

여러 가지 식품 중 중금속 함량에 관한 연구

김미혜* · 김정수 · 소유섭 · 정소영 · 이종옥
식품의약품안전청 식품평가부

The Study on Heavy Metal Contents in Various Foods

Meehye Kim*, Jung Soo Kim, You Sub Sho, So-Young Chung and Jong Ok Lee
Department of Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration

This study was conducted to estimate the heavy metal contents in various foods (n=696). The contents of lead (Pb), cadmium (Cd) and tin (Sn) were determined using an ICP (inductively coupled plasma spectrometer). The content of mercury (Hg) was determined using a mercury analyzer. The values of heavy metals in canned foods were as follows [minimum~maximum (mean), mg/kg]; Pb 0.001~0.36 (0.10), Cd 0.001~0.10 (0.04), Sn 0.01~24.75 (2.60). The mean values of Pb and Cd in animal foods were 0.40 mg/kg and 0.03 mg/kg. Also, the mean values of heavy metals in vegetables and potatoes were 0.03 mg/kg for Pb, 0.02 mg/kg for Cd, 0.001 mg/kg for Hg, respectively. The mean values of Hg in fishes and canned fishes were 0.08 mg/kg and 0.04 mg/kg. Our results showed that heavy metal contents in various foods available on markets were similar to those reported in other countries.

Key words: lead, cadmium, heavy metals, foods, ICP

서 론

산업 발달에 따라 환경 오염뿐만 아니라 식품에서의 중금속 오염 위험도 증가되고 있다. 오염된 물, 토양, 대기로부터 식품으로 이행되기도 하고 식품의 수확, 저장, 제조, 가공 및 조리, 포장 중에 오염되기도 한다^(1,2). 중금속은 환경 오염이나 식품 오염으로 체내로 들어와 축적되며 그 흡수량은 식품 종류와 개인의 건강 상태 등에 따라 달라진다⁽²⁾. 중금속 중 납, 카드뮴, 수은은 자체 독성이 있으면서 축적성도 있어 중추신경 및 신장 독성을 나타내 심각한 위해를 끼칠 우려가 있다.

국제적으로 FAO/WHO 합동 식품규격위원회(The Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission)에서는 UNEP (United Nations Environment Programme)에 의해 설립된 GEMS(Global Environment Monitoring System)의 일환인 FAO/WHO 합동 식품오염물질 모니터링사업으로 수집한 각국의 식품 중 중금속 등 오염물질 함량에 대한 모니터링 결과를 오염물질의 기준 설정에 반영하고 있다.

국내에서도 식량의 안전성 확보 및 통상 마찰로 인한 분쟁 방지를 위해 농산물, 수산물 등을 대상 식품별로 지속적으로 중금속 모니터링을 수행하여 왔다⁽³⁻¹⁸⁾. 본 연구에서는 납 등 중금속 오염도 조사를 위해 주요 대상 식품을 위주로 여러 가지 식품 중에 함유된 중금속 함량을 동시에 분석하여 종합적으로 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

우리나라에서 유통되는 통조림 식품, 육류, 어류, 갑각류, 연체류, 곡류 및 가공품, 두류 및 가공품, 과일쥬스, 향신식품, 채소류 및 서류 등 여러 가지 식품 총 696건을 각각 전국(서울, 경기도, 강원도, 충청남·북도, 경상남·북도, 전라남·북도)의 주요 시장이나 백화점 등에서 채취한 후 일정량을 시료로 사용하였다. 수집한 농산물 중 곡류 및 두류는 외피를 깨끗이 닦고, 채소류 및 서류는 물로 깨끗이 씻은 다음 절단하였다. 어류 및 연체류는 증류수로 가볍게 씻고 물기를 제거한 후 가식부를 취하고, 갑각류는 흐르는 물로 깨끗이 닦고 스테인레스 칼로 제거하여 가식부를 취하여 증류수로 가볍게 씻고 물기를 제거하였다. 각 시료를 분쇄기(SFM-423D, Shinil Co., Korea)와 균질기(ULTRA-TURRAX T 50, Janke & Kunkel GmbH Co., Germany)로 갈아 균질화시켜 사용하였다.

