Co., Japan)를 사용하여 Table 2의 조건에서 분석하였다. 납 및 비소 함량은 AAS(Model 5100 ZL, Model FIAS 400, Perkin Elmer Co.,

USA)를 이용하여, 카드뮴, 구리, 망간, 아연, 알루미늄 함량은 ICP(Model XM2, GBC Co., Australia)를 이용하여 Table 3의 조건에 따라 분석하였다.

시험용액의 조제

시료 약 20 g(액상일 경우에는 100 g)을 취해서 질산 50 mL, 황산 5 mL를 킬달플라스크에 넣어 하루 방치한 후 가열하여 내용물이 암색이 되기 시작하면 질산 2~3 mL를 추가 하면서 가열을 계속하여 내용물이 미황색~무색이 되었을 때 분해를 끝낸 후 증류수로 일정량으로 하여 시험용액으로 사용하였다⁽¹⁷⁾.

회수율은 시료 20건당 하나를 선택하여 시험용액에서의 최종 농도가 Hg은 50 µg/kg, Pb, As는 0.1 mg/kg, Cd, Cu는 0.2 mg/kg, Mn, Zn, Al은 2 mg/kg 되도록 표준용액을 첨가하여 시료와 동일한 방법으로 처리한 후 측정하였다.

분석정도관리(Analytical Quality Assurance: AQA)

분석결과에 대한 정확성 및 신뢰도를 국제적으로 인정받기 위해 2000년도에 WHO의 미량금속 국제정도관리 지정기관인 영국 농림수산식품부(Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: MAFF)의 CSL(Central Science Laboratory) Food Science Laboratory에서 운영하는 FAPAS(Food Analysis Performance Assessment Scheme) 국제정도관리 프로그램에 참가하였으며 납, 비소 등 중금속 분석에 대한 분석능력을 측정 한 결과 우수한 성적을 얻었다⁽¹⁸⁾.

Table 3. 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		Temperature (°C)	900	
	Zn: 213.856		pyrolysis	atomization	11600
	Al: 396.152		As ²⁾	Wavelength (nm)	193.7
Sample gas flow (L/min)	0.5	Cell temperature (°C)		900	
Plasma gas flow (L/min)	11.0	Carrier gas flow (L/min)		50	
Auxiliary gas flow (L/min)	0.9				

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

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

결과 및 고찰

회수율

각 금속별 회수율은 Table 4와 같으며, 구리는 평균 88%, 납, 비소, 카드뮴, 망간, 아연, 알루미늄은 90~95%, 수은은 98%로 나타났다.

다류 중 중금속 함량

침출차(녹차, 보리차, 우롱차, 홍차, 결명자차, 동규자차, 등굴래차, 현미녹차) 80건, 추출차 40건, 분말차 20건, 과실차 20건, 커피 40건 등 다류 총 200건에 대한 수은, 납, 비소, 카드뮴, 구리, 망간, 아연, 알루미늄의 함량범위 및 평균치는 Table 5와 같다.

다류 종류별 수은 함량은 침출차는 불검출~0.02(0.006) mg/kg, 추출차는 불검출~0.002(0.001) mg/kg, 분말차는 0.001~0.004(0.001) mg/kg, 과실차는 불검출~0.002(0.001) mg/kg, 커피는 불검출~0.004(0.001) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 수은 평균함량은 0.003 mg/kg으로 나타났다. 일본⁽¹⁹⁾의 녹차 중 수은 함량은 0.01~0.04 mg/kg, 홍차와 인스턴트커피 중 수은 함량은 0.01 mg/kg으로 보고되었다.

다류 종류별 납 함량은 침출차는 불검출~0.35(0.062) mg/kg, 추출차는 불검출~0.06(0.016) mg/kg, 분말차는 불검출~0.12(0.022) mg/kg, 과실차는 불검출~0.03(0.004) mg/kg, 커피는 불검출~0.07(0.008) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 납 평균함량은 0.03 mg/kg으로 나타났다. 외국의 경우, 커피 중 납 함량은 호주⁽²⁰⁾는 0.01 mg/kg, 캐나다⁽²¹⁾는 0.005 mg/kg, 인도⁽²²⁾는 0.02~0.23 mg/kg, Nigeria⁽²³⁾는 0.30 mg/kg으로 보고하였다. 일본⁽²⁴⁾의 녹차 중 납 함량은 0.6~1.8 mg/kg이었으며, Nigeria⁽²³⁾의 홍차 중 납 함량은 0.50 mg/kg으로 보고되었다.

