

시판 곡류와 두류 중의 미량금속 함량에 관한 조사

경동농수산물검사소 농산물검사팀

정애희·김도정·장미라·윤용태·김진곤·김명희

Contents of the Trace Metals in the Grain and Beans

Kyungdong Agricultural Products Inspection Team

**Ae-Hee Chung, Do-Jung Kim, Mi-Ra Jang, Yong-Tae Yoon, Jin-Gon Kim,
and Myung-Hee Kim**

Abstract

This study was performed to determine the trace metal contents in rice, barley, italian millet, broomcorn millet, soybean and red bean which were bought in Seoul. Trace metals(Fe, Zn, Cu, Cr, Cd, As, Mn, Pb, Hg) were detected in total of 36 samples of rice, barley, italian millet, broomcorn millet, soybean and red bean by mercury analyzer and atomic absorption spectrophotometer.

The results were as follows(unit: mg/kg).

1. The range and mean values of rice were : Fe: 2.972-12.158(6.559), Zn: 14.119-26.610(18.715), Cu: 0.861-1.610(1.127), Cr: 0.198-0.994(0.660), Cd: 0.000-0.166(0.113), As: 0.023-0.198(0.089), Mn: 6.745-30.319(14.101), Pb: 0.159-0.995(0.556), Hg: 0.005-0.042(0.012).

2. The range and mean values of barley were : Fe: 12.518-27.238(19.138), Zn: 12.255-22.390(17.663), Cu: 0.866-2.531(1.559), Cr: 0.377-0.950(0.636), Cd: 0.115-0.247(0.159), As: 0.015-0.182(0.075), Mn: 7.553-17.219(11.709), Pb: 0.324-0.997(0.479), Hg: 0.000-0.025(0.005).

3. The range and mean values of italian millet were : Fe: 29.806-45.953(33.991), Zn: 24.202-33.060(28.492), Cu: 3.177-4.764(4.189), Cr: 0.513-1.097(0.788), Cd: 0.165-0.249(0.198), As: 0.018-0.250(0.082), Mn: 2.545-18.962(10.319), Pb: 0.000-0.331(0.165), Hg: 0.004-0.011(0.007).

4. The range and mean values of broomcorn millet were : Fe: 19.471-30.828(25.150), Zn: 18.685-43.307(30.996), Cu: 2.387-3.012(2.700), Cr: 1.333-1.572(1.452), Cd: 0.164-0.230(0.197), As: 0.026(0.026), Mn: 2.880-8.743(5.812), Pb: 0.164-0.329(0.246), Hg: 0.000-0.001(0.001).

5. The range and mean values of soybean were : Fe: 42.621-68.214(59.595), Zn: 23.601-40.114(30.542), Cu: 3.170-5.356(4.701), Cr: 0.330-1.301(0.776), Cd: 0.116-0.265(0.209), As:

0.020-0.521(0.133), Mn: 13.196-20.974(16.849), Pb: 0.000-0.331(0.220), Hg: 0.000-0.013(0.005).

6. The range and mean values of red bean were : Fe: 38.439-45.988(41.935), Zn: 24.128-28.123(26.269), Cu: 3.559-5.765(4.333), Cr: 0.599-1.057(0.794), Cd: 0.247-0.249(0.248), As: 0.015-0.020(0.017), Mn: 10.737-13.231(11.630), Pb: 0.165-0.333(0.276), Hg: 0.004-0.017(0.009).

서 론

사회가 고도화되면서 경제적 여유와 함께 삶의 질적 향상에 대한 욕구도 증대되어 왔으며, 더불어 점차 식품의 안정성 측면도 주된 관심사로 자리 매김하고 있다¹⁾. 특히 주식으로 사용되는 곡류의 재배시에 생산량 증대를 위해 사용된 농약과 화학비료의 증가로 인하여, 또 인구증가와 공업화로 인하여 성장환경인 토양, 수질, 대기에 오염물질 유입이 증가하였고 이에 따라 곡류의 중금속함량이 상대적으로 증가되고 있으며, 중금속을 과량 함유하거나 오염된 식품을 섭취함으로써 체내에 그 함량이 축적된다는 보고도 있어 농산물 중 중금속 함량에 대한 정보가 중요하게 생각되고 있다²⁾.