*Corresponding author : Meehye Kim, Department of Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-gu, Seoul 122-704, Korea
Tel: 82-2-380-1670
Fax: 82-2-382-4892
E-mail: meehkim@kfda.go.kr

Table 1. The operating condition of ICP

Classification	Condition
Wavelength (nm)	Pb: 2203.53
	Cd: 214.438
	Sn: 283.999
Sample gas flow (L/min)	0.5
Plasma gas flow (L/min)	12.0
Auxiliary gas flow (L/min)	0.9

납, 카드뮴, 주석 분석

Pb, Cd, Sn 측정용 시약으로 sulfuric acid(Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd.) 및 nitric acid(Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd.)를 사용하였다. 중금속 표준용액은 원자흡광분석용 표준원액(Wako Pure Chemical Industry Ltd.)을 사용하여 3% HNO₃ 용액으로 희석하여 사용하였다. 일정량의 시료를 정확히 달아 질산 및 황산으로 습식분해하여 시험용액을 조제하였다. 시료 중 납, 카드뮴, 주석 등 중금속 함량은 Table 1의 조건에 따라 Inductively coupled plasma spectrometer(Model XM2, GBC Co., Australia)를 이용하여 측정하였다.

수은 분석

수은 표준용액은 원자흡광분석용 표준원액(Wako Pure Chemical Industry Ltd.)을 사용하여 0.001% L-cysteine 용액으로 희석하여 사용하였다. 수은 측정용 첨가제로서 사용한 sodium carbonate anhydrous(Nakari Chem. Ltd.)와 calcium hydroxide(Nakari Chem. Ltd.)를 1:1(w/w)로 혼합한 것과 aluminium oxide anhydrous(Nakari Chem. Ltd.)는 800°C에서 2시간 가열처리한 후, 방냉하여 사용하였다. 시료 중 수은 함량은 가열기화금아말감법(Combustion gold amalgamation method)⁽¹⁹⁾에 의거하여 Mercury analyzer(Model SP-3D, Nippon Instrument Co., Japan)를 사용하여 Table 2의 조건에서 분석하였다.

분석정도관리(Analytical 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 Per-

formance Assessment Scheme) 국제 정도관리 프로그램에 참가하여 납 등 중금속 분석에서 우수한 결과를 얻었다⁽²⁰⁾.

결과 및 고찰**납 및 카드뮴 함량**

우리나라에서 유통 중인 여러 가지 식품 중 납 함량을 조사한 결과, 과일 통조림의 납 함량이 0.03 mg/kg으로 가장 낮았고 육류의 납 함량이 0.49 mg/kg으로 가장 높게 나타났다. 카드뮴 함량은 과일 주스의 카드뮴 함량이 0.003 mg/kg으로 가장 낮았고 어류 통조림의 카드뮴 함량이 0.04 mg/kg으로 가장 높게 나타났다.

통조림 식품 중 납 및 카드뮴 함량은 Table 3과 같다. 본 연구에 사용된 우리나라 어류 통조림의 납 함량은 0.22~0.23 mg/kg, 캔음료 및 과일 통조림의 납 함량은 각각 0.05 mg/kg, 0.03 mg/kg으로 나타났다. 우리나라 참치 통조림의 납 함량은 0.22 mg/kg으로 호주⁽²¹⁾의 참치 통조림(0.03 mg/kg)보다 다소 높았다. 과일 통조림의 카드뮴 함량은 0.01 mg/kg으로 미국⁽²²⁾의 과일 통조림(0.004 mg/kg)보다 함량이 다소 높은 것으로 나타났다.