다류 종류별 카드뮴 함량은 침출차는 0.001~0.07(0.016) mg/kg, 추출차는 불검출~0.005(0.001) mg/kg, 분말차는 불검출~0.01(0.004) mg/kg, 과실차는 불검출~0.003(0.0002) mg/kg, 커피는 불검출~0.004(0.001) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 카드뮴 평균함량은 0.007 mg/kg으로 나타났다. 외국의 경우, 커피 중 카드뮴 함량은 호주⁽²⁰⁾는 0.003 mg/kg, 인도⁽²²⁾는 0.001~0.029 mg/kg, Nigeria⁽²³⁾는 0.14 mg/kg으로 보고하였고, Nigeria⁽²³⁾의 홍차 중 카드뮴 함량은 0.13 mg/kg으로 보고되었다.

Table 4. Recovery of the heavy metals in tea products

Element	Recovery (%) ¹⁾
Hg	98 ± 2.5
Pb	90 ± 5.1
As	92 ± 4.5
Cd	90 ± 4.3
Cu	88 ± 6.5
Mn	95 ± 3.6
Zn	93 ± 4.1
Al	92 ± 3.5

¹⁾n=10.

다류 종류별 비소 함량은 침출차는 불검출~0.19(0.013) mg/kg, 추출차는 불검출~0.01(0.001) mg/kg, 분말차는 불검출~0.01(0.003) mg/kg, 과실차는 불검출~0.004(0.0005) mg/kg, 커피는 불검출~0.005(0.001) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 비소 평균함량은 0.006 mg/kg으로 나타났다. 일본⁽¹⁹⁾의 녹차 중 비소 함량은 0.01 mg/kg 미만, 홍차와 인스턴트커피 중 비소 함량은 <0.01~0.10 mg/kg으로 보고되었다.

다류 종류별 구리 함량은 침출차는 0.004~24.41(5.257) mg/kg, 추출차는 불검출~0.51(0.066) mg/kg, 분말차는 0.285~4.10(1.622) mg/kg, 과실차는 불검출~1.16(0.132) mg/kg, 커피는 불검출~9.97(2.174) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 구리 평균함량은 2.73 mg/kg으로 나타났다. 인도의 커피⁽²²⁾ 중 구리 함량은 0.4~16.0 mg/kg, Nigeria⁽²³⁾의 커피와 홍차 중 구리 함량은 각각 4.8 mg/kg, 10.7 mg/kg으로 보고되었으며 일본⁽²⁵⁾의 녹차 중 구리 함량은 22~26 mg/kg으로 보고되었다.

다류 종류별 망간 함량은 침출차는 0.797~767.88(160.263) mg/kg, 추출차는 불검출~6.78(1.691) mg/kg, 분말차는 1.009~166.47(13.364) mg/kg, 과실차는 0.001~1.03(0.328) mg/kg, 커피는 0.01~16.87(5.479) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 망간 평균함량은 66.91 mg/kg으로 나타났다. 스페인⁽²⁶⁾의 액상추출차 중 망간 평균함량은 6.8 mg/kg으로 보고되었다.

다류 종류별 아연 함량은 침출차는 0.247~18.60(9.723) mg/kg, 추출차는 불검출~7.04(0.892) mg/kg, 분말차는 0.441~5.53(2.599) mg/kg, 과실차는 불검출~1.90(0.368) mg/kg, 커피는 0.109~2.75(0.855) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 아연 평균

Table 5. Contents of heavy metals in tea products in Korea

(unit: mg/kg)

