

## 우리 나라에서 생산된 농산물의 중금속 안전성 평가

김민경\* · 김원일 · 정구복 · 윤순강

농업과학기술원 환경생태과

(2001년 6월 25일 접수, 2001년 8월 16일 수리)

### Safety Assessment of Heavy Metals in Agricultural Products of Korea

Min-Kyeong Kim, Won-Il Kim, Goo-Bok Jung and Sun-Gang Yun (National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea)

**Abstract** : This study was conducted to compare and evaluate the heavy metal contents of agricultural products in Korea and to compare with relevant international criteria such as the Average Daily Intake(ADI) and the Provisional Tolerable Weekly Intake(PTWI) proposed by the joint FAO/WHO Codex Committee on additives and contaminant. Contents of heavy metal in cereals, pulses, potatoes, vegetables and fruits were in the range of 0.010~0.073 for Cd, 0.40~6.45 for Cu, 0.083~0.698 for Pb, 2.45~16.30 for Zn, 0.171~1.378 for Ni, 0.023~0.233 for Cr and 0.026~0.070 mg/kg(F.W.) for As. Heavy metal contents of cereals, pulses, potatoes, vegetables and fruits were with natural content levels proposed by FAO/WHO and were similar to value monitored in other countries. Also, average intake of heavy metal from agricultural products was lower than the ADI and PTWI by the joint FAO/WHO Codex Committee on Additives and Contaminants. Therefore, none of the cereals, pulses, potatoes, vegetables and fruits evaluated showed accumulation of such heavy metal high enough to cause health problems to human.

**Key words** : agricultural products, heavy metal, average daily intake(ADI), provisional tolerable weekly intake(PTWI)

## 서 론

최근 산업의 급진적인 발전과 생활수준의 향상으로 공기, 물, 토양 등의 오염이 심화되고 있으며 농촌에서도 환경오염의 심각성이 대두되고 있는 실정이다. 특히 매연, 먼지, 하수 및 폐수 등 오염물질과 유독물 및 중금속 함유물 등 유해화학물질 그리고 각종 폐기물 등에 의해 토양이 점차 오염되어 가고 있는데<sup>1)</sup>, 이 중에서 토양 내에서 용해 및 이동성이 적은 중금속류는 일단 토양에 유입되면 인위적으로 제거하지 않는 한 거의 반영구적으로 잔류하게 된다. 뿐만 아니라 그 오염원의 분포가 넓기 때문에 토양의 중금속 오염에 따른 2차적인 위해성이 크게 우려되고 있다<sup>1-4)</sup>.

농산물의 중금속 오염은 수확, 수집, 가공, 포장과정에서 우발적으로 일어나기도 하지만 대부분 오염된 농경지에서 재배된 농작물에서 일어나게 된다<sup>5,6)</sup>. 더욱이 산업 폐기물, 폐목재, 도시 폐기물 등 산업 발전의 부산물을 농업적으로 이용하려는 시도가 활발히 이루어지고 있어 전체적인 환경오염을 가속화시키고, 이러한 환경오염에 의해 중금속이 함유되는 농작물이 인체에 미치는

영향에 대한 관심이 국내외적으로 증대되고 있다<sup>1,8)</sup>.

우리 나라에서 농산물중의 중금속 조사는 1967년 농촌진흥청에서 국내산 쌀 21개 시료의 Hg 함량 측정과 함께 곡류, 두류, 채소류, 과일류의 중금속 함량에 대한 연구가 이루어졌다<sup>2)</sup>. 그 후 1980년부터는 채소, 과일, 수산물에 대해 조사하기 시작했으며 조사대상 중금속도 적은 양으로도 유독한 Hg, Pb, Cd, As 뿐만 아니라 영양원소이지만 다량 축적되면 유해한 Cu와 Zn까지 포함시켰다<sup>9)</sup>.

또한 FAO/WHO에서는 1976년부터 식품 오염물질 모니터링을 통하여 세계 각국의 식품에 함유된 중금속 및 오염물질의 양과 수준에 대한 자료를 수집·평가하고, 식품내 오염물질의 국제적 표준작업을 위해서 Codex 식품규격위원회에 그 정보를 제공하고 있다<sup>9,10)</sup>.

