

대중음식 재료중 중금속 함량

첨가물과

김정현 · 이충언 · 허함록 · 김시형 · 조남준 · 한선희 · 이덕행

Heavy Metal Contents of Raw Materials in Korean Commercial Restaurant Meals

Food Additive Division

Jung Hun Kim, Chung Eun Lee, Hang Rok Heo, Si Hyung Kim,
Nam Joon Chough, Sun Hee Han and Duk Hang Lee

—Abstract—

This study was performed to investigate heavy metal contents of raw materials in Korean restaurant meals and to assess total dietary intake levels of heavy metals from those. The samples were 305 cases in 32 kinds of raw materials used 5 meals, such as Bulgogi, Bibim-bab, Yanggob-chang, Seolong-tang, Yeukge-jang, collected from Kwang-Nam area of Seoul.

The contents of lead, cadmium, chromium, copper, iron, zinc, and manganese were determined by atomic absorption spectrophotometer.

The results were as follows:

1. Raw materials used Bulgogi were, 19 Kinds of those, the most of five meals and Seolong-tang were 9 kinds.
2. The mean value and range (ppm) of heavy metals were; Pb, 0.386(ND~3.577); Cd, 0.017(ND~3.577); Cr, 0.042(ND~3.506); Cu, 1.893(0.136~27,480); Fe, 18.864(0.749~728.395); Zn, 7.045(0.052~41.647); Mn, 5.038(0.324~92.322).
3. Total daily dietary intake levels of heavy metals from the raw materials were; Pb, 231.88 $\mu\text{g}/\text{person}$; Cd, 8.03 $\mu\text{g}/\text{person}$; Cr, 18.78 $\mu\text{g}/\text{person}$; Cu, 1,030.81 $\mu\text{g}/\text{person}$; Fe, 7,946.03 $\mu\text{g}/\text{person}$; Zn, 3,709.89 $\mu\text{g}/\text{person}$, Mn, 3,221.53 $\mu\text{g}/\text{person}$, lower than the FAO/WHO limits and Safe and Adequate Daily Dietary Intake level.

서 론

대부분 농수축임산물로부터 공급되는 식품은 경제성장과 더불어 환경이 오염되면서 위생적 측면에서 사람의 관심이 집중되고 있다.¹⁾

사람이 매일 섭취하는 식품중에는 그 자체 원태부터 함유하고 있는 성분이 있긴 하지만 오염으로 인한 유해성분들이 축적되면 될수록 인간의 건강은 위협받게 된다.^{2~4)}

이처럼 식품을 통하여 인체에 섭취되는 오염물질에

대해 FAO/WHO에서는 화학적 오염감시 대상물질로 중금속, 잔류농약, PCB를 제시하고 특히 중금속은 비소, 카드뮴, 납, 수은을 우선 순위로 다루고 있다.⁵⁾

중금속오염으로 인한 집단중독사고로 minamata병⁶⁾과 itai itai병⁷⁾이 발생한 이후 세계 각국에서는 식품오염방지에 대한 노력을 더욱 기울이고 있으며 FAO/WHO에서는 각종 정보를 수집하여 식품별 오염물질별로 ADI(Acceptable Daily Intake) 및 PTWI(Provisional Tolerable Weekly Intake)를 설정⁸⁾하고 각 나라에서는 오염물의 수준과 섭취량을 이와 비교하여 자기나라의 실정에 맞는 식품의 안전성을 검토하고 있다.

우리나라에서는 식품에 대한 안전성 평가가 부분적으로 식품별^{4,8-21)}로 행하여 지고 있으나 체계적인 오염 monitoring system이 미흡할뿐 아니라 최근에는 대중음식의 오염문제가 제기되기에 이르렀다.⁴⁾

이에 대중음식중 주로 이용되는 5개 음식(불고기, 설렁탕, 양곱창, 육개장, 비빔밥) 재료의 중금속 함유량을 측정하여 대중음식의 중금속 주요 오염원을 규명하는 동시에 식품의 안전성을 검토하고 중금속의 기준치 설정을 위한 기초자료를 얻고자 본 실험을 행하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

서울 강남지역(강남구, 서초구, 강동구, 송파구)에 소재하고 있는 규모가 큰 5종의 전문음식점 38개 식당에서 주로 이용되는 각 음식(설렁탕 10, 육개장 8, 비빔밥 11, 양곱창 10, 불갈비 12)의 1인분에 소요되는 재료 일체를 1988년 12월 6일 부터 12월 10일까지 구득하였다

이때 재료는 조리, 가공되기전 신선한 상태의 가식부를 그리고 밥은 취반된 상태의 것을 저온(4°C 이하)에 보관 하면서 분석시 균질기(Nissei DX-T, Nihoseki Kaisha LTD, 일본)로 균질화 하여 분석 시료로 사용하였다.

2. 방 법

균질화된 시료를 5~10g씩 취하여 수분이 많은 검체는 건조기(Fisher 411, 미국)로 150°C에서 건조시킨 다음 가열판(제일이화학기기제작소 C-HPL)에서 탄화 후 식품공전중 유해성 금속시험법 건식회화법에 따라 시료를 조제후 원자흡광광도법 직접법에 따라 원자흡광광도계(Hitachi 17-35, 일본)로 7종의 중금속(Pb, Cd, Cr, Cu, Fe, Zn 및 Mn)을 측정하였다.²²⁾

따로 공시험을 하여 결과를 보정하였으며 이때 실험에 사용된 시약은 특급, 물은 순수물 사용하였고 표준용액은 純正化學(株)(일본)의 표준원액(1,000ppm)을 단계별로 희석하여 사용하였다.

