

## 대중음식중 중금속 함량

김정헌, 조남준, 박성배

서울특별시 보건환경연구원

## Studies on the Heavy Metals of Common Restaurant Meals

Jung Hun Kim, Nam Joon Chough and Sung Bae Park

Seoul Institute of Health and Environment, Seoul, 137-130, Korea

### Abstract

This study was performed to assess the contamination levels of the heavy metals (Pb, Cd, Cr, Cu, Fe, Zn and Mn) for common restaurant meals in Seoul area.

The samples were seolong-tang, galbi-tang, yeukge-jang, kalguksu, doenjang-chige, bibimbab, bibim-nangmyon, bulgogi, chazang-myon, yanggobchang and zumuluk, which were separated drained residues from fluids.

The heavy metal contents were determined by atomic absorption spectrophotometer.

The results obtained were as follows :

- The total amount of heavy metals per meals were 131.8 $\mu$ g lead, 18.4 $\mu$ g cadmium, 135.5 $\mu$ g chromium, 804.9 $\mu$ g copper, 7430.6 $\mu$ g iron, 2807.4 $\mu$ g zinc, and 841.6 $\mu$ g manganese.
- Intake levels per daily through common restaurant meals were lower than the daily intake limit established by FAO/WHO.

### 서 론

산업의 발달로 산업폐기물 및 각종오염물질들이 토양을 오염시킴에 따라 이들 토양에서 재배된 농작물에 중금속, 농약등이 잔류하게되어 식품의 안전성에 대한 사회적 관심이 점차 높아지고 있다.<sup>1,2)</sup>

우리나라에서는 부분적으로 식품중 중금속<sup>3-7)</sup>과 농약잔류량<sup>8,9)</sup>을 분석하여 식품의 오염정도를 검토하고 있으나 식품이 섭취되기까지 여러단계의 가공과 조리과정을 거치게 되므로 실제 섭취량은 식품중 잔류중금속의 양과 다를 수 있다.<sup>10)</sup>

따라서 식품의 중금속 잔류정도로 식품위생상태를 판단하는 것은 무리가 따르므로 식품중의 오염물질 monitoring 실시<sup>11)</sup>가 요구되고 있으며 점차 매식인구의 증가와 외식산업의 발달과 더불어 최근에는 대중음식점 식사에서 일부 중금속에 대한 오염문제

가 제기되기에 이르렀다.<sup>6)</sup>

이에 저자들은 서울지역에서 판매되고 있는 대중음식중 많이 이용되는 11종의 식사에 대해 중금속의 함유량을 측정하여 하루 섭취량을 추정하고 우리나라 대중음식의 위생상태를 평가하는 동시에 중금속의 섭취허용량 한계 설정을 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 재 료

1988년 11월 16일부터 11월 20일 까지 서울시 일원에서 식당규모별, 음식종류별로 무작위로 추출한 21개 지역 49개 식당에서 판매되고 있는 11종 음식(설렁탕, 갈비탕, 육개장, 칼국수, 된장찌개백반,

비빔밥, 비빔냉면, 짜장면, 불고기, 양곱창, 주물럭)을 종류별로 6예씩 각기 다른 식당에서 1인분씩을 미리 준비한 두껍이 있는 내열성 플라스틱(폴리프로필렌) 용기에 주식, 반찬 및 국물을 함께 담아 실험실로 운반한 후 탕이나 찌개등 국물이 있는 시료는 60mesh체로 액체가 더 이상 흘러내리지 않을 정도로 건더기와 국물을 분리하여 각각 중량과 용량을 측정후 냉장상태(4℃ 이하)로 보관하고 실험시 균질기로 균질화하여 분석시료로 사용하였다.

가열판에서 탄화시킨후 식품공전중<sup>12)</sup> 유해성 금속 시험법 건식회화법에 따라 전처리하여 원자흡광광도법 직접법에 따라 원자흡광광도계(Hitachi 170-35, 일본)로 7종의 중금속(Pb, Cd, Cr, Cu, Fe, Zn 및 Mn)을 측정하였으며 따로 공시험을 하여 보정하였다.

실험에 사용된 시약은 특급을 사용하였고, 물은 Milli-Q(Millipore Co, 미국)를 통과시킨 순수를 사용하였으며 표준용액은 純正化學(株)(일본)의 표준원액(1,000ppm)을 단계별로 희석하여 사용하였다.