농산물의 중금속 함량은 토양내 중금속의 자연함량과 함께 인위적인 오염원에 영향을 받으며 그 평균함량은 각 중금속의 섭취량 및 위해성 평가자료로 활용될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 1980년부터 2000년까지 농업과학기술원에서 농산물의 중금속 함량에 관하여 조사한 연구 결과를 국내외의 분석치 및 FAO/WHO에서 설정한 일일섭취허용량 및 잠정

\*연락처  
Tel: +82-31-290-0206 Fax: +82-31-290-0277  
E-mail: mkkim@rda.go.kr

주간섭취허용량과 비교·검토하여 농산물을 안전하게 생산하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 채취 및 분석

시료채취는 1980년부터 2000년까지 수확기에 전국 주산단지들 대상으로 하였는데, 곡류 중 현미는 재배면적과 지형을 고려하면서 벼 상태로 채취하였고 그 외 작물들은 식용부위를 대상으로 채취하였다. 시료수는 표 1과 같이 곡류 1,682점, 두류 76점, 서류 202점, 채소류 458점, 과실류 443점 등 총 2,861점이었다.

곡물시료의 경우 현미와 백미는 수확한 벼를 현미기와 백미기로 도정하여 105℃에서 건조시킨 후 분쇄하여 60 mesh를 통과시켜 분석용 시료로 사용하였다. 채취된 보리, 대두, 옥수수를 온실 내에서 풍건하여 보리는 64%(쌀보리 73%)로 도정하여 분말로 분쇄하였고, 콩과 옥수수는 탈곡을 하여 분말상태로 분쇄 후 사용하였다. 채소류중 당분 및 수분함량이 높은 수박, 참외, 딸기와 과수류 중 사과, 배, 감귤 등은 식용부위의 생체시료를 잘라 먹서기로 갈아 생체 분석용 시료로 사용하였다. 기타 엽채류는 채취한 후 깨끗한 물로 세척하고 잘게 썰어 풍건 분쇄하였고 생체중 환산을 위하여 수분함량을 측정하였다. 생체중으로 시료를 분석하거나 수분측정이 안된 농산물은 농촌진흥청 농촌생활연구소<sup>11)</sup>에서 보고한 식품성분표를 참고하였다. 농산물의 수분함량은 곡류

11.2~15.6%, 두류 5.9%, 서류 66.3~78.1%, 채소류 83.3~95.5%, 과실류 73.6~92.2% 이었다.

곡류의 분해는 건조된 시료 50 g을 증발접시에 취하여 열판상에서 가열 탄화시킨 후 550℃의 전기로에서 탄화물이 없어질 때까지 회화시켰다<sup>12)</sup>. 회화가 끝난 시료는 Conc. HClO<sub>4</sub> 5 mL를 가하여 분해한 다음 6 N HCl 5 mL를 가하여 용해시켜 증발건조하고 0.1 N HCl 25 mL를 가하여 여과하였다.

과채류와 과실류는 수분 및 당분함량이 높아서 건조시 분석오차가 크므로 생체시료 20 mL를 삼각플라스크에 취하여 Conc. HNO<sub>3</sub> 15 mL를 가하여 열판상에서 저열로 분해한 다음 Ternary solution(HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 10:4:1) 40 mL를 가하여 분해, 여과하여 분석시료로 이용하였다. 엽채류와 서류는 건조 시료 3 g을 삼각플라스크에 취한 후 Ternary solution 40 mL를 가하여 열판상에서 분해하고 여과하여 분석용 여액으로 이용하였다<sup>13)</sup>. 전처리된 여액의 중금속은 유도결합플라즈마발광광도계(GBC Integra XMP) 및 원자흡광광도계(IL-250)를 이용하여 정량하였다<sup>13,14)</sup>.