결과 및 고찰

대중음식점에서 주로 이용되는 불갈비, 설렁탕(일명 설농탕), 양곱창, 육개장, 비빔밥 등 5종의 음식에 대하여 전문음식점에서 1인분에 소요되는 재료를 조사한 결과는 표 1과 같다. 이들 대중음식에 소요되는 음식재료의 종류는 곡류 2종, 전분류 1종, 당류 1종, 채소

Table 1. The Sorts of Raw Material in Different Commercial Meals

	Bulgabi	Bibim-bab	Yanggob-chang	Seolng-tang	Yukge-jang
Rice, cooked	○	○	○	○	○
Cow's rib	○	—	—	—	—
Beef	—	○	—	○	○
Cow's bone	—	—	—	○	—
Cow's stomach	—	—	○	—	—
Korean cabbage	○	○	○	○	—
Cabbage	○	—	○	—	—
Lettuce	○	—	○	—	—
Spinach raw	—	○	—	—	—
Perilla leaf	○	—	—	—	—
Radish root	○	—	—	○	○
Carrot	○	○	○	—	—
Green onion	○	—	○	○	○
Onion	○	—	○	—	○
Garlic	○	—	○	—	—
Doraji	—	○	—	—	—
Cucumber	○	—	○	—	—
Squash	—	○	—	—	—
Green pepper	○	—	○	—	○
Bracken	—	○	—	—	○
Soybean sprout	—	○	—	—	○
Mushroom	—	○	—	—	—
Crude maltose syrup	○	—	—	—	—
Starch vermicelli	—	—	—	○	—
Wheat noodle	—	—	—	—	○
Laver	—	○	—	—	—
Sesame oil	○	○	○	—	—
Seasoning paste	—	—	—	—	○
Kochu-jang	○	○	—	—	○
Red pepper powder	○	—	○	○	○
Black pepper powder	○	—	—	○	—
Pear	○	—	—	—	—
Total	19	13	13	9	12

류 16종, 버섯류 1종, 과일류 1종, 육류 4종, 유지류 1종, 양념류 4종, 해조류 1종 등 모두 32종이 사용되었으며 대부분이 식물성 재료이었다. 음식별로 사용된 식품재료의 종류를 보면 불고기가 19종으로 가장 많고 비빔밥과 양곱창이 13종, 육개장이 12종이며 설렁탕이

Table 2. Lead Contents of Raw Materials in Commercial Meals

(Unit : ppm)

	No. of Sample	Detection rate (%)	Mean±SE	Range
Rice, cooked	28	25.0	0.138±0.010	nd~0.884
Beef	24	41.7	0.377±0.025	nd~1.662
Cow's stomach	14	64.3	0.439±0.036	nd~1.712
Cow's rib	12	41.7	0.360±0.043	nd~1.704
Cow's bone	4	75.0	2.170±0.353	nd~3.577
	82	41.5	0.391±0.005	nd~3.577
Korean cabbage	6	33.3	0.484±0.134	nd~2.183
Cabbage	4	75.0	0.516±0.097	nd~0.995
Lettuce	10	50.0	0.443±0.054	nd~1.918
Spinach raw	7	71.4	0.419±0.049	nd~0.998
Perrilla leaf	5	60.0	0.763±0.167	nd~1.979
Bracken	7	71.4	0.438±0.052	nd~0.866
Radish root	13	61.5	0.359±0.029	nd~1.053
Carrot	11	54.5	0.323±0.033	nd~0.972
Green onion	28	35.7	0.279±0.017	nd~1.841
Onion	9	44.4	0.160±0.025	nd~0.634
Garlic	16	68.8	0.581±0.036	nd~1.605
Doraji	6	50.0	0.328±0.065	nd~0.901
Cucumber	6	33.0	0.270±0.071	nd~0.923
Squash	5	60.0	0.402±0.088	nd~0.997
Green pepper	5	60.0	0.571±0.105	nd~0.991
Soybean sprout	11	54.5	0.493±0.064	nd~1.342
Mushroom	13	53.8	0.243±0.025	nd~0.891
Pear	10	70.0	0.438±0.039	nd~0.916
	172	52.3	0.387±0.003	nd~2.183
Crude maltose syrup	4	0	—	
Starch vermicelli	5	0	—	
Wheat noodle	7	57.1	0.226±0.044	nd~0.871
Laver	4	50.0	0.415±0.120	nd~0.856
	20	30.0	0.162±0.008	nd~0.871
Sesame oil	7	14.3	0.054±0.019	nd~0.379
Seasoning paste	5	80.0	0.821±0.128	nd~1.623
Kochu jang	3	66.7	0.416±0.152	nd~1.050
Red pepper powder	12	75.0	0.788±0.044	nd~1.694
Black pepper powder	4	75.0	0.714±0.113	nd~1.237
	31	61.3	0.582±0.010	nd~1.694
Total	305	48.9	0.386±0.002	nd~3.577

Table 3. Cadmium Contents of Raw Materials in Commercial Meals (Unit : ppm)

	No. of Sample	Detection rate (%)	Mean±SE	Range
Rice, cooked	28	32.1	0.005±0.0003	nd~0.027
Beef	24	20.8	0.003±0.0003	nd~0.036
Cow's stomach	14	42.9	0.009±0.0008	nd~0.040
Cow's rib	12	41.7	0.005±0.0005	nd~0.019
Cow's bone	4	100.0	0.132±0.0082	0.088~0.176
	82	35.4	0.020±0.0012	nd~0.176
Korean cabbage	6	50.0	0.008±0.0016	nd~0.028
Cabbage	4	25.0	0.002±0.0009	nd~0.009
Lettuce	10	50.0	0.015±0.0016	nd~0.054
Spinach raw	7	57.1	0.009±0.0018	nd~0.040
Perrilla leaf	5	60.0	0.010±0.0020	nd~0.023
Bracken	7	28.6	0.017±0.0046	nd~0.086
Radish root	13	30.8	0.009±0.0018	nd~0.090
Carrot	11	36.4	0.010±0.0015	nd~0.029
Green onion	28	57.1	0.010±0.0015	nd~0.024
Onion	9	22.2	0.002±0.0004	nd~0.009
Garlic	16	56.3	0.009±0.0006	nd~0.031
Doraji	6	83.3	0.024±0.0028	nd~0.049
Cucumber	6	50.0	0.004±0.0006	nd~0.008
Squash	5	20.0	0.003±0.0012	nd~0.014
Greenpepper	5	0	—	
Soybean sprout	11	36.4	0.008±0.0016	nd~0.035
Mushroom	13	23.1	0.048±0.0126	nd~0.595
Pear	10	40.0	0.008±0.0016	nd~0.056
	172	42.4	0.012±0.0003	nd~0.595
Crude maltose syrup	4	25.0	0.003±0.0016	nd~0.013
Starch vermicelli	5	20.0	0.003±0.0011	nd~0.017
Wheat noodle	7	57.1	0.007±0.0009	nd~0.013
Laver	4	100.0	0.186±0.0558	0.062~0.520
	20	50.0	0.041±0.0056	nd~0.520
Sesame oil	7	28.6	0.002±0.0004	nd~0.008
Seasoning paste	5	60.0	0.034±0.0065	nd~0.080
Kochujang	3	66.7	0.009±0.0022	nd~0.016
Red pepper powder	12	91.7	0.036±0.0019	nd~0.079
Black pepper powder	4	75.0	0.036±0.0077	nd~0.083
	31	67.7	0.025±0.0005	nd~0.083
Total	305	43.6	0.017±0.0002	nd~0.595