Sample	No. of sample	Metal	Mean value	Standard deviation	Minimum value	Maximum value
Soaked tea	80	Hg	0.006	0.004	N.D. ¹⁾	0.02
		Pb	0.062	0.085	N.D.	0.35
		Cd	0.016	0.015	0.001	0.07
		As	0.013	0.023	N.D.	0.19
		Cu	5.257	4.627	0.004	24.41
		Mn	160.263	162.245	0.797	767.88
		Zn	9.723	3.616	0.247	18.60
		Al	185.334	246.770	8.622	1304.30
Extracted tea	40	Hg	0.001	0.0004	N.D.	0.002
		Pb	0.016	0.018	N.D.	0.06
		Cd	0.001	0.001	N.D.	0.005
		As	0.001	0.001	N.D.	0.01
		Cu	0.066	0.114	N.D.	0.51
		Mn	1.691	1.582	N.D.	6.78
		Zn	0.892	1.544	N.D.	7.04
		Al	5.028	6.419	0.132	26.96
Powdered tea	20	Hg	0.001	0.001	0.001	0.004
		Pb	0.022	0.028	N.D.	0.12
		Cd	0.004	0.003	N.D.	0.01
		As	0.003	0.002	N.D.	0.01
		Cu	1.622	1.334	0.285	4.10
		Mn	13.364	36.394	1.009	166.47
		Zn	2.599	1.375	0.441	5.53
		Al	63.699	41.235	20.365	124.64
Fruits tea	20	Hg	0.001	0.0004	N.D.	0.002
		Pb	0.004	0.009	N.D.	0.03
		Cd	0.0002	0.001	N.D.	0.003
		As	0.0005	0.001	N.D.	0.004
		Cu	0.132	0.265	N.D.	1.16
		Mn	0.328	0.363	0.001	1.03
		Zn	0.368	0.473	N.D.	1.90
		Al	3.038	2.661	0.093	7.36
Coffee	40	Hg	0.001	0.001	N.D.	0.004
		Pb	0.008	0.013	N.D.	0.07
		Cd	0.001	0.001	N.D.	0.004
		As	0.001	0.001	N.D.	0.005
		Cu	2.174	3.773	N.D.	9.97
		Mn	5.479	5.280	0.010	16.87
		Zn	0.855	0.731	0.109	2.75
		Al	18.562	20.812	N.D.	72.15
Total	200	Hg	0.003	0.004	N.D.	0.02
		Pb	0.032	0.061	N.D.	0.35
		Cd	0.007	0.012	N.D.	0.07
		As	0.006	0.016	N.D.	0.19
		Cu	2.726	4.041	N.D.	24.41
		Mn	66.909	128.192	N.D.	767.88
		Zn	4.535	4.929	N.D.	18.60
		Al	85.525	177.118	N.D.	1304.30

¹⁾N.D.: Not detected (Hg, Cu: lower than 0.5 µg/kg, Pb, Mn, Zn, Al: lower than 1 µg/kg, Cd, As: lower than 0.1 µg/kg).

함량은 4.54 mg/kg으로 나타났다. 인도의 커피⁽²²⁾ 중 아연 함량은 2.4~8.9 mg/kg, Nigeria⁽²³⁾의 커피와 홍차 중 아연 함량

은 각각 10.7 mg/kg, 20.0 mg/kg으로 보고되었다.

다류 종류별 알루미늄 함량은 침출차는 8.622~1304.30

Table 6. Average intakes of heavy metals from tea products

	Mean concentration (mg/kg)	Total weekly intake ($\mu\text{g/kg}$ body weight)	PTWI ⁽²²⁾ ($\mu\text{g/kg}$ body weight)
Hg	0.003	0.004	5.0
Pb	0.03	0.043	25.0
Cd	0.007	0.010	7.0
As (Total As)	0.006	0.009	15.0 ¹⁾
Cu	2.73	3.89	3500 ²⁾
Mn	66.91	95.24	-
Zn	4.54	6.46	7000 ³⁾
Al	85.53	121.74	7000

¹⁾JECFA established 15 $\mu\text{g/kg}$ body weight for PTWI of inorganic arsenic.

²⁾JECFA reestablished 500 $\mu\text{g/kg}$ body weight for PMDI (Provisional Maximum Daily Intake) of Cu.

³⁾JECFA reestablished 1000 $\mu\text{g/kg}$ body weight for PMTDI (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake) of Zn.

(185.334) mg/kg, 추출차는 0.132~26.96(5.028) mg/kg, 분말차는 20.365~124.64(63.699) mg/kg, 과실차는 0.093~7.36(3.038) mg/kg, 커피는 불검출~72.15(18.562) mg/kg으로 우리나라의 다류 중 알루미늄 평균함량은 85.53 mg/kg으로 나타났다. 스페인⁽²⁶⁾의 액상추출차 중 알루미늄 평균함량은 3.48 mg/kg으로 보고되었다.

본 연구에서 조사된 우리나라 다류의 납, 카드뮴, 수은 등 중금속 함량은 외국에서 보고된 연구결과와 유사하거나 낮은 수준이었다.

다류 중 납 기준과의 비교

조사한 다류 종류별 납의 평균함량은 침출차는 0.06 mg/kg으로 현행 식품공전의 납 기준⁽²⁷⁾인 5.0 mg/kg보다 훨씬 낮았으며, 추출차, 분말차, 과실차 및 커피 중 납 평균함량은 각각 0.02 mg/kg, 0.02 mg/kg, 0.004 mg/kg, 0.008 mg/kg으로 현행 식품공전의 납 기준⁽²⁷⁾인 2.0 mg/kg보다 훨씬 낮은 것으로 나타났다.