### 식품소비량 적용

식품소비량은 표 2와 같이 이 등<sup>15)</sup>이 국내에서 이용 가능한 식품의 섭취량과 공급량 자료로부터 한국인에 의한 1인당 1일 식품별 평균 소비량을 1991~1995년간의 평균치로 산정한 결과를 이용하였는데, 이 때 본 연구에서 조사한 식품만을 식품별로 계산하였다.

위해평가가 기준설정에서 식품계수로 이용되어야 할 식품소비 지표는 이 등<sup>15)</sup>이 제안한 조정소비량(adjusted consumption)인데, 일반적으로 국민영양조사에 의한 섭취량 자료를 이용하나 공급량과의 차이가 50%를 초과하여 그 편차가 너무 크다고 판단되는 경우에는 식품수급표에 의한 공급량을 이용하여 다시 계산한 값을 이용하였다.

Table 1. Crop samples used in this study

Agricultural products	Total number of samples	Crops and No. of samples
Cereals	1,682	Brown rice 1,066, Polish rice 437, Barley 128, Corn 51
Pulses	76	Soybean 76
Potatoes	202	Potato 91, Sweet potato 111
Root vegetables	92	Radish 52, Carrot 29, Ginger 11
Leaf vegetables	199	Cabbage 57, Spinach 33, Lettuce 19, Crown daisy 14, Leaf mustard 9, Welsh onion 54, Dropwort 13
Fruit vegetables	167	Red pepper 45, Eggplant 23, Tomato 6, Cucumber 36, Amber 57
Fruits	443	Apple 85, Pear 71, Peach 55, Persimmon 57, Jujube 52, Grape 20, Strawberry 30, Tangerine 73
Total	2,861	

Table 2. Total consumption of cereals, pulses, common vegetables, and fruits by Koreans from 1991 to 1995

(Unit : g/day/person)			
Agricultural product	Supply	Intake	Adjusted consumption*
Cereals	380.8	291.9	323.8
Pulses	23.0	19.0	19.0
Potatoes	33.9	19.9	25.6
Vegetables	288.0	222.1	255.9
Fruits	63.1	87.0	101.8
Total	788.7	639.9	726.1

\* : Recommend by Lee<sup>15)</sup>.

Table 3. Heavy metal contents from cereals, pulses, potatoes, vegetables, and fruits grown in Korea

Heavy metal	Agricultural products	No. of samples	Mean values	Minimum values	Maximum values
			(mg/kg F.W.)		
Cd	Cereals	1,682	0.032	tr*	0.460
	Pulses	76	0.073	0.007	0.197
	Potatoes	202	0.015	tr	0.315
	Vegetables	458	0.022	tr	0.180
	Fruits	443	0.010	tr	0.138
Cu	Cereals	1,682	2.670	0.200	59.470
	Pulses	76	6.450	1.930	11.530
	Potatoes	202	1.140	0.220	2.720
	Vegetables	458	0.410	tr	6.200
	Fruits	443	0.400	tr	1.340
Pb	Cereals	1,682	0.337	tr	3.193
	Pulses	76	0.698	tr	1.092
	Potatoes	202	0.204	tr	1.243
	Vegetables	458	0.201	tr	1.420
	Fruits	443	0.083	tr	0.590
Zn	Cereals	1,631	15.870	3.100	46.470
	Pulses	76	16.300	9.890	26.350
	Potatoes	202	2.640	0.400	21.990
	Vegetables	458	3.700	0.380	23.500
	Fruits	443	2.450	0.080	18.400
Ni	Cereals	1,631	0.272	tr	5.270
	Pulses	76	1.378	0.328	4.909
	Potatoes	202	0.171	tr	0.739
	Vegetables	458	0.201	tr	1.702
	Fruits	443	0.245	tr	2.358
Cr	Cereals	1,631	0.233	tr	1.563
	Pulses	76	0.023	0.001	0.131
	Potatoes	202	0.147	tr	2.756
	Vegetables	458	0.077	tr	1.029
	Fruits	443	0.230	tr	3.783
As	Cereals	1,631	0.070	tr	1.180
	Pulses	76	0.067	tr	0.139
	Potatoes	202	0.041	tr	0.437
	Vegetables	177	0.028	tr	0.130
	Fruits	249	0.030	tr	0.080