Table 4. Chromium Contents of Raw Materials in Commercial Meals (Unit : ppm)

	No. of Sample	Detection rate (%)	Mean±SE	Range
Rice, cooked	28	46.4	0.005±0.0002	nd~0.027
Beef	24	45.8	0.006±0.0002	nd~0.024
Cow's stomach	14	35.7	0.006±0.0006	nd~0.036
Cow's rib	12	41.7	0.008±0.0008	nd~0.034
Cow's bone	4	75.0	0.482±0.0805	nd~0.889
	82	45.1	0.029±0.0015	nd~0.889
Korean cabbage	6	83.3	0.033±0.0060	nd~0.097
Cabbage	4	50.0	0.008±0.0031	nd~0.030
Lettuce	10	60.0	0.015±0.0017	nd~0.059
Spinach raw	7	85.7	0.028±0.0037	nd~0.079
Perrilla leaf	5	80.0	0.016±0.0023	nd~0.030
Bracken	7	100.0	0.047±0.0089	0.010~0.178
Radish root	13	61.5	0.010±0.0007	nd~0.030
Carrot	11	45.5	0.016±0.0029	nd~0.042
Green onion	28	78.6	0.009±0.0012	nd~0.024
Onion	9	55.6	0.010±0.0002	nd~0.035
Garlic	16	56.3	0.015±0.0010	nd~0.055
Doraji	6	50.0	0.016±0.0031	nd~0.026
Cucumber	6	50.0	0.006±0.0012	nd~0.015
Squash	5	80.0	0.019±0.0049	nd~0.062
Green pepper	5	60.0	0.005±0.0008	nd~0.008
Soybean sprout	11	36.4	0.010±0.0023	nd~0.054
Mushroom	13	76.9	0.063±0.0110	nd~0.517
Pear	10	40.0	0.011±0.0021	nd~0.023
	172	64.0	0.018±0.0003	nd~0.517
Crude maltose syrup	4	0	—	
Starch vermicelli	5	0	—	
Wheat noodle	7	57.1	0.011±0.0017	nd~0.025
Laver	4	100.0	1.560±0.3275	0.662~3.506
	20	40.0	0.316±0.0401	nd~3.506
Sesame oil	7	42.9	0.009±0.0019	nd~0.038
Seasoning paste	5	80.0	0.038±0.0070	nd~0.087
Kochu jang	3	100.0	0.023±0.0050	0.005~0.042
Red pepper powder	12	100.0	0.051±0.0025	0.013~0.095
Black pepper powder	4	100.0	0.045±0.0050	0.017~0.073
	31	83.9	0.036±0.0005	nd~0.095
Total	305	59.3	0.042±0.0008	nd~3.506

Table 5. Copper Contents of Raw Materials in Commercial Meals (Unit : ppm)

	No. of Sample	Detection rate (%)	Mean±SE	Range
Rice, cooked	28	100	0.579±0.014	0.136~ 1.710
Beef	24	100	1.213±0.026	0.223~ 3.430
Cow's stomach	14	100	1.185±0.031	0.454~ 2.178
Cow's rib	12	100	1.531±0.065	0.893~ 3.955
Cow's bone	4	100	4.065±0.253	3.247~ 5.776
	82	100	1.179±0.012	0.136~ 5.776
Korea cabbage	6	100	1.241±0.076	0.835~ 2.145
Cabbage	4	100	0.644±0.039	0.471~ 0.839
Lettuce	10	100	1.957±0.275	0.450~10.162
Spinach raw	7	100	2.184±0.303	0.745~ 7.284
Perrilla leaf	5	100	2.637±0.103	2.152~ 3.495
Bracken	7	100	1.299±0.081	0.632~ 2.202
Radishroot	13	100	0.657±0.015	0.328~ 1.032
Carrot	11	100	0.759±0.028	0.512~ 1.437
Green onion	28	100	1.087±0.028	0.291~ 4.471
Onion	9	100	0.741±0.032	0.313~ 1.273
Garlic	16	100	1.763±0.102	0.197~ 6.980
Doraji	6	100	1.108±0.064	0.611~ 1.379
Cucumber	6	100	0.860±0.048	0.594~ 1.343
Squash	5	100	1.015±0.063	0.505~ 1.278
Green pepper	5	100	1.734±0.181	0.883~ 3.086
Soybean sprout	11	100	0.966±0.029	0.760~ 1.425
Mushroom	13	100	2.763±0.201	0.569~10.187
Pear	10	100	1.193±0.075	0.463~ 2.494
	172	100	1.359±0.008	0.197~10.187
Crude maltose syrup	4	100	1.594±0.402	0.263~ 3.934
Starch vermicelli	5	100	1.023±0.043	0.743~ 1.244
Wheat noodle	7	100	1.121±0.097	0.402~ 1.931
Laver	4	100	13.984±2.835	3.746~27.480
	20	100	3.764±0.339	0.263~27.480
Sesame oil	7	100	0.392±0.028	0.157~ 0.745
Seasoning paste	5	100	3.887±0.310	2.531~ 6.149
Kochu jang	3	100	1.847±0.186	1.278~ 2.603
Red pepper powder	12	100	7.434±0.316	2.686~15.705
Black pepper powder	4	100	13.676±0.544	11.030~17.093
	31	100	5.537±0.138	0.157~17.093
Total	305	100	1.893±0.010	0.136~27.480

Table 6. Iron Contents of Raw Materials in Commercial Meals

(Unit : ppm)