우리나라 육류 및 어패류 중 납 및 카드뮴 함량은 Table 4에 나타내었다. 우리나라 육류 중 납 함량은 0.49 mg/kg으로 호주⁽²¹⁾, 영국⁽²³⁾, 일본⁽²⁴⁾에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 또한 쇠고기와 돼지고기 중 카드뮴 함량은 각각 0.01 mg/kg, 0.02 mg/kg으로 호주(쇠고기 0.01 mg/kg)⁽²¹⁾, 일본(육류 0.002 mg/kg)⁽²⁴⁾, 영국(쇠고기 0.005 mg/kg, 돼지고기 0.01 mg/kg)⁽²³⁾ 등의 보고치와 비교시 비슷하거나 다소 높은 것으로 조사되었다.

어류 중 납 함량은 0.47 mg/kg으로 영국 등^(21,23,25)보다 다소 높았으며, 연체류 중 납 함량은 0.32 mg/kg으로 일본⁽²⁵⁾에서 보고된 결과치보다 다소 높게 나타났다. 그러나 각 나라가 주로 먹는 수산물의 종류가 다르며 중금속 함량도 수산물의 종류에 따라 차이가 있을 수 있다. 또한 어류, 갑각류, 연체류 중 카드뮴 함량은 0.01~0.06 mg/kg으로 일본⁽²⁵⁾에서 보고된 카드뮴 함량(어류 0.03 mg/kg, 갑각류 0.17~0.19 mg/kg, 연체류 0.22 mg/kg)보다 훨씬 낮게 나타났다. 일본 비오염지역⁽²⁶⁾의 경우, 패류 중의 카드뮴 함량이 최고 1.8 mg/kg까지 보고된 바 있으며 해산식품은 0.05~3.66 mg/kg, 패류의 내장 중

Table 2. The operating condition of mercury analyzer

Classification	Heating condition	Standard solution (10 ng/mL)	Samples
Sample amount		50, 100, 200 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 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.

Table 3. Contents of Pb and Cd in canned foods

(unit: mg/kg)

Foods	No.	minimum~maximum (mean)		
		Pb	Cd	
Fish	tuna	15	0.143~0.362 (0.221) ¹⁾	0.016~0.050 (0.032)
	chub mackerel	9	0.089~0.331 (0.223)	0.041~0.095 (0.070)
	Pacific saury	13	0.021~0.330 (0.229)	0.012~0.056 (0.034)
	subtotal	37	0.021~0.362 (0.224)	0.012~0.095 (0.042)
Beverages	orange	10	0.010~0.090 (0.036)	0.001~0.003 (0.002)
	pear	10	0.003~0.108 (0.081)	0.003~0.021 (0.007)
	grape	8	0.085~0.109 (0.096)	0.001~0.008 (0.003)
	apple	12	0.002~0.097 (0.020)	0.001~0.008 (0.003)
	peach	10	0.001~0.504 (0.020)	0.002~0.012 (0.006)
	subtotal	50	0.001~0.109 (0.048)	0.001~0.021 (0.004)
Fruits	peach	16	0.002~0.085 (0.033)	0.005~0.024 (0.017)
	grape	8	0.004~0.088 (0.028)	0.001~0.009 (0.004)
	pineapple	3	0.004~0.016 (0.010)	0.003~0.008 (0.005)
	subtotal	27	0.002~0.088 (0.029)	0.001~0.024 (0.012)
total	114	0.001~0.362 (0.099)	0.001~0.095 (0.035)	

¹⁾The values express minimum~maximum (mean).

Table 4. Contents of Pb and Cd in animal foods

(unit: mg/kg)