\* Trace

**Table 4. Criteria level in agricultural products proposed by domestic and foreign agencies**

Heavy metal	FAO/WHO <sup>(10)</sup>	EU <sup>(16)</sup>	Lee <sup>(9)</sup>
	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Cd	0.06	0.1	0.1(0.4;rice)
Hg	0.04		
Pb	0.41	0.5	2.0
As	0.12		3.0

## 결과 및 고찰

### 농산물의 중금속 함량

조사한 총 2,861개의 곡류, 두류, 서류, 채소류, 과일류에 대한 Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, As의 평균함량과 최저 및 최고함량은 표 3과 같았고, 국내의 농산물중 중금속 허용 기준치를 표 4에서 비교하였다.

곡류중의 카드뮴 평균함량은 0.032 mg/kg, 범위는 tr~0.460 mg/kg이었는데 이는 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 낮은 수준이었다. 구리 평균함량은 우리나라 주식인 쌀의 구리 함량은 2.20 mg/kg보다 높은 2.67 mg/kg(0.20~59.47 mg/kg)이었는데, 이는 분석시료 수의 차이와 몇몇 높은 시료의 영향으로 생각된다. 납 평균함량은 0.337 mg/kg, 범위는 tr~3.193 mg/kg으로서, FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 낮았고 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안에 비해서 매우 낮은 수준이었다. 비소의 평균함량은 0.070 mg/kg, 범위는 tr~1.180 mg/kg으로서, 평균함량은 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 낮았다.

두류중의 카드뮴 평균함량은 0.073 mg/kg, 범위는 0.007~0.197 mg/kg이었는데 전자의 경우 EU의 농산물중 카드뮴 잠정기준안<sup>(16)</sup>과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 낮았으나, FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준에 비해서 약간 높았다. 구리는 평균함량이 6.45 mg/kg, 범위는 1.93~11.53 mg/kg로서 곡류보다 평균함량이 높았다. 이는 시험된 몇몇 시료의 함량이 높아서 전체 평균함량이 높아진 것이라 생각된다. 납은 평균 0.698 mg/kg, 범위는 tr~1.092 mg/kg이었으며 곡류에서 높은 경향이었다. 두류의 납 평균함량과 최고함량은 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 높았으나 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 낮았다. 두류의 비소 평균함량과 최고함량은 일본의 곡류, 야채 및 과일 기준치<sup>(17)</sup>인 1.0 mg/kg보다 매우 낮았고 우리나라 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다도 매우 낮았다.

서류중의 카드뮴 평균함량은 0.015 mg/kg, 범위는 tr~0.315

mg/kg으로서 EU의 농산물중 카드뮴 잠정기준안<sup>(16)</sup>과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 낮았고, FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 낮았으나 최고함량은 높았다. 납 평균함량은 0.204 mg/kg, 범위는 tr~1.243 mg/kg으로서 곡류와 두류보다 낮았다. 또한 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 매우 낮았다. 비소 평균함량은 0.041 mg/kg, 범위는 tr~0.437 mg/kg이었으며 곡류와 서류에서 낮았다. 평균함량과 최고함량은 일본의 곡류, 야채 및 과일 기준치<sup>(17)</sup>인 1.0 mg/kg과 비교하여 매우 낮았고, 평균함량은 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다는 낮았다.

채소류중의 카드뮴 평균함량은 0.022 mg/kg, 범위는 tr~0.180 mg/kg이었으며 수분함량이 상대적으로 낮은 곡류와 두류보다 낮았다. 평균함량과 최고함량은 EU의 채소류중 카드뮴 잠정기준안<sup>(16)</sup>과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안 및 Codex<sup>(18)</sup>의 엽채류 최대허용 기준인 0.2 mg/kg보다 매우 낮아 안전한 수준이었다. 또한 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 평균함량과 최고함량이 모두 낮았다. 납 평균함량은 0.201 mg/kg, 범위는 tr~1.420 mg/kg이었으며 곡류, 두류 및 서류보다 낮았고 평균함량이 EU의 채소류중 카드뮴 잠정기준안<sup>(16)</sup>과 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 낮았다. 비소 평균함량은 0.028 mg/kg, 범위는 tr~0.130 mg/kg이었으며, 평균함량은 수분이 낮은 곡류, 두류 및 서류보다 낮았고 평균함량과 최고함량은 일본의 곡류, 야채 및 과일 기준치<sup>(17)</sup>인 1.0 mg/kg과 비교하여 매우 낮았고, FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 평균함량과 최고함량이 낮아 안전한 수준이었다.

