

한국인 상용 식품 중 망간 함량 분석*

최 마 경^{**§} · 김 은 영^{***}

청운대학교 식품영양학과,^{**} 숙명여자대학교 식품영양학과^{***}

Analysis of Manganese Content in Frequently Consumed Foods by Koreans*

Choi, Mi-Kyeong^{**§} · Kim, Eun-Young^{***}

Department of Human Nutrition and Food Science, ^{**} Chungwoon University, Hongseong 350-701, Korea

Department of Food and Nutrition, ^{***} Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

ABSTRACT

Using ICP-AES, we analyzed manganese content in 366 foods consumed frequently by Koreans. For the analysis, it was included a total of 366 foods such as 51 kinds of grains, 7 kinds of potatoes and starches, 7 kinds of sugars and sweeteners, 12 kinds of legumes, 11 kinds of nuts and seeds, 68 kinds of vegetables, 7 kinds of mushrooms, 33 kinds of fruits, 13 kinds of meats, 4 kinds of eggs, 48 kinds of fishes and shellfishes, 7 kinds of seaweeds, 16 kinds of milks, 8 kinds of oils and fats, 27 kinds of beverages, 34 kinds of seasonings, 13 kinds of processed foods and others. Among the grains, starches and sugars, manganese content of rice was 0.745 mg/100 g. As for legumes, the content of manganese in soybean milk was 0.033 mg/100 g and in black beans was 4.075 mg/100 g. In nuts and seeds, the content of manganese in gingko nuts was 0.268 mg/100 g while that in pine nuts was 8.872 mg/100 g. Among the vegetables, manganese contents were 0.061 mg/100 g in cherry tomato and 14.017 mg/100 g in ginger. In mushrooms, the highest manganese content was displayed in ear mushroom at 10.382 mg/100 g. Dried jujube and shrimp were found to be the fruits and fishes with high manganese contents at 2.985 mg/100 g and 3.512 mg/100 g, respectively. Among dairy foods, oils and beverages, manganese content was the highest in instant coffee powder at 2.577 mg/100 g. Seasonings and processed foods posted 0.010 mg/100 g in Sagolgomtang, instant soup and 23.846 mg/100 g in pepper. In a furture, more various food for manganese content needs to be analyzed and a reliable food database should be compiled from the findings of researches in order to estimate manganese consumption accurately. (*Korean J Nutr* 2007; 40(8): 769~778)

KEY WORDS : manganese, content, frequently consumed foods, ICP-AES.

서 론

최근 건강에 대한 관심이 증가하여 생리활성을 갖는 비영양성분에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있으나 영양소에 대한 연구가 보다 기본이 되어야 하며, 이들 연구들이 함께 병행될 때 최적의 건강을 유지할 수 있는 자료를 확보할 수 있다. 영양소에 대한 연구는 특정 영양소에 집중되어 있어 불균형을 이루고 있는데, 특히 무기질에 대한 연구가 매우 부족한 실정이다. 최근 에너지 과잉섭취에 따

른 무기질의 결핍이 우려되고 있으며 만성질환과 관련된 무기질의 기능성이 검토되면서 연구가 부족한 무기질에 대한 연구의 필요성이 더욱 강조되고 있다.

만성질환과 무기질과의 관련성에 관한 연구는 칼슘과 마그네슘이 풍부한 경수 (hard water)를 섭취하는 지역의 주민들이 연수 (soft water)를 섭취하는 사람들에 비해 순환계질환으로 인한 사망률이 낮았다는 역학연구¹⁾에서 시작되었으며, 이후 혈압의 항상성 유지와 혈중 지질 저하에 대한 칼슘과 마그네슘의 효과에 대한 연구가 수행되었다. 또한 아연, 구리, 철 등의 미량무기질의 섭취양상이 혈중 지질조성에 미치는 효과에 대한 연구^{2,3)}, 망간과 콜레스테롤 대사,⁴⁾ 크롬과 당 및 단백질 대사,⁵⁾ 셀레늄과 지질대사⁶⁾ 등 일부 연구들이 이루어지면서 무기질의 건강기능성에 대한 관심이 높아지고 있으나, 아직까지 미량무기질의 기능과 섭취양상에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다.

특히 망간 (manganese; Mn)은 골격의 형성과 아미노산,

접수일 : 2007년 10월 5일

채택일 : 2007년 12월 10일

*This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government (MOEHRD) (KRF-2006-531-C00069).

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail : mkchoi@chungwoon.ac.kr

콜레스테롤 및 탄수화물 대사에 필수적인 영양소로 알려져 있는데,⁷⁾ 특히 우리나라에서 골격건강은 칼슘섭취 부족이 해결되지 못하면서 취약한 것으로 평가되고 있으며 항산화 작용은 다양한 질병과 관계한다는 점에서 망간의 기능성이 주목된다. 골다공증 환자의 경우 혈액 내 망간 농도가 감소하고 보충제로 칼슘과 망간을 함께 투여하였을 때 골밀도가 개선되었으며,⁸⁾ 망간이 결핍되었을 때 MnSOD 활성이 낮아져 지질과산화물이 증가되었다는 보고⁹⁾가 있다.

영양관리의 기본은 지속적인 영양평가이며, 영양 상태에 관한 정확한 결과를 도출하기 위해서는 영양소 대사와 관련된 다양한 기초연구와 함께 식품 영양성분 데이터베이스의 구축이 선행되어야 한다. 현재 우리나라에서 활용되고 있는 식품영양성분자료는 그 동안의 지속적인 보완과정을 거치면서 자료의 양이 증가되었으나, 분석된 식품의 수와 영양성분의 종류가 적고 새로 개발되는 가공식품이나 기능성 식품에 대한 성분자료의 확보는 요원한 것이 현실이다.

식품 중 무기질 함량을 분석하는 방법은 원자흡수분광광도법 (atomic absorption spectrometry, AAS), 유도결합 플라즈마분광법 (inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, ICP-AES), 유도결합플라즈마 질량분석법 (inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS) 등이 있다. 이중 ICP가 AAS보다 단시간에 많은 수의 원소를 분석할 수 있고, 공존물에 의한 영향이 비교적 적으며, ppm 수준의 농도분석에는 더 유리한 측정을 할 수 있다. 따라서 ICP-AES에 의한 식품 중 무기질 함량 분석이 주로 이뤄지고 있으며, 최근에는 ICP-MS가 보급되면서 더욱 다양한 무기질의 낮은 함량을 측정할 수 있게 되었다. 그러나 ICP를 이용한 식품 중 무기질 분석의 경우, 공존하고 있는 다른 원소들의 종류가 많고 측정하고자 하는 무기질의 농도가 공존하고 있는 물질들의 농도보다 상대적으로 낮기 때문에 매트릭스에 따른 정량분석에 어려움이 있고 발광분광법임에도 불구하고 매트릭스 영향에 의하여 분석치의 부정확함이 확인되고 있으므로¹⁰⁾ 측정하고자 하는 무기질의 종류나 식품 중 함량에 따라 검출한계를 평가한 후 ICP-AES와 ICP-MS 중 어느 것을 이용할 것인가를 결정하는 것이 바람직하다.

