

畜産食品中の微量元素 含量에 관한 研究 - 牛, 豚, 鷄, 鷄卵 및 牛乳를 中心으로 -

朴香美 · *金順在 · 孫奉煥
인천직할시 가축위생시험소

A Study on the Levels of Trace Elements in Livestock Products

Hyang-Mi Park, Soon-Jae Kim*, Bong-Whan Sohn

Inchön Veterinary Service Laboratory

Abstract

In order to determine the levels of trace elements in livestock products surveys have been conducted in Inchön area.

The samples were obtained from cattle organs, swine organs, chicken organs, eggs and milk.

The levels of nine harmful trace elements(As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Zn) and three trace elements(Ca, Co, Na) were determined by ICP spectrometry.

1. In the survey on 9 harmful metals with 20 cattle, the highest level was 56.90ppm(Fe, liver) and the lowest level was 0.10ppm(Cd, muscle).
2. In the survey on 9 harmful metals with 31 swine, the highest level was 169.71ppm(Fe, lung) and the lowest level was 0.02ppm(Cd, heart).
3. In the survey on 9 harmful metals with 20 chickens, the highest level was 42.64ppm(Fe, liver) and the lowest level was 0.00ppm(Hg, entire organs).
4. In the survey on 9 harmful metals with 23 eggs, the highest level was 26.08ppm(Fe, yolk) and the lowest level was 0.00ppm(Hg, yolk and white).
5. In the survey on 9 harmful metals with 20 cases of milk, the highest level was 6.02ppm(Zn) and the lowest level was 0.04ppm(Cd).
6. In cattle the mean concentrations were highest in seven elements and in milk the mean concentrations were lowest in five elements.

緒 論

최근 인구 증가와 산업의 발달로 環境汚染이 중요한 사회문제로 대두되고 있다. 1972년 스웨덴의 스톡홀름에서 처음으로 國際人間環境會議가 열려 人間環境宣言이 있는 후, 세계 각국에서는 人間環境에 대한 지대한 관심을 갖게 되었다.³⁹⁾

環境汚染中에서도 食品公害가 國民保健面에서 대단히 중요시되고 있는 바, 食品을 통한 특정 有害物質의 移行문제는 그 어느것 보다 人體에

미치는 영향이 크므로 경계해야 할 것이다.⁵⁰⁾

현대적인 工業化가 大氣汚染, 水質汚染 등을 일으켜 環境을 汚染시키고 있다. 이러한 環境속에 含有되어 있는 有害物質이 어떠한 형태로든 食用 動植物 體内に 잠입된 것을 사람들이 食品으로서 섭취했을 때, 또는 직접 食品을 汚染시킨 結果에 의해 야기되는 健康障礙를 食品衛生上의 公害라고 할 수 있는데, 重金屬에 대한 汚染이 가장 중요하다.⁴⁰⁾

重金屬이라 하면 대체로 比重 4.0 이상의 金屬을 말하며, Na, K, Ca, Mg, Al, Be, Sr, Li 등을 제외

* 건국대학교

한 대부분의 金屬이 이에 속한다.

有害性 金屬으로 간주되는 것은 이들중의 30種으로 하고 있는데 여기에는 動植物의 生命體 유지에 必須的인 金屬도 포함되어 있다.⁵²⁾ 보통 우리가 有害金屬으로 취급하는 元素는 Hg, As, Sb, Cu, Cr, Cd, Sn, Zn, Ca, Ba, Mn, Se 등인데 이중에서도 특히 As, Hg, Pb, Cu, Mn, Zn 및 Sn 등이 食品衛生上 문제가 되는 것이다.⁵³⁾

이러한 食品衛生上 중요시 되고 있는 有害性金屬에 의한 食品汚染은 첫째, 공장 및 광산폐수 등 環境汚染으로 인한 食品재료 중의 蓄積에 의한 경우, 둘째, 화학비료 및 農藥撒布에 의한 農作物의 汚染, 세째, 食品의 容器, 包裝 등에서 溶出되는 有害金屬에 의한 汚染, 네째, 食品의 제조 가공시에 添加되는 食品添加物 중에 夾雜物로 존재하는 有害性 重金屬 등에 의하여 中毒사고가 발생한다.^{35) 47)}

畜産食品의 영양적 가치는 수없이 강조되고 있으며 인체의 건전한 생명활동과 체력을 위해 他食品이 추종할 수 없는 가치의 균형된 영양소를 갖춘 완전예 가까운 食品으로 인정되고 있다.⁹⁾ 최근 動物性 食品 섭취의 소비증가 면에서,⁶⁸⁾ 畜産物 産業 규모의 성장면에서 畜産物의 國際流通⁴²⁾ 등에서 한국 畜産物産業의 중요성은 증가되고 있으며 따라서 이의 안정성도 중요한 과제가 되고 있다. 畜産食品의 안정성은 국민의 건강한 食生活을 위하여 절대적인 요인이며, 동시에 그 나라 국민의 文化生活의 尺度이기도 하다.

有害金屬은 少量일지라도 장기간 給與時에는 家畜에게 中毒症狀을 일으킬 뿐아니라 畜産食品에 殘留될 경우 人體에 被害를 가져오기도 한다.²¹⁾

1960년대에는 일본에서 일어난 Hg에 의한 Minamata 병, 세계적인 집단 만성中毒사건인 Cd에 의한 Itai Itai²¹⁾ 병으로 사회문제가 되어 重金屬에 대한 본격적인 研究는 小林^{25) 26)} 등에 의하여 이루어졌다. 최근 인천신문의 社說에서도 급증한 重金屬 직업병을 다룰 정도로 重金屬中毒에 따른 사회문제를 보여주고 있으며, 온도계 공장과 형광등 공장에서는 나이 어린 근로자가 Hg에 中毒되는 사고가 발생되고 있다.⁵⁰⁾

한편 국내의 畜産食品에 대한 重金屬의 研究는 吳⁵⁷⁾가 소, 돼지, 닭에 대하여, 조 등이 鷄肉,⁶¹⁾ 豚肉⁶²⁾에 대하여, 洪⁶⁹⁾ 등이 鷄卵中の 水銀에 대한 보고

가 있었고, 牛乳에 대해서는 金이³⁸⁾ 市乳에 대한 조사가 있었다. 최근에 孫⁵⁰⁾은 飼料內 重金屬濃도와 牛乳로의 遷移效果에 대해 보고하여, 국내는 많은 종류의 食品중에서 重金屬의 분포상태를 파악하고자 노력하고 있으나, 모든 畜産食品에 대한 多種의 重金屬을 조사한 논문을 접할 기회가 없었다. 또한 畜産食品에 대한 重金屬 허용량의 규정이 As와 Cd만이 최근에 농림수산부 고시⁴⁶⁾로 정해졌을 뿐 다른 중금속에 대해서는 국내외적으로 규제치가 정하여 지지 않고 있다.⁵⁰⁾

이에 본 연구는 牛, 豚, 鷄, 鷄卵, 牛乳에 대하여 臟器別 및 部位別로 As, Cd, Cr, Cu 등 9종의 重金屬과 Co, Na, Ca 3종의 미량 礦物質의 총 12가지 微量元素에 대해서 殘留量을 분석하여 有害金屬 汚染수준과 礦物質의 含量을 파악하여, 畜産食品의 안전성과 위생관리 및 허용기준량의 규정에 대한 기초자료가 된다고 思料되어 보고한다.

材料 및 方法

1. 供試材料

본 연구에 供試된 시료는 1987년 7월부터 1988년 2월까지 인천시 소재의 畜産場에 出荷된 소 20두에서 筋肉, 肝臟, 腎腸을, 돼지 31두에서 筋肉, 肝臟, 心臟, 肺臟을 臟器別로 채취하였다. 닭은 인천시 소재의 養鷄場에서 20수의 筋肉, 肝臟, 腎腸을, 인천시 목장에서 原乳 20건을, 인천시 養鷄場에서 鷄卵 23개의 卵黃과 卵白을 구분 채취하여 총 341개 시료를 供試材料로 하였다.(Table 1)

2. 分析條件

모든 微量元素은 오스트레일리아의 Labtam 제인 Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectrometer Model 8440 Plasmalab를 사용하여 측정하였으며, 分析條件은 표 2-1, 2-2와 같다.

3. 分析方法

소, 돼지 및 닭을 臟器別로 균일하게 마쇄하고 鷄卵은 部位別로 잘 분리하고 牛乳와 각 시료를 10g씩 정확히 취하여 그림 1과 같은 방법으로 분석하였다.^{4) 28)}

시료를 도가니에 넣고 5ml HNO₃(62%)와 H₂

Table 1. The examination of various sample by sex and age

Species	Breeds	Tissues	No. of sample	Sex	Age(month)	Weight(kg)
Cattle	Holstein	Muscle	20	Female	48-72	450-600
		Liver	20	Female	48-72	450-600
		Kidney	20	Female	48-72	450-600
Swine	Landrace	Muscle	31	Female or male	5-12	90-100
		Liver	31	Female or male	5-12	90-100
		Kidney	31	Female or male	5-12	90-100
		Heart	31	Female or male	5-12	90-100
		Lung	31	Female or male	5-12	90-100
Chicken	Hubbard	Muscle	20	Male	2- 4	1.2-1.8
		Liver	20	Male	2- 4	1.2-1.8
		Kidney	20	Male	2- 4	1.2-1.8
Egg		Yolk	23			
		White	23			
Milk		Raw milk	20			
Total			341			

Table 2-1. Operating conditions of ICP for trace elements

Flush time	35sec
Integration time	10sec
Floward power	1200watts
Aluxiliary flow	2.5
Reflected power	<5.0watts
Pump speed	800
Nebulizer flow	3.0
Coolant flow	4.0

Table 2-2. Optimum wave length for each trace elements analysis

Elements	Wave length (nm)	Elements	Wave length (nm)
Cadmium	226.502	Lead	220.351
Manganese	257.610	Zinc	213.856
Cromium	205.559	Cobalt	228.616
Copper	324.754	Calcium	393.367
Iron	238.207	Mercury	194.227
Arsenic	189.042	Sodium	589.592

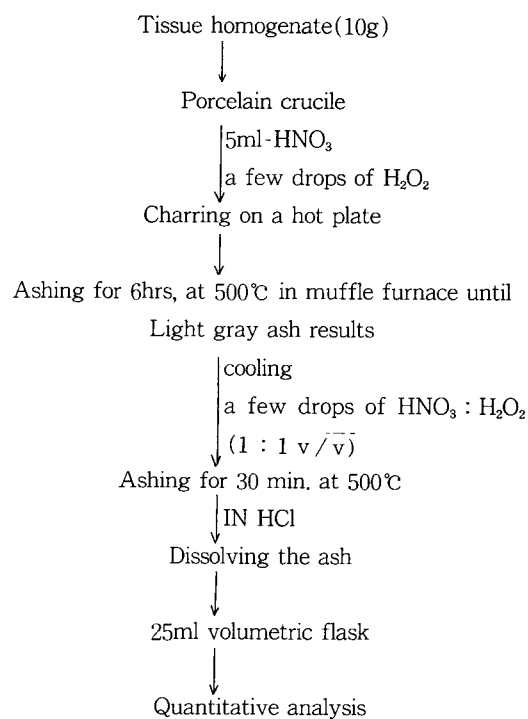


Fig. 1. Quantitative analysis method of trace elements in livestock products

O₂(30%)를 3~4방울 넣은 후 Hot Plate(400℃)에서 수시간동안 가열 분해한다. 수분이 증발하고 시료의 색깔이 흑갈색이 되면 500℃ 전기로에서 시료가 회색의 재가 될 때까지 6시간정도 가열한 후 도가니 집게를 사용하여 멸균된 실리카겔이 있는 데시게이터에서 식힌 후 HNO₃와 H₂O₂를 1:1 같은 비율로 넣은 후 500℃ 전기로에서 30분간 가열 분해한다. 유기물이 분해되어 백색투명한 재가 되면 방냉하여 IN HCl을 넣어 섞은 후 25ml 메스플라스크에 채운 다음 이를 檢液으로 사용하여 ICP Spectrometry로 As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Na, Pb, Zn의 각 元素의 量을 구하였다.

結果 및 考察

1. 牛의 臟器別 微量元素

인천시 목장에서 屠畜을 위하여 出荷된 소 20두에 대해서 筋肉, 肝臟, 腎臟을 臟器別로 채취하여 微量元素 殘留量을 측정된 결과는 표 3과 같다.

As는 筋肉에서 1.24ppm, 腎腸은 1.32ppm이었고, 肝臟은 1.40ppm으로 가장 높게 檢出되었으나 臟器別로 큰 차이는 없었다. 動物에서 As는 肝臟

에 잘 沈着되어 腎臟이나 肝臟에서 10~15ppm 이상 檢出되면 As中毒로 診斷하여도 좋다고 보고한 바⁵⁴⁾ 본 실험치도 肝臟이 높게 나옴을 일치하였다. 李⁶⁰⁾는 筋肉에서 평균 0.17ppm, 肝臟에서 0.19ppm, 腎臟은 0.21ppm을 日本藥學會³⁰⁾는 全體牛肉의 평균치를 0.19ppm으로 보고하였다. 본 실험결과는 이에 비해 월등히 높았으나, Schroeder⁴⁰⁾ 등의 쇠고기구이 2.3ppm에 比하여 매우 낮았는데 이는 소의 연령, 飼育方法, 시료채취기간, 실험방법 등의 차이로 생각된다.

Cd는 筋肉에서 거의 절반을 차지하여 평균 165.85ppm의 含量을 나타냈고, 腎腸은 110.37ppm을, 肝臟은 가장 낮아 80.27ppm을 나타내어 총 평균 殘留量은 118.83ppm이었다.

Cd에 含有된 臟器들을 비교 분석하여 보면 가장 높게 檢出된 部位는 腎臟으로 0.43(0.15~0.85)ppm 이었고, 가장 낮게 檢出된 臟器는 筋肉으로 0.1(0.09~0.12)ppm이었으며, 肝臟은 0.18ppm으로 총 평균 殘留量 0.24ppm이었다. 이는 吳⁵⁷⁾의 소 Cd 含量이 腎臟에서 0.0979(0.034~0.1976)ppm, 肝臟 0.0468ppm, 筋肉 0.0083ppm으로 보고한 것에 비하면 본 실험치는 腎臟이 4배나 높은 含量으로 나타났다. Kreuzer⁶⁾ 등은 소의 腎臟내 Cd 含量을 1.0ppm, 肝臟은 0.5ppm, 筋肉에는 0.08ppm을,

Table 3. Trace elements residues in tissue of cattle

(unit : ppm)												
Tissues	Arsenic	Calcium	Cadmium	Cobalt	Cromium	Copper	Iron	Mercury	Manganese	Sodium	Lead	Zinc
Muscle	1.24*	165.85*	0.10	0.20	0.31	1.52	44.53	0.37	0.29	804.09	1.31	55.08
	±0.1**	±144.37	±0.03	±0.03	±0.3	±0.22	±16.95	±0.08	±0.1	±342.31	±0.67	±14.14
	(1.08-1.33)	(25.98-574.88)	(0.09-0.12)	(0.18-0.22)	(0.23-0.55)	(1.20-1.90)	(20.33-76.88)	(0.3-0.53)	(0.15-0.5)	(509.13-1791.63)	(1.15-1.4)	(27.25-81.50)
Liver	1.40	80.27	0.18	0.27	0.32	13.2	52.36	0.45	2.37	774.3	1.75	63.64
	±0.1	±27.69	±0.03	±0.03	±0.1	±12.94	±28.98	±0.1	±0.51	±174.51	±0.2	±72.84
	(1.23-1.63)	(25.95-129.63)	(0.14-0.24)	(0.24-0.28)	(0.25-0.58)	(7.50-40.50)	(11.08-95.63)	(0.38-0.53)	(1.73-3.35)	(490.85-1162.38)	(1.45-1.33)	(27.49-160.50)
Kidney	1.32	110.37	0.43	0.22	0.26	2.62	56.90	0.37	0.70	1271.79	1.49	18.02
	±0.1	±44.06	±0.22	±0.14	±0.2	±0.71	±20.31	±0.43	±0.19	±278.82	±0.1	±5.05
	(1.08-1.48)	(26.38-162.13)	(0.15-0.85)	(0.20-0.23)	(0.15-0.33)	(1.10-3.58)	(16.30-90.88)	(0.3-0.45)	(0.35-0.98)	(657.50-1901.63)	(1.28-1.7)	(5.7-25.63)
Mean	1.32	118.83	0.24	0.23	0.3	9.08	51.2	0.40	1.12	950.06	1.52	45.78

* : All values are mean, ** : Standard deviation, () : Ranges

Korsrud⁵⁹ 등은 腎臟에서 0.5ppm을 보고하여 본 실험치와 비슷한 수준을 나타냈다. 최근에 Kreuzer¹⁴⁰ 등은 18~20주된 암송아지에서 腎臟이 0.222(0.05~0.663)ppm, 肝臟이 0.034(0.015~0.098)ppm 이었고, 筋肉이 0.001(0.001~0.005)ppm으로 보고하여 본 실험치보다 월등히 낮았으나, 이는 어린 송아지를 대상으로 했기 때문에 낮은 殘留量을 보인 것으로 생각된다.

Co는 모든 臟器가 비슷한 수준으로 筋肉이 0.2ppm, 肝臟이 0.27ppm, 腎臟이 0.22ppm을 나타내어, 총 평균 殘留量 0.23ppm으로 殘留範圍는 0.18~0.28ppm이었다.

Cr은 筋肉, 肝臟, 腎臟의 평균이 각각 0.31(0.23~0.55)ppm, 0.32(0.25~0.58)ppm, 0.26(0.15~0.33)ppm으로 비슷한 수준의 殘留量을 보여 총 평균 0.3ppm이었다.

Cu의 殘留는 1.1~40.5ppm의 範圍로서 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟이 13.2(7.5~40.5)ppm으로 전체의 50%가 넘는 殘留量을 보인 반면, 腎臟은 2.62(1.10~3.58)ppm이었고, 가장 낮게 檢出된 筋肉은 1.52(1.2~1.9)ppm이었다.

畜産物의 Cu 함량에 대해서는 국내외에서 많은 보고가 있었는데 吳⁵⁷는 소의 肝臟이 12.0542(7.3747~18.8473)ppm으로 가장 높게 檢出되었다고 하였고, 池邊³²은 소의 筋肉에서 0.8~0.92ppm이었고, 肝臟에서 4.23~43.75ppm을 보고 하였는데, 이는 본 실험결과와 비슷한 수준을 나타냈다. 한편 Korsrud⁵⁹ 등이 肝臟에서 27.8±26.7ppm, 腎臟에서 5.4±2.5ppm의 보고는 본 실험치가 낮은 수준이었다.

Fe의 殘留範圍는 11.08~95.63ppm으로서 腎臟이 56.90(16.30~90.88)ppm으로 가장 높게 檢出되었고, 肝臟이 52.36(11.08~95.63)ppm으로 비슷한 수준이었으며, 筋肉이 44.53(20.33~76.88)ppm을 나타내어 총 평균 51.20ppm이었다.

Hg의 殘留量은 0.3~0.53ppm의 範圍를 나타내어 筋肉과 腎臟이 0.37ppm으로 같았으며, 肝臟은 0.45ppm으로 가장 높아 총 평균 0.40ppm을 나타냈다. Hg는 消化管이나 腎臟으로 부터 排出이 늦기 때문에 蓄積性의 毒物이라 할 수 있고, Hg의 농도가 가장 높은 곳은 腎臟이라고 하였는데, ⁵⁴ 본 실험결과는 이와 일치하였다.

Mn의 함량은 0.15~3.35ppm의 範圍로서 가장

높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 평균 2.37ppm이 殘留하였으며, 가장 낮은 臟器는 筋肉으로 0.29ppm이, 腎臟은 0.70ppm이 檢出되어 총 평균 1.12ppm이었다. 吳⁵⁷는 0.1325~3.2315ppm 範圍로써 肝臟이 2.6601(1.9857~3.2315)ppm으로 가장 높게 檢出되었다고 하였고, 池邊³² 등은 소위 筋肉에서 0.10~0.15ppm 肝臟에서 0.25~3.39ppm이라고 보고했다.

Na의 殘留範圍는 509.13~1901.63ppm이고, 가장 높게 檢出된 臟器는 腎臟으로 평균 1271.79(657.50~1901.63)ppm이었다. 筋肉과 肝臟은 비슷한 수준으로 각각 804.09(509.13~1791.63)ppm, 774.3(490.85~1162.38)ppm을 나타냈다.

Pb의 殘留範圍는 1.15~1.93ppm으로 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 1.75ppm이었고, 筋肉이 1.31ppm으로 가장 낮았으며, 腎臟은 1.49ppm으로 총 평균 1.52ppm이 檢出되었다.

吳⁵⁷는 소의 Pb 함량이 0.0417~0.4037ppm 範圍로서 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 0.2602ppm이었다고 보고하여 본 실험치가 월등히 높았으나, 가장 높게 檢出된 臟器가 肝臟인 것은 일치하였다. 池邊³² 등은 소의 筋肉에서 0.05~0.43ppm, 肝臟에서 0.06~1.00ppm을, Masek¹¹¹ 등은 소의 肝臟에서 0.39ppm을, 姜⁴⁴은 소의 筋肉에서 0.1365ppm, 肝臟에서 0.4147ppm, 腎臟 0.2994ppm으로 보고한 것은 모두 본 실험치보다 낮은 함량을 나타냈다. Kreuzer¹⁴⁰ 등은 肝臟에서 0.059(0.012~0.135)ppm, 腎臟에서 0.15(0.043~0.36)ppm, 筋肉이 0.009(0.001~0.027)ppm으로 가장 낮은 함량을 보였는데, 이는 18~20주된 어린 송아지를 대상으로 했기 때문인 것으로 생각된다.

Zn은 殘留範圍가 최저 5.7ppm에서 최고 160.50ppm으로 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 63.64ppm이었고, 筋肉은 비슷한 수준으로 55.08ppm, 腎臟은 가장 낮게 檢出되어 18.02ppm이었다. 吳⁵⁷는 소의 Zn 함량을 筋肉 37.6305ppm, 肝臟 34.2185ppm, 腎臟 24.4920ppm이었고, 殘留範圍는 4.2576~44.5087ppm으로 총 평균 함량이 25.2607이라고 했다. 池邊³² 등은 소의 筋肉에서 49.20~85.00ppm, 肝臟에서 27.00~58.00ppm을, Schicker¹⁹ 등은 소 筋肉에서 39.8~53.5ppm으로 보고하였다. 이는 본 실험결과보다는 낮은 함량이었으나, 높게 檢出되는 臟器가 肝臟, 筋肉이라는 점은

일치하였으며, Korsrud⁵⁾ 등의 肝臟에서 45.1±16.7ppm, 腎臟에서 21.9±6.8ppm에 비하여 肝臟은 약간 높았으나, 腎臟은 비슷하였다.

2. 豚의 臟器別 微量元素

인천시 養豚場에서 出荷된 돼지 31두에 대하여 筋肉, 肝臟, 腎臟, 肺臟 및 心臟을 臟器別로 채취하여 重金屬 및 鑛物質의 殘留量을 측정 한 결과는 표 4와 같다.

As의 範圍는 未檢出로 부터 최고 5.32ppm이었다. 가장 높은 含量을 보인 臟器는 腎臟으로 0.78ppm이었고, 筋肉과 肝臟은 각각 0.61ppm, 0.63ppm이었으며, 肺臟과 心臟은 0.55ppm으로 동일한 殘留量을 보였다. 趙⁶²⁾ 등의 보고는 돼지의 肝臟이 2.334±4.0160ppm으로 가장 높게 檢出되었고, 腎臟이 1.2744±1.4393ppm, 筋肉이 1.1557±1.1296ppm이 檢出되었다고 보고하였는 바 본

실험결과는 대체로 이에 비하여 낮은 수준이었다.

Ca 殘留는 35.99~1021.33ppm 範圍이며 총 평균 128.82ppm이다. 心臟이 175.000ppm으로 가장 높게 檢出되었으며, 腎臟이 134.93ppm, 肝臟이 120.67ppm, 肺臟이 115.29ppm 順으로 檢出되었고, 筋肉에서는 가장 낮은 98.23ppm이었다.

Cd는 未檢出로 부터 최고 6.03ppm까지 殘留하여 총 평균 0.20ppm이었다. 가장 높게 檢出된 臟器는 腎臟으로 월등히 높은 0.6ppm이 檢出되었으며, 筋肉이 0.22ppm, 肝臟이 0.14ppm, 肺臟이 0.04ppm, 心臟이 0.02ppm 順으로 나타났다. 腎臟에서 높은 이유는 Cd가 腎臟과 肝臟에 선택적으로 親和力을 가지고 있기 때문인 것으로 생각된다.⁴⁴⁾

趙⁶²⁾ 등은 腎臟이 1.7826±1.8549ppm으로 가장 높게 檢出되었으며, 心臟이 0.0506±0.0693ppm으로 가장 낮았고, 筋肉에서 0.0916±0.026ppm

Table 4. Trace elements residues in tissue of swine

												(unit : ppm)
Tissues	Arsenic	Calcium	Cadmium	Cobalt	Cromium	Copper	Iron	Mercury	Manganese	Sodium	Lead	Zinc
Muscle	0.61*	98.23*	0.22	0.17	2.45	1.51	54.3	0.50	0.94	529.91	1.85	30.12
	±0.53**	±65.20**	±1.02	±0.32	±3.10	±0.7	±34.85	±1.40	±1.79	±425.27	±4.78	±14.57
	(ND-1.58)	(35.99-399.61)	(ND-6.03)	(ND-1.35)	(ND-19.4)	(0.61-4.04)	(13.77-167.65)	(ND-6.08)	(0.20-10.80)	(108.75-1289.13)	(ND-27.33)	(11.2-119.56)
Liver	0.63	120.67	0.14	0.13	2.94	25.21	161.34	0.21	2.61	1123.61	1.29	59.26
	±0.47	±25.75	±0.10	±0.10	±3.20	±13.31	±118.18	±0.20	±0.82	±255.42	±1.13	±24.48
	(ND-1.74)	(39.2-416.10)	(ND-0.38)	(ND-0.48)	(0.15-27.7)	(3.19-37.36)	(42.63-557.81)	(ND-0.58)	(0.88-4.95)	(111.13-1158.67)	(0.23-5.37)	(34.25-143.59)
Kidney	0.78	134.93	0.60	0.15	3.10	7.06	120.44	0.38	1.51	961.47	1.42	30.69
	±0.22	±120.53	±0.7	±0.14	±4.89	±2.95	±113.68	±0.22	±0.63	±268.92	±1.20	±31.92
	(ND-5.32)	(54.31-780.41)	(ND-2.58)	(ND-0.73)	(0.1-29.9)	(0.19-17.17)	(26.95-576.65)	(ND-0.79)	(0.7-3.91)	(313.57-1642.89)	(0.27-6.79)	(14.61-108.09)
Lung	0.55	115.29	0.04	0.1	2.21	1.96	169.71	0.16	1.10	1039.20	1.28	16.81
	±0.51	±40.40	±0.01	±0.14	±2.68	±1.07	±80.41	±0.19	±1.24	±437.96	±2.01	±5.38
	(ND-2.23)	(55.6-226.87)	(ND-0.08)	(ND-0.38)	(0.12-7.67)	(0.71-3.96)	(50.92-322.77)	(ND-0.96)	(0.1-7.34)	(420.79-1341.43)	(0.23-7.35)	(10.35-37.77)
Heart	0.55	175.0	0.02	0.39	2.26	2.91	93.93	0.09	0.89	634.62	1.58	18.50
	±0.50	±202.46	±0.01	±1.09	±2.55	±1.20	±47.78	±0.01	±0.69	±274.94	±0.51	±3.65
	(ND-1.72)	(39.86-1021.30)	(ND-0.01)	(ND-5.08)	(0.08-8.35)	(0.06-5.17)	(27.49-235.75)	(ND-0.41)	(0.3-3.13)	(60.84-1217.36)	(0.47-4.24)	(11.74-29.56)
Mean	0.62	128.82	0.20	0.19	3.08	7.73	120.10	0.27	1.41	857.76	2.11	31.08

* : All values are mean, ** : Standard deviation, () : Ranges, ND : Not detected

筋肉에서는 본 실험결과가 높은 함량으로 나타났다.

Zn은 殘留範圍가 11.2~143.59ppm이고, 총 평균 31.08ppm이었다. 가장 높은 함량을 나타낸 臟器는 肝臟으로 59.26(34.25~143.59)ppm이 檢出되었고, 腎臟이 30.69ppm, 筋肉이 30.12ppm, 心臟이 18.50ppm, 肺臟이 16.81ppm 順으로 나타났다.

吳⁵⁷⁾는 돼지에서 Zn은 4.1052~44.0073ppm 範圍로서 肺臟이 35.5434(21.6054~44.0073)ppm으로 가장 높았다고 보고하였는데, 이는 본 실험결과에 비하여 낮은 수준이었으나, 간장에서 높게 나온 점은 일치하였다. 田中³⁰⁾ 등도 肝臟에서의 Zn 함량은 Cd와 같이 조직 部位에서 더 높게 나타났다고 보고하고 있고, Mackey¹⁰⁾ 등은 어류의 肝에서 檢出된 Zn 함량을 47.5ppm으로 보고하고 있다. 한편 Korsrud⁹⁾ 등의 肝臟에서 61.6±21.3ppm, 腎臟에서 25.9±6.8ppm은 본 성적과 비슷한 수준으로 일치되었다.

3. 鷄의 臟器別 微量元素

인천시 屠鷄場에서 닭 20수에 대하여 筋肉, 肝臟, 腎臟을 臟器別로 채취하고, 有害金屬 및 鑛物質을 측정하여, 鷄肉에 대한 有害金屬 汚染방지를 위한 자료를 제공하고자 실험한 결과는 표 5와 같다.

As는 範圍가 0.05~0.33ppm으로 총 평균 0.18ppm이 檢出되었다. 肝臟이 가장 높아 0.23(0.21~0.33)ppm이 殘留하였고 비슷한 수준으로 腎臟은 0.21(0.17~0.28)ppm을 보였으며, 筋肉이 가장 낮아 0.1(0.05~0.16)ppm을 나타냈다.

趙⁶¹⁾ 등에 의하면 닭의 筋肉에서 As가 평균 0.87±0.73ppm이고, 腎臟에서 0.73±1.09ppm으로 비교적 낮은 수준이었으나 개체에 따라서는 허용 기준(1.5ppm)을 초과한 예가 78%나 되었다고 보고하였다. 본 실험치는 이에 비하여 월등히 낮았고, 허용기준을 초과한 예는 없었으며, 李⁶⁰⁾가 보고한 筋肉에서 평균 0.14ppm, 肝臟에서 0.20ppm은 비슷한 수준이었다.

Ca는 함량이 16.60~421.98ppm의 範圍로 총 평균 207.20ppm이었다. 가장 높게 檢出된 臟器는 腎臟으로 340.60(16.60~394.90)ppm이었으나, 최저 수치의 예도 다소 나타났다. 筋肉과 肝臟은 비슷한 수준으로 각각 148.78(55.43~421.98)ppm, 170.30(43.66~416.10)ppm이었다.

Cd는 최저 未檢出에서 최고 0.15ppm까지 檢出되었으며, 총 평균 0.05ppm이었다. 筋肉의 평균이 0.01(ND~0.03)ppm으로 가장 낮았고, 腎臟이 평균 0.10(0.03~0.15)ppm으로 가장 높게 檢出되었으며, 肝臟이 0.05(0.04~0.07)ppm으로 나타났다. 趙⁶¹⁾ 등에 의하면 닭의 筋肉에서 Cd가 평균

Table 5. Trace elements residues in tissue of chicken

(unit : ppm)

Tissues	Arsenic	Calcium	Cadmium	Cobalt	Cromium	Copper	Iron	Mercury	Manganese	Sodium	Lead	Zinc
Muscle	0.1*	148.78*	0.01	0.006	0.05	2.54	39.05	ND	0.67	560.73	0.3	25.7
	±0.03**	±121.44	±0.012	±0.003	±0.14	±1.35	±35.98		±0.79	±281.69	±0.2	±17.97
	(0.05-0.16)	(55.43-421.98)	(ND-0.03)	(ND-0.02)	(ND-0.15)	(1.3-4.93)	(7.0-111.1)		(0.16-2.43)	(368.83-1221.53)	(ND-0.9)	(14.38-67.4)
Liver	0.23	132.3	0.05	ND	0.70	3.52	42.64	ND	1.13	479.83	4.75	41.53
	±0.04	±110.30	±0.06		±0.75	±1.57	±25.67		±0.72	±213.10	±1.08	±31.96
	(0.21-0.33)	(43.66-416.10)	(0.04-0.07)		(0.14-40)	(1.33-4.90)	(31.20-62.80)		(0.20-1.98)	(197.58-547.20)	(1.0-22.75)	(7.80-84.45)
Kidney	0.21	170.30	0.10	0.002	0.88	3.53	39.52	ND	0.91	359.57	3.96	29.25
	±0.1	±125.87	±0.05	±0.001	±1.58	±2.20	±29.69		±0.46	±116.85	±5.97	±8.91
	(0.17-0.28)	(16.60-394.90)	(0.03-0.15)	(ND-0.01)	(0.04-4.03)	(1.08-7.5)	(33.93-62.80)		(0.15-1.53)	(139.63-488.30)	(0.33-15.85)	(20.0-45.55)
Mean	0.18	150.46	0.05	0.003	0.54	3.20	40.40		0.9	466.71	3.0	32.16

* : All values are mean, ** : Standard deviation, () : Ranges, ND : Not detected

으로 微量이 檢出되었다고 보고하였다. 吳⁵⁷⁾는 돼지의 Cd 含量을 0.0017~0.0557ppm 範圍로서 肺臟이 0.0377ppm으로 가장 높게 檢出되었음을 보고하였고, Korsrud⁵⁾ 등은 腎臟에서 0.26 ± 0.2 3ppm을 보고하여 이는 본 분석치보다 낮은 殘留量을 나타냈다.

Co의 殘留範圍는 未檢出에서 최고 5.08ppm으로 총 평균 0.19ppm이었다. 臟器別 평균 殘留量은 筋肉이 0.17ppm, 肝臟이 0.13ppm, 腎臟이 0.15 ppm, 肺臟이 0.1ppm으로 비슷한 수준을 나타내었고, 心臟은 가장 높게 檢出되어 0.39(ND~5.08) ppm이었다.

Cr의 殘留範圍는 未檢出에서 최고 29.9ppm으로 총 평균 3.08ppm이었다. 肝臟과 腎臟은 비슷한 수준으로 높게 檢出되어 각각 2.94(0.15~27.7) ppm, 3.10(0.1~29.9)ppm이었으며, 최고 範圍도 肝臟과 腎臟에서 모두 檢出되었다. 筋肉에서는 未檢出 例도 있었으나, 평균 2.45ppm으로 큰 차이는 없었다. 가장 낮게 檢出된 臟器는 心臟으로 2.26ppm이 檢出되었고, 殘留範圍도 0.08~8.35ppm으로, 他臟器의 範圍보다 낮았다.

Cu는 최저 0.06ppm에서 최고 37.36ppm까지 殘留하여 총 평균 7.73ppm이었다. 가장 높은 殘留量을 보인 臟器는 肝臟으로 25.21(3.19~37.36) ppm 이었고, 筋肉은 극히 微量인 1.51(0.61~4.04)ppm으로 가장 낮게 殘留하였으며, 腎臟이 7.06ppm, 心臟이 2.91ppm, 肺臟이 1.96ppm 順으로 나타났다.

吳⁵⁷⁾는 돼지에서 Cu 含量을 0.1058~8.8745ppm 範圍로서 肝臟이 6.7154(3.5012~8.8745)ppm으로 가장 높게 檢出되었다고 보고한 바, 이는 본 실험 결과에 비하여 肝臟이 높게 나온 점은 일치하였으나 본 실험치가 높은 수준이었다. 한편 Korsrud⁵⁾ 등의 肝臟에서 12.0 ± 17.1 ppm 腎臟에서 7.3 ± 4.3 ppm에 비하면 腎臟의 含量은 비슷한 수준으로 일치하였다.

Fe의 含量은 27.49ppm에서 576.65ppm의 範圍로서 총 평균 120.10ppm이었다. 각 臟器別 평균은 肺臟과 肝臟이 각각 169.71ppm, 161.64ppm으로 他臟器보다 높았으며, 腎臟이 120.44ppm, 心臟이 93.93ppm이었고, 筋肉이 54.8ppm으로 가장 낮게 檢出되었으며, 範圍도 13.77~167.65ppm으로 他臟器보다 월등히 낮았다.

Hg의 含量은 未檢出로 부터 6.08ppm이었고, 총 평균 0.27ppm이었다. 각 臟器別 평균은 筋肉이 0.50ppm으로 가장 높았으며 心臟이 0.09ppm으로 가장 낮게 殘留하였다. 腎臟이 0.38ppm, 肝臟이 0.21ppm, 肺臟이 0.16ppm 順으로 나타났다.

Mn의 殘留範圍는 0.1~10.8ppm이었고, 총 평균 1.41ppm으로 나타났다. 각 臟器別 평균은 肝臟이 2.61(0.88~4.95)ppm으로 가장 높게 檢出되었고, 腎臟이 1.51ppm, 肺臟이 1.10ppm, 筋肉이 0.94 ppm, 心臟이 0.89ppm 順으로 나타났다.

吳⁵⁷⁾는 돼지에서 Mn의 殘留량이 0.096~3.11 07ppm 範圍로서 肝臟이 2.2242(1.6536~3.1107) ppm으로 가장 높게 檢出되었다고 보고하였는 바 이는 본 실험성과 비슷한 수준이었다. 池邊³⁾ 등은 돼지 筋肉에서 0.07~0.10ppm을 보고하였으나 이는 본 실험치보다 월등히 낮았다.

Na는 殘留範圍가 60.84~1642.89ppm이고, 총 평균 857.76ppm이었다. 肝臟이 1123.61(111.13~1158.67)ppm으로 가장 높게 나타났고, 筋肉이 529.91(108.75~1289.13)ppm으로 가장 낮게 檢出되었다. 腎臟과 肺臟은 비슷한 수준으로 각각 961.47ppm, 1039.20ppm이었고, 心臟이 筋肉과 비슷한 634.62(60.84~1217.36)ppm의 含量을 보였다.

Pb는 殘留範圍가 未檢出에서 27.33ppm이었고, 총 평균 2.11ppm을 나타냈다. 가장 낮게 檢出된 部位는 筋肉으로 1.85(ND~27.33)ppm이 殘留되었으나 未檢出도 있는 반면 최고치도 포함되어 있어, 더 많은 시료를 가지고 검사해 봐야 할 것으로 생각된다. 心臟은 18.50ppm이었고, 肝臟, 腎臟, 肺臟이 모두 비슷한 수준으로 각각 1.29ppm, 1.42ppm, 1.28ppm으로 나타났다.

吳⁵⁷⁾는 돼지 Pb의 含量範圍는 0.0414~0.3565 ppm으로 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 0.1969(0.1141~0.3565)ppm이라고 보고하였는 바, 이는 본 실험결과보다 상당한 차이가 있는 낮은 수준이었다. 또한 池邊³²⁾ 등은 돼지의 筋肉에서 0.25~0.54ppm을 보고하였다. 한편 趙⁶²⁾ 등은 돼지 肝臟이 1.9106 ± 2.9381 ppm으로 가장 높게 檢出되었으며, 腎臟이 1.7827 ± 0.2009 ppm, 脾臟이 1.2227 ± 1.2997 ppm, 肺臟이 0.7581 ± 1.026 ppm 順으로 檢出되었으며, 筋肉에서는 0.1649 ± 0.02 ppm으로 微量이 檢出되었다고 보고하였다. 이는 본 실험결과와 비교시 肝臟과 腎臟은 비슷한 수준이었고,

0.05±0.04ppm, 腎臟이 0.1±0.13ppm으로 허용권 장량(筋肉 0.1ppm, 臟器 0.5ppm) 이하였으나, 개체에 따라서 권장량을 초과한 예도 있었다고 보고하였다. 본 실험치는 이에 비하여 腎臟은 비슷하였으나, 筋肉은 약간 높았으며 허용기준을 초과한 예는 없었다. 吳⁵⁷⁾는 닭에서의 Cd 함량을 0.0013~0.0537ppm 範圍로서 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 0.0380(0.0303~0.0537)ppm이었다고 보고한 것은 본 실험치보다 낮은 함량이었으나, 肝臟과 腎臟에서 높게 檢出된 점은 일치하였다.

Co의 함량은 ND~0.02ppm의 範圍로서 총 평균 0.003ppm이 檢出되었으며, 筋肉이 가장 높아 0.006(ND~0.02)ppm을 나타냈고, 肝臟에서는 전혀 檢出되지 않았으며 腎臟은 0.002(ND~0.01)ppm이었다.

Cr의 함량은 ND~4.03ppm 範圍로 총 평균 0.54ppm이었다. 腎臟이 가장 높아 0.88(0.04~4.03)ppm을 나타냈고, 肝臟이 0.7(0.14~2.40)ppm을 筋肉은 가장 낮게 檢出되어 0.05(ND~0.15)ppm이었다.

Cu의 殘留量은 1.08~7.5ppm의 範圍로 총 평균 3.20ppm이었다. 肝臟과 腎臟은 비슷한 수준으로 각각 3.52(1.33~4.90)ppm, 3.53(1.08~7.5)ppm이었으며, 筋肉은 가장 낮아 2.54(1.3~4.93)ppm이었다.

吳⁵⁷⁾는 닭에서 Cu 함량이 0.1804~4.819ppm으로 간장이 3.3003(1.5355~4.8191)ppm으로 가장 높게 檢出되었고, 腎臟이 1.1430(0.6091~2.2136)ppm, 筋肉이 0.5604±0.0375ppm이었다고 보고한 바 본 실험치는 肝臟은 비슷한 수준이었으나 筋肉과 腎臟은 다소 높았다. Kosrud⁵⁹⁾ 등의 肝臟에서 3.7±1.6ppm, 腎臟에서 2.6±1.3ppm에 비하면 肝臟이 비슷한 수준으로 일치하였으나 腎臟은 약간 높았음을 알 수 있었다.

Fe는 함량이 7.0~111.1ppm의 範圍로서 총 평균 40.40ppm이었다. 肝臟이 42.64(31.20~62.80)ppm으로 가장 높았으나 肝臟과는 큰 차이없이 筋肉과 腎臟도 비슷한 수준으로 각각 39.05ppm, 39.52ppm이었다. 그러나 筋肉은 含量範圍가 7.0~111.1ppm으로 가장 낮은 예도 있는 반면, 가장 높게 檢出된 예도 다소 있어 檢出範圍에 큰 차이를 보였다.

Hg는 각 臟器에 걸쳐 전혀 檢出되지 않았다.

Mn은 殘留範圍가 0.15~2.43ppm으로 총 평균 0.9ppm이 檢出되었다. 肝臟이 평균 1.13(0.20~1.98)ppm으로 가장 높게 檢出되었으며, 腎臟은 0.91(0.15~1.53)ppm이었고, 筋肉은 0.67(0.16~2.43)ppm으로 가장 낮았으나 최고 檢出例도 다소 나타났다.

吳⁵⁷⁾는 닭에서 Mn 함량은 0.0472~0.6027ppm 範圍로서 肝臟이 0.4293(0.2635~0.6027)ppm으로 가장 높았고, 腎臟이 0.2820(0.1966~0.4296)ppm, 筋肉이 0.1319(0.0827~0.2019)ppm이 檢出되었다고 보고한 바, 본 실험치가 다소 높은 수준을 나타냈다.

Na는 함량이 139.63~1221.53ppm의 範圍로 총 평균 466.71ppm이었다. 筋肉이 560.73(368.83~1221.53)ppm으로 가장 높았으며, 肝臟이 479.83(197.58~547.20)ppm, 腎臟이 359.57(139.63~488.30)ppm으로 檢出되었다.

Pb는 殘留範圍가 ND~22.75ppm으로 총 평균 3.0ppm을 보였다. 肝臟은 평균 4.75(1.0~22.75)ppm이 檢出되어 가장 높았으며, 筋肉은 0.3(ND~0.9)ppm이 檢出되어 肝臟과는 월등한 차이로 가장 낮았고 腎臟은 3.96(0.33~15.85)ppm이 檢出되었다. 池邊³²⁾ 등은 닭의 筋肉에서 0.06~0.33ppm, 肝臟이 0.05~2.39ppm으로 보고하여 본 실험치보다 낮았으나 이는 10년전의 실험성적이기에 차이가 있으리라 思料된다. 吳⁵⁷⁾는 닭에서 Pb 함량이 0.0402~0.3064ppm 範圍로서 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 0.1980(0.1127~0.3064)ppm이었고, 腎臟이 0.1680(0.1011~0.2867)ppm, 筋肉이 0.1013(0.0801~0.1199)ppm이라 했다. 趙⁶⁰⁾ 등은 筋肉에서 평균 1.7±3.90ppm, 腎臟에서 5.05±1.4ppm이 檢出되었다고 보고하여 본 실험치와 비슷하였으나, 吳⁵⁷⁾의 실험치는 닭의 연령이 2~10개월 임에도 불구하고 극히 낮은 수준으로 생각된다. 이는 養鷄場에 따라 사육방법 및 검사방법에 차이가 있을 것으로 思料된다.

Zn의 함량은 7.80~84.45ppm의 範圍로서 총 평균 32.16ppm이었다. 가장 높게 檢出된 臟器는 肝臟으로 평균 41.53(7.80~84.45)ppm이 檢出되어 가장 높았으며, 筋肉과 腎臟은 비슷한 수준으로 각각 25.7(14.38~67.4)ppm, 29.25(20.0~45.55)ppm을 나타냈다.

吳⁵⁷⁾는 닭에서 Zn 함량이 3.7627~20.6238ppm

範圍로서 肝臟이 15.3619(9.6081~20.6238)ppm으로 가장 높았으며, 腎臟이 13.7019(8.8731~20.9184)ppm, 筋肉이 9.47(5.3326~14.0135)ppm이 檢出되었다고 보고하여 본 실험치 보다는 극히 낮았으나 肝臟에서 높게 檢出된 점은 일치하였다.

4. 鷄卵의 部位別 微量元素

일상생활에서 많이 섭취할 수 있는 鷄卵을 대상으로 인천시 養鷄場에서 鷄卵 23개를 채취하여 卵黃, 卵白을 部位別로 重金屬 및 鑛物質을 측정 한 결과는 표 6과 같다.

Table 6. Trace elements residues in tissue of chicken egg (unit : ppm)

Tissues	Arsenic	Calcium	Cadmium	Cobalt	Cromium	Copper	Iron	Mercury	Manganese	Sodium	Lead	Zinc
Yolk	0.81* ±0.17** (0.18-1.05)	271.16* ±5.58** (258.2-278.46)	0.01 ±0.01 (ND-0.23)	ND	0.23 ±0.3 (0.1-1.33)	0.89 ±0.39 (0.33-1.88)	26.08 ±4.62 (16.15-33.93)	ND	0.43 ±0.14 (0.21-0.65)	236.54 ±126.22 (127.45-358.6)	0.62 ±1.86 (ND-5.93)	15.31 ±3.21 (9.05-21.98)
White	0.3 ±0.1 (ND-0.07)	108.62 ±64.37 (50.88-315.25)	0.04 ±0.01 (0.03-0.05)	0.003 ±0.001 (ND-0.014)	0.35 ±0.14 (0.09-0.53)	1.2 ±0.37 (0.7-2.13)	8.49 ±8.87 (8.77-35.03)	ND	0.14 ±0.14 (0.03-0.63)	941.39 ±247.81 (115.43-1263.83)	0.52 ±0.47 (0.05-2.35)	5.07 ±5.47 (0.28-30.93)
Mean	0.41	189.9	0.03	0.003	0.29	1.05	17.29		0.27	588.97	0.57	10.19

* : All values are mean, ** : Standard deviation, () : Ranges, ND : Not detected

As는 含量이 ND~1.05ppm의 範圍로서 총 평균 0.41ppm이었다. 卵黃은 0.81ppm이었고, 卵白은 2.7배가 적은 0.3ppm이 檢出되었다.

Ca는 含量이 50.88~315.25ppm의 範圍로 총 평균 189.9ppm을 나타냈다. 卵黃에서 평균 271.19ppm이었고, 卵白은 2.5배가 낮은 108.62ppm이었다.

Cd는 卵黃에서 평균 0.01ppm이 檢出되었고, 殘留範圍는 未檢出에서 최고 0.23ppm까지 나타났으며, 卵白은 평균 0.04(0.03~0.05)ppm으로 총 평균 0.03ppm이었다.

Co는 卵黃에서는 전혀 檢出되지 않았으며, 卵白은 평균 0.003ppm으로 未檢出에서 0.014ppm까지 나타났다.

Cr는 卵黃이 평균 0.23(0.1~1.33)ppm이었으며, 卵白은 조금 높아 평균 0.35ppm이었으나 殘留範圍가 0.09~0.53ppm으로 卵黃보다 낮았다. 총 평균 含量은 0.29ppm이었다.

Cu는 卵黃이 평균 0.89(0.33~1.88)ppm이었고, 卵白이 평균 1.2(0.7~2.13)ppm으로 약간 더 높은 수준으로 총 평균 1.05ppm이었다.

Fe는 殘留範圍가 8.77~35.03ppm으로 총 평균

17.29ppm이었다. 卵黃이 가장 높아 평균 26.08(16.15~33.93)ppm이었으며, 卵白은 약 3배가 낮은 8.49(8.77~35.03)ppm이었으나, 최고 檢出例가 다소 있었다.

Hg는 전혀 檢出되지 않았으나 權³⁵⁾은 Sweden 鷄卵의 卵白에 0.002ppm이 含有되어 있었다고 보고했다.

Mn은 卵白에서 평균 0.14(0.03~0.63)ppm이 檢出되었으며, 卵黃은 3배가 더 많은 평균 0.43(0.21~0.65)ppm으로 총 평균 0.27ppm이 檢出되었다.

Na는 含量이 115.43~1263.83ppm의 範圍로 총 평균 588.97ppm이었다. 卵黃은 236.54ppm이 檢出되었으나, 卵白은 4배나 많은 941.39ppm으로 나타났다.

Pb는 殘留範圍가 미검출에서 5.93ppm으로 총 평균 0.57ppm이었다. 卵黃이 0.62ppm이었고, 卵白은 약간 낮은 0.52ppm이 檢出되었다.

Zn은 殘留範圍가 0.28~30.93ppm으로 총 평균 10.19ppm이었다. 卵黃은 평균 15.31(9.05~21.98)ppm으로 높게 檢出되었으며, 卵白은 3배나 낮은 평균 5.07(0.28~30.93)ppm이었으나 최저

예도 있는 반면 최고 檢出例가 다소 나타났다.

5. 牛乳의 微量元素

牛乳의 生産量은 계속 증가 趨勢에 있고 消費量도 많아졌다. 牛乳는 그 營養的인 면에서도 매우 중요한 위치에 있는 食品이다.⁵⁰⁾ 지금까지 牛乳는 微生物學的 營養學的 研究 위주였고, 殘留金屬에

대해서는 朴⁴⁸⁾이 牛乳中の Mn 含量을 調查하였고, 金³⁸⁾이 市乳中の 微量金屬 含量에 관한 研究가 있었다. 外國에서는 Murthy¹⁴⁾ 등, Bruhn¹⁾ 등, Renner¹⁸⁾ 등 몇몇 학자들에 의해서만 研究되어 극히 未洽한 실정이다. 이에 본 研究는 原乳를 대상으로 鑛物質의 含量程度를 파악하고 重金屬의 與否와 含量을 調查한 바, 인천시 목장별로 原乳 20건을 채취하여 시험한 결과는 표 7과 같다.

Table 7. Trace elements residues in milk

(unit : ppm)

Tissues	Arsenic	Calcium	Cadmium	Cobalt	Cromium	Copper	Iron	Mercury	Manganese	Sodium	Lead	Zinc
Milk	0.25*	156.52*	0.04	0.05	0.28	0.10	3.02	0.09	0.17	502.42	0.39	6.02
	±0.13**	±6.28**	±0.01	±0.01	±0.17	±0.1	±2.75	±0.04	±0.07	±110.08	±0.05	±6.07
	(0.21-0.30)	(165.48-167.18)	(0.03-0.04)	(0.04-0.07)	(0.18-0.83)	(ND-0.3)	(0.21-6.90)	(ND-0.18)	(0.08-0.22)	(382.78-687.40)	(0.33-0.48)	(4.3-8.0)

* : All values are mean, ** : Standard deviation, () : Ranges, ND : Not detected

표 7에서 보는 바와 같이 重金屬의 평균 殘留量은 As가 0.25ppm, Cd 0.04ppm, Cr 0.28ppm, Cu 0.10ppm, Fe 3.02ppm, Hg 0.09ppm, Mn 0.17ppm, Pb 0.39ppm, Zn 6.02ppm으로 나타났으며, 鑛物質인 평균 含量은 Co가 0.05(0.04~0.07)ppm, Ca가 156.52(165.48~167.18)ppm, Na는 502.42(382.78~687.40)ppm이었다. 重金屬中에서 가장 높게 檢出된 元素는 Zn으로 4.3~8.0ppm이었고, 가장 낮게 檢出된 元素는 Cd로 殘留範圍가 0.03~0.04ppm이었다.

As의 殘留範圍는 0.21~0.3ppm으로 평균 0.25ppm이었다. As는 섭취직후 부터 약 10日間糞, 乳中에서 檢出되며 牛乳中の 正常농도는 0.25ppm 까지이고, 急性中毒例에서는 0.34~0.47ppm으로 증가되며, 正常牛가 As로 汚染된 牧草를 장기간 섭취하였을 때는 乳中의 농도가 0.8~1.5ppm까지 상승될 수 있다.⁵⁰⁾ 본 실험결과는 정상농도와 비슷하였으나, 정상농도를 초과한 것은 1例이었다.

Cd의 殘留範圍가 0.03~0.04ppm으로 평균 0.04ppm이었다. Murthy¹⁵⁾는 人乳에도 0.02~0.042ppm이 함유되어 있어 Cd가 어찌면 必須 微量元素인지 모른다고 山內²³⁾ 등과 Renner¹⁸⁾는 주장한 바 있다. 손으로 搾乳한 牛乳에는 0.001ppm의 Cd가 함유되어 있으며, 機械로 搾乳한 牛乳에는

0.1ppm의 Cd가 함유되어 있다고 Neathery¹⁴⁾ 등이 보고하였고, Bruhn²¹⁾ 등은 미국 California의 市乳에서 평균 0.005ppm의 Cd가 있었다고 했다.

Cu는 原乳에서 평균 0.10(ND~0.3)ppm이 檢出되었다. Murthy¹⁵⁾ 등은 人乳에도 幼兒의 성장에 필요한 0.024~1.49ppm이 함유되어 있다고 했다. 牛乳에 있어서 Cu 含量은 미국 California 지방의 市乳에서 0.041(0.023~0.115)ppm으로 보고하였고,¹⁾ 미국 全域을 대상으로 시료채취한 市乳에는 평균 0.086ppm,¹⁶⁾ 독일 市乳는 0.12(0.01~0.70)ppm,¹⁸⁾ 국내 市乳中에는 金³⁸⁾의 보고에 의하면 평균 0.0435ppm(0.014~0.1727)이 檢出되어 외국 수준 보다는 낮은 수준이었다고 한다. 한편 牛乳의 Cu 含量은 젖소, 泌乳기간, 飼料內 Cu의 상태, 살균 후의 처리, 저장상태에 따라 크게 달라진다.⁴⁰⁾ 본 실험결과는 외국의 실험치보다는 낮은 含量을 보였다.

Fe는 최저 0.21ppm 최고 6.90ppm으로 평균 3.02ppm이 檢出되었다. Fe는 授乳中인 人乳에 있어서도 0.66(0.1~1.6)ppm 수준이라고 한다.¹⁾

⁸⁾ 미국 全域에서 시료채취한 市乳가 평균 0.64(0.2~1.51)ppm으로¹⁶⁾ 외국의 市乳 含量中 가장 높았으며, 독일의 市乳는 평균 0.53(0.06~1.0)ppm¹⁸⁾ 이었고, 金³⁸⁾은 국내 市乳에서 평균 0.3984(0.035~1.873)ppm을 보고했으나, 金⁴⁰⁾ 등은 1

.0ppm을 보고하여, 다소간의 차이를 보여주고 있다. 본 실험치와도 커다란 차이를 나타내고 있는 바, Murthy¹⁶⁾ 등은 牛乳中の Fe 含量은 젖소의 품종과 泌乳기간에 따라 변화하는데 비정상적으로 높은 경우는 牛乳를 저장하는 용기의 汚染과 Fe를 측정하는 방법의 부적절한 때문이라 했다. 또한 初乳의 경우 정상 牛乳보다 2~3배의 Fe를 함유하고 있다고 보고하고 있다.

Hg는 未檢出에서 0.18ppm까지의 範圍로 평균 0.09ppm이었다. 외국의 보고는 Miller¹³⁾ 등이 0.01~0.03ppm이 檢出되었다고 하였고, 국내의 보고는 아직까지 檢出되지 않았다고 한다.⁵⁰⁾ 이는 본 실험결과가 약간 높았으나, 原乳를 대상으로 했기 때문인 것으로 思料된다.

Mn은 0.08~0.22ppm의 範圍로 평균 0.17ppm을 나타냈다. 외국의 보고는 미국의 市乳가 평균 0.091ppm,¹⁶⁾ 독일은 평균 0.05ppm¹⁸⁾이었고, 국내 市乳中에서는 평균 0.027(0.0076~0.1020)ppm이 檢출되었다고 金³⁸⁾은 보고했다. 본 실험결과는 다른 보고에 비해 약간 높은 경향이 있었으나, 이는 原乳를 검사했기 때문에 市乳에 比하여 약간 높았으리라 생각된다.

Pb는 0.33~0.48ppm의 範圍로 평균 0.39ppm이 檢出되었다. Pb는 人乳에도 0.012~0.87ppm이 含有되어 있다고 한다.¹⁵⁾ 市乳中 Pb 含量은 미국이 0.023~0.039ppm,¹⁴⁾ 영국이 평균 0.02ppm, 독일이 평균 0.03ppm¹⁸⁾을 그리고 국내의 市乳中에 평균 0.039ppm³⁸⁾을 보고하였다.

Zn은 殘留範圍가 4.3~8.0ppm을 나타내어 평균 6.02ppm이었다. Zn은 人乳에도 평균 2.43(0.15~7.5)ppm이 含有되어 있다고 했고,¹⁸⁾ Murthy¹⁵⁾ 등은 人乳에서 1.34 ± 0.94 ppm으로 보고하였다. 국내 市販 市乳를 200ml 마실 경우 1일 권장치의 약 5%에 해당하는 Zn을 섭취한다고 金³⁸⁾은 보고하고 있다. 牛乳中에 Zn 含量은 미국 全域을 대상으로 한 市乳에 평균 3.28ppm,¹⁶⁾ 독일의 市乳에 평균 3.6(1.5~70)ppm¹⁸⁾을 보고했으며, 국내 市乳中에는 金³⁸⁾이 평균 2.917ppm을 보고하여, 본 실험치가 높게 나옴을 알 수 있었다.

6. 微量元素別 畜産食品의 含量比較

畜産食品內의 有害金屬 및 礦物質의 평균 含量은 그림 2와 같다. 각 微量元素의 특성 및 有害性

과 中毒例를 調査하여 본 실험치의 평균 殘留量과 食品의 許容기준치를 比較하고자 한다.

1) As(Arsenic)

As는 硫黃과의 化合物인 鷄冠石, 또는 雄黃으로서 옛날부터 알려져 있으며 主成分인 砒霜은 毒藥으로서 유명하다. As는 天然食品에 微量이나마 상당히 널리 存在하고 있으며, 일반적으로 動物性食品이 植物性食品보다 含有量이 많다.³⁵⁾ 人體에도 微量의 元素가 恒常 存在하며, 그 量은 약 0.3ppm이나 되며, 모발에 0.3~0.7ppm, 손톱에 1.5~5.0ppm정도이다. As는 人體에 何等의 役割이 없고, 주로 食品, 먼지, 煤煙 등을 통해 體內에 導入된 것이다. 食品가공시 As로 汚染된 添加物을 가하거나 原料를 가하였을 때 As의 集團中毒이 발생할 수 있다.³⁵⁾

1900년 영국의 란카셔와 스타포드셔 지방에서 As로 汚染된 맥주를 먹고 6,000명 이상의 中毒患者가 발생하여, 그중 약 70명이 死亡하였다. 그 原因은 맥주 原料로 사용되는 포도당에 As가 1.5%나 含有되고 있었고, 제품 맥주에는 5~15ppm의 As가 含有되어 있었기 때문이다.³⁷⁾ 일본에서는 粉乳에 의한 As 中毒사건이 발생하였는데 이는 粉乳 제조 過程中에 사용한 제 2 인산 소다中에 As가 混入되어 있음을 발견했다.²⁹⁾ As 中毒 症狀³⁷⁾은 皮膚炎, 거드랑이, 辜丸 등의 潰瘍, 色素沈着, 목, 눈, 거드랑이 부근의 皮膚의 角化, 손가락 발바닥의 피부암, 喉頭炎, 鼻카타르, 눈이 붓는 症狀이 일어나고, 腦症狀으로는 頭痛, 어지럼증, 졸음 등이 나타난다.

각 畜産食品에 대한 As 含有量은 그림 2와 같은 바, 평균 含量은 소가 가장 높아 1.32ppm이었고, 닭이 가장 낮아 0.18ppm이었다. 돼지는 0.62ppm, 鷄卵은 0.41ppm, 牛乳는 0.25ppm 順이었다. 소가 가장 높은 이유는 다른 가축에 비해 연령이 높으므로 As가 더 많이 蓄積됐으리라 생각된다.

As는 유독하므로 각국에서는 위생적인 면에서 여러가지로 規制를 하고 있다. 미국, 영국에서는 飼料에 대해 0.14ppm이고, 飼料이외의 食品에 대하여는 1.4ppm으로 규정하고 있으며, 일본에서는 水道水에 대하여 0.07ppm이하로 규정하고 있다. 우리나라는 固體食品과 調味料는 1.5ppm, 液體食品은 0.3ppm으로 규정하고 있다.⁴⁰⁾ 우리나라는 최근에 농림수산부 고시에 의거 수육中 殘留

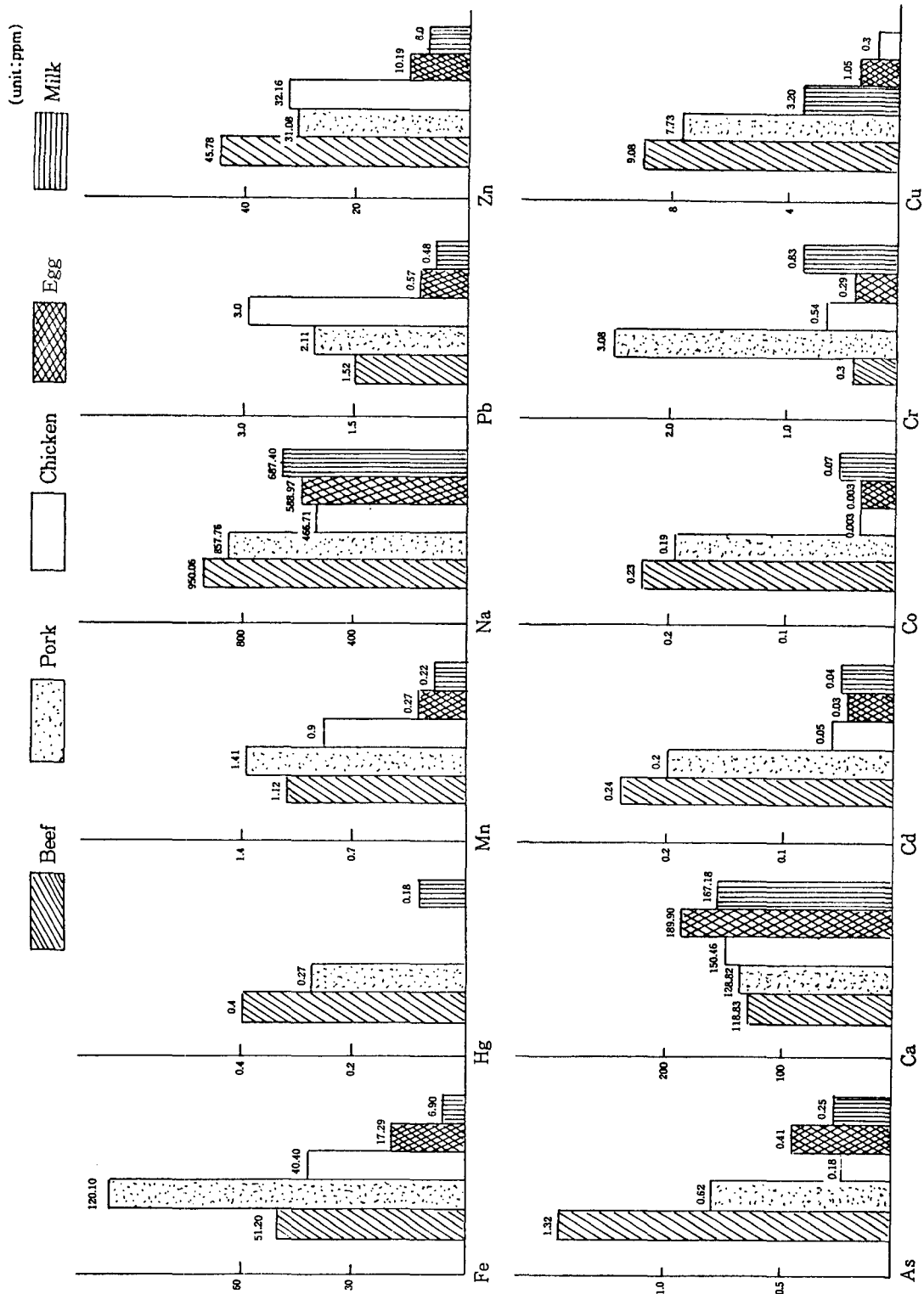


Fig. 2. Regional distribution of trace elements in livestock products.

물질 시험방법 및 허용기준에 대해서 重金屬인 As를 돼지고기에서 0.5ppm이고, 쇠고기에 대해서는 정해지지 않았다. 본 실험결과는 돼지가 0.62ppm으로 농림수산부 고시에 초과하였으나 외국의 食品 규제치 보다는 미달되어 食品의 안정성 면에서는 아직 염려할 단계가 아니라고 생각된다.

2) Ca(Calcium)

Ca의 주된 생리적 기능은 骨乳를 형성하고, 血液응고에 관여하며, 신경근 흥분성을 유지시킨다.⁴⁰⁾ Ca는 99%가 磷酸칼슘 炭酸칼슘으로서 骨格 및 齒牙의 硬組織中에 있고 나머지 1%는 血液, 筋肉中에 있다. 血液 100cc中에는 불과 10mg 있으나 減少하면 痙攣이 일어나며, 血液이 응고하는 것도 Ca 때문이다.⁴¹⁾ Ca는 평소에 過剩 취했을 때는 骨格에 저장하고, 부족할 때 供出하여, 生體는 적으면 적은대로 적응하는 능력이 있어 심한 결핍을 보이지 않는다.⁴²⁾ 牛乳 1cc中에는 약 1mg의 Ca가 있어 歐美人은 대부분을 生乳 및 乳製品에서 취하고 있고, 乳類에 들어있는 Ca가 잘 흡수된다.⁴³⁾

그림 2의 畜産食品別 Ca 함량을 보면, 鷄卵이 189.90ppm으로 가장 높았고, 소가 118.83ppm으로 가장 낮았다. 生乳는 167.18ppm, 닭은 150.46ppm, 돼지는 128.82ppm 順이었다. 한편, 주요 食品의 Ca 含有量(100gr中 mg)을 牛肉 6, 豚肉 4, 鷄肉 4, 全卵 65, 牛乳 100이라고 한다.⁴³⁾

3) Cd(Cadmium)

微量이라도 비교적 毒性이 강한 것으로 널리 알려져 있는 Cd는 광산제련소 등 金屬을 처리하는 공장에서 직접 공기 흡입 등, 汚染된 食品을 장기간 섭취할 경우 體內에 蓄積되어 中毒현상이 일어난다.²⁷⁾ 만성 Cd中毒³⁵⁾은 단백질, 腎臟 尿細管의 上皮變性이 일어나고 腎臟結石의 원인이 된다. 이러한 결과는 Cd가 腎臟에 많이 蓄積되어, 그 기능을 파괴하여 異常排泄이 일어남으로서 病的骨折, 關節痛, 筋肉痛이 심해진다. 또한 脊椎가 萎縮彎曲되고, 骨硬化症, 慢性氣管支炎 등이 나타나며, 영양부족으로 死亡하게 되는데 食品內 Cd 함량이 5ppm 이상일때 中毒症狀이 나타난다.⁵⁰⁾ Cd는 산업사회에 있어서는 유익하고 많은 기여를 하고 있지만 動物에는 有毒하다고 Powell¹⁷⁾ 등은 보고하고 있다.

그림 2의 畜産食品別 Cd의 殘留량을 보면 소와 돼지가 다른 食品보다 월등히 높아 각각 0.24ppm, 0.20ppm이었으며, 닭, 鷄卵, 牛乳는 비슷한 수준으로 0.05ppm, 0.03ppm, 0.04ppm으로 나타났다.

1972년 우리나라 전국에서 생산되는 海産물의 乾物中의 Cd를 調査한 바 0.02~1.48ppm으로 나타났다. 또한 廉⁵⁶⁾은 104명의 産母와 그 태출을 대상으로 각종 重金屬 含量을 측정 모체의 重金屬이 태아에게 70% 移行됨을 증명하기도 했다. 우리나라는 농림수산부 고시에 의해 Cd 허용기준을 쇠고기와 돼지고기에 대해 0.1ppm으로 정하였다.⁴⁶⁾ FAO/WHO 권장량은 肉類 0.1ppm 이하, 臟器 0.5ppm 이하로 정하고 있다. 일본은 일반식품에 대해서 玄米는 1.0ppm 이하, 水道물에 대해서는 0.01ppm 이하로 규정하고 있고,²²⁾ 우리나라는 玄米에서 1.0ppm 이하, 飲用水는 0.01ppm 이하로 규정해 놓고 있다.⁴⁹⁾ 본 실험결과는 농림수산부 고시의 허용기준에 소와 돼지가 기준을 초과한 예도 있었지만, 그 당시는 규제한 바 없어 현재로서는 문제가 되지 않는다고 思料된다.

4) Co(Cobalt)

Co는 비타민 B₁₂의 구성요소로서 필수영양소로 알려져 있다. 植物은 Co를 흙에서 흡수하며, 反芻動物은 Co가 含有된 풀을 섭취한다.⁵⁹⁾ 사람이나 동물은 肉類나 乳什을 섭취함으로써 비타민 B₁₂를 공급받게 된다.⁵⁹⁾ 사람의 消化器內에 서식하는 Bacteria는 Co로서 어느정도 비타민 B₁₂를 합성하므로 순수한 채식주의자는 비타민 B₁₂를 특별히 공급받지 않아도 건강을 유지할 수 있다.⁵⁹⁾ Co는 造血作用이 있어서 Fe를 投與해도 낮지 않는 貧血患者에 黃酸 Co를 쓰면 나올 때가 있다.⁴⁹⁾ 동물에서 Co가 缺乏되면 특유의 症狀은 없으나 점진적인 식욕감퇴만이 뚜렷하며 돼지와 육식동물에서는 고기나 동물조직에 비타민 B₁₂가 存在하기 때문에 Co 缺乏症은 생기지 않는다.

그림 2의 Co에 대한 畜産食品別 含量을 보면 가장 높게 檢出된 것은 소로서 0.23ppm이었고, 돼지가 비슷한 수준으로 0.19ppm이었으며, 닭과 鷄卵은 가장 낮은 含量을 보여 0.003ppm으로 나타났다. 牛乳는 0.07ppm이었다. 畜産物에 대한 Co의 허용량을 규정한 나라는 없으며 본 실험결과의 Co는 微量元素로서 적정한 量으로 생각된다.

5) Cr(Cromium)

1950년대에 이르러 Cr은 人體內에서 정상적인 血糖量을 유지하는데 필요하다고 밝혀졌다.⁵⁰⁾ 血糖量이 높은 糖尿病 患者에게 亞硝酸염으로 치료를 하면 glucose tolerance는 훨씬 좋아졌다는 보고이다.⁵⁰⁾ 보통 정상적인 사람은 하루에 80~100mcg의 Cr을 식사를 통해 공급받고, 이 중 2~5mcg 정도가 體內에 흡수되며, 흡수된 Cr은 곧 血流를 통해 조직에 저장된다. 연령이 증가됨에 따라 體內 Cr 함량은 감소된다.

그림 2의 Cr에 대한 畜産食品別 殘留量을 보면 돼지가 3.08ppm으로 가장 높았으며, 牛乳가 0.83ppm이었고, 닭, 소, 鷄卵은 비슷한 수준으로 각각 0.54ppm, 0.3ppm, 0.29ppm 順이었다.

畜産物에 대한 Cr 허용기준은 규제되지 않고 있지만 飼料水는 일본과 WHO에서 0.01ppm으로 정하고 있다.⁶³⁾

6) Cu(Copper)

Cu는 사람이나 동물의 골격을 형성하고, 뇌조직을 유지하며 철의 흡수와 운반 등에 관여하며, 筋肉, 肝臟, 腎臟 등에 저장되어 있다.⁵⁰⁾ Cu는 영양소의 造血보조작용을 하고 세포호흡에 필수 불가결한 元素로 알려져 있으며, 人體 구성의 함량은 60kg 평균으로 0.00015~0.0002%이고, 섭취 필요량은 소아는 하루 1mg 성인 하루 약 5mg이라고 한다.⁴⁷⁾ Cu는 급성중독을 일으키나 만성중독을 일으키지 않는다고 알려져 있고,³⁴⁾ Cu가 體內에 다량 存在시 嘔吐, 吐血症, 低血, 意識不明, 黃疸을 초래하여 死亡하게 된다고 한다.³⁾ Cu가 缺乏시는 反芻動物에서 조직의 酸化作用 장애의 원인이 되며, 貧血과 중추신경계의 脫髓를 특징으로 하는 症狀를 나타낸다.⁵⁴⁾ 정상적인 糶羊의 젖에는 0.2~0.6ppm의 Cu를 含有하고, 缺乏상태에서는 0.01~0.02ppm으로 저하된다고 한다.⁵⁴⁾ 食品에는 동물의 肝, 肉類, 해조류, 콩류 등이 들어 있다.⁵⁹⁾

그림 2의 Cu에 대한 畜産食品別 含量을 보면, 소가 평균 9.08ppm으로 가장 높았으며 돼지가 비슷한 수준으로 7.73ppm이었고, 가장 낮은 檢出을 보인 것은 牛乳로서 0.3ppm이었다. 그리고 닭과 鷄卵이 각각 평균 3.20ppm, 1.05ppm이었다.

畜産物에 대한 Cu의 허용량은 국내외적으로 규정한 나라가 없으며, 캐나다에서는 Cu 허용기준량을 水産物에 100ppm, 茶 150ppm, 野菜, 果實類 50ppm 이하로 정하고 있다.^{34) 37)} 영국에서는 일반

食品에 대한 허용량을 20ppm 이하로 하고 있다.

⁴⁶⁾ 일본은 清涼飲料水와 飲料水에 대해서 水道法上 1.0ppm 이하로 규정하고 있고²²⁾ 우리나라도 飲料水內 含量을 일본과 같은 1.0ppm을 넘지 못하도록 하고 있다.⁴⁹⁾ 본 실험결과는 외국의 일반食品에 比하여 낮은 수준으로 생체 필수微量元素로서 Cu 含量은 적당하다고 생각된다.

7) Fe(Iron)

Fe는 Hemoglobin과 呼吸酸素의 구성성분으로 體內에 산소를 공급해 주는 必須礦物質인 동시에 過剩공급이 될 때에는 中毒症狀이 나타나는 重金屬이다.¹⁷⁾ 동물에서 Fe가 缺乏되면 貧血 및 發育障害 現象이 나타나며 주로 인공적인 관리하에 사육되는 新生仔畜에서 많이 발생하는데, Fe 缺乏상태는 乳로만 사육되는 아주 어린 苦仔畜을 제외하고는 가축에서는 드물다.⁵⁴⁾

그림 2의 Fe에 대한 畜産食品別 含量을 보면 가장 높은 것은 돼지로서 평균 120.10ppm이고, 가장 낮은 것은 牛乳로서 6.90ppm이었다. 소와 닭은 비슷한 수준으로 각각 51.20ppm, 40.40ppm 이었고 鷄卵은 17.29ppm이었다.

畜産物에 대한 Fe 허용량을 규정한 나라는 없으나 飼料水에 대한 허용기준은 일본과 미국에서 0.3ppm으로 규정하고 있고, 국내에서도 飲用水의 水質에 관한 규정에서 0.3ppm을 넘지 못하도록 하고 있다.⁴⁹⁾

8) Hg(Mercury)

Hg는 모든 환경 汚染中에서도 가장 관심을 모으는 重金屬으로 모든 형태의 Hg 化合物은 Methyl 및 Dimethylmercury로 전환될 수 있으며, Methylmercury는 臟器를 통하여 90~100% 흡수되어 筋肉에 蓄積된다.⁴²⁾ Hg는 중추신경에 회복될 수 없는 해를 주며 亞慢性체를 절단하기도 한다.⁴⁾ ²⁾ 동물에서 Hg 中毒은 消化管粘膜炎과 腎臟에 損傷을 일으키고, 臨床的으로는 胃腸炎과 末期에 尿毒症을 일으키며 소는 가장 感受性이 높다.⁵⁴⁾

그림 2의 Hg에 대한 畜産食品別 分포를 보면 소가 가장 높게 檢出되어 평균 0.40ppm이었고, 닭과 鷄卵이 未檢出로서 가장 낮았으며, 돼지가 0.27ppm, 牛乳가 0.18ppm으로 나타났다.

일반적으로 Hg 汚染은 해산물에 국한된 것으로 알려져 있으며, 미국에서 해산물의 Hg 汚染 한계는 0.5ppm으로 임의로 정해져 있다.⁴²⁾ 우리나라는

전국 각 해안의 해산물中的 Hg 농도는 乾物에서 0.52ppm의 수준에 있으며, 자연계의 Hg 함량은 토양中에 0.1~0.3ppm, 雨水中에 0.002ppm, 해수中에 0.00003ppm 정도 含有되어 있다고 한다.³⁵⁾

· 36)

외국의 허용기준은 미국이 魚貝類에서 0.5ppm, 이에 대한 暫定危險 限界量을 0.2ppm으로 하고 있다. 뉴질랜드에서는 과일中 Hg가 0.5ppm으로 제한하고 있으며, 일본에서는 清涼飲料를 0.4ppm 이하로⁴⁵⁾ 水道法에서는 一切 檢出되어서는 안된다고 규정해 놓고 있는데,²²⁾ 魚類에 대해서도 총수은으로서 0.4ppm 이하로 하고 있다.⁵⁰⁾ 본 실험결과와는 외국의 食品에 대한 허용기준을 초과하지 않아 畜産物의 섭취에 따른 Hg의 만성中毒症은 염려할 단계가 아니라고 생각된다.

9) Mn(Manganese)

Mn은 動植物의 생활에 필수적인 것으로 정상적인 골격 성장을 형성하고 지질대사 생식기능 및 신경의 자극 감수성 조절을 정상적으로 유지하기 위해 필요하며, 尿素형성에 관하여 단백질 분해에 관여하는 여러 酵素를 活性化시키고 있다.⁵⁹⁾ 食品에는 주로 豆類 및 穀類에 많고 肉類에는 많이 含有되어 있지 않다고 한다.⁵⁹⁾ Mn은 동물실험에서 缺乏되면 발육지연, 辜丸萎縮, 不妊, 骨灰分 및 Hgmoglobin量의 저하 기타 Arginase의 감소, 血清 Phosphomutase의 감소 등 酵素작용의 변화가 있었다고 한다.³⁴⁾ 또한 Mn은 비교적 다량이라도 無害한 것으로 되어 있으나 限界線이 넘는 量이 塵埃 등으로 吸入되며, 肺로부터 血液中으로 들어가 소위 工業毒으로 알려진 肝臟의 변질 및 중추신경계에 장애를 일으킨다.³⁴⁾ 宋⁵¹⁾ 등은 Mn이 평균 녹두에서 16.062ppm, 참깨 23.961ppm, 고추 27.50ppm이었고, 高³³⁾ 등은 콩 6.5ppm, 배추 0.09~1.80ppm, 무우 0.74ppm을 보고한 바 있다.

그림 2의 Mn에 대한 畜産食品別 含量은 돼지에서 가장 높게 檢出되어 1.41ppm, 가장 낮은 것은 牛乳로서 0.22ppm이었다. 소는 1.12ppm, 닭은 0.9ppm, 鷄卵은 0.27ppm의 順으로 나타났다. Mn에 대한 食品中 有害性 汚染 金屬으로서 허용한도는 일본의 경우 水道水에서 0.3ppm 이하로 규제되어 있는 것 이외는 아직 외국의 규제가 대체로 없다.³⁴⁾ 본 실험치는 飲料水 허용기준에 비하면 높은 수준이었고, 植物性 食品보다는 낮은 수준으

로 李³⁹⁾의 보고와 일치하였다.

10) Na(Sodium)

식염 NaCl의 형태로 매일 8~20g 정도 취하고 있으나 많이 취하면 批泄이 증가하고 적으면 감소한다. 이러한 腎臟의 작용에 의해서 體內의 보유량은 일정량으로 유지되어 있다.⁴³⁾ Na는 거의 전부 細胞外液中에 있으며 산, 알카리, 평형 및 細胞의 滲透壓을 유지하는 역할을 한다. 조직에 Na가 이상하게 증가하면 滲透壓 관계로 수분도 증가하고 水腫상태가 되어 心臟丙, 腎臟炎이 되기도 한다. 이런 病에 걸리면 식염의 양을 제한한다. 그러나 식염을 너무 제한했을 때, 심한 發汗, 泄瀉로 식염을 다량 잃었을 때는 식욕의 감퇴, 두통, 作業意慾의 저하 등이 일어난다.⁴³⁾ 식염이 缺乏된 飲料로 사육된 牛乳는 현저한 多尿, 多飲, 체중감소, 유량감소 현상을 나타내며 唾液中의 Na 농도는 淸分 缺乏의 민감한 지표가 되며, 모든 가축에 대한 飲料중 0.5% 정도로 염분을 함유하면 충분하다.⁵⁴⁾

그림 2의 Na에 대한 畜産食品別 含量분포는 소가 가장 높아 950.06ppm이고, 닭이 가장 낮아 466.71ppm이었으며, 돼지가 857.76ppm, 牛乳가 687.40ppm, 鷄卵이 588.97ppm 順으로 나타났다.

11) Pb(Lead)

Pb는 食品中에 들어있는 微量物質 가운데서도 가장 毒性이 강한 것中的 하나이며, 微量이라도 오랜 기간에 걸쳐 섭취하면 體內에 蓄積되어 강한 中毒作用을 나타낸다.³⁵⁾ 동물에서 Pb 中毒은 특히 어린 송아지에 대하여는 가장 보편적인 毒物中的 하나인 Pb 化合物을 섭취하거나 環境의 汚染으로 인하여 Pb가 含有된 飲料를 섭취하므로써 中毒되며, Pb의 일반적인 源泉은 Pb가 含有된 페인트나 金屬鎔이다.⁵⁴⁾ 식품에는 肉類, 果實, 야채류, 水魚의 내장 貝類 등에는 비교적 다량의 Pb가 含有되어 있다.³⁵⁾ 微量이라도 食品中에 발견되는 것은 농약, 肥料, 産業廢水, 排氣 또는 器具, 容器 등에 混入된 것으로 보고 있다.²⁵⁾

그림 2의 Pb에 대한 畜産食品別 分포는 닭이 3.0ppm으로 다른 畜産物에 比하여 월등히 높았으며, 牛乳가 0.48ppm으로 가장 낮았고, 鷄卵이 비슷한 수준으로 0.57ppm이었고, 돼지가 2.11ppm, 소가 1.52ppm으로 나타났다.

외국의 食品에 대한 허용기준량을 보면 일본

식품위생법에서는 1.5ppm에서 최대 8.0ppm까지 허용하고,⁶²⁾ 원예작물中の Pb 허용기준량은 1 ~ 5ppm 이하이며,⁴⁷⁾ 飲料水 허용기준량은 0.3ppm이다.⁶³⁾ 캐나다의 허용량은 水産物 10ppm, 果實類 7ppm, 野菜類 2ppm 이하로 되어 있다.³⁴⁾ 영국에서는 일반식품中 汚染 허용량은 2.0ppm 이하이며, 호주에서는 일반식품에 대하여 4.0ppm 이하로 규정하고 있다.²⁴⁾ 미국은 일반식품에 2.75ppm까지 허용하고 있으며,⁴⁶⁾ 飲料水는 0.5ppm이다.⁶³⁾ 우리나라에서는 食品衛生法에 의거 食品 등의 규격 및 기준에서 따로 규정하고 있는 것 외에는 1.0 ppm 이하로 정하고 있다.⁶⁵⁾

본 실험결과는 외국의 일반식품에 대한 규제치에서, 호주의 규제치보다는 낮은 수준이었고, 영국, 미국의 규제치에서는 닭을 제외하고는 모두 기준이하로 畜産食品의 섭취에 따른 안정성 면에서는 아직 걱정할 단계가 아니라고 생각된다.

12) Zn(Zinc)

Zn은 동물의 정상적인 성장과 繁殖活動, 視作用 등에 관하여는 必須礦物質로 過剩投與時 드물기는 하지만 中毒症狀이 나타나는 重金屬이다.⁶⁴⁾ Zn은 자연계에 널리 분포되어 있으며 食品에서는 특히 肉類, 家禽類, 해산물, 鷄卵, 牛乳, 豆類 등에 많이 함유되어 있다.³⁴⁾ Zn의 缺乏 현상은 사람에게서 핏 드문 일이나 주로 밀로 만든 빵이나 옥수수 빵을 먹고 사는 사람들은 Zn 부족으로 성장이 부진하고 생식기관의 未發達과 肝, 脾臟이 비대한 현상이 나타난다.⁵⁹⁾

그림 2의 Zn에 대한 畜産食品의 분포에서 소가 가장 높게 檢出되어 45.78ppm이었고, 牛乳가 가장 낮아서 5.5배나 적은 8.0ppm이었다. 돼지와 닭은 비슷한 수준으로 각각 31.08ppm, 32.16ppm이었으며, 鷄卵은 10.19ppm이었다.

외국의 Zn에 대한 食品의 허용기준량을 보면 영국은 일반식품에 허용량을 50ppm 이하로 정하고 있으며,⁴⁵⁾ 캐나다의 허용규제도 野菜類 및 果實類가 50ppm, 水産物이 100ppm으로 되어 있다. 일본은 일반식품이 15ppm 이하, 飲料水는 1.0ppm을 넘지 못하도록 규정하고 있으며,²²⁾ WHO의 飲料水 허용기준은 5.0ppm이다.⁶³⁾ 국내에서는 醬類를 다른 重金屬과 함께 20ppm 이하,⁵⁰⁾ 飲料水는 일본과 같은 수준인 1.0ppm 이하로 규정하고 있다.⁴⁹⁾

본 실험치는 외국의 일반식품에 대한 허용량에 비하여 낮은 수준이었다. 지금까지의 각 微量元素別 畜産食品의 含量은 외국의 일반식품에 대한 허용량에 비하여 미량인 반면, 초과한 예도 다소 있었다. 이는 제한된 지역에서 실시된 것이므로 앞으로 더욱 많은 각 