**방 법**

건더기는 5g, 국물은 10~15g 씩 정밀하게 저체도가니에 취하여 150℃ 건조기에서 건조시키고

**결과 및 고찰**

서울시내 49개 대중음식점에서 수집한 11종 66예

Table 1. Contents of Heavy Metals in Residue of Different Meals in Seoul Area

Sample	No. of Sample	Amount of metal(unit : ppm)						
		Pb	Cd	Cr	Cu	Fe	Zn	Mn
Seolong-tang	6	0.174	0.057	0.285	2.834	4.789	7.802	1.380
Galbi-tang	6	0.079	0.037	0.144	0.757	13.349	7.549	0.737
Yeukge-jang	6	0.359	0.048	0.069	1.019	15.299	6.539	0.853
Kalguksoo	6	0.058	0.035	0.319	1.199	14.790	1.306	0.175
Doenjang-chige	6	0.254	0.023	0.422	1.457	8.474	5.236	1.777
Bibim-bab	6	0.110	0.033	0.328	2.312	5.578	4.698	1.884
Bibim-nangmyon	6	0.311	0.040	0.396	1.881	15.285	2.616	1.720
Chazang-myon	6	0.486	0.023	0.234	1.812	22.727	2.944	1.568
Bulgogi	6	0.442	0.056	0.355	2.949	16.232	19.092	0.716
Yanggob-chang	6	0.312	0.047	0.169	3.106	22.958	8.836	11.670
Zumuluk	6	0.330	0.037	0.462	2.424	14.536	15.960	2.204
Total	66	0.265	0.039	0.289	1.976	14.001	7.507	2.293

Table 2. Contents of Heavy Metals in Fluid of Different Meals in Seoul Area

Sample	No. of Sample	Amount of metal(unit : ppm)						
		Pb	Cd	Cr	Cu	Fe	Zn	Mn
Seolong-tang	6	0.479	0.033	0.060	0.501	8.223	1.072	0.861
Galbi-tang	6	0.211	0.031	0.394	0.797	31.793	3.699	1.841
Yeukge-jang	6	0.411	0.034	0.078	0.990	34.939	1.511	2.376
Kalgukoo	6	0.268	0.033	0.079	1.162	15.449	4.679	1.349
Doenjang-chige	6	0.232	0.027	0.425	1.042	13.263	3.178	1.184
Total	30	0.320	0.032	0.207	0.898	20.733	2.828	1.522

(각6예)를 건더기와 국물로 분리하여 측정된 대중음식의 중금속 함량은 표 1 및 2와 같다.

건더기(66예)와 국물(30예)의 중금속 함량을 비교해 보면 대부분 건더기에서 함량이 높았으나 납과 철은 건더기에서 0.265ppm, 14.001ppm, 국물에서 0.320ppm, 20.733ppm으로 오히려 국물에서 다소 높았다.

중금속 함유량 순서를 보면 철이 건더기에서 14.001ppm, 국물에서 20.733ppm으로 가장 많았으며 아연, 망간, 구리의 순이고 카드뮴이 건더기에서 0.039ppm, 국물에서 0.032ppm으로 가장 적었다.

그러나 건더기에서는 크롬이 0.289ppm, 납이 0.265ppm인 반면 국물에서는 납이 0.320ppm, 크롬이 0.207ppm으로 건더기에서는 크롬이 국물에서는 납이 높게 나타났다.

이처럼 건더기와 국물간 또는 중금속 종류간 함량에서 차이가 있는 것은 국물이 없는 음식이 있을뿐 아니라 중금속의 종류에 따른 침착 또는 용출율의 차이나 양념정도에 따라 달라질 수 있을 것으로 사료된다.

음식 종류별로 건더기와 국물중 중금속 함량을 보면 대체로 건더기에 있어서는 양곱창, 불고기, 주물럭등 육류음식에서 높게 나타났으며 국물에 있어서는 육개장, 칼국수, 설렁탕등이 높게 나타났다.

대중음식의 건더기와 국물에 함유된 중금속의 평균농도를 각 음식 1인분의 평균 중량 또는 용량과 곱하여 합한 대중음식 한그릇당 중금속 총함유량은 표 3과 같다.

납은 1회 식사에서 평균 131.8 $\mu$ g을 섭취하게 되며 육개장, 짜장면, 설렁탕이 높은 편이며 비빔밥에서는 낮고 건더기와 국물이 분리되는 5종의 식사에서는 건더기에서 95.4 $\mu$ g, 국물에서 62.4 $\mu$ g을 섭취하는 것으로 나타났다.

카드뮴은 한그릇당 평균 18.4 $\mu$ g이 섭취되며 설렁탕, 육개장에서 많은 양이, 주물럭에서는 적은 양이 섭취되어진다.

크롬은 평균 135.5 $\mu$ g을 섭취하게 되며 된장찌개가 298.1 $\mu$ g으로 가장 많고 양곱창이 35.7 $\mu$ g으로 가장 적었으며 건더기는 128.6 $\mu$ g, 국물은 43.3 $\mu$ g이 함유되어 있었다.