무기질 섭취수준의 평가를 위해 활용되고 있는 현행 식품성분표¹¹⁾의 무기질 성분 함량자료에는 칼슘, 인, 철, 나트륨, 칼륨 등 5종 무기질에 대한 자료가 구축되어 있다. 이들 내용은 지속적인 보완과정을 거치고 있으나 아직까지는 분석된 식품의 종류 수에서는 충분한 자료량을 확보하지 못하고 있다. 식품에는 이미 구축된 5종 무기질 이외에 항암효과, 항산화효과, 당대사 기능 개선 등과 같이 체내에

서 중요한 역할을 하는 것으로 알려진 기능성 무기질이 많이 포함되어 있으나 이와 관련된 국내 식품 함량자료는 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 2005 국민건강영양조사 보고¹²⁾의 다소비 식품을 참조하여 한국인 상용 식품 중 300가지 이상을 선정하였으며, 이를 식품 중 망간 함량을 분석하였다. 본 연구는 망간의 섭취량 평가나 기능성 평가에 활용되어 망간 영양에 대한 연구 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

재료 및 방법

한국인 상용 식품의 선정 및 구입

2005 국민건강영양조사 보고¹²⁾의 다소비 식품을 참조하여 한국인의 상용 식품 366가지를 선정하였으며, 각 식품은 2006년 9월 1일부터 2007년 2월 28일까지 충남지역 대형 할인매장 두 군데를 지정하여 국내산을 중심으로 구입하였으며, 수입산인 경우에는 원산지를 확인한 후 표기하였다.

망간 함량 분석

상용 식품을 계량하고 폐기부분을 제거하여 폐기율과 가식부율을 산출하였다. 두개 식품에 대해 사과와 같이 전체 식품일 경우에는 가식부 전량을, 쌀이나 육류와 같이 일정한 양을 취해야 하는 식품은 100 g 이상의 동일한 중량비로 균질하게 혼합한 후 일정량을 취해 microwave digestion system (Ethos touch control, Milestone Inc, Italy)으로 분해하여 검액으로 만든 뒤 ICP-AES (Thermoelemental Ltd., UK)를 이용하여 망간의 정량분석을 실시하였다. ICP-AES의 분석조건은 Table 1과 같고 검출한계 (limit of detection, LOD)는 Table 2와 같다. ICP-AES view position의 경우 axial view는 radial view보다 LOD가 좋은 것으로 나타나지만 매트릭스에 대한 영향을 많이 받고 radial view는 LOD는 나쁘지만 매트릭스에 의한 오차는 5% 이하로 매트릭스의 영향을 적게 받기 때문에 보

Table 1. Operating conditions and data acquisition parameters of ICP-AES

Parameter	Conditions
Rf power (W)	1150
Sample uptake rate (rpm)	49
Cooling gas flow rate (L/min)	12
Auxiliary gas flow rate (L/min)	0.5
Nebulizer gas flow rate (L/min)	0.66
View	Radial
Nebulizer	PFA nebulizer
Spray chamber	Teflon cyclonic chamber

다 정확한 분석값을 얻기 위하여 radial view를 이용하여 분석하였다. 동일한 시료의 4반복 분석으로부터 얻은 상대 표준편차 (relative standard deviation, RSD)는 3% 이내로 재현성이 우수하였다. 망간 정량을 위한 희석 표준용액은 100 ppm 표준용액 (AnApex Co., Korea)을 구입하여 제조하였으며, 고순도 아르곤가스 (argon gas)를 사용하였다. 실험에 사용한 모든 기구들은 무기질의 오염을 방지하기 위하여 깨끗이 씻은 후 플라스틱 제품인 경우에는 0.4% EDTA 용액에, 유리제품일 경우에는 질산원액에 24시간 이상 담갔다가 2차 중류수로 3번 이상 세척하고 건조기에서 습기를 제거한 다음에 사용하였다.

망간 함량의 데이터베이스 마련

망간 함량 분석 결과는 식품군별로 분류하여 데이터베이스를 마련하였다. 분석 식품은 Table 3에서 보는 바와 같이 곡류 51종, 감자 및 전분류 7종, 당류 7종, 두류 12종, 종실류 11종, 채소류 68종, 버섯류 7종, 과일류 33종, 육류 13종, 난류 4종, 어패류 48종, 해조류 7종, 우유류 16종, 유지류 8종, 음료류 27종, 조미료류 34종, 기타 13종

Table 2. Limit of detection of ICP-AES (Unit: mg/L)

Element	Wavelength (nm)	View position	Standard deviation	LOD ¹⁾	LOQ ²⁾
Mn	257.6	Radial	0.0004	0.0012	0.0040
		Axial	0.0001	0.0003	0.0010

1) Limit of detection

2) Limit of quantitation

Table 3. Total numbers of analysis foods of each food group

Food group	Number of analysis foods	% of total number
1. Grains	51	13.9
2. Potatoes and starches	7	1.9
3. Sugars and sweeteners	7	1.9
4. Legumes	12	3.3
5. Nuts and seeds	11	3.0
6. Vegetables	68	18.6
7. Mushrooms	7	1.9
8. Fruits	33	9.0
9. Meats	13	3.6
10. Eggs	4	1.1
11. Fishes and shellfishes	48	13.1
12. Seaweeds	7	1.9
13. Milks	16	4.4
14. Oils and fats	8	2.2
15. Beverages	27	7.4
16. Seasonings	34	9.3
17. Processed foods and others	13	3.5
Total	366	100.0