다류를 통한 중금속의 주간 섭취량

2001 국민건강·영양조사⁽²⁸⁾에 의하면 우리나라 국민의 다류섭취량은 1인 1일당 12.2 g으로 조사되었으므로 이 값과 본 조사에서 얻어진 다류 중 중금속 평균함량을 토대로 주간섭취량을 산출하였다. Table 6에서 보는 바와 같이 우리나라에서 유통되는 다류로부터 섭취하는 수은, 납, 카드뮴, 비소, 구리, 아연 등 각각의 중금속 양은 FAO/WHO에서 설정된 잠정 주간섭취허용량인 PTWI(Provisional Tolerable Weekly Intake)⁽²⁹⁾의 0.1~0.2% 이하, 알루미늄은 2.0% 이하로 낮은 수준임을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 우리나라 식품공전의 다류제품 중 중금속 함량을 파악하여 우리나라 및 외국의 모니터링, 기준과 비교함으로써 안전성을 평가하고자 하였다. 총 200건의 다류제품에 대하여 ICP, AAS 및 Mercury analyzer를 이용하여 측정된 납 등 중금속 평균함량은 Hg: 0.003 mg/kg, Pb: 0.03 mg/kg, Cd: 0.007 mg/kg, As: 0.006 mg/kg, Cu: 2.73 mg/kg, Mn:

66.91 mg/kg, Zn: 4.54 mg/kg, Al: 85.53 mg/kg으로 외국에서 보고된 결과와 유사하거나 낮은 수준이었다. 또한 우리나라 국민이 다류를 통해 섭취하는 납, 카드뮴, 수은 등 유해중금속의 섭취량은 FAO/WHO에서 설정한 PTWI의 0.1~0.2% 이하로 매우 낮았다.

문 헌

1. Lee, S.J., Kim, M.J. and Yoon, Y.H. Removal of heavy metals and detoxication of Korean green tea, oolong tea and black tea. Food Sci. Ind. 28: 17-28 (1995)
2. WHO. Guidelines for the Study of Dietary Intakes of Chemical Contaminants. WHO Offset Publication No. 87, WHO, Geneva (1985)
3. FAO and WHO. Joint FAO/WHO Food Standards Programme: Contaminants, Codex Alimentarius. Rome, Italy (1984)
4. Baik, D.W., Kwon, W.C., Shin, K.H., Kim, J.H., Kim, O.H., Sho, Y.S., Park, K.S. and Ahn, J.S. Study on the trace element contents of fish in Korean coastal waters. Rep. Natl. Inst. Health Korea 22: 471-494 (1985)
5. Baik, D.W., Kwon, W.C., Won, K.P., Kim, J.H., Kim, O.H., Sho, Y.S., Kim, Y.J., Park, K.S., Seong, D.H., Seo, S.C. and Lee, K.J. Study on the contents of trace elements in foods (On the trace element contents of shellfish in Korean coastal waters). Rep. Natl. Inst. Health Korea 23: 589-610 (1986)
6. Kwon, W.C., Won, K.P., Kim, J.W., Kim, O.H., Sho, Y.S., Kim, Y.J., Park, K.S., Sung, D.H., Lee, K.J. and Baik, D.W. Study on the contents of trace elements in foods (On the trace element contents of fish in Korean coastal waters). Rep. Natl. Inst. Health Korea 24: 733-746 (1987)
7. Baik, D.W., Kwon, W.C., Won, K.P., Kim, J.W., Sho, Y.S., Lee, H.D., Park, K.S., Seong, D.W., Lee, M.S. and Lee, K.J. Study on the contents of trace elements in foods (On the trace element contents of shellfish in Korean coastal waters). Rep. Natl. Inst. Health Korea 25: 551-564 (1988)
8. Kwon, W.C., Won, K.P., Kim, J.W., Sho, Y.S., Lee, H.D., Park, K.S., Lee, J.O., Seong, D.W., Seo, J.S., Kim, M.H., Lee, K.J. and Baik, D.W. Study on the contents of trace elements in food (On the trace element contents of fish in Korean coastal waters). Rep. Natl. Inst. Health Korea 26: 447-460 (1989)
9. Kim, K.S., Lee, J.O., Sho, Y.S., Seo, S.C., Kang, H.K., Seo, J.S., Kim, M.H., Kwon, Y.B. and Baik, D.W. Study on the trace element contents in food (On the trace element contents of shellfish in Korean coastal waters). Rep. Natl. Inst. Health Korea 27: 388-397 (1990)
10. Kim, K.S., Lee, J.O., Sho, Y.S., Seo, S.C., Kang, H.K., Yoo, S.Y.,