중금속 중 수은, 납, 카드뮴, 비소는 유해미량금속으로 인간이 섭취하였을 때 체내에 축적되어 독성유발 가능성이 있고, 구리, 망간, 아연은 생체기능 유지에 필요한 필수금속이나 과량 섭취시 또한 독성을 유발하는 것으로 알려져 있다.³⁻⁵⁾ 따라서 본 연구는 서울시내 유통중인 곡류 36건을 수거하여 9개 미량금속 함량을 조사하여 유해성 판단에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

서울시내 강북지역에서 유통중인 농산물중 곡류(쌀 10건, 보리 10건, 조 4건, 기장 2건), 두류(대두 7건, 팥 3건)를 1999년 10, 11월에 구입하여 실험재료로 사용하였다.

2. 시 약

Hg 측정용 시약은 Hg 분석용 첨가제(Nippon, Japan)를 사용하였으며, Fe, Zn, Cu, Cr, Cd,

As, Mn, Pb 측정용 시약은 Sulfuric acid (Wako Pure Co., Ltd. Japan), Nitric acid (Wako Pure Co., Ltd. Japan), Hydrochloric acid(Wako Pure Co., Ltd. Japan)를 사용하였다. 표준용액은 각 미량금속의 원자 흡광 분석용 Standard solution (Junsei, Japan-1000 ppm)을 사용하였다.

3. 분석기기

Hg의 분석은 Mercury analyzer (NIC, SP-3D)를 사용하여 가열기화 금아말감법 (Combustion gold amalgamation method)⁶⁾에 따라 실험하였고, Fe, Zn, Cu, Cr, Cd, As, Mn, Pb 은 AAS (Varian, SpectrAA-800)을 사용하여 측정하였다.

4. 실험방법

실험재료를 그대로 분쇄기로 분쇄하여 식품공전상의 건식회화법⁶⁾으로 처리한 후 0.5 N HNO₃ 로 희석하여 50ml로 정용하여 시험용액으로 사용하였으며 기기 분석조건은 표 1 과 같다.

결과 및 고찰

서울시내 북부지역에서 유통중인 곡류(쌀 10건, 보리 10건, 조 4건, 기장 2건), 두류(콩 7건, 팥 3건)의 검사결과를 표 2, 3, 그림 1, 2와 같다.

철의 경우 본 조사에서 쌀에서 2.972 - 12.158mg/kg(평균 6.559mg/kg), 보리에서 12.517-27.238mg/kg(평균 19.138mg/kg), 조에서 29.806-45.953mg/kg(평균 33.991mg/kg), 기장에서 19.471-30.828mg/kg(평균 25.150mg/kg)이었고, 대두에서 42.621-68.214mg/kg(평균 59.595mg/kg), 팥에서 38.438-45.988mg/kg(평균 41.935mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 21.209 mg/kg이고 두류는 50.765mg/kg로 나타났다. 철 함유량은 대두에서 가장 높았고 두류 평균이 곡류 평균보

Table 1. The operating condition of atomic absorption spectrophotometer.

Element	Fe	Zn	Cu	Cr	Cd	As	Mn	Pb
Instrument mode	Absorbance	Absorbance	Absorbance	Absorbance	Absorbance	Absorbance	Absorbance	Absorbance
Type	Flame	Flame	Flame	Flame	Flame	Vapor	Flame	Flame
Wavelength(nm)	248.3	313.9	324.8	357.9	228.8	193.7	279.5	217
Slit width(nm)	0.2	1.0	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	1.0
Standard conc. (ppm)	0.4 1.6 5.0	0.4 1.2 2.4	0.1 0.2 0.4	0.05 0.10 0.20	0.01 0.02 0.04	0.01 0.02 0.04	1.0 5.0 10.0	1.0 2.0 5.0
Lamp current(mA)	5.0	5.0	4.0	7.0	4.0	10.0	5.0	10.0
Air flow(l/min)	13.6	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.53
Acetylene flow(l/min)	1.7	1.7	2.1	2.9	2.0	2.03	2.0	2.0

다 2배 이상 높았다. 철은 지각중에 네 번째로 많은 금속으로 공업과정의 부산물로서 폐기되고, 또 폐기물로부터 용출되기도 하여 환경 중으로 방출된다.^{7,8)} 철은 동물의 장기와 시금치, 상추, 두류, 토마토 등에 많은 것으로 알려져 있다.⁷⁾ 철은 필수금속으로 결핍 시에는 빈혈을 나타낼 수 있으며, 과잉 시에는 피부색소 침착, 내분비 장애, 관절 장애 등을 볼 수 있다.