Table 4. Manganese contents in grains, potatoes and sugars

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Grains		
01001	Acorns starch jelly (도토리묵)	0.151
01002	Barley biscuits for military (보리건빵)	0.831
01003	Biscuits (비스킷)	0.956
01004	Brown rice, germinated (현미)	1.878
01005	Buckwheat flour (메밀가루)	0.992
01006	Buckwheat noodle (메밀국수)	0.706
01007	Cake (케이크)	0.113
01008	Cereals, whole grain (시리얼, 통곡물)	3.704
01009	Chocopie (초코파이)	0.314
01010	Cooked rice, instant (쌀밥)	0.242
01011	Corn (옥수수)	0.284
01012	Corn, canned (옥수수통조림)	0.097
01013	Cracker (크래커)	0.565
01014	Cream puff bread (슈크림빵)	0.101
01015	Croissant (크로와상)	0.274
01016	Custard (카스타드)	0.143
01017	Doughnuts (도우넛)	0.367
01018	Glutinous rice cakes, Gyeongdan (경단)	0.535
01019	Glutinous rice cakes, Injeolmi (인절미)	0.600
01020	Hamburger, Bulgogi (햄버거, 불고기버거)	0.280
01021	Job's tears (율무)	2.320
01022	Loaf bread (식빵)	0.216
01023	Monaka (모나카)	0.270
01024	Naked barley (보리밥)	1.793
01025	Pizza, combination (피자, 콤비네이션)	0.245
01026	Prosomillet (기장)	1.398
01027	Ramyeon, noodle (라면)	0.488
01028	Ramyeon, cup ramyeon, large, noodle (컵라면, 대)	0.527
01029	Ramyeon, cup ramyeon, large, Yukgaejang, noodle (컵라면, 육개장)	0.352
01030	Ramyeon, cup ramyeon, small, noodle (컵라면, 소)	0.409
01031	Ramyeon, Jajang, noodle (라면, 자장라면)	0.512
01032	Rice, black (흑미)	3.922
01033	Rice, glutinous (찹쌀)	0.869
01034	Rice, milled (쌀, 백미)	0.745
01035	Rice cake, Baekseolgi (백설기)	0.464
01036	Rice cake, Garaetteok (가래떡)	0.571
01037	Rice cake, honey cake (꿀떡)	0.493
01038	Rice cake, Songpyeon (송편)	0.433
01039	Rice cracker (쌀과자)	0.721
01040	Roll cake (롤케이크)	0.142
01041	Rye bread (호밀빵)	0.845
01042	Small red bean paste bread (팥빵)	0.298
01043	Snack, shrimp (스낵)	0.483
01044	Somyeon (소면)	0.706

Table 4. Continued

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Grains		
01045	Sorghum (수수)	2.052
01046	Spaghetti (스파게티)	0.792
01047	Sponge cake (카스텔라)	0.227
01048	Udong, wet form (우동면)	0.177
01049	Wheat flour, frying powder (튀김가루)	0.490
01050	Wheat, medium flour (밀가루, 중력분)	0.578
01051	Wheat products, bread crumbs (빵가루)	0.916
Food group: Potatoes and starches		
02001	Devil's tongue (곤약)	0.091
02002	French fried potato (감자튀김)	0.241
02003	Potato (감자)	0.146
02004	Potato chips (감자칩)	0.360
02005	Starch vermicelli (당면)	0.073
02006	Sweet potato (고구마)	0.284
02007	Yam (마)	0.087
Food group: Sugars and sweeteners		
03001	Candy (사탕)	0.020
03002	Caramel, milk (밀크카라멜)	0.031
03003	Chocolate (초콜릿)	0.353
03004	Gum, chewing gum (껌)	0.164
03005	Honey (꿀)	0.051
03006	Jelly (젤리)	0.007
03007	Sugar (설탕)	0.065

의 총 366종이었다. 각 식품군별 분석식품에 5자리의 식품코드를 부여하였는데, 처음 2자리는 17개 식품군을 표시하였고 나머지 3자리는 분석식품의 영문 식품명의 알파벳 순서에 따라 일련번호를 부여하였다.

결 과

곡류, 감자 및 전분류, 당류의 망간함량

곡류, 감자 및 전분류, 당류의 망간 함량은 Table 4와 같다. 51종의 곡류식품 중 망간 함량은 옥수수통조림 0.097 mg/100 g에서 흑미 3.922 mg/100 g의 함량 범위를 보였다. 쌀의 망간 함량은 0.745 mg/100 g이었으며, 시리얼 (3.704 mg/100 g), 율무 (2.320 mg/100 g), 수수 (2.052 mg/100 g)가 비교적 높은 망간 함량을 보였다. 7종의 감자 및 전분류는 0.073~0.360 mg/100 g의 망간함량을 보였으며, 감자는 0.146 mg/100 g, 고구마는 0.284 mg/100 g이었다. 당류는 젤리 0.007 mg/100 g에서 초콜릿 0.353 mg/100 g의 함량 범위를 보였으며, 설탕의 망간 함량은 0.065 mg/100 g이었다.

Table 5. Manganese contents in legumes, nuts and seeds

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Legumes		
04001	Chungtae (청태)	2.799
04002	Fried soybean curd (유부)	0.799
04003	Kidney beans (강낭콩)	0.825
04004	Mungbeans (녹두)	1.098
04005	Peas (완두콩)	0.311
04006	Red bean (적두)	2.296
04007	Seoritae (서리태)	2.649
04008	Soybean curd (두부)	0.887
04009	Soybean curd, soft (연두부)	0.579
04010	Soybean milk (두유)	0.033
04011	Soybean milk, black bean calcium soy milk (검은콩칼슘두유)	0.132
04012	Yakkong (약콩)	4.075
Food group: Nuts and seeds		
05001	Chestnuts (밤)	2.060
05002	Ginkgo nuts (은행)	0.268
05003	Peanuts (땅콩)	1.740
05004	Perilla seeds powder (들깨가루)	4.148
05005	Pine nuts (잣)	8.872
05006	Pistachio nuts, USA (파스타치오넛)	0.811
05007	Pumpkin seeds (호박씨)	4.270
05008	Sesame seed, black, roasted, China (흑임자)	3.412
05009	Sesame seed, roasted, China (참깨)	2.368
05010	Sunflower seeds, China (해바라기씨)	2.026
05011	Walnuts, Vietnam (호도)	4.145

두류와 견과류 및 종실류의 망간함량

두류와 종실류의 망간 함량은 Table 5와 같다. 12종의 두류 중 망간 함량은 두유 0.033 mg/100 g에서 약콩 4.075 mg/100 g까지 함량범위를 보였으며, 두부는 0.887 mg/100 g이었고 청태 (2.799 mg/100 g), 적두 (2.296 mg/100 g), 서리태 (2.649 mg/100 g)가 망간 함량이 높은 식품이었다. 11종의 종실류 중 은행이 0.268 mg/100 g으로 가장 낮은 반면, 잣은 8.872 mg/100 g으로 가장 높은 망간 함량을 보였다.