구리는 한그릇당 804.9 $\mu$ g을 섭취하게 되며 설렁탕이 1365.9 $\mu$ g으로 가장 많고 갈비탕이 581.9 $\mu$ g으로 가장 적었으며 건더기에서 82.1%, 국물에서 17.9%로 대부분 건더기에서 섭취하게 된다.

철은 한그릇에서 7430.6 $\mu$ g으로 가장 많은 양을 섭취하게 되며 갈비탕이 15394.8 $\mu$ g으로 가장 높고 비빔밥이 1991.9 $\mu$ g으로 가장 낮아 함유량 차이 또한 가장 크게 나타났다.

Table 3. Total Amount of Heavy Metals in Restaurant Meals in Seoul Area

	Weight : Volume		Amount of metal(unit : $\mu$ g/meal)						
	Resi(g)	Fluid(ml)	Pb	Cd	Cr	Cu	Fe	Zn	Mn
Seolong-tang	435.2 $\pm$ 159.8*	264.5 $\pm$ 108.6	202.4	33.5	139.9	1,365.9	4,259.1	3,678.9	828.3
Galbi-tang	464.0 $\pm$ 138.9	289.4 $\pm$ 100.6	97.8	26.2	180.8	581.9	15,394.8	4,573.2	874.8
Yeukge-jang	534.9 $\pm$ 187.5	149.5 $\pm$ 39.8	253.4	30.8	48.6	693.1	13,406.8	3,723.6	811.5
Kalguksoo	576.6 $\pm$ 85.2	98.8 $\pm$ 32.1	59.9	23.5	191.7	806.1	10,054.3	1,215.3	234.1
Doenjang-chige	547.8 $\pm$ 161.4	157.4 $\pm$ 42.1	175.6	16.8	298.1	962.1	6,729.7	3,368.5	1,159.8
Bibim-bab	357.1 $\pm$ 73.6	—	39.3	11.8	117.1	825.6	1,991.9	1,677.7	672.8
Bibim-nangmyon	429.9 $\pm$ 109.9	—	133.7	17.2	170.2	808.6	6,571.0	1,124.6	739.4
Chazang-myon	496.5 $\pm$ 97.2	—	241.3	11.4	116.2	899.7	11,284.0	1,461.7	778.5
Bulgogi	226.8 $\pm$ 61.5	—	100.2	12.7	80.5	668.8	3,681.4	4,330.1	162.4
Yanggob-chang	211.0 $\pm$ 52.8	—	65.8	9.9	35.7	655.4	4,844.1	1,864.4	2,462.4
Zumuluk	242.2 $\pm$ 34.7	—	79.9	9.0	111.9	586.9	3,519.2	3,863.9	533.6
Total	—	—	131.8	18.4	135.5	804.9	7,430.6	2,807.4	841.6

\* Mean $\pm$  SD

Table 4. Estimation of Dietary Intake of Heavy Metals from Restaurant Meals in Seoul Area

Metals	Intake level		FAO/WHO limits <sup>2)</sup>		SADDI <sup>4)</sup>	
	$\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$	$\mu\text{g}/\text{kgB.W.}/\text{day}^{1)}$	$\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$	$\mu\text{g}/\text{kgB.W.}/\text{day}$	$\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$	
Pb	395.3±	20.5	6.59	428.4	7.13	—
Cd	55.3±	2.4	0.92	57.4-71.1	0.96-1.19	—
Cr	406.6±	20.2	6.78	—	—	50-200
Cu	2,414.8±	61.0	40.25	3,000-30,000 <sup>4)</sup>	50-500	2,000-3,000
Fe	22,291.7±	1,212.9	371.53	48,000 <sup>4)</sup>	800	10,000 <sup>5)</sup>
Zn	8,422.3±	364.0	140.37	18,000-60,000 <sup>4)</sup>	300-1,000	15,000 <sup>5)</sup>
Mn	2,124.8±	165.9	35.41	—	—	2,500-5,000

1) Average body weight was assumed to be 60kg/person.

2) From report of joint FAO/WHO food standards programme<sup>13)</sup>

3) SADDI : Safe and Adequate Daily Dietary Inake.<sup>14)</sup>

4) Maximum Acceptable Daily<sup>13)</sup>

5) Recommended Dietary Allowances<sup>15)</sup>

아연은 평균 2807.4 $\mu\text{g}$ 을 한그릇에서 섭취하게 되며 갈비탕에서 4573.2 $\mu\text{g}$ 으로 가장 높고 비빔냉면에서 1124.6 $\mu\text{g}$ 으로 가장 낮았다.

또한 망간은 한그릇당 841.6 $\mu\text{g}$ 을 섭취하게 되며 양곱창이 2462.4 $\mu\text{g}$ , 불고기가 162.4 $\mu\text{g}$ 으로 각각 최고, 최저를 나타내었다.