아연의 경우 본 조사에서 쌀에서 14.119-26.610mg/kg(평균 18.715mg/kg), 보리에서 12.255-22.390mg/kg(평균 17.663mg/kg), 조에서 24.202-33.060mg/kg(평균 28.492mg/kg), 기장에서 18.685-43.307mg/kg(평균 30.996mg/kg)이었고, 대두에서 23.601-40.114mg/kg(평균 30.542mg/kg), 팥에서 24.128-28.123mg/kg(평균 26.269mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 23.967mg/kg이고, 두류는 28.406mg/kg로 나타났다. 쌀의 평균치는 국립보건원의 조사치(7.23mg/kg)¹⁶⁾ 보다는 다소 높게 나왔고 두류 평균이 곡류 평균보다 높았다. 아연은 지각중 24번째로 많은 금속으로 고속도로 주위에서 약간 높는데 이것은 자동차에서 유래한다고 알려져 있다.

또한 Burkitt 등⁹⁾은 정련소 주변의 함량이 높다고 하였다. 아연 함량이 많은 식품은 동물성 식품, 콩류, 배아(胚芽), 곡물 등이다.¹⁰⁾ 배부(胚部) 이외의 식물성 식품에는 함량이 적고 특히 정제(精製)한 것은 적다. 아연은 필수금속으로 결핍시 성장지연, 성기의 발육부진, 식욕저하 등의 증상이 나타날 수 있으며, 급성 중독으로 전신권태, 설사, 백혈구수 감소, 중추신경계 억제, 사지마비 등이 보고되고 있다.

구리의 경우 본 조사에서 쌀에서 0.861-1.610mg/kg(평균 1.127mg/kg), 보리에서 0.866-2.531mg/kg(평균 1.559mg/kg), 조에서 3.177-4.764mg/kg(평균 4.189mg/kg), 기장에서 2.387-3.012mg/kg(평균 2.700mg/kg)이었고 대두에서 3.170-5.356mg/kg(평균 4.701mg/kg), 팥에서 3.559-5.765mg/kg(평균 4.333mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 2.394mg/kg이고, 두류는 4.517mg/kg로 나타났다. 쌀의 평균치는 국립보건원의 조사치(1.08mg/kg)¹⁶⁾ 와 비슷하게 측정되었고 두류가 곡류보다 다소 높았다. 구리는 필수금속으로서 환경 중에 많은 양이 존재하고 있으며 섭취되는 구리는 대부분 경구적으로 섭취되고, 그 양은 농산물의 종류와 그것이 생산된 토양에 영향을 받으며, 또한 식품의 가공과정과 농약에 의한 오염, 급수시설에 사용된 구리에 의해 달라진다. 구리함유량이 큰 식품은 패류(貝類), 동물의 장기, 견과(堅果), 코코아 등이다.¹¹⁾ 곡물은 정백에 의해 함유량이 1/3 정도로 저하된다. 구리에 의한 급성 중독증상은 구토, 복통, 설사 외에 헝기증, 간장해, 황달, 용혈 등이 있다.