채소류와 버섯류의 망간함량

채소류와 버섯류의 망간 함량은 Table 6과 같다. 68종의 채소류 중 망간 함량은 방울토마토 0.061 mg/100 g에서 생강 14.017 mg/100 g까지 넓은 함량 범위를 보였다. 배추김치, 물김치, 파김치 등의 6종류의 김치류는 0.095~0.242 mg/100 g 수준이었으며 생강 이외에 비름, 고사리, 깻잎나물, 상추, 쑥, 파슬리, 토란줄기, 쥐나물이 1 mg/100

Table 6. Manganese contents in vegetables and mushrooms

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Vegetables		
06001	Amaranth (비름나물)	3.853
06002	Angelica keiskei (신선초)	0.170
06003	Aralia elata, bud (두릅)	0.673
06004	Beet (비트)	0.081
06005	Bracken, China (고사리)	1.579
06006	Broccoli, China (브로콜리)	0.595
06007	Burdock (우엉)	0.202
06008	Butterbur (머위)	0.748
06009	Cabbage (양배추)	0.269
06010	Carrot (당근)	0.072
06011	Cauliflower (컬리풀라워)	0.511
06012	Chard (큰대)	0.494
06013	Chicory (치커리)	0.202
06014	Chinese chive, Allium senescens (부추)	0.209
06015	Cheonggyeongguae (청경채)	0.302
06016	Crown daisy (쑥갓)	0.556
06017	Cucumber (오이)	0.146
06018	Deodeok (더덕)	0.223
06019	Doraji, China (도라지)	0.147
06020	Eggplant (가지)	0.241
06021	Garlic, bulb (마늘)	0.244
06022	Garlic, young stem, China (마늘쫑)	0.263
06023	Ginger, tuber (생강)	14.017
06024	Head lettuce (양상추)	0.127
06025	Kale (케일)	0.371
06026	Kimchi, cucumber (오이소박이)	0.095
06027	Kimchi, Korean cabbage (배추김치)	0.208
06028	Kimchi, radish (무김치)	0.163
06029	Kimchi, small radish (총각김치)	0.227
06030	Kimchi, watery plain (물김치)	0.148
06031	Kimchi, welsh onion (파김치)	0.242
06032	Kkaennamul (깻잎나물)	5.676
06033	Korean chinese cabbage, young (얼갈이배추)	0.262
06034	Lettuce, green (청상추)	2.462
06035	Lettuce, red (적상추)	0.228
06036	Lotus root, salted, China (연근)	0.083
06037	Mallow (아위)	0.536
06038	Mugwort (쑥)	1.146
06039	Mungbean sprout, China (숙주나물)	0.089
06040	Onion (양파)	0.136
06041	Parsley (파슬리)	2.725
06042	Pepper, green (청고추)	0.238
06043	Pepper, green young (파리고추)	0.238
06044	Pepper, red (홍고추)	0.217
06045	Perilla, leaves (깻잎)	0.815
06046	Pumpkin, sweet (단호박)	0.088

Table 6. Continued

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Vegetables		
06047	Pumpkin, immature (애호박)	0.352
06048	Pumpkin, Zucchini (꽈지호박)	0.450
06049	Radish (무)	0.131
06050	Radish sprouts, USA (무순)	0.534
06051	Red cabbage (적채)	0.513
06052	Sedum (돌나물)	0.096
06053	Shepherd's purse (냉이)	0.472
06054	Soybean sprout (콩나물)	0.450
06055	Spinach (시금치)	0.435
06056	Sprout vegetables (새싹채소)	0.529
06057	Stem of taro, China (토란줄기)	6.067
06058	Sweet pepper, green (청파망)	0.369
06059	Sweet pepper, red (홍파망)	0.119
06060	Sweet pepper, yellow (노랑파망)	0.191
06061	Sweet potato, stalks (고구마줄기)	0.189
06062	Tomato (토마토)	0.110
06063	Tomato, cherry tomato (방울토마토)	0.061
06064	Water dropwort (미나리)	0.560
06065	Welsh onion, large (대파)	0.486
06066	Wild garlic (달래)	0.440
06067	Wild plant, Chamnamul (참나물)	0.907
06068	Wild plant, Chwinamul (취나물)	3.375
Food group: Mushrooms		
07001	Agaricus bisporus (%송이버섯)	0.089
07002	Ear mushroom, dried (목이버섯)	10.382
07003	Flammulina velutipes (팽이버섯)	0.089
07004	Lentinus edodes (표고버섯)	0.273
07005	Manna lichen, North Korea, dried (석이버섯)	8.276
07006	Oyster mushroom (느타리버섯)	0.111
07007	Saesongi mushroom (새송이버섯)	0.128

g 이상의 높은 망간 함량을 보였다. 7종류의 버섯류 중 망간 함량은 목이버섯 (10.382 mg/100 g)과 석이버섯 (8.276 mg/100 g)이 높은 함량을 보였는데, 이 두 버섯이 건조된 상태이기 때문에 나타난 결과로 보여진다.

과일류의 망간함량

33종류 과일의 망간 함량은 Table 7과 같다. 사과잼, 포도잼, 단감이 각각 0.005, 0.006, 0.003 mg/100 g으로 낮은 함량이었고 후르츠카테일, 대추 말린것, 파인애플이 각각 1.266, 2.985, 2.419 mg/100 g으로 비교적 높은 함량을 보였다.