Foods	No.	minimum~maximum (mean)		
		Pb	Cd	
Meats	beef	20	0.25~0.67 (0.43)	0.004~0.027 (0.013)
	pork	20	0.06~0.96 (0.55)	0.003~0.069 (0.024)
	subtotal	40	0.06~0.96 (0.49)	0.003~0.069 (0.019)
Fish	yellow croaker	8	0.06~1.27 (0.32)	0.003~0.048 (0.024)
	chub mackerel	9	0.11~1.09 (0.62)	0.004~0.081 (0.025)
	atka mackerel	10	0.32~0.55 (0.46)	0.004~0.019 (0.012)
	Pacific saury	9	0.04~0.39 (0.23)	0.004~0.067 (0.026)
	anchovy	10	0.39~1.34 (0.72)	0.006~0.099 (0.042)
	Pacific cod	10	0.12~0.42 (0.27)	0.011~0.040 (0.023)
	flounder	11	0.38~0.80 (0.54)	0.011~0.040 (0.023)
	hair-tail	10	0.53~1.20 (0.85)	0.037~0.085 (0.062)
	Alaska pollack	12	0.01~0.46 (0.22)	0.006~0.089 (0.048)
	subtotal	89	0.01~1.34 (0.47)	0.003~0.099 (0.032)
Crustaceans	shrimp	15	0.21~0.58 (0.33)	0.010~0.042 (0.022)
	crab	16	0.19~0.41 (0.31)	0.010~0.084 (0.036)
	subtotal	31	0.19~0.58 (0.32)	0.010~0.042 (0.029)
Molluscs	squid	10	0.05~0.64 (0.21)	0.009~0.035 (0.020)
	small octopus	11	0.06~0.49 (0.18)	0.020~0.093 (0.053)
	octopus	9	0.07~0.22 (0.12)	0.016~0.068 (0.032)
	subtotal	30	0.05~0.64 (0.17)	0.009~0.093 (0.037)
total	190	0.01~1.34 (0.40)	0.003~0.099 (0.030)	

에는 30~50 mg/kg이 함유된 경우도 있다고 보고하였다⁽²⁵⁾. 따라서 국내산 어류의 카드뮴 함량은 오염된 수준이 아닌 것으로 사료된다.

우리나라 곡류, 두류 및 그 가공품 중 납 및 카드뮴 함량은 Table 5에 나타내었다. 곡류 중 납 함량은 0.28 mg/kg으로 영국⁽²³⁾의 쌀 중 납 함량(0.03 mg/kg)보다는 다소 높았으

나 일본^(27,28)의 쌀(0.21 mg/kg)이나 현미(0.22~0.46 mg/kg)보다는 비슷하거나 낮은 것으로 나타났다. 우리나라 두류 및 된장 중 납 함량은 각각 0.10~0.27 mg/kg으로 일본(대두 0.05 mg/kg, 된장 0.12 mg/kg)⁽²⁷⁾이나 영국⁽²³⁾(두류 0.01 mg/kg)보다 다소 높은 것으로 나타났다. 쌀과 보리 중 카드뮴 함량은 각각 0.01 mg/kg, 0.02 mg/kg으로 일본(비오염지역 쌀 0.09 mg/

Table 5. Contents of Pb and Cd in vegetable foods

(unit: mg/kg)