크롬의 경우 본 조사에서 쌀에서 0.198-0.994mg/kg(평균 0.660mg/kg), 보리에서 0.377-0.950mg/kg(평균 0.636mg/kg), 조에서 0.513-1.097mg/kg(평균 0.788mg/kg), 기장에서 1.333-1.572mg/kg(평균 1.452mg/kg)이었고 대두에서 0.330-1.301mg/kg(평균 0.776mg/kg), 팥에서 0.599-1.057mg/kg(평균 0.794mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 0.884mg/kg이고, 두류는 0.785mg/kg로 나타났다. 기장의 경우 높게 측정되었으며 나머지 곡류와 두류에서는 평균 농도가 비슷하였다. 식

Table 2. Contents of trace metals in agricultural products

Item		No. of sample	Element	Min. value (mg/kg)	Max. value (mg/kg)	Mean value (mg/kg)	Standard deviation
Cereals	Rice	10	Fe	2.972	12.158	6.559	3.105
			Zn	14.119	26.610	18.715	4.006
			Cu	0.861	1.610	1.127	0.224
			Cr	0.198	0.994	0.660	0.291
			Cd	0.000	0.166	0.113	0.049
			As	0.023	0.198	0.089	0.070
			Mn	6.745	30.319	14.101	9.415
			Pb	0.159	0.995	0.556	0.282
	Hg	0.005	0.042	0.012	0.011		
	Barley	10	Fe	12.518	27.238	19.138	5.534
			Zn	12.255	22.390	17.663	3.695
			Cu	0.866	2.531	1.559	0.658
			Cr	0.377	0.950	0.636	0.189
			Cd	0.115	0.247	0.159	0.036
			As	0.015	0.182	0.075	0.064
			Mn	7.553	17.219	11.709	2.872
			Pb	0.324	0.997	0.479	0.214
	Hg	0.000	0.025	0.005	0.007		
	Italian millet	4	Fe	29.806	45.953	33.991	7.977
			Zn	24.202	33.060	28.492	3.963
			Cu	3.177	4.764	4.189	0.702
			Cr	0.513	1.097	0.788	0.239
			Cd	0.165	0.249	0.198	0.037
			As	0.018	0.250	0.082	0.112
			Mn	2.545	18.962	10.319	7.951
			Pb	0.000	0.331	0.165	0.135
	Hg	0.004	0.011	0.007	0.003		
Broomcorn millet	2	Fe	19.471	30.828	25.150	8.031	
		Zn	18.685	43.307	30.996	17.411	
		Cu	2.387	3.012	2.700	0.443	
		Cr	1.333	1.572	1.452	0.169	
		Cd	0.164	0.230	0.197	0.047	
		As	0.026	0.026	0.026	0.000	
		Mn	2.880	8.743	5.812	4.145	
		Pb	0.164	0.329	0.246	0.117	
Hg	0.000	0.001	0.001	0.001			
Legumes	Soybean	7	Fe	42.621	68.214	59.595	9.718
			Zn	23.601	40.114	30.542	6.420
			Cu	3.170	5.356	4.701	0.791
			Cr	0.330	1.301	0.776	0.475
			Cd	0.116	0.265	0.209	0.054
			As	0.020	0.521	0.133	0.195
			Mn	13.196	20.974	16.849	2.927
			Pb	0.000	0.331	0.220	0.170
	Hg	0.000	0.013	0.005	0.004		
	Red bean	3	Fe	38.439	45.988	41.935	3.805
			Zn	24.128	28.123	26.269	2.013
			Cu	3.559	5.765	4.333	1.242
			Cr	0.599	1.057	0.794	0.237
			Cd	0.247	0.249	0.248	0.001
			As	0.015	0.020	0.017	0.002
			Mn	10.737	13.231	11.630	1.389
			Pb	0.165	0.333	0.276	0.096
			Hg	0.004	0.017	0.009	0.007

Table 3. Average of trace metals in the cereals and legumes.

Item	Fe	Zn	Cu	Cr	Cd	As	Mn	Pb	Hg
cereals	21.209	23.967	2.394	0.884	0.167	0.068	10.485	0.362	0.006
legumes	50.765	28.406	4.517	0.785	0.229	0.075	14.240	0.248	0.007