	No. of Sample	Detection rate (%)	Mean±SE	Range
Rice, cooked	28	100	2.759± 0.067	0.749~ 9.169
Beef	24	100	13.744± 0.246	5.257~ 25.584
Cow's stomach	14	100	10.030± 0.532	4.117~ 27.951
Cow's rib	12	100	13.282± 0.438	6.451~ 24.422
Cow's bone	4	100	100.258±32.435	12.500~324.376
	82	100	13.512± 0.435	0.749~324.376
Korean cabbage	6	100	5.358± 0.320	2.614~ 8.937
Cabbage	4	100	7.413± 0.438	4.576~ 9.336
Lettuce	10	100	6.671± 0.289	1.414~ 13.229
Spinach raw	7	100	21.496± 1.654	5.158~ 46.242
Perrilla leaf	5	100	16.906± 3.498	7.425~ 48.106
Bracken	7	100	9.843± 0.797	2.973~ 17.415
Radish root	13	100	6.785± 0.283	2.618~ 12.794
Carrot	11	100	5.434± 0.255	2.974~ 9.049
Green onion	28	100	6.751± 0.100	2.929~ 14.384
Onion	9	100	4.326± 0.227	2.530~ 9.496
Garlic	16	100	13.442± 0.986	4.035~ 71.428
Doraji	6	100	8.566± 0.573	4.843~ 13.233
Cucumber	6	100	3.726± 0.203	2.126~ 5.522
Squash	5	100	10.099± 2.553	2.485~ 32.718
Green pepper	5	100	6.157± 0.698	2.622~ 11.700
Soybean sprout	11	100	8.474± 0.696	2.922~ 18.867
Mushroom	13	100	16.355± 1.347	2.517~ 59.599
Pear	10	100	5.788± 0.727	1.287~ 27.033
	172	100	8.935± 0.055	1.287~ 71.428
Crude maltose syrup	4	100	11.798± 2.863	2.579~ 27.828
Starch vermicelli	5	100	8.110± 1.202	2.999~ 18.038
Wheat noodle	7	100	10.255± 1.019	3.052~ 22.647
Laver	4	100	175.299± 8.489	155.596~225.996
	20	100	43.036± 3.393	2.579~225.996
Sesame oil	7	100	2.319± 0.189	1.280~ 4.418
Seasoning paste	5	100	186.953±54.836	32.549~728.395
Kochujang	3	100	23.873± 3.094	14.550~ 36.537
Red pepper powder	12	100	60.519± 3.207	5.834~153.672
Black pepper powder	4	100	124.701±10.814	56.267~172.009
	31	100	72.505± 2.038	1.280~728.395
Total	305	100	18.864± 0.173	0.749~728.395

Table 7. Zinc Contents of Raw Materials in Commercial Meals (Unit : ppm)

	No. of Sample	Detection rate (%)	Mean \pm SE	Range
Rice, cooked	28	100	3.680 \pm 0.048	1.892 ~ 7.584
Beef	24	100	20.825 \pm 0.393	3.198 ~ 51.121
Cow's stomach	14	100	13.454 \pm 0.496	5.501 ~ 33.467
Cow's rib	12	100	21.615 \pm 0.793	7.064 ~ 40.982
Cow's bone	4	100	27.925 \pm 3.573	4.102 ~ 32.153
	82	100	14.175 \pm 0.138	1.892 ~ 51.121
Korean cabbage	6	100	2.385 \pm 0.129	1.868 ~ 3.442
Cabbage	4	100	1.645 \pm 0.119	1.120 ~ 2.201
Lettuce	10	100	3.573 \pm 0.105	2.689 ~ 6.321
Spinach raw	7	100	4.940 \pm 0.352	0.663 ~ 8.348
Perrilla leaf	5	100	5.508 \pm 0.342	3.411 ~ 7.853
Bracken	7	100	3.691 \pm 0.411	1.109 ~ 8.113
Radish root	13	100	2.722 \pm 0.058	1.920 ~ 3.889
Carrot	11	100	2.151 \pm 0.208	0.581 ~ 8.772
Green onion	28	100	2.956 \pm 0.070	0.052 ~ 9.962
Onion	9	100	2.190 \pm 0.141	1.203 ~ 5.542
Garlic	16	100	4.912 \pm 0.105	3.161 ~ 6.368
Doraji	6	100	6.213 \pm 1.398	1.858 ~ 23.137
Cucumber	6	100	2.015 \pm 0.134	1.331 ~ 3.572
Squash	5	100	2.612 \pm 0.335	0.703 ~ 3.942
Green pepper	5	100	2.726 \pm 0.231	1.932 ~ 4.721
Soybean sprout	11	100	2.770 \pm 0.191	1.129 ~ 5.753
Mushroom	13	100	9.462 \pm 0.680	1.302 ~ 34.953
Pear	10	100	1.799 \pm 0.103	0.811 ~ 3.459
	172	100	3.663 \pm 0.022	0.052 ~ 34.953
Crude maltose syrup	4	100	1.573 \pm 0.287	0.238 ~ 2.584
Starch vermicelli	5	100	1.868 \pm 0.445	0.289 ~ 5.367
Wheat noodle	7	100	3.014 \pm 0.284	1.012 ~ 5.716
Laver	4	100	24.358 \pm 3.018	14.236 ~ 41.647
	20	100	6.708 \pm 0.506	0.238 ~ 41.647
Sesame oil	7	100	0.246 \pm 0.025	0.072 ~ 0.643
Seasoning paste	5	100	4.662 \pm 0.315	2.531 ~ 6.912
Kochujang	3	100	3.383 \pm 0.399	2.389 ~ 5.074
Red pepper powder	12	100	12.263 \pm 0.407	6.332 ~ 23.421
Black pepper powder	4	100	9.958 \pm 1.144	5.041 ~ 14.904
	31	100	7.167 \pm 0.162	0.072 ~ 23.421
Total	305	100	7.045 \pm 0.028	0.052 ~ 51.121

Table 8. Manganese Contents of Raw Materials in Commercial Meals (Unit : ppm)