과실류중의 카드뮴 평균함량은 0.010 mg/kg, 범위는 tr~0.138 mg/kg이었으며, 평균함량과 최고함량은 EU의 농산물 허용기준 검토안<sup>(16)</sup>과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 매우 낮았다. 또한 Codex<sup>(18)</sup>의 과실류 최대허용 기준인 0.03 mg/kg과 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 평균함량은 낮았으나 최고함량은 기준을 초과하였다. 구리 평균함량은 0.400 mg/kg, 범위는 tr~1.34 mg/kg이었으며 평균함량은 다른 작물에 비해 낮았고, 과실류중의 납 평균함량은 0.083 mg/kg, 범위는 tr~0.590 mg/kg이었으며, 평균함량과 최고함량은 EU의 농산물 허용기준 검토안<sup>(16)</sup> 0.5 mg/kg과 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 낮았다. 그러나 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 평균함량은 낮았으나 최고함량은 기준보다 높았다. Codex<sup>(18)</sup>의 과실류 최대허용기준인 0.03 mg/kg보다 평균함량은 낮았으나 최고함량은 기준을 초과하였다. 비소 평균함량은 0.030 mg/kg, 범위는 tr~0.080 mg/kg이었으며 평균함량은 FAO/WHO(Codex)<sup>(10)</sup> 일반식품 권고기준보다 낮았고 최고함량도 기준치 이하였다. 또한 이<sup>(9)</sup>의 식품오염 기준시안보다 매우 낮았다.

농산물중의 중금속 함량은 곡류와 두류에서 비교적 높고 서류, 과일류, 채소류 등의 순으로 나타나는 경향은 국립보건원의 연구 결과<sup>(6)</sup>와 외국의 중금속 모니터링 결과<sup>(17,20,21)</sup>와 비슷하였다.

Table 5. Average intake of heavy metal from cereals, pulses, vegetables and fruits grown in Korea

Heavy metal	Agricultural products	Daily intake <sup>*</sup>	Weekly intake <sup>**</sup>
		$\mu\text{g}/\text{kg}$ B.W.	
Cd	Cereals	0.18	1.22
	Pulses	0.02	0.16
	Potatoes	0.01	0.04
	Vegetables	0.10	0.69
	Fruits	0.01	0.09
	Total	0.30	2.20
Cu	Cereals	16.75	117.23
	Pulses	2.04	14.30
	Potatoes	0.48	3.39
	Vegetables	1.34	9.35
	Fruits	0.49	3.44
	Total	21.10	147.70
Pb	Cereals	2.05	14.36
	Pulses	0.22	1.55
	Potatoes	0.11	0.79
	Vegetables	0.67	4.66
	Fruits	0.08	0.57
	Total	3.10	22.00
Zn	Cereals	78.19	547.35
	Pulses	5.16	36.13
	Potatoes	1.25	8.76
	Vegetables	15.65	109.56
	Fruits	3.07	21.52
	Total	103.30	723.30
Ni	Cereals	1.33	9.34
	Pulses	0.44	3.06
	Potatoes	0.08	0.56
	Vegetables	0.69	4.82
	Fruits	0.33	2.28
	Total	2.90	20.00
Cr	Cereals	1.14	7.99
	Pulses	0.08	0.05
	Potatoes	0.09	0.61
	Vegetables	0.21	1.47
	Fruits	0.25	1.76
	Total	1.70	11.90
As	Cereals	0.34	2.34
	Pulses	0.02	0.15
	Potatoes	0.02	0.11
	Vegetables	0.07	0.48
	Fruit	0.03	0.23
	Total	0.50	3.30

\* : heavy metal contents(mg/kg) of each product  $\times$  intake of each food amount(kg)  $\div$  60 kg.