물의 크롬 농도는 토양 중의 크롬 농도에도 좌우되며, 조리식품의 경우 조리과정에서 조리기구로부터 크롬이 오염된다. 크롬은 삼림의 화재나 연료의 연소에 의해 크롬이 대기 중으로 방출된다. 식품 중의 크롬 평균농도는 곡물 0.13mg/kg, 고기 0.13mg/kg, 생선 0.02mg/kg, 해산물 0.15mg/kg, 야채 0.18mg/kg, 과일 0.01mg/kg이라는 보고도 있다.¹²⁾ 사람에게 대한 일반 독성으로는 기도로부터 들어오는 크롬으로 인한 호흡기 장애, 피부 접촉으로 인한 피부장해가 알려져 있다. 크롬으로 인한 피부장해는 자극 부식에 의한 급성장해와 알레르기성 피부염이 있다. 일반적으로 3가의 크롬은 6가의 크롬에 비해 독성이 낮은 것으로 알려져 있다. 크롬으로 인한 만성 장해로는 비중격(鼻中隔)의 궤양과 천공, 피부궤양, 피부염과 폐암 등이다.

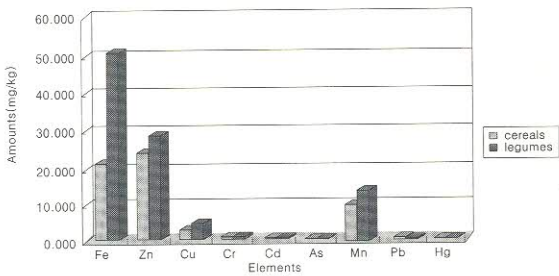


Fig. 1 Contents of trace metals in cereals and legumes

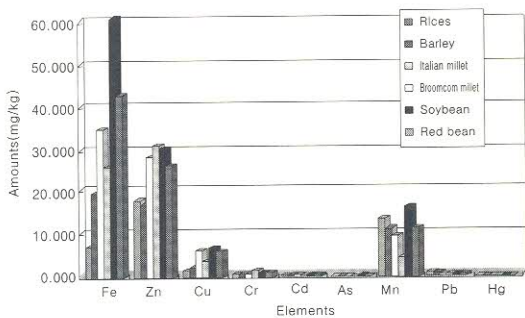


Fig. 2 Contents of trace metals in cereals and legumes

카드뮴의 경우 본 조사에서 쌀에서 0-0.166mg/kg(평균 0.113mg/kg), 보리에서 0.115-0.247mg/kg(평균 0.159mg/kg), 조에서 0.165-0.249mg/kg(평균 0.198mg/kg), 기장에서 0.164-0.230mg/kg(평균 0.197mg/kg)이었고, 대두에서 0.116-0.265mg/kg(평균 0.209mg/kg), 팥에서 0.247-0.249mg/kg(평균 0.248mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 0.167mg/kg이고, 두류는 0.229mg/kg로 나타났다. 두류에서 곡류보다 약간 높게 측정되었으며 쌀의 경우 국립보건원의 측정치(0.013mg/kg)¹⁶⁾ 보다 다소 높았다. 카드뮴의 지각 중의 농도는 평균 0.15mg/kg이며 토양 중에는 0.5mg/kg 정도이다. 카드뮴 농도는 일반적인 환경에서는 낮지만, 식품 중에는 상당히 고농도의 카드뮴을 함유하고 있는 것이 있으며, 사람이 이 고농도 카드뮴 함유 식품을 섭취함으로써 체내 카드뮴 농도가 증가한다고 한다. 이것은 주로 먹이사슬을 통한 생물학적 농축으로 설명된다.

모든 식품 중에서 카드뮴이 검출되지만, 식물성 식품에서는 곡물류에 많고, 정백미(精白米)에서 0.08 - 0.41mg/kg이 검출된다. 동물성 식품에서는 간장이나 신장에 많고 또 어류의 내장에도 상당히 많이 포함되어 있다. 경구 급성 중독 증상은 주로 잘못 마신 직후부터 30분 이내에 격심한 구토, 설사로 나타난다. 카드뮴 량으로서는 15 - 100mg 섭취(성인)로 급성 증상을 볼 수 있다. 카드뮴의 만성 중독 시에는 폐기종과 신장해(세뇨관 상피의 변성, 단백뇨)가 주로 나타난다. 또한 카드뮴은 고혈압, 발암성과 생식선 장애의 원인으로 알려져 있다.