Foods	No.	minimum~maximum (mean)		
		Pb	Cd	
Cereal & its products	rice	20	0.05~0.55 (0.24)	0.001~0.020 (0.009)
	barley	20	0.06~0.87 (0.31)	0.001~0.051 (0.020)
	wheat flour	12	0.01~0.38 (0.09)	0.020~0.059 (0.037)
	cereal	25	0.11~0.74 (0.39)	0.001~0.047 (0.016)
	subtotal	77	0.01~0.87 (0.28)	0.001~0.059 (0.018)
Pulses & products	soybean	13	0.05~0.43 (0.18)	0.004~0.083 (0.025)
	mug bean	11	0.05~0.52 (0.25)	0.003~0.034 (0.014)
	red-bean	12	0.17~0.35 (0.27)	0.005~0.089 (0.023)
	bean-curd	12	0.05~0.13 (0.10)	0.002~0.018 (0.009)
	subtotal	48	0.05~0.52 (0.20)	0.002~0.089 (0.020)
Fruit juices	orange	11	0.04~0.10 (0.08)	0.001~0.007 (0.004)
	apple	9	0.01~0.12 (0.05)	0.001~0.007 (0.003)
	grape	10	0.03~0.11 (0.06)	0.001~0.003 (0.002)
	pear	7	0.02~0.07 (0.04)	0.002~0.014 (0.004)
	subtotal	37	0.01~0.12 (0.06)	0.001~0.014 (0.003)
Flavoring foods	soybean paste	10	0.27~0.59 (0.43)	0.004~0.035 (0.017)
	soybean sauce	11	0.10~0.97 (0.31)	0.002~0.014 (0.018)
	soy paste mixed with red pepper	10	0.24~0.68 (0.38)	0.004~0.043 (0.015)
	powdered red pepper	8	0.22~0.86 (0.53)	0.020~0.086 (0.049)
	pepper	6	0.27~0.56 (0.43)	0.003~0.063 (0.034)
subtotal	45	0.10~0.97 (0.41)	0.002~0.086 (0.025)	
Vegetables & potatoes	Chinese cabbage	9	0.01~0.06 (0.02)	0.001~0.014 (0.006)
	radish	10	0.01~0.09 (0.03)	0.002~0.016 (0.007)
	lettuce	10	0.01~0.04 (0.02)	0.002~0.059 (0.023)
	carrot	10	0.02~0.09 (0.05)	0.002~0.067 (0.015)
	garlic	10	0.01~0.03 (0.02)	0.004~0.073 (0.030)
	spinach	10	0.02~0.08 (0.05)	0.007~0.061 (0.027)
	onion	9	0.01~0.05 (0.02)	0.004~0.056 (0.021)
	red pepper	10	0.01~0.04 (0.02)	0.001~0.051 (0.019)
	cabbage	9	0.01~0.05 (0.02)	0.001~0.027 (0.011)
	crown daisy	9	0.02~0.04 (0.03)	0.006~0.073 (0.027)
	pumpkin	10	0.01~0.10 (0.02)	0.002~0.043 (0.010)
	green onion	9	0.01~0.10 (0.03)	0.002~0.038 (0.014)
	cucumber	10	0.004~0.09 (0.02)	0.001~0.045 (0.013)
	Chinese bellflower	7	0.02~0.07 (0.05)	0.003~0.022 (0.015)
	young radish	4	0.01~0.02 (0.01)	0.007~0.042 (0.020)
	bean sprout	10	0.02~0.10 (0.04)	0.002~0.041 (0.014)
	potatoes	7	0.02~0.17 (0.10)	0.002~0.064 (0.019)
subtotal	153	0.004~0.17 (0.03)	0.001~0.073 (0.017)	
total	360	0.004~0.97 (0.16)	0.001~0.089 (0.017)	

kg, 보리 0.02 mg/kg)^(27,28), 영국(0.02~0.03 mg/kg)^(23,29), 핀란드 (0.02~0.04 mg/kg)⁽³⁰⁾, 네덜란드(0.03~0.04 mg/kg)⁽³¹⁾에서 보고된 결과치보다 낮은 것으로 나타났다. 두류 및 된장 중 카드뮴 함량은 0.01~0.02 mg/kg으로 일본(팥 0.01 mg/kg, 대두 0.04 mg/kg, 된장 0.01 mg/kg)⁽²⁵⁾, 영국(0.01 mg/kg)⁽²³⁾ 등에서 보고된 연구결과와 비슷하였다.

우리나라 채소류 및 서류 중 납 및 카드뮴 함량은 Table 5에 나타내었다. 채소류 중 납 함량은 0.01~0.05 mg/kg으로

호주⁽²¹⁾, 일본⁽³²⁾, 영국⁽²³⁾의 채소류 중 납 함량(0.01~0.03 mg/kg)과 유사한 것으로 나타났다. 오이의 경우 캐나다⁽³³⁾에서는 0.46 mg/kg의 납을 함유하여 우리나라보다 상당히 높은 결과를 보였다. 우리나라 채소류의 납 함량은 평균 0.03 mg/kg으로 이는 EC⁽²³⁾의 채소류 중 납 기준(0.1 mg/kg) 및 Codex⁽³⁴⁾의 채소류 및 엽채류(시금치 제외) 납 기준안(0.3 mg/kg)보다는 낮은 것으로 나타났다. 채소류 중 카드뮴 함량은 0.01~0.03 mg/kg으로 호주(당근, 호박, 상추 각각 0.29 mg/kg, 0.004 mg/