	No. of Sample	Detection rate (%)	Mean \pm SE	Range
Rice, cooked	28	100	3.253 \pm 0.046	1.123~ 7.148
Beef	24	100	0.757 \pm 0.020	0.324~ 2.411
Cow's stomach	14	100	2.328 \pm 0.090	1.088~ 5.137
Cow's rib	12	100	0.914 \pm 0.035	0.386~ 1.828
Cow's bone	4	100	3.048 \pm 0.425	0.811~ 5.322
	82	100	2.013 \pm 0.019	0.324~ 7.148
Korean cabbage	6	100	2.860 \pm 0.192	1.336~ 5.135
Cabbage	4	100	2.006 \pm 0.128	1.439~ 2.832
Lettuce	10	100	4.952 \pm 0.322	0.595~ 8.139
Spinach raw	7	100	10.648 \pm 0.982	0.824~20.884
Perrilla leaf	5	100	22.418 \pm 1.576	13.257~30.738
Bracken	7	100	5.568 \pm 0.578	2.811~11.809
Radish root	13	100	5.601 \pm 0.279	0.988~13.249
Carrot	11	100	1.266 \pm 0.050	0.506~ 2.410
Green onion	28	100	3.336 \pm 0.062	1.028~ 7.202
Onion	9	100	2.159 \pm 0.187	1.318~ 6.457
Garlic	16	100	2.858 \pm 0.343	2.143~ 3.923
Doraji	6	100	3.009 \pm 0.178	1.730~ 4.597
Cucumber	6	100	1.541 \pm 0.210	0.487~ 3.864
Squash	5	100	1.865 \pm 0.247	0.776~ 3.488
Green pepper	5	100	1.834 \pm 0.036	1.555~ 2.018
Soybean sprout	11	100	4.973 \pm 0.811	0.814~20.505
Mushroom	13	100	2.709 \pm 0.234	0.458~11.259
Pear	10	100	1.674 \pm 0.100	0.334~ 3.077
	172	100	3.998 \pm 0.028	0.334~30.738
Crude maltose syrup	4	100	1.749 \pm 0.212	0.938~ 2.509
Starch vermicelli	5	100	0.764 \pm 0.146	0.385~ 2.068
Wheat noodle	7	100	2.758 \pm 0.313	0.788~ 5.632
Laver	4	100	23.806 \pm 1.731	17.355~30.312
	20	100	6.267 \pm 0.465	0.385~30.312
Sesame oil	7	100	0.771 \pm 0.065	0.325~ 1.416
Seasoning paste	5	100	9.168 \pm 0.600	4.018~12.484
Kochujang	3	100	4.147 \pm 0.488	2.565~ 6.092
Red pepper powder	12	100	24.872 \pm 0.622	15.685~36.014
Black pepper powder	4	100	49.118 \pm 6.296	29.090~92.322
	31	100	18.020 \pm 0.509	0.325~92.322
Total	305	100	5.038 \pm 0.028	0.324~92.322

9종으로 가장 적었다.

그러나 이들 재료는 음식점에 따라 사용되는 재료의 종류와 수가 상이 하였으며 또한 계절에 따라서도 재료의 공급이 달라질 수 있을뿐 아니라 같은 종류와 수의 재료라 할지라도 손님의 기호에 따라서 달리 섭취될 수 있어 음식별로 사용되는 식품재료의 종류와 수 및 양을 판단하기란 매우 어렵다.

이처럼 식단이 표준화 되지 않아 음식별로 재료의 사용실태를 분류하기가 어려우므로 재료를 종류별로 32종으로 나누어 각각 측정된 중금속의 함량은 표 2~8과 같다.

납: 주로 이용되는 5개 대중음식에 사용되는 32종 재료에서 납이 검출된 시료는 305예중 149예이었으며 납평균 함량은 0.386ppm, 범위는 불검출~3.577ppm이었다. 재료별로는 사과에서 평균 2.170ppm으로 가장 높게 나타났고 물엿과 당면에서는 전혀 납이 검출되지 않았으며 수분함량이 낮은 향신료에서 다소 높은 경향을 나타내고 있다.

이들의 납함량은 사과를 제외하고는 대부분 2.0ppm 이하를 나타내고 있으나 고등⁹⁾이 보고한 쌀에서 0.20ppm, 무우 0.03ppm, 배추 0.02ppm, 오이 0.02ppm, 배 0.05ppm, 고등¹⁰⁾의 쌀 0.23ppm, 무우 0.02ppm, 배추 0.02ppm, 오이 0.02ppm, 배 0.02ppm, 노등¹¹⁾의 마늘 0.174ppm, 상치 0.211ppm, 시금치 0.470ppm, 양배추 0.119ppm, 송등¹²⁾의 당근 0.403ppm, 송등¹³⁾의 고추 0.299ppm, 김등¹⁶⁾의 배추 0.035ppm, 양배추 0.033ppm, 상치 0.095ppm, 무우 0.013ppm, 오이 0.015ppm, 오 등²³⁾의 쇠고기 0.117ppm보다 전반적으로 다소 높은 수준을 나타내고 있는데 각각 시료의 구입년도와 구입장소가 달라 직접 비교하는 것은 무리가 있을 것으로 판단된다.

납에 대하여 우리나라에서는 청량음료수에 0.3ppm 이하, 과당에 0.5ppm 이하로 규제하고 있고 89년 1월 1일부터 추가로 과채류 및 혼합음료에 0.3ppm 이하, 포도당 0.5ppm 이하, 인삼음료 및 인삼통병조림에 0.3ppm 이하로 규제²²⁾하고 있으며 FAO/WHO에서는 0.1~2.0ppm까지 규제²⁴⁾하고 있고 외국에서도^{23,25)} 1.5~8.0ppm까지 식품별로 허용하고 있는 점으로 미루어 본 실험에서 재료들의 납함량은 안전한 수준으로 사료된다.

카드뮴: 대중음식 재료중 카드뮴의 평균함량은 0.017ppm이고 그 함량범위는 불검출에서 0.595ppm이었으며 305예중 카드뮴이 검출되지 않은 시료가 훨씬 많아 172에서 카드뮴이 검출되지 않았다. 카드뮴이 검출된 시료중 김과 사과이 각각 평균 0.186ppm과 0.132ppm

으로 가장 높은 수준이었으며 0.05ppm이하가 대부분이었고 고추에서는 한예도 검출되지 않았다.

카드뮴 함량에 대한 보고를 보면 1972년과 1973년에 우리나라의 쌀, 무우, 배추, 오이, 배 등에서 혼적 이하로 검출되었다고^{9,10)} 하였으며 1974년에 마늘에서 0.003ppm, 상치, 시금치, 양배추에서 0.004ppm¹¹⁾, 1975년 당근¹²⁾, 1976년 고추¹³⁾에서는 카드뮴이 검출되지 않았으며 1986년 유등¹⁴⁾은 배추에서 0.025ppm, 무우 0.045ppm, 오이 0.040ppm, 고추 0.048ppm, 오 등²³⁾은 쇠고기에서 0.008ppm의 카드뮴이 검출되었고, 김등¹⁶⁾은 배추 0.023ppm, 양배추 0.009ppm, 상치 0.011ppm, 무우 0.012ppm, 오이 0.004ppm이라고 하였는데 이들간에도 다소의 차이는 있었다.

본 실험결과에서 대중음식 재료중 카드뮴 함량은 이들의 보고와 비슷한 수준으로 일본의 잠정적 규제치인 현미 1.0ppm, 정백미 0.9ppm, 식품위생기준 1.0ppm 이하²⁵⁾나 국가별로 생선류에서 0.05~5.5ppm으로 규제하고²⁶⁾ 있고 우리나라에서도 89년 1월 1일부터 과채음료, 탄산음료 및 혼합음료에서 0.1ppm 이하로 규제²²⁾하고 있는 점을 감안할때 아직 안전한 수준이라 사료된다.