비소의 경우 본 조사에서 쌀에서 0.023-0.198mg/kg(평균 0.089mg/kg), 보리에서 0.015-0.182mg/kg(평균 0.075mg/kg), 조에서 0.018-0.249mg/kg(평균 0.082mg/kg), 기장에서 평균 0.026mg/kg이었고, 대두에서 0.020-0.521mg/kg(평균 0.133mg/kg), 팥에서 0.015-0.020mg/kg(평균 0.017mg/kg)이었다. 곡류 평균으로

는 0.068mg/kg이고, 두류는 0.075mg/kg로 나타났다. 비소 평균 농도는 대두에서 약간 높았으며 쌀의 경우 국립보건원 조사치(0.10mg/kg)¹⁶⁾와 비교했을 때 약간 낮았다. 비소는 어디서나 검출되는 금속으로 해수 중의 비소 농도는 0.003-0.010 mg/kg로 극히 낮은 데 비하여, 해산물 중의 함량은 굴 3-10mg/kg, 새우 70 mg/kg등으로 상당히 높아 비소 섭취는 대부분 해산물 섭취에 의하여 이루어지는 것으로 알려져 있다. 비소는 일찍부터 살충제로서 많이 사용되어서 이 농약을 쓸 때 기도를 통해서 흡수되기도 하며, 과실 야채 등의 잔류 비소에 의해 체내에 섭취되기도 한다. 일반적으로 비소 중독 현상은 서서히 발현하여 전신증상을 보이며 중독증상으로는 전신 쇠약감, 신경통, 결막염, 피부의 색소침착, 빈혈, 간종, 백혈구 감소 등으로 나타난다. 식품으로 인한 비소 중독으로는 일본의 경우 비소 포함 농약으로 오염된 채소에 의한 집단 중독 사건이 있었고, 1955년의 모리나가 비소 밀크사건으로 많은 사상자를 냈으며 이 사건의 후유증으로 지능장애, 간질발작, 뇌파이상, 신경성 난청 등의 신경증상이 현재도 있다고 한다.

망간의 경우 본 조사에서 쌀에서 6.745-30.319mg/kg(평균 14.101mg/kg), 보리에서 7.553-17.219mg/kg(평균 11.709mg/kg), 조에서 2.545-18.962mg/kg(평균 10.318mg/kg), 기장에서 2.880-8.743mg/kg(평균 5.811mg/kg)이었고, 대두에서 13.196-20.974mg/kg(평균 16.849mg/kg), 팥에서 10.737-13.231mg/kg(평균 11.630mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 10.485mg/kg이고, 두류는 14.240mg/kg로 나타났다. 쌀의 경우 망간의 평균 농도는 국립보건원 조사치(4.48mg/kg)¹⁶⁾보다 약간 높게 측정되었으며, 보리의 경우도 국립보건원 조사치(8.43mg/kg)¹⁶⁾보다 약간 높았다. 망간은 지각 중의 금속 중 12번째로 그 농도는 0.1%이며 환경 중의 망간 농도는 도시화가 진행될수록 높아지며 인위적인 것이 대기오염에 기인한다는 것을 나타내고 있다. 식품 중의 망간량은 그 식품이 생산된 환경의 망간량에 좌우된다. 망간 역시 먹이사슬에 의한 생물학적 농축이 되는 데 예를 들면 해조류(海藻類)에는 해수 중 농도에 비하여 10만 배까지 망간이 농축 농축된다고 한다. 식품 중의 망간 농도는 동물성 식품에는 비교적 적으며, 종자나 곡물 등에서 높게 나타난다(보리류 11-17mg/kg, 쌀 1-2mg/kg, 육류 0.05-0.3mg/

kg).¹³⁾ 직업병으로서의 망간중독은 급성 중독인 망간 폐렴이 있고, 만성 중독인 Parkinson 증후군이 있다.