육류, 난류, 어패류, 해조류의 망간함량

13종류 육류의 망간 함량은 Table 8에서 보는 바와 같

이 0.012~0.317 mg/100 g이었으며, 4종의 난류 중 달걀은 0.037 mg/100 g, 매추리알은 0.023 mg/100 g이었다. 48종류의 어패류 중 망간 함량은 명태 0.004 mg/100 g, 참치통조림 0.005 mg/100 g, 민어 0.008 mg/100 g, 고등어 0.006 mg/100 g, 도미 0.004 mg/100 g, 삼치 0.007 mg/100 g으로 낮았고, 다시멸치 2.227 mg/100 g, 중멸치 1.073 mg/100 g, 굴 1.042 mg/100 g, 건새우 3.512 mg/100 g, 소라 2.614 mg/100 g, 미녀덕 2.510 mg/100 g은 비교적 높은 함량이었다. 7종류의 해조류 중 다시마쌈이 0.091 mg/100 g으로 가장 낮은 반면, 김은 2.718 mg/

Table 7. Manganese contents in fruits

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Fruits		
08001	Apple (사과)	0.035
08002	Apple jam (사과잼)	0.005
08003	Avocado, USA (아보카도)	0.327
08004	Banana, USA (바나나)	0.206
08005	Citrus fruit, satsuma mandarin (감귤)	0.065
08006	Fruit cocktail (후르츠칵테일)	1.266
08007	Grape, Delaware (포도, 텔라웨어)	0.202
08008	Grape, green variety (청포도)	0.140
08009	Grape, Kuhlo (포도, 거봉)	0.084
08010	Grape jam (포도잼)	0.006
08011	Hanrabong (한라봉)	0.037
08012	Jujube, dried (대추)	2.985
08013	Kiwi, New Zealand (키위)	0.124
08014	Kumquat (금귤)	0.238
08015	Lemon, juice, USA (레몬주스)	0.023
08016	Lemon, raw, USA (레몬)	0.048
08017	Mango, Philippines (망고)	0.250
08018	Melon, Musk (멜론, 머스크)	0.027
08019	Melon, Yanggu (멜론, 양구)	0.063
08020	Muskmelon (참외)	0.083
08021	Olive, Spain (올리브)	0.038
08022	Orange, Australia (오렌지)	0.055
08023	Peach (복숭아)	0.110
08024	Peach, Chundo (천도복숭아)	0.082
08025	Pear (배)	0.062
08026	Persimmon, hard (단감)	0.003
08027	Persimmon, dried (곶감)	0.852
08028	Pineapple, Philippines (파인애플)	2.419
08029	Plum (자두)	0.153
08030	Raisin, USA (건포도)	0.517
08031	Strawberry (딸기)	0.021
08032	Strawberry jam (딸기잼)	0.031
08033	Water melon (수박)	0.083

Table 8. Manganese contents in meats, eggs, fishes and seaweeds

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Meats		
09001	Bacon (베이컨)	0.019
09002	Beef jerky (육포)	0.317
09003	Beef, Korean cattle, brisket (한우, 양지)	0.016
09004	Beef, Korean cattle, loin (한우, 등심)	0.021
09005	Chicken (닭고기)	0.018
09006	Ham, Bulgogiham (불고기 햄)	0.074
09007	Ham, sliced (슬라이스햄)	0.085
09008	Luchen meat (런천미트)	0.038
09009	Pork, belly (돼지고기, 삼겹살)	0.012
09010	Pork, loin (돼지고기, 등심)	0.016
09011	Sausage, Dongrangddaeng (소시지, 동그랑땡)	0.102
09012	Sausage, Frankfurt sausage (프랑크소시지)	0.097
09013	Sausage, Vienna sausage (비엔나소시지)	0.076
Food group: Eggs		
10001	Chicken's egg, egg yolk (난황)	0.116
10002	Chicken's egg, egg white (난백)	0.037
10003	Chicken's egg, whole egg (전란)	0.037
10004	Quail's egg (매추리알)	0.023
Food group: Fishes and shellfishes		
11001	Abalone (전복)	0.149
11002	Alaska pollack (명태)	0.004
11003	Alaska pollack, dried strip (복어포)	0.032
11004	Anchovy, larvae (잔멸치)	0.443
11005	Anchovy, boiled and dried (다시멸치)	2.277
11006	Anchovy, medium anchovy (중멸치)	1.073
11007	Anchovy, salt-fermented, liquid type (멸치액젓)	0.023
11008	Angler, China (야구)	0.012
11009	Butter clam, North Korea (개조개)	0.067
11010	Canned tuna (참치통조림)	0.005
11011	Chum salmon, smoked, USA (훈제연어)	0.010
11012	Clam, meat (조갯살)	0.610
11013	Common octopus, North Korea (문어)	0.218
11014	Common squid (오징어)	0.087
11015	Common squid, dried (건오징어)	0.135
11016	Common squid, fillet (오징어포)	0.046
11017	Common squid, salt-fermented (오징어젓)	0.119
11018	Corb shell (모시조개)	0.111
11019	Crab, blue crab, Bahrain (꽃게)	0.454
11020	Croaker (민어)	0.008
11021	File fish, fillet (쥐포)	0.441
11022	Fish paste (어묵)	0.259
11023	Flat fish (가자미)	0.036
11024	Granulated ark shell (꼬막)	0.080
11025	Hair tail (갈치)	0.068
11026	Hard-shelled mussel (홍합살)	0.333

Table 8. Continued

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Fishes and shellfishes		
11027	Harvest fish (병어)	0.069
11028	Icefish, dried strip (뱅어포)	0.395
11029	Imitation crab meat (개맛살)	0.067
11030	Jelly-fish (해파리)	0.281
11031	Krami (크래미)	0.071
11032	Little neck clam (바지락)	0.100
11033	Mackerel (고등어)	0.006
11034	Oyster (굴)	1.042
11035	Pacific cod (대구)	0.015
11036	Pacific saury (꽁치)	0.013
11037	River snail (우렁)	0.990
11038	Sea bream (도미)	0.004
11039	Sea cucumber (해삼)	0.217
11040	Shrimp (새우)	0.064
11041	Shrimp, dried (건새우)	3.512
11042	Shrimp, salt-fermented (새우젓)	0.408
11043	Soft shell clam (우럭)	0.025
11044	Spanish mackerel (삼치)	0.007
11045	Turban shell (소라)	2.614
11046	Warty sea squirt (미더덕)	2.510
11047	Webfoot octopus (쭈꾸미)	0.063
11048	Yellow croaker (조기)	0.030
Food group: Seaweeds		
12001	Laver, for rice roll (구운김밥김)	2.718
12002	Laver, seasoned (조미김)	1.678
12003	Sea lettuce (파래)	0.378
12004	Sea mustard, dried (미역)	0.544
12005	Sea mustard, stem, salted (미역줄기)	0.127
12006	Sea tangle, dried (다시마)	0.451
12007	Sea tangle, raw (다시마쌈)	0.091

100 g으로 가장 높은 함량이었다.