\*\* : Daily intake  $\times$  7.

Table 6. Comparison of ADI estimated between in Korea and by the Codex Alimentarius Commission

Heavy metals	Korea	FAO/WHO <sup>18,22)</sup>	
	ADI	(WHO Technical report services <sup>23)</sup> )	
		ADI	PTWI
	( $\mu\text{g}/\text{person}$ , 60 kg)	( $\mu\text{g}/\text{person}$ , 60 kg)	( $\mu\text{g}/\text{kg}$ , b.w.)
Cd	32	57 ~ 71	7.0
Cu	2,101		350 ~ 3,500*
Pb	312	430	50.0
Zn	10,291		2,100 ~ 7,000*
Ni	285		
Cr	169		
As	47		15.0

\* : Cu and Zn were expressed ADI  $\times$  7.

#### 농산물을 통한 중금속의 식이섭취량

중금속이 인체로 유입되는 경로는 호흡을 통해 일부 유입되기도 하지만 주로 물을 포함한 식품을 통하여 이루어진다. 그러므로 중금속의 인체로의 흡수는 개인의 식생활과 밀접한 관계를 가지고, 식품에 함유되어 있는 중금속의 평균함량으로서 중금속의 식이 섭취량을 구할 수 있다. 조사한 농산물의 중금속 평균함량<sup>24)</sup>과 이 등<sup>15)</sup>이 제시한 1인 1일당 조정소비량으로부터 농산물별 중금속의 1일 평균섭취량과 주간 평균섭취량을 계산한 결과는 표 5와 같았다. 모든 중금속에서 농산물중 곡류의 섭취량이 높았는데, 이는 한국인의 1인당 1일 평균 식품소비량(1,205 g)중 곡류의 소비량(382 g)이 차지하는 비율(31.7%)이 높았기 때문으로 생각된다.

농산물중 중금속의 허용기준은 농산물에 함유되어 있는 중금속의 섭취량을 규제하고자 정하였는데 FAO/WHO(Codex)<sup>18,22)</sup>에서는 Cu와 Zn은 1일섭취허용량으로 오염도를 비교하나 Pb 및 Cd와 As는 1972년에 인체내 축적 독성 때문에 식품오염물질로 제기되면서부터 1일섭취허용량(ADI ; Acceptable Daily Intake)보다는 주간섭취허용량(PTWI ; Provisional Tolerable Weekly Intake)을 계산하여 그 오염도를 비교하도록 권장하고 있다(표 6).

한국인의 평균 체중을 60 kg으로 하여 곡류, 두류, 서류, 과일류, 채소류로부터 섭취되는 중금속의 1일 평균섭취량을 계산한 결과와 FAO/WHO(Codex)에서 설정한 1일섭취허용량(ADI)과 잠정주간섭취량(PTWI)을 표 6에 나타내었다.

우리 나라에서 생산된 농산물을 통하여 섭취되는 중금속의 양은 FAO/WHO(Codex)에서 설정한 1일섭취허용량(ADI) 및 잠정주간섭취량(PTWI)에 비해 아주 적은 양으로서 현재까지는 국내 농산물의 중금속 함유량의 안전성 측면에서 별다른 문제가 없다고 생각된다. 그러나 여러 가지 경로를 통하여 계속적으로 중금속이 유입됨으로써 이에 대한 대책을 강구하지 않은 한 앞으로 농산물이 안전하다고는 확실할 수 없을 것으로 생각된다.