Table 6. Contents of Hg in foods

(unit: mg/kg)

Foods		No.	mean	minimum~maximum
Canned fish	tuna	15	0.054	0.024~0.110
	chub mackerel	9	0.027	0.014~0.053
	Pacific saury	13	0.039	0.026~0.051
	subtotal	37	0.042	0.014~0.110
Fish	yellow croaker	8	0.016	0.013~0.020
	chub mackerel	9	0.030	0.022~0.042
	atka mackerel	10	0.084	0.044~0.119
	Pacific saury	9	0.060	0.034~0.075
	anchovy	10	0.019	0.010~0.044
	Pacific cod	10	0.080	0.060~0.126
	flounder	11	0.221	0.044~0.439
	hair-tail	10	0.026	0.008~0.072
	Alaska pollack	12	0.109	0.011~0.241
	subtotal	89	0.076	0.010~0.439
Vegetables & potatoes	Chinese cabbage	9	0.001	0.0004~0.001
	radish	10	0.001	0.0001~0.001
	lettuce	10	0.002	0.001~0.003
	carrot	10	0.001	0.001~0.002
	garlic	10	0.001	0.0003~0.003
	spinach	10	0.003	0.002~0.004
	onion	9	0.001	0.0002~0.001
	red pepper	10	0.001	0.0003~0.001
	cabbage	9	0.001	0.0002~0.001
	crown daisy	9	0.002	0.001~0.004
	pumpkin	10	0.001	0.0003~0.001
	green onion	9	0.001	0.0004~0.004
	cucumber	10	0.001	0.0004~0.002
	Chinese bellflower	7	0.003	0.001~0.005
	young radish	4	0.002	0.001~0.003
	bean sprout	10	0.001	0.0002~0.004
	potatoes	7	0.001	0.0004~0.001
	subtotal	153	0.001	0.0002~0.005
total	279	0.030	0.0002~0.439	

kg, 0.01 mg/kg)⁽²¹⁾나 영국(당근 0.008 mg/kg, 양파 0.009 mg/kg)⁽²³⁾보다는 다소 높으나, 캐나다(당근 0.01 mg/kg, 양파 0.02 mg/kg, 오이 0.01 mg/kg)⁽³³⁾와는 유사한 것으로 나타났다. 당근과 양파의 카드뮴 함량은 각각 평균 0.02 mg/kg으로 이는 일본(당근 0.02 mg/kg, 양파 0.03 mg/kg)⁽³²⁾이나 영국(당근, 양파 0.03 mg/kg)⁽²³⁾에 비해 카드뮴 함량이 비슷하거나 낮은 것으로 나타났으며 EC⁽²³⁾의 채소류 중 카드뮴 기준(0.1 mg/kg) 및 Codex⁽³⁴⁾의 채소류 카드뮴 기준안(0.05 mg/kg)보다 낮은 것으로 나타났다.

수은 함량

우리나라의 식품 중 수은 함량은 Table 6에 나타내었다. 수은은 수산물에 가장 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있어 이번 모니터링에서는 어류 및 그 가공품에 한하여 조사하였다. 어류 통조림 중 수은 함량은 0.04 mg/kg, 어류는 0.08 mg/kg, 채소류 및 서류는 0.001 mg/kg이었다. 이는 호주(참치 통조림 0.11 mg/kg, 어류 0.35 mg/kg)⁽²¹⁾의 모니터링 결과에 비

해 다소 적은 양의 수은을 함유하는 수준이다. 모니터링 결과, 지금까지의 국내·외 조사보고서에 나타난 함량과 비교 시 커다란 변화가 없었으며, 전반적인 수준은 오염의 우려가 없는 자연함유량 수준으로 나타났다. 심해성어류를 제외한 어패류에 대한 우리나라의 총수은 규제치⁽¹⁹⁾는 0.5 mg/kg이며, 미국⁽³⁵⁾은 메틸수은으로서 1.0 mg/kg, 일본⁽³⁶⁾은 총수은으로서 0.4 mg/kg, 메틸수은으로는 0.3 mg/kg이 설정되어 있으나 대부분의 국가에서는 규제하고 있지 않다.