우유류, 유지류, 음료류의 망간함량

16종류 우유류의 망간 함량은 Table 9와 같이 산 후 2개월 모유 0.010 mg/100 g에서 아이스크림 0.337 mg/100 g의 함량 범위를 보였다. 우유는 0.016 mg/100 g이었으며 체다치즈는 0.045 mg/100 g, 호상요구르트는 0.037 mg/100 g이었다. 8종류 유지류는 마가린 0.021 mg/100 g에서 땅콩버터 1.969 mg/100 g까지 망간 함량을 보였다. 27종류의 음료류는 소주가 0.006 mg/100 g으로 가장 낮은 반면, 인스턴트 커피가루는 2.577 mg/100 g으로 가장 높은 함량이었다.

Table 9. Manganese contents in milks, oils and beverages

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Milks		
13001	Butter (버터)	0.029
13002	Cheese, Cheddar slice (치즈, 체다슬라이스)	0.045
13003	Cheese, Mozzarella (파자치즈)	0.048
13004	Cow's milk (우유)	0.016
13005	Cow's milk, banana flavored milk (바나나맛우유)	0.018
13006	Cow's milk, low fat, chocolate milk (초콜릿우유)	0.081
13007	Cow's milk, low fat, coffee milk (커피우유)	0.028
13008	Cow's milk, low fat, strawberry flavored milk (딸기맛우유)	0.020
13009	Ice cream, bar (아이스크림, 바)	0.027
13010	Ice cream, cone (아이스크림, 콘)	0.337
13011	Mother's milk, 2 month (모유)	0.010
13012	Yoghurt, curd type, peach (요구르트, 복숭아)	0.026
13013	Yogurt, curd type, plain (요구르트, 플레인)	0.037
13014	Yoghurt, curd type, strawberry (요구르트, 딸기)	0.083
13015	Yoghurt, liquid type (액상요구르트)	0.018
13016	Yogurt, liquid type, peach (액상요구르트, 복숭아)	0.028
Food group: Oils and fats		
14001	Coffee whitener (프리마)	0.089
14002	Corn oil (옥수수유)	0.069
14003	Grape seed oil (포도씨유)	0.070
14004	Margarine (마가린)	0.021
14005	Olive oil (올리브유)	0.075
14006	Peanut butter (땅콩버터)	1.969
14007	Sesame oil (참기름)	0.071
14008	Soybean oil (콩기름)	0.055
Food group: Beverages		
15001	Aloe taste drink (알로에음료)	0.071
15002	Beer (맥주)	0.021
15003	Black tea, canned (홍차, 캔)	0.036
15004	Black tea, infusion (홍차, 침출액)	0.159
15005	Brown rice & green tea (현미녹차)	0.021
15006	Carbonated beverages (탄산음료)	0.010
15007	Cider (사이다)	0.008
15008	Citron tea, honey citron tea (유자차)	0.079
15009	Cocoa (코코아)	0.442
15010	Coffee, canned (커피, 캔)	0.021
15011	Coffee, powder, instant (커피가루)	2.577
15012	Coffee, roasted beans, infusion (커피, 침출액)	0.045
15013	Coffee mix (커피믹스)	0.331
15014	Coke (콜라)	0.013
15015	Fanta (환타)	0.005
15016	Green tea, canned (녹차, 캔)	0.079
15017	Ginseng tea (인삼차)	0.060
15018	Honey ginger tea (꿀생강차)	0.146

Table 9. Continued

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Beverages		
15019	Isotonic drink (이온음료)	0.007
15020	Job's tears tea (율무차)	0.076
15021	Maesilju (매실주)	0.133
15022	Red ginseng tea, canned (홍삼차, 캔)	0.021
15023	Red wine (적포도주)	0.395
15024	Sikhye, canned (식혜)	0.430
15025	Soju (소주)	0.006
15026	Ssanghawcha (쌍화차)	0.117
15027	Takju, Korean turbid rice liquor (막걸리)	0.120

조미료류와 기타 식품류의 망간함량

34종류 조미료류의 망간 함량은 Table 10에서 보는 바와 같이 미림이 0.012 mg/100 g으로 가장 낮은 함량이었고 계피가루 14.695 mg/100 g, 후추 23.846 mg/100 g은 높은 함량이었다. 가공 및 기타 식품 13종류 중 망간 함량은 사골곰탕이 0.010 mg/100 g으로 가장 낮았고 인삼이 0.887 mg/100 g으로 가장 높았다.

고찰

한국인의 망간 섭취량에 대한 조사연구와 같은 망간에 대한 연구는 매우 제한적인데 이러한 이유 중의 하나는 식품의 망간함량 데이터베이스가 부족하기 때문이다. 최근 농촌진흥청의 식품성분표¹¹⁾가 7차 개정되면서 262종의 망간함량 데이터베이스를 428종으로 보완하였다. 그러나 전체 중 31.7%의 자료가 미량으로 기호 표기되어 있어 섭취량 추정에 활용하기 어렵고 25.2%는 외국을 포함한 타 분석 자료를 인용하고 있다. 따라서 우리나라 식품 중 망간 함량을 직접 분석한 자료는 매우 적고 외국의 자료를 인용한 경우, 식품 중 무기질 함량은 지역마다 차이를 보이고 식사패턴에 따른 이용률이 다르기 때문에 이를 이용하여 섭취량을 평가하는 것은 문제가 있기 때문에 보다 다양한 우리나라 식품 중 망간 함량에 대한 분석이 요구되고 있다. 이러한 연구로 한국보건산업진흥원¹³⁾에서는 건강유지 및 질환발생의 예방과 밀접한 관련성이 있는 마그네슘, 아연, 구리, 요오드, 망간, 크롬의 무기질에 대해 104종 식품 중 함량 데이터베이스 구축사업을 실시하였으며, Choi¹⁴⁾는 한국인 상용 식품 중 30종류에 대해 망간 함량을 분석한 바 있다. 이와 비교할 때 366종의 식품 중 망간 함량을 분석한 본 연구는 분석식품의 범위가 넓기 때문에 망간의 섭취량 평가에 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