크롬: 크롬의 평균함량은 0.042ppm, 함량범위는 불검출~3.506ppm이었으며 김에서 평균 1.560ppm으로 가장 높았고 물엿과 당면에서는 크롬이 한 예에서도 검출되지 않았다. 이들 재료의 크롬함량은 대부분이 0.05ppm미만이었으며 0.1ppm을 초과하는 것은 사과이 3예(최고 0.889ppm), 고사리 1예(최고 0.178ppm), 버섯 2예(최고 0.517ppm), 김이 4예(최고 3.506ppm)이었다.

크롬은 생체의 필수성분으로 이용되고 있지만 크롬산 또는 크롬산 염류를 사용하는 공장에서 환경이 불량하여 크롬이 피부점막이나 호흡기를 통해서 다량 체내에 침투시 폐업중독을 일으키는 것으로 알려져 있으나²⁷⁾ 식품으로 인한 중독은 아직 잘 알려져 있지 않다.

본 실험결과에서도 대중음식재료중 크롬의 함량이 매우 낮은 함량인 점으로 미루어 크롬에 대한 문제는 없을 것으로 판단된다.

구리: 대중음식 재료중 구리의 평균 함량은 1.893ppm, 함량범위는 0.136ppm~27.480ppm이었으며 김과 후추가루가 각각 13.984ppm과 13.676ppm으로 가장 높았으며 참기름이 0.392ppm으로 가장 낮았다.

이는 쌀 0.96ppm, 무우 0.22ppm, 양배추 0.47ppm, 오이 0.14ppm, 배 0.80ppm¹⁰⁾, 마늘 0.845ppm, 상치 0.609ppm, 시금치 0.280ppm, 양배추 0.050ppm¹¹⁾, 당근 0.422ppm¹²⁾, 고추 7.053ppm¹³⁾, 배추 0.435ppm,

무우 0.470ppm, 오이 1.025ppm, 고추 1.926ppm¹⁴⁾, 또한 배추 0.35ppm, 양배추 0.15ppm, 상치 0.45ppm, 무우 0.26ppm, 오이 0.33ppm¹⁶⁾, 쇠고기 0.966ppm²³⁾, 참기름 0.018ppm과 비슷한 수준이었다.

구리의 함량에 대해 우리나라에서는 소주와 교량주에 3ppm이하로 규제하고²²⁾ 있으며 캐나다에서 야채 및 과일류에 50ppm, 영국에서는 일반식품에 20ppm²³⁾, FAO/WHO에서는 식품에 따라 0.1ppm에서 50ppm까지 규제²⁴⁾하고 있는 점으로 미루어 대증음식 재료의 구리의 함량은 안전한 수준으로 사료된다.

철: 철의 평균함량은 18.864ppm이며 함량의 범위는 최저 0.749ppm, 최고 728.395ppm이었다. 식품재료별 평균함량은 사과이 100.258ppm, 김 175.299ppm, 양념장 186.953ppm, 후추가루가 124.701ppm으로 비교적 다량 함유하고 있었으며 채소와 과일류는 평균 8.935ppm이었다. 특히 양념장에서 철의 함량이 최고 728.395ppm으로 가장 높은 것은 양념재료에 의한 것으로 추측되나 양념재료는 알 수 없었다.

철의 함량에 대해 박 등²⁰⁾이 보고한 도라지 22ppm, 고사리 27ppm이나 고추 11ppm, 깻잎 20ppm, 마늘 16ppm, 무우 5ppm, 배추 3ppm, 양배추 7ppm, 상치 47ppm, 시금치 42ppm, 양파 2ppm³⁰⁾과 본 실험결과는 비슷한 수준을 보여주고 있으며 FAO/WHO에서는 식품별로 1.5ppm에서 50ppm까지 규제하고²⁴⁾ 있고 철은 인체의 필수미량성분이므로 위생상의 문제는 없는 것으로 생각된다.

아연: 대증음식 재료중 아연의 함량은 평균 7.045ppm, 최저 0.052ppm, 최고 41.647ppm이었고 재료별 평균함량은 사과이 27.925ppm, 김 24.358ppm, 갈비 21.615ppm, 쇠고기가 20.825ppm으로 높았으며 참기름이 0.246ppm으로 가장 낮았다. 채소류와 과일류에서는 비섯이 평균 9.462ppm으로 가장 높았으며 양배추가 평균 1.645ppm으로 가장 낮았고 전체 평균함량은 3.663ppm이었다.

이는 고등¹⁰⁾이 보고한 쌀에서 22.80ppm, 무우 0.71ppm, 양배추 0.74ppm, 오이 9.30ppm, 배 11.20ppm, 노등¹¹⁾이 보고한 마늘 4.402ppm, 상치 2.201ppm, 시금치 7.980ppm, 양배추 1.334ppm, 송 등의 당근 1.629ppm¹²⁾, 고추 1.876ppm¹³⁾, 오등²³⁾의 쇠고기 39.631ppm, 이등²³⁾의 참기름에서 0.027ppm과 대체로 비슷한 수준을 보여주고 있다.

식품중 아연에 대해 캐나다에서는 과일 및 채소류, 영국은 일반식품에 각각 50ppm이하²³⁾, FAO/WHO에서는 과일류스류에 5.0ppm 이하²⁴⁾로 규제하고 있으나 우리나라에서는 식품에 대한 별도의 규제는 이루어지

지 않고 있다. 그러나 본 실험결과는 외국의 기준에 비해 낮은 함량이었으므로 대증음식 재료중 아연의 함량은 별 문제가 없을 것으로 사료된다.

망간: 망간의 평균함량은 5.038ppm이었고 함량범위는 최저 0.324ppm, 최고 92.322ppm이었다. 식품재료별로는 후추가루가 평균 49.118ppm으로 가장 높았으며 고추가루가 평균 24.872ppm, 김이 평균 23.806ppm, 깻잎이 평균 22.418ppm으로 비교적 높은 수준이었으며 반면 참기름은 평균 0.771ppm, 당면은 평균 0.764ppm, 쇠고기는 평균 0.757ppm으로 낮은 수준이었다.

망간 함량에 대한 연구에서 쌀이 9.00ppm, 무우 0.47ppm, 양배추 0.54ppm, 오이 0.27ppm, 배 0.66ppm¹⁰⁾, 마늘 10.106ppm, 상치 6.228ppm, 시금치 8.277ppm, 양배추 1.860ppm¹¹⁾, 당근 1.280ppm¹²⁾, 고추 27.500ppm¹³⁾, 쇠고기 0.218ppm, 참기름이 0.010ppm²⁸⁾이었다는 보고와 본 실험의 결과는 비슷한 수준이었다. 그러나 망간은 인체에 필요한 원소로서 식품별 함량규제는 이루어 지지 않고 있다.