## 요 약

우리 나라에서 생산된 농산물의 중금속 함량을 조사하고 이를 국내외의 분석치 및 FAO/WHO에서 설정한 일일섭취허용량 및 잠정주간섭취허용량과 비교·검토한 결과는 다음과 같다. 곡류, 두류, 서류, 채소류 및 과일류 생체중의 중금속 평균함량 범위는 각각 Cd 0.010~0.073, Cu 0.40~6.45, Pb 0.083~0.698, Zn 2.45~16.30, Ni 0.171~1.378, Cr 0.023~0.233, As 0.026~0.070 mg/kg 이었으며, 이는 외국에서 조사한 결과와 유사한 수준이었다. 또한 농산물에 의해 섭취되는 중금속의 양도 FAO/WHO에서 설정한 1일 섭취허용량 및 잠정 주간 섭취허용량과 비교하면 허용기준보다 낮게 나타났다. 따라서 섭취되는 중금속 양으로 볼 때 우리 나라에서 생산된 농산물은 중금속 안전성 측면에서 문제가 없을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- Tchai, B. S. (1990) Food safety and health, *J. Korean Soc. Food Nutr.* 19(5), 509-518.
- WHO. (1977) Lead (Environmental Health Criteria 3) p.44-54. WHO.
- WHO. (1989) Mercury (Environmental Health Criteria 86) p.9. WHO.
- WHO. (1989) Arsenic (Environmental Health Criteria 18) p.43-50. WHO.
- Jung, G. B., Jung, K. Y., Cho, G. H., Jung, B. G. and Kim, K. S. (1997) Heavy metal contents in soils and vegetables in the plastic film house, *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 30(2), 152-160.
- Won, K. P., Kim, C. M., Sho, Y. S., Seo, S. C., Chung, S. Y., You, S. Y., Song, K. H., Kim, J. S., Kim, H. D. and Kim, K. S. (1995) 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(2), 456-469.
- National Food Authority. (1994) The 1992 Australian Market Basket Survey. A total diet survey of pesticides and contaminants.
- UNEP/FAO/WHO. (1992) Assessment of dietary in takes of chemical contaminants, UNEP/FAO/WHO.
- Lee, S. R. (1993) Study on the Food Safety, Ewha Woman's Univ. Press.
- WHO. (1995) Guidelines for the study of dietary in takes of chemical contaminants. WHO.
- National Rural Living Science Institute. (1996) Food component table. The 5th published. RDA.
- Kim, B. Y. and Lee, M. H. (1995) Comparisons of the analytical methods for Cd in brown rice, *Korean J. Environ. Agric.* 14(3), 338-344.
- National Institute of Agricultural Science and Technology. (1988) Methods of Soil Chemical Analysis. RDA.
- Ministry of Environment. (1996) Standard Test Method for Soil Pollution.
- Lee, S. R., Lee, H. M. Huh K. and Lee, M. G. (2000) Optimization of average food consumption data for Koreans in 1990s, *J. Food Hyg. Safety.* 15(2), 68-78.
- Council of Europe. (1989) Joint FAO/WHO food standards programme codex committee on food additives and contaminants. 12th Session. p.337-350.
- Katsuhiko, I., Takahiro, N. and Kenji, S. (1990) Contents of 17 metal elements in food determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrophotometry : Vegetables, fruits, potatoes and fungi, *J. Food Hyg. Japan.* 31, 382-393.
- FAO/WHO. (1993) Daily intake, levels in food and estimated intake of Cd, Pb, Hg by the joint FAO/WHO Codex Committee on Additives and Contaminants, Hague.
- OECD. (1993) Lead : Background and national experience with reducing risk, OECD/GD(93) 67, Risk reduction monograph No. 1.
- MAFF Food Safety Direction. (1997) Food Surveillance Information Sheet, No. 113.
- Cuadrado, C. Kumpulainen, J., Carbajal, A. and Moreiras, O. (2000) Cereals contribution to the total dietary intake of heavy metals in Madrid, Spain, *J. of Food Composition Anal.* 13(4), 495-503.
- FAO/WHO. (1983) List of maximum levels recommended for contaminants by the Codex Alimentarius Commission, Rome. FAO/WHO.
- WHO. (1989) Evaluation of certain food additives and contaminants by the joint FAO/WHO expert Committee in Food additives, Technical report services. p.776. WHO.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (2001) crops and Heavy metals. RDA.