Table 10. Manganese contents in seasonings and others

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Seasonings		
16001	Cheonggukjang (청국장)	1.597
16002	Chunjang (춘장)	1.294
16003	Cinnamon powder (계파가루)	14.695
16004	Coleslaw dressing (콜슬로드레싱)	0.037
16005	Curry, powder (카레가루)	1.192
16006	Gochujang (고추장)	0.980
16007	Horseradish (고추냉이)	0.465
16008	Hot sauce (핫소스)	0.352
16009	Matsogum (맛소금)	0.051
16010	Mirim (맛술)	0.012
16011	Miwon (미원)	0.075
16012	Mixed soybean paste (쌈장)	1.012
16013	Mustard (겨자)	0.525
16014	Pepper (후추)	23.846
16015	Pepper paste with vinegar (초고추장)	0.610
16016	Pork cutlet sauce (돈까스소스)	0.403
01017	Ramyeon, flake (라면후레이크)	1.672
01018	Ramyeon, seasoning (라면스프)	0.741
01019	Ramyeon, cup ramyeon, large, block (라면블럭, 컵라면, 대)	0.525
01020	Ramyeon, cup ramyeon, large, seasoning (라면스프, 컵라면, 대)	0.504
01021	Ramyeon, cup ramyeon, large, Yukgaejang, seasoning (라면스프, 컵라면, 대)	0.426
01022	Ramyeon, cup ramyeon, small, seasoning (라면스프, 컵라면, 소)	0.396
01023	Ramyeon, Jajang, flake (라면후레이크, 자장라면)	2.224
01024	Ramyeon, Jajang, oil (라면오일, 자장라면)	0.028
01025	Ramyeon, Jajang, seasoning (라면스프, 자장라면)	0.758
16026	Red pepper powder (고추가루)	3.008
16027	Rice vinegar (식초)	0.020
16028	Salt, table salt (식염)	0.067
16029	Seasoning powder, beef (쇠고기다시다)	0.320
16030	Soybean paste (된장)	1.229
16031	Soy sauce (간장)	0.720
16032	Spaghetti sauce (스파게티소스)	0.214
16033	Tomato catchup (토마토케첩)	0.143
16034	Worcester sauces (우스터소스)	0.053
Food group: Processed foods and others		
17001	Curry, retort pouched (카레)	0.239
17002	Ginseng (인삼)	0.887
17003	Ginseng, fresh (수삼)	0.516
17004	Gomkuk (곰국)	0.012
17005	Jajang, retort pouched (자장)	0.244
17006	Kimchi dumpling (김치만두)	0.576
17007	Miyokkuk (미역국)	0.014
17008	Pork rolls (동그랑땡)	0.400

Table 10. Continued

Food code	Food and description	Content (mg/100 g)
Food group: Processed foods and others		
17009	Rice gruels with pumpkin (호박죽)	0.157
17010	Sagolgomtang (사골곰탕)	0.010
17011	Silkworm pupa (빈대기)	0.638
17012	Soups, beef (쇠고기수프)	0.688
17013	Spinach soybean soup (시금치된장국)	0.228

다소비식품을 통해 살펴본 우리나라 사람의 망간 섭취는 성인남자 기준으로 쌀, 밀 등의 곡류 식품, 무, 배추, 시금치 등 채소와 두류 식품 등 주로 식물성 식품들로부터 공급되며, 어패류, 땅콩, 종실류, 녹차 등에도 망간이 많이 함유되어 있다고 보고되고 있다.¹⁵⁾ 우리나라¹⁶⁾와 외국^{17,18)}의 식품 중 망간 함량 자료를 이용하여 성인 354명의 망간 섭취실태를 분석했을 때¹⁹⁾ 식품군별로 곡류, 채소류, 두류, 조미료류를 통한 망간 섭취가 높았으며, 식품으로는 쌀, 대두, 수수, 김치, 두부를 통한 섭취가 높았다고 보고되었다. 본 연구는 식품 중 망간함량을 분석하여 가식부 100 g 당 함량으로 보고함으로써 섭취량을 고려한 망간의 주요 공급 식품과 같은 섭취패턴을 얘기할 수는 없다. 그러나 식품군 별 망간 함량을 전체적으로 비교해 볼 때 곡류, 두류, 종실류, 채소류, 버섯류가 육류, 어패류보다 높음을 알 수 있었으며, 향후 본 연구결과를 이용하여 망간의 섭취실태를 각각으로 살펴보는 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Park과 Na²⁰⁾는 광주 지역의 농산물 10종의 망간 함량을 측정한 결과 채소류에서 0.082~0.143 mg/100 g, 과일류에서 0.082~0.167 mg/100 g으로 보고하였고, Lee 등²¹⁾도 강원도에서 재배한 채소류에서 0.042~2.465 mg/100 g, 과일류에서 0.061~0.586 mg/100 g의 망간 함유량을 보고하였다. 이와 같은 연구들은 종금속으로서 망간 함유량을 평가한 것으로서 분석 식품의 종류나 수가 매우 제한적이기 때문에 망간의 섭취량 평가에 이용하는 데는 한계가 있다. 한편 모든 식품의 분석결과를 비교할 수는 없지만, 몇몇 식품의 분석결과를 일본,¹⁸⁾ 독일²²⁾의 외국자료와 비교해보면 시금치의 경우에는 본 연구에서는 0.435 mg/100 g이었으나 독일 자료는 9.528 mg/100 g으로 21 배의 큰 차이를 보였으며 일본의 자료는 0.250 mg/100 g으로 그 함량이 본 연구 결과와 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 쌀의 경우 본 연구에서는 0.745 mg/100 g이었고 일본의 자료에서는 0.740 mg/100 g으로 보고하고 있어 유사한 반면, 최근의 우리나라 식품성분표¹¹⁾에서는 한국보건산업진흥원¹³⁾의 자료를 인용하여 0.9 mg/100 g으로 계

시하고 있어 국내 분석 자료가 다소 차이를 보였다. 무기질 함량은 토양 중의 무기질 함량에 따라 달라지는데 Katriona 등²³⁾의 연구에서도 같은 품종 혼미라 하더라도 토양 중 무기질 함유량에 따라 식물 중의 무기질 함량이 달라진다고 보고하였다. 또한 그 함량에 있어서 동서양간에 큰 차이를 보이고 있는데, 이는 일상 식사로 사용하는 식품 품종의 차이에 기인하는 것으로 보여진다.