대증음식 재료는 우리나라의 음식 특성으로 보아 식단의 표준화가 어렵고 재료의 수급여건이나 사람의 기호에 따라서 섭취되는 재료의 종류나 섭취량이 달라 대증음식별 재료의 소요량 추정은 지난하므로 우리나라 국민의 식품별 평균섭취량²⁹⁾을 기준으로한 대증음식 재료를 통해 섭취되는 중금속의 1일 총섭취량은 표 9와 같다.

납의 1일 1인 총섭취량은 231.88 μ g이고 채소에서 107.35 μ g, 밥에서 53.71 μ g, 고기에서 19.48 μ g으로 이 들로부터 전체의 77.9%를 섭취하게 되며 FAO/WHO의 한계 섭취량 428.4 μ g²⁴⁾보다 훨씬 낮은 양이었다.

카드뮴의 1일 1인 총섭취량 수준은 8.03 μ g이며 채소(4.99 μ g)와 밥(1.95 μ g)에서 전체의 86.4%를 섭취하게 되지만 FAO/WHO의 한계섭취량 57.4~71.1 μ g²⁴⁾에 비해 매우 낮은 수준이었다.

대증음식 재료로부터 섭취하는 크롬의 1일 1인 총섭취량은 18.78 μ g이고 김에서 8.43 μ g, 채소에서 4.99 μ g, 밥과 고기에서 각각 1.95 μ g, 1.59 μ g으로 김에서 총섭취량의 44.9%를 섭취하게 되어 다른 중금속에 비해 김이 크롬의 주된 섭취원으로 나타났다.

구리에 있어서는 총 1,030.81 μ g을 1일 1인 섭취하게 되고 주로 채소(376.99 μ g), 밥(225.35 μ g), 양념류(155.64 μ g)에서 섭취하게 되며 1일 최대 허용량인 3,000~30,000 μ g²⁴⁾에는 훨씬 못 미치는 양이었다.

대증음식 재료로부터 1일 1인 철의 총섭취량은 7,946.03 μ g이며 채소 2,478.57 μ g, 양념류 1,980.39 μ g,

Table 9. Intake Level of Heavy Metals of Raw Material in Commercial Meals

	No. of Samples	Intake weight ¹⁾ (g/person/day)	Intake level ($\mu\text{g}/\text{person}/\text{day}$)						
			Pb	Cd	Cr	Cu	Fe	Zn	Mn
Rice, cooked	28	389.2	53.71	1.95	1.95	225.35	1,073.80	1,432.26	1,266.07
Meat	54	38.8	19.48	0.54	1.59	57.19	740.61	761.61	53.12
Vegetable	162	277.4	107.35	3.33	4.99	376.99	2,478.57	1,016.12	1,109.05
Fruit	10	75.3	32.98	0.60	0.83	89.83	435.84	135.46	126.05
Sugar	4	39.9	—	0.12	—	63.60	470.74	62.76	69.79
Laver	4	4.3	1.78	0.80	8.43	60.13	753.79	104.74	102.37
Oil	7	5.3	0.29	0.01	0.05	2.08	12.29	1.30	4.09
Seasoning	24	21.3	16.29	0.68	0.94	155.64	1,980.39	195.64	490.99
Total		851.5	231.88	8.03	18.78	1,030.81	7,946.03	3,709.89	3,221.53
FAO/WHO limits ²⁾			428.4	57.4~ 71.1	50~ 200 ³⁾	3,000~ 30,000 ⁴⁾	48,000 ⁴⁾	18,000~ 60,000 ⁴⁾	2,500~ 5,000 ³⁾

1) Total intake weight was average intake weight of Korean peoples.³³⁾

2) Average body weight was assumed to be 60kg/person.²⁴⁾

3) Safe and Adequate Daily Dietary Intake.³²⁾

4) Maximum acceptable daily.²⁴⁾

밥이 1,073.80 μg 으로 주된 섭취원이며 1일 최대 허용량인 48,000 μg ²⁴⁾에는 훨씬 미치지 못하나 1일 섭취권장량(RDA) 10,000 μg ³¹⁾에 근접하는 양이었다.

아연의 1일 1인 총섭취량은 3,709.89 μg 이었고 밥에서 38.6%, 채소에서 27.4%, 고기에서 20.5%를 섭취하게 되며 1일 최대 허용량인 18,000~60,000 μg ²⁴⁾이나 RDA 15,000 μg ³¹⁾에 비해 매우 적은 양이었다.

망간의 1일 1인 섭취량은 3,221.53 μg 이었으며 밥에서 1,266.07 μg , 채소에서 1,109.05 μg 으로 전체 섭취량의 73.7%의 수준이었다. 이는 1일 1인 안전한 적당섭취량(SADDI)인 2,500~5,000 μg ³²⁾의 범위내에 있었다.

대중음식 재료로부터 중금속의 주요 섭취원은 대부분 채소와 밥이었으나 크롬의 경우는 김이 주된 섭취원이었으며 구리와 철에 있어서는 양념류에서도 많이 섭취되고 있었다.

그러나 우리나라 국민의 1인당 1일 평균 식품 총섭취량인 1,068g중 식물성 식품이 887g, 동물성 식품이 181g으로 식물성 식품을 83.1% 수준으로 섭취하고 있고 중금속의 주요 섭취원 또한 밥과 채소로 구성되어 있으며 추가적으로 어패류와 난류, 육류를 섭취하더라도 대중음식 재료를 통해 섭취하는 1일 1인 납, 카드뮴, 크롬, 구리, 철, 아연 및 망간의 총섭취량은 FAO/WHO의 제한 섭취량이나 최대섭취 허용량²⁴⁾ 또는 SADDI 수준에는 미치지 못하는 것으로 판단된다.

이상의 결과로 미루어 대중음식 재료로부터 각 대중음식의 중금속 섭취량을 추정하는 것이 식단의 다른점으로부터 인해 매우 어려워 우리나라 국민의 식생활을 기준으로 환산한 중금속의 1일 1인 총섭취량 수준으로 볼때 대중음식이 재료의 오염으로 인한 문제는 없는 것으로 사료된다.