납의 경우 본 조사에서 쌀에서 0.159-0.995mg/kg(평균 0.556mg/kg), 보리에서 0.324-0.997mg/kg(평균 0.479mg/kg), 조에서 0.000-0.331mg/kg(평균 0.165 mg/kg), 기장에서 0.164-0.329mg/kg(평균 0.246mg/kg)이었고, 대두에서 0.000-0.331mg/kg(평균 0.220mg/kg), 팥에서 0.165-0.333mg/kg(평균 0.276mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 0.362mg/kg이고, 두류는 0.248mg/kg로 나타났다. 쌀의 경우 납의 평균 농도는 국립보건원 조사치(0.14mg/kg)¹⁶⁾와 비교시 다소 높았으며 곡류의 납 평균 농도가 두류의 그것보다 약간 높았다. 대기의 납 오염은 대부분은 자동차의 배기 가스에서 유래한다. 체내 납 섭취는 경구적으로 이루어지며, 식품 중의 납을 분석하면 평균 0.2-수mg/kg의 납이 검출된다. 이것은 채취된 식품의 납 오염도와 관계되며 특히 이전에 사용된 납 함유 농약으로 인한 토양 오염이나 자동차의 배기가스에 의한 오염이 그 주요 원인이 된다. 납의 급성독성은 비교적 약한 편이며, 축적 독성이 있으므로 장기간 섭취시 만성 중독을 일으킨다.

수은의 경우 본 조사에서 쌀에서 0.005-0.042mg/kg(평균 0.012mg/kg), 보리에서 0.000-0.025mg/kg(평균 0.005mg/kg), 조에서 0.004-0.011mg/kg(평균 0.007 mg/kg), 기장에서 0.000-0.001mg/kg(평균 0.001mg/kg)이었고, 대두에서 0.000-0.013mg/kg(평균 0.005mg/kg), 팥에서 0.004-0.017mg/kg(평균 0.009mg/kg)이었다. 곡류 평균으로는 0.006mg/kg이고, 두류는 0.007mg/kg로 나타났으며 쌀의 경우 국립보건원의 조사치(0.004mg/kg)¹⁶⁾보다 약간 높았다. 수은으로 인한 환경 오염은 대부분 연료에 의한 것이다. 환경 중으로 방출된 수은은 대기, 물, 생물, 암석, 토양의 사이를 증발, 침전, 분해, 용해 등 각종 물리적, 화학적, 생물학적 과정을 통해서 순환하게 된다. 생물학적 과정 중 가장 중요한 것은 먹이사슬로 인한 생물학적 농축이며, 수은이 주로 수계(水系)를 통해서 생물에 축적된다. 수은이 사람에게 접촉되는 것은 이들의 여러가지 순환 중에 이루어지며 이중 특히 중요한 것은 음식물 섭취 시에 생기는 접촉이다. 주요 식품 중의 평균 수은 함유량은 밀 0.254mg/kg, 차 0.064mg/kg, 소고기 0.118mg/kg 등이며 어패류, 특히 다랑어류에 많이

함유되어 있다.^{14, 15)} 중독 증상으로는 식욕부진, 떨림, 복통, 구토와 미나마타병으로 알려진 중추신경 장애(사지전신의 저림, 언어장애, 시력장애, 자율신경 및 정신의 장애 등)를 볼 수 있다.

이상의 실험결과를 종합하여 보면 본 조사에서 사용된 곡류 및 두류의 9개 미량금속의 함유량이 전체적으로 유의하게 높지 않은 것으로 판단되어 환경 오염 등에 의한 영향이 미미한 수준임을 알 수 있었다.

결 론

서울시내 강북지역에서 1999년에 유통중인 곡류(쌀 10건, 보리 10건, 조 4건, 기장 2건), 두류(대두 7건, 팥 3건)를대상으로 Fe, Zn, Cu, Cr, Cd, As, Mn, Pb, Hg의 9개 금속의 함유량을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다. (단위: mg/kg)