- Choi, B.H., Kwon, Y.B. and Baik, D.W. Study on the trace element contents in food (On the trace element contents of fish and shellfish in Korean coastal waters). Rep. Natl. Inst. Health Korea 28: 354-365 (1991)
11. Kim, K.S., Lee, J.O., Sho, Y.S., Seo, S.C., Chung, S.Y., Yoo, S.Y., Song, K.H., Son, Y.W., Lee, H.B. and Kwon, W.C. Study on the trace metal contents in food (Trace metal contents of cereals, pulses and potatoes produced in Korea). Rep. Natl. Inst. Health Korea 29: 365-377 (1992)
 12. Kim, K.S., Lee, J.O., Sho, Y.S., Seo, S.C., Chung, S.Y., You, S.Y., Song, K.H., Son, Y.W., Lee, H.B. and Kwon, W.C. Study on the trace metal contents in food (On the trace metals contents of vegetables and fruits produced in Korea). Rep. Natl. Inst. Health Korea 30: 366-377 (1993)
 13. Kim, K.S., Kim, C.M., Sho, Y.S., Seo, S.C., Chung, S.Y., Yoo, S.Y., Song, K.H., Kim, J.S. and Lee, H.B. Study on the trace metal contents in food (On the trace metal contents of cereals, pulses and potatoes in Korea). Rep. Natl. Inst. Health Korea 31: 437-449 (1994)
 14. Won, K.P., Kim, C.M., Sho, Y.S., Seo, S.C., Chung, S.Y., Yoo, S.Y., Song, K.H., Kim, J.S. Kim, H.D. and Kim, K.S. The study on the trace metal contents in food (On the trace metals contents of cereals, pulses, potatoes, vegetables and fruits in Korea). Rep. Natl. Inst. Health Korea 32: 456-469 (1995)
 15. Won, K.P., Kim, N.K., Sho, Y.S., Chung, S.Y., Yun, H.K., Kim, H.D. and Chang, M.I. 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). Ann. Rep. KFDA 1: 58-70 (1996)
 16. Hong, M.K., Kim, M., Sho, Y.S., Chung, S.Y., Yun, H.K., Chang, M.I., Kim, J.S., Cho, J. B., Chung, T.Y. and Lee, S.H. The study on the scientific standardization of heavy metals in foods (sugar and sugar products). Ann. Rep. KFDA 3: 36-45 (1999)
 17. KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (1999)
 18. FAPAS. Report to participants in food analysis performance assessment schem-Metallic contaminants: Series VII: Round 26, FAPAS, York, UK (2000)
 19. Ikebe, K., Tanaka, Y., Tanaka, R. and Kunita, N. Contents of heavy metal elements in food (processed food). J. Food Hyg. Soc. Japan 18: 64-74 (1977)
 20. Dabeka, R.W., McKenzie, A.D., Lacroix, G.M.A., Cleroux, C., Bowe, S., Graham, R.A. and Conacher, H.B.S. Survey of arsenic in total diet food composites and estimation of the dietary intake of arsenic by Canadian adults and children. J. AOAC Int. 76: 14-25 (1993)
 21. Australia Food Authority. The 1992 Australian Market Basket Survey-A Total Diet Survey of Pesticides and Contaminants. Australia (1992)
 22. Suseela, B., Bhalke, S., Vinod Kumar, A., Tripathi, R.M., and Sastry, V.N. Daily intake of trace metals through coffee consumption in India. Food Addit. Contam. 18: 115-120 (2001)
 23. Onianwa, P.C., Adetola, I.G., Iwegbue, C.M.A., Ojo, M.F. and Tella, O.O. Trace heavy metals composition of some Nigerian beverages and food drinks. Food Chem. 66: 275-279 (1999)
 24. Tanaka, Y., Ikebe, K., Tanaka, R. and Kunita, N. Contents of heavy metals in foods - average contents of heavy metals in vegetables. Shokuhin Eiseigaku Zasshi 15: 313-319 (1974)
 25. Sakae, S., Tarema, N. and Siradan, T. Determination of cobalt and nickel in plant material by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Bunseki Kagaku 38: 429-433 (1989)
 26. Fernández, P.L., Pablos, F., Martín, M.J. and González, A.G. Multi-element analysis of tea beverages by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Food Chem. 76: 483-489 (2002)
 27. KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2002)
 28. MOHW. Report on 2001 National Health and Nutrition Survey-Nutrition survey I. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (2002)
 29. FAO. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). ILSI, Geneva (1994)

(2003년 6월 30일 접수; 2003년 9월 5일 채택)