주석 함량

통조림 식품 중 주석 함량은 Table 7에 나타내었다. 어류 통조림 중 주석 함량은 0.24 mg/kg, 캔음료의 경우 1.16 mg/kg, 야채 통조림은 2.03 mg/kg, 과일 통조림은 10.33 mg/kg으로 이는 스웨덴의 야채 및 과일 통조림의 결과치인 1~77 mg/kg⁽²²⁾보다 낮았으며, 식품공전의 통·병조림 식품의 주석 함량 규격인 150 mg/kg 이하(다만, 산성 통조림은 200 mg/kg 이하)보다 높게 나오는 제품은 없었다.

Table 7. Contents of Sn in canned foods

(unit: mg/kg)

Foods	No.	mean	minimum~maximum	
Fish	tuna	15	0.15	0.07~0.18
	chub mackerel	9	0.32	0.05~0.98
	Pacific saury	13	0.50	0.05~0.95
	whelk	17	0.08	0.01~0.19
	subtotal	54	0.24	0.01~0.98
Beverages	orange	10	3.36	2.32~4.84
	pear	10	0.12	0.01~0.24
	grape	8	0.21	0.08~0.60
	apple	12	0.21	0.08~0.60
	peach	10	1.91	0.07~4.83
subtotal	50	1.16	0.01~4.84	
Fruits	peach	16	8.56	0.48~20.89
	grape	8	12.67	0.43~24.75
	pineapple	3	13.50	11.71~14.93
	subtotal	27	10.33	0.43~24.75
Vegetables	corn	8	0.14	0.02~0.35
	mushroom	7	4.19	0.04~13.28
	subtotal	15	2.03	0.02~13.28
total	146	2.60	0.01~24.75	

본 연구에서 사용된 식품 중 납, 카드뮴, 주석, 수은 함량은 지금까지 조사보고된 국내·외 분석치 등과 별 차이가 없는 것으로 나타났으며 농·수·축산물 자체에 함유되어 있는 납 등 중금속의 함량은 자연 함유량 수준임을 알 수 있었다. 또한 농·수·축산물을 원료로 하여 가공한 제품에서도 원료의 함량보다 특별히 높은 것이 없는 것으로 보아, 가공 과정에서의 오염은 없는 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 우리나라에서 유통되고 있는 여러 가지 식품 중 함유된 중금속 함량을 동시에 분석하여 종합적으로 평가하고자 수행하였다. 우리나라 전국 각 지역의 주요 시장 등에서 채취한 총 696건의 식품 및 가공식품을 습식분해하여 ICP를 이용하여 납, 카드뮴 및 주석 함량을 측정하였고, Mercury analyzer를 이용하여 수은 함량을 측정하였다. 통조림 식품 중 평균 중금속 함량은 납 0.10 mg/kg, 카드뮴 0.04 mg/kg, 주석 2.60 mg/kg으로 나타났다. 육류 및 어패류 중 평균 중금속 함량은 납 0.40 mg/kg, 카드뮴 0.03 mg/kg이었으며 채소류에서는 납 0.03 mg/kg, 카드뮴 0.02 mg/kg, 수은 0.001 mg/kg으로 나타났다. 어류 및 어류 통조림의 평균 수은 함량은 각각 0.08 mg/kg, 0.04 mg/kg이었다. 본 조사결과는 국내·외 조사에서 보고된 함량과 비슷한 것으로 나타났다.