1. 쌀에서 금속함유량 범위 및 평균값은 Fe: 2.972-12.158(6.559), Zn: 14.119-26.610(18.715), Cu: 0.861-1.610(1.127), Cr: 0.198-0.994(0.660), Cd: 0.000-0.166(0.113), As: 0.023-0.198(0.089), Mn: 6.745-30.319(14.101), Pb: 0.159-0.995(0.556), Hg: 0.005-0.042(0.012)이다.
2. 보리에서 금속함유량 범위 및 평균값은 Fe: 12.518-27.238(19.138), Zn: 12.255-22.390(17.663), Cu: 0.866-2.531(1.559), Cr: 0.377-0.950(0.636), Cd: 0.115-0.247(0.159), As: 0.015-0.182(0.075), Mn: 7.553-17.219(11.709), Pb: 0.324-0.997(0.479), Hg: 0.000-0.025(0.005)이다.
3. 조에서 금속함유량 범위 및 평균값은 Fe: 29.806-45.953(33.991), Zn: 24.202-33.060(28.492), Cu: 3.177-4.764(4.189), Cr: 0.513-1.097(0.788), Cd: 0.165-0.249(0.198), As: 0.018-0.250(0.082), Mn: 2.545-18.962(10.319), Pb: 0.000-0.331(0.165), Hg: 0.004-0.011(0.007)이다.
4. 기장에서 금속함유량 범위 및 평균값은 Fe: 19.471-30.828(25.150), Zn: 18.685-43.307(30.996), Cu: 2.387-3.012(2.700), Cr: 1.333-1.572(1.452), Cd: 0.164-

- 0.230(0.197), As: 0.026(0.026), Mn: 2.880-8.743(5.812), Pb: 0.164-0.329(0.246), Hg: 0.000-0.001(0.001)이다.
5. 대두에서 금속함유량 범위 및 평균값은 Fe: 42.621-68.214(59.595), Zn: 23.601-40.114(30.542), Cu: 3.170-5.356(4.701), Cr: 0.330-1.301(0.776), Cd: 0.116-0.265(0.209), As: 0.020-0.521(0.133), Mn: 13.196-20.974(16.849), Pb: 0.000-0.331(0.220), Hg: 0.000-0.013(0.005)이다.
 6. 팥에서 금속함유량 범위 및 평균값은 Fe: 38.439-45.988(41.935), Zn: 24.128-28.123(26.269), Cu: 3.559-5.765(4.333), Cr: 0.599-1.057(0.794), Cd: 0.247-0.249(0.248), As: 0.015-0.020(0.017), Mn: 10.737-13.231(11.630), Pb: 0.165-0.333(0.276), Hg: 0.004-0.017(0.009)이다.

참 고 문 헌

1. 차철환 : 공해와 질병, 최신의학사, 서울 p.298 (1983).
2. 최석영 : 식품오염, 울산대학교 출판부 (1994)
3. Furr, A.K, Kelly, C.K, Bache, C.A, Gutenmann, W.H, Lisk, D.J, : Muktielement Absorption by crops grown in pots on municipal sludge amended soil, J. of Agric Food Chem, 24(4): 889(1976).
4. 문범수 : 식품위생학, 신광출판사, 서울.pp.253-264(1992).
5. Anderson, Dibble, Turkki, Mitchell and Rynbergen : Nutrition in Health and Disease, J.B. Lippincott company, 69-99(1982).
6. 보건사회부 : 식품공전, 한국식품공업협회, 761-771(1999)
7. National Research Council : Iron, University Park Press, (1979).
8. Venugopal, B., et al. : Metal Toxicity in Mammals. 2 : 275, Plenum Press, New York, (1978).
9. Burkitt, A.P., et al. : Distribution of

- heavy metals in the vicinity of an industrial complex. *Nature*, 238 : 327 (1972).
10. Murphy, E.W., et al. : Provisional tables on the zinc content of foods. *J. Am. Diet Assoc.*, 66 : 345, (1975).
 11. INCRA Research Report. A critical review of copper in medicine, (1975).
 12. Schroeder , H. A., et al. : Chromium deficiency as factor in atherosclerosis. *J. Chron. Dis.* , 23 : 123, (1970).
 13. NAS : Manganese. National Academy of Science, Washington, (1973).
 14. Friberg, L. and Vostal, J. : Mercury in the Environment. CRC Press, Cleveland, (1972).
 15. D'Itri, F.M. : The Environmental Mercury Problem. CRC Press, Cleveland, (1972).
 16. 김길생, 김창민, 소유섭, 서석춘, 정소영, 유순영, 송경희, 김종성, 이해빈 : 식품중의 미량금속에 관한연구. *국립연구원보*, 31(2):437-449(1994).