본 실험에서는 시료 수집의 제약성과 식단 적용의 어려움으로 인해 대중음식 재료로부터 대중음식중 중금속 섭취량을 추정하는데 한계성이 있으므로 먼저 식단의 표준화를 기하여 재료의 일률적 수집과 조사지역을 확대 실시 한다면 식이로부터 중금속 섭취량을 효과적으로 측정할 수 있을 것으로 기대된다.

결 론

1988년 12월 6일부터 12월 10일 사이에 서울 시내 강남지역(강남구, 서초구, 강동구, 송파구) 소재 대중음식점에서 설렁탕, 육개장, 비빔밥, 양곱창, 불갈비 등에 소요되는 재료 일체 32종 305예를 구득하여 납, 카드뮴, 크롬, 구리, 철, 아연 및 망간을 원자흡광광도계로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대중음식 재료의 종류는 32종이었으며 불고기 19종으로 가장 많았고 비빔밥과 양곱창이 13종, 육개장 12종이며 설렁탕이 9종으로 가장 적었다.

2. 대중음식 재료의 중금속 평균 함량은 납이 0.386

ppm, 카드뮴 0.017ppm, 크롬 0.042ppm, 구리 1.893 ppm, 철 18.864ppm, 아연 7.045ppm 및 망간이 5.038 ppm이었다.

3. 음식재료로부터 추정된 1일 1인 중금속 섭취총량은 납이 231.88 μ g, 카드뮴 8.03 μ g, 크롬 18.78 μ g, 구리 1,038.81 μ g, 철 7,946.03 μ g, 아연 3,709.89 μ g 및 망간 3,221.53 μ g으로 FAO/WHO의 제한섭취량이나 SADDI보다 낮은 수준이었다.

참 고 문 헌

1. 차철환 : 공해와 질병, 최신의학사, (1983).
2. 한국과학기술연구소 : 우리나라 식품 및 화학물질의 안전성 현황조사 및 방책수립, p.23 (1979).
3. 정수연, 이서래 : 쌀과 밀가루의 조리과정중 카드뮴 및 납 함량의 변화, 한국식품과학회지, 18:4 (1986).
4. 송미란, 이서래 : 서울 시내 대중식사로 부터 중금속의 총섭취량 평가, 한국식품과학회지, 18:6 (1986).
5. WHO: Guidelines for establishing or strengthening national food contamination monitoring programmes, Geneva (1979).
6. WHO: Environmental health criteria, No. 1, Mercury, Geneva (1976).
7. Conor R.: Metal contamination of food, Applied Science Publishers, London, p.116 (1980).
8. 백덕우, 권우창, 신광훈, 김준환, 김오한, 소유섭, 박건상, 안장수 : 어류중의 미량금속 분포에 관한 조사연구, 국립보건연구원보, 22:471 (1985).
9. 고인석, 노경배, 송철, 권혁희, 김길생, 정국희, 주창백 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구(제 1보), 국립보건연구원보, 9:389 (1972).
10. 고인석, 노경배, 송철, 권혁희, 김길생, 연구봉, 유병천 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구, 국립보건연구원보, 10:437 (1973).
11. 노경배, 송철, 김길생, 심한섭, 유병천 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구(제 3보), 국립보건연구원보, 11:171 (1974).
12. 송철, 김길생, 권우창, 이홍재, 원경풍, 노경배 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구(제 4보), 국립보건연구원보, 12:153 (1975).
13. 송철, 김길생, 권우창, 이홍재, 원경풍, 김오한, 노경배 : 식품중 유해성 미량금속에 대한 연구, 국립보건연구원보, 13:249 (1976).
14. 류홍일, 김인기, 김학엽, 전성환 : 농경지 및 농작물중 유해물질오염에 관한 연구(Ⅱ), 국립환경연구원보, 8:231 (1986).
15. 이계관, 원경풍, 이달수, 김화현, 김오한, 송철 : 쌀중의 미량금속에 대한 조사연구, 국립보건연구원보, 16:435 (1979).
16. 김길생, 원경풍, 김준환, 이달수, 소유섭, 송철 : 야채 및 과일류중의 미량금속의 분포에 관한 연구, 국립보건연구원보, 18:363 (1981).
17. 문조종, 안장수, 이종욱, 권인신, 장영미, 양화영, 주병갑, 신광훈, 이규환 : 식품중의 중금속 함유량에 관한 연구 : 국립보건연구원보, 22:463 (1985).
18. 백덕우, 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주, 박건상, 성덕화, 서석춘, 이경진 : 식품중의 미량금속에 관한 조사연구, 국립보건연구원보, 23:589 (1986).
19. 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주, 박건상, 성덕화, 이경진, 이만술, 백덕우 : 식품중의 미량금속에 관한 조사연구, 국립보건연구원보, 24:733 (1987).
20. 서유주, 이홍재, 박종검, 김민호, 이창희 : 연안서식 어패류 및 해저퇴적물중의 유해중금속함량에 관하여, 국립환경연구원보, 9:167 (1987).
21. 한상욱, 조윤승, 조태웅, 최광수, 정성용, 김대선, 조재홍, 심응기 : 모유중 미량금속함량에 관한 조사연구, 국립환경연구원보, 9:257 (1987).
22. 보건사회부 : 식품공전, 이문인쇄사 (1988).
23. 오수경, 김태중, 윤화중 : 축산물중의 중금속 함량에 관한 조사연구, 한국수의공중보건학회지, 8(1):15 (1984).
24. FAO/WHO: Joint FAO/WHO: Joint FAQ/WHO food standards programme CODEX alimentarius commission, Rome (1984).
25. 일본약학회 : 위생시험법 주해, 金原出版株式會社, 일본 (1980).
26. 백덕우, 권우창, 원경풍, 김준환, 김오한, 소유섭, 김영주, 박건상, 성덕화, 서석춘, 이경진 : 식품중의 미량금속에 관한 조사연구, 식품위생학회지, 3(1):7 (1988).
27. 조윤승 : 환경보건학, 신평출판사, p.355 (1980).
28. 이찬수, 김복순, 허항록, 이규남, 이덕행 : 참기름중의 중금속 함량에 관한 연구, 서울특별시 보건환경연구원보, 23:84 (1987).
29. 박원옥, 채경숙, 성낙용 : 한국식품영양가 조사연구, 한국영양학회지, 7(4):25 (1974).

30. 농촌진흥청 : 식품성분표 (1986).
31. Reed, P.B.: Nutrition, West Publishing Company New York, USA (1980).
32. Maurice, E.S. and Vernon, R.Y.: Modern nutrition in health and disease, 7th, Lea & Febiger, Philadelphia, USA (1988).
33. 보건사회부 : 국민영양조사보고서 (1986).