대중음식의 한그릇당 중금속 섭취량은 음식에 따라 상당한 차이가 있었는데 이는 재료의 종류, 조리방법, 양념의 종류, 한그릇당 중량 또는 용량에 따른 차이로 생각되어 음식의 원재료에 대한 중금속의 함유량 조사가 이루어 질 필요가 있을 것으로 사료된다.

각 음식별 그릇당 중금속의 평균함량을 기초로 하루 세 끼니를 모두 대중음식을 먹는 것으로 전제 할때 각 음식별 중금속 1일 총섭취량은 표 4와 같으며 FAO/WHO<sup>13)</sup>의 제한섭취량이나 최대섭취허용량에 비해 낮은 수준이었다.

이상의 결과로 미루어 대중음식이 서울지역에 국한된 시료로서 중량 또는 용량, 재료, 양념의 종류, 조리과정이 다양하므로 오염정도의 판단이 제한적이긴 하나 각 중금속의 함량이 대중음식의 중금속 오염에 대한 문제는 없는 것으로 생각된다.

그러나 대중음식의 오염원은 주로 곡류, 육류, 채소류등에 기인되므로 이들 오염에 각별한 대책이 필요하며 식사용기로부터의 오염을 방지하기 위해

위생용기 사용이 수반되어야 할 것이다.

아울러 대중음식의 오염도조사를 확대 실시하는 한편 재료로 사용되는 곡물, 채소 및 과일, 육류는 물론 생산지 토양의 오염도까지 조사하여 식품의 안전성 확보를 위한 지속적인 노력이 필요할 것으로 사료된다.

## 요 약

대중음식의 오염정도를 알아보기 위해 서울지역의 대중음식점에서 주로 이용되는 11종의 음식을 21개 지역 49개 식당에서 1인분씩 구득하여 7종의 중금속함량을 원자흡광광도계로 측정한 결과는 다음과 같다.

· 대중음식 한그릇당 중금속 평균함량은 납 131.8  $\mu\text{g}$ , 카드뮴 18.4 $\mu\text{g}$ , 크롬 135.5 $\mu\text{g}$ , 구리 804.9 $\mu\text{g}$ , 철 7430.6 $\mu\text{g}$ , 아연 2807.4 $\mu\text{g}$ , 망간 841.6 $\mu\text{g}$ 이었다.

· 대중음식으로부터 1일 1인 중금속 총섭취량은 FAO/WHO의 허용량보다 모두 낮은 수준이었다.

## 문 헌

1. 차철환 : 공해와 질병, 최신의학사, 298(1983)
2. De Man, J. M. : Principles of food chemistry,

- Topan co., 171(1976)
3. 양재승, 이서래, 노재식 : 국내산 현미중 수은 및 카드뮴의 농도, 한국식품과학회지, 11, 176 (1979)
  4. 오수경, 김태중, 윤화중 : 축산물중의 중금속 함량에 관한 조사연구, 한국수의공중보건학회지, 8, 15(1984)
  5. 문조종, 안장수, 이종옥, 궤인신, 장영미, 양화영, 주병갑, 신광순, 이규환 : 식품중의 중금속 함유량에 관한 연구, 국립보건연구원보, 22, 463(1985)
  6. 송미란, 이서래 : 서울시내 대중식사로부터 중금속의 총섭취량 평가, 한국식품과학회지, 18, 458(1986)
  7. 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주, 박건상, 성덕화, 이경진, 이만술, 백덕우 : 식품중의 미량금속에 관한 조사연구, 국립보건연구원보, 24, 733(1987)
  8. 류홍일, 김인기, 김학엽, 전성환 : 농경지 및 농작물중 유해물질오염에 관한 연구, 국립환경연구원보, 8, 231(1986)
  9. 류홍일, 전성환, 이민효, 유순주, 허성남, 김수아 : 토양오염 기준설정 합리화에 관한 연구, 9, 155(1987)
  10. 정수연, 이서래 : 쌀과 밀가루의 조리가공중 카드뮴 및 납 함량의 변화, 한국식품과학회지, 18, 264(1986)
  11. 内山充 : 食品汚染物, 食品衛生研究, 日本食品衛生協會, 30, 327(1980)
  12. 보건사회부 : 식품공전, 이문인쇄사(1988)
  13. FAO/WHO : Joint FAO/WHO food standards programme, codex alimentarius(XVII) (contaminants), Rome(1984)
  14. Maurice, E. S. and Vernon, R. Y : Modern nutrition in health and disease, 7th, Lea & Febiger, Philadelphia, USA(1988)
  15. Reed, P.B. : Nutrition, West Publishing Company, New York, USA(1980)
- (Received August 14, 1989)