문 헌

1. Tanaka, T., Aoki, Y., Tamase, K., Umoto, F., Ohbayashi, H. and Sasaki, M. Improved methods for determination of total mercury and its application to vegetables and fruit in markets. *J. Food Hyg. Soc. Japan* 33: 359-364 (1992)

2. Reilly, C. Metal Contamination of Food. Applied Science Publish, London, UK (1991)

3. Kim, S.J. and Ryang, H.S. Studies on the heavy metals in paddy rice and soils in Janghang smelter. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 18: 336-347 (1985)

4. Rhu, H.I., Suh, Y.S., Jun, S.H., Lee, M.H., Yu, S.J., Hur, S.N. and Kim, S.Y. A study on the natural contents of heavy metals in paddy soil and brown rice in Korea. *Rep. Natl. Inst. Environ. Res. Korea* 10: 155-163 (1988)

5. Rhu, H.I., Kim, I.K., Kim, H.Y. and Jun, S.H. Survey on the contamination of the hazardous substances in the agricultural land and the agricultural products. *Rep. Natl. Inst. Environ. Res. Korea* 8: 231-240 (1986)

6. Suh, Y.S., Mun, H.H., Kim, I.K., Kim, H.Y., Jun, S.H. and Ji, D.H. A study on the natural contents of heavy metals in soil. *Rep. Natl. Inst. Environ. Res. Korea* 4: 189-198 (1982)

7. 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)

8. 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)

9. 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)

10. 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)

11. 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)
12. 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)
 13. 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)
 14. 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)
 15. 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)
 16. 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)
 17. 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)
 18. 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)
 19. KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (1999)
 20. FAPAS. Trace elements Series VII (23)-Report to participants in food analysis performance assessment scheme. The Food Analysis Performance Assessment Scheme (1999)
 21. Australia Food Authority. The 1992 Australian market basket survey-a total diet survey of pesticides and contaminants, Australia (1992)
 22. Joint UNEP/FAO/WHO. Food contamination monitoring programme, summary of 1984-1985 monitoring data. WHO, Geneva (1988)
 23. MAFF. Survey of lead and cadmium in foods. Food surveillance paper 113: 1-6 (1997)
 24. Ikebe, K., Nishimune, T. and Sueki, K. Contents of 17 metal elements in food determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (meat and meat products). *J. Food Hyg. Soc. Japan* 35: 323-327 (1994)
 25. Ikebe, K., Nishimune, T. and Tanaka, R. Contents of 17 metal elements in food determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (fish and shellfishes). *J. Food Hyg. Soc. Japan* 32: 336-350 (1991)
 26. Ministry of Health and Welfare of Japan. Notification. *Food Sanit. Res.* 32: 72-85 (1982)
 27. Ikebe, K., Nishimune, T. and Tanaka, R. Contents of 17 metal elements in food determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (cereals, pulses, and processed foods, seaweeds and seeds). *J. Food Hyg. Soc. Japan* 32: 48-53 (1991)
 28. Ministry of Health and Welfare of Japan. Notification. *Food Sanit. Res.* 30: 78-95 (1980)
 29. Bucke, D., Norton, M.G. and Rolfe, M.S. Field assessment of effects of dumping wastes at sea. Technical Report of Ministry of Agriculture, USA (1983)
 30. WHO. Cadmium. Environmental Health Criteria No. 134, WHO, Geneva (1992)
 31. Ros, J.P.M. and Sloof, W. Integrated criteria documents cadmium. Report of National Institute of Public Health and Environmental Protection, RIVM 758476004, Bilthoven, The Netherlands (1985)
 32. Ikebe, K., Nishimune, T. and Sueki, K. Contents of 17 metal elements in food determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (vegetables, fruits, potatoes and fungi). *J. Food Hyg. Soc. Japan* 31: 382-393 (1990)
 33. Dabeka, R.W. and McKenzie, A.D. Total diet study of lead and cadmium in food composites: Preliminary investigations. *J. AOAC Int.* 75: 386-394 (1992)
 34. Codex Alimentarius Commission. Draft report of the 32nd session of the codex committee on food additives and contaminants ALINORM 01/12 Beijing, People's Republic of China (2000)
 35. U.S. FDA. Industry activities staff booklet-action levels for poisonous or deleterious substances in human food and animal feed (1998)
 36. Food Hygienic Society of Japan. The standards on foods and food additives. *J. Food Hyg. Soc. Japan* 36: 207-199 (1995)

(2003년 3월 7일 접수; 2003년 6월 2일 채택)