현재 우리나라의 식품 중 망간 데이터베이스가 완전히 구축되어 있지 못한 상태에서 부분적인 성분자료들이 실제로 분석하지 않은 결과의 경우에는 인용 출처가 정확히 제시되지 않은 점, 실제 식품 중 망간 함량 분석 시 식품의 구입 방법, 전처리 및 분석방법이 연구자마다 다른 것 또한 함량 차이의 원인이 될 것으로 사료된다. 본 연구도 특정 지역, 품종, 분석방법에 의한 망간 함량 분석값을 보고함으로써 일반적인 섭취량 추정 자료로 활용되는 데는 제한점을 가지고 있지만, 현재 우리나라의 식품 중 망간 함량 자료가 매우 부족한 실정에서 망간에 대한 연구를 촉진시키는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 망간의 영양성 분 데이터베이스를 완전히 구축하기 위해서는 무엇보다 우선적으로 반복적인 분석을 통해 결과를 축적하는 것이 필요하며, 그 후 축적된 자료들을 비교 검토함으로써 신뢰성을 평가하고 대표값을 선정하는 연구가 다각도로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 한국인 상용 식품 중 망간 함량을 ICP-AES로 분석하여 망간의 영양평가나 기능성 평가에 활용하고 궁극적으로 망간 영양에 대한 연구의 활성화에 기여하고자 하였다. 분석 식품은 곡류 51종, 감자 및 전분류 7종, 당류 7종, 두류 12종, 종실류 11종, 채소류 68종, 버섯류 7종, 과일류 33종, 육류 13종, 난류 4종, 어패류 48종, 해조류 7종, 우유류 16종, 유지류 8종, 음료류 27종, 조미료류 34종, 기타 13종의 총 366종이었다. 곡류, 감자 및 전분류, 당류의 망간 함량 중 쌀은 0.745 mg/100 g이었다. 두류의 망간 함량은 두유 0.033 mg/100 g에서 약콩 4.075 mg/100 g이었고, 견과류 및 종실류는 은행 0.268 mg/100 g에서 잣 8.872 mg/100 g까지 함량범위를 보였다. 채소류는 방울토마토 0.061 mg/100 g에서 생강 14.017 mg/100 g의 결과를 보였으며, 버섯류의 망간 함량 중 목이버섯이 10.382 mg/100 g으로 가장 높았다. 과일류는 단감 0.003 mg/100 g에서 건대추 2.985 mg/100 g의 결과를 보였다. 육류, 난류, 어패류, 해조류의 망간 함량 중 건새우

가 3.512 mg/100 g으로 가장 높았다. 우유류, 유지류, 음료류의 망간 함량 중 인스턴트 커피가루가 2.577 mg/100 g으로 가장 높았으며, 조미료류와 기타 식품류의 망간 함량은 사골곰탕 0.010 mg/100 g에서 후추 23.846 mg/100 g의 결과를 보였다. 본 연구를 바탕으로 좀 더 다양한 식품에 대해 반복적으로 망간 함량을 분석하여 그 결과를 축적하고, 이러한 자료를 이용하여 한국인의 망간 섭취량을 평가하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

Literature cited

- 1) Chroeder HA. Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies: variations in states and 163 largest municipalities of the United States. *JAMA* 1960; 172: 1902-1908
- 2) Klevay LM, Inman L, Johnson LK, Lawler M, Mahalko JR, Milne DB, Lukaski HC, Bolonchuk W, Sandstead HH. Increased cholesterol in plasma in a young man during experimental copper depletion. *Metabolism* 1984; 33(12): 1112-1118
- 3) Choi MK. Relationship between serum levels of microminerals and lipids in Korean adults on self-selected diet. *Korean J Community Nutrition* 2000; 5(2): 289-296
- 4) Davis CD, Greger JL. Longitudinal changes of manganese-dependent superoxide dismutase and other indexes of manganese and iron status in women. *Am J Clin Nutr* 1992; 55(3): 747-752
- 5) Mertz W, Toepfer EW, Roginski EE, Polansky MM. Present knowledge of the role of chromium. *Fed Proc* 1974; 33(11): 2275-2280
- 6) Diplock AT. Trace elements in human health with special reference to selenium. *Am J Clin Nutr* 1987; 45(5 Suppl): 1313-1322
- 7) Keen CL, Ensunsa JL, Watson MH, Baly DL, Donovan SM, Monaco MH, Clegg MS. Nutritional aspects of manganese from experimental studies. *Neurotoxicology* 1999; 20(2-3): 213-223
- 8) Freeland-Graves JH, Turnlund JR. Deliberations and evaluations of the approaches, endpoints and paradigms for manganese and molybdenum dietary recommendations. *J Nutr* 1996; 126(9 Suppl): 2435S-2440S
- 9) Malecki EA, Huttner DL, Greger JL. Manganese status, gut endogenous losses of manganese, and antioxidant enzyme activity in rats fed varying levels of manganese and fat. *Biol Trace Elem Res* 1994; 42(1): 17-29
- 10) Moon CS, Zhang ZW, Shimbo S, Hokimoto S, Shimazaki K, Saito T, Shimizu A, Iami Y, Watanabe T, Ikeda M. A comparison of the food composition table-based estimates of dietary element intake with the values measurement by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry: An experience in a Japanese population. *J Trace Elements in Medicine and Biology* 1996; 10(4): 237-244
- 11) National Rural Resources Development Institute, R.D.A., Food Composition Table, Seoul; 2006
- 12) Ministry of Health & Welfare, Report on 2005 national health and nutrition examination survey-Nutrition survey, Seoul; 2006
- 13) Korea Health Industry Development Institute, Development of nutrient database 3: mineral composition of foods, Seoul; 2003
- 14) Choi MK. Analysis of manganese contents in 30 Korean common foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2003; 32(8): 1408-1413
- 15) The Korean Nutrition Society, Dietary Reference Intake for Koreans, Seoul; 2005
- 16) National Rural Living Science Institute, Food Composition Tables, Seoul; 2001
- 17) USDA, USDA Nutrient Database for Standard Reference. Release 18, USDA; 2003
- 18) Suzuki Y. Table of trace element contents in Japanese foodstuffs. Tokyo: MAC; 1993
- 19) Choi MK, Kim EY. Evaluation of dietary manganese intake in Korean men and women over 20 years old. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2007; 36(4): 447-452
- 20) Park JS, Na HS. Analysis of trace metal in agricultural product. *Korean J Food & Nutr* 2000; 13(6): 595-601
- 21) Lee TJ, Kim KC, Shin IC, Han KS, Sim TH, Ryu M, Lee JK. Survey on the contents of trace heavy metals in agricultural products of Kangwon-Do. *Rep inst health & Environ* 1996; 7: 75-87
- 22) Souci SW, Fachmann W, Kraut H. Food composition and nutrients tables. Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers; 2000
- 23) Katrina M Marr, Graeme D Batten, Anthony B Blakeney. Relationships between minerals in Australian brown rice. *J Science of Food and Agriculture* 1995; 68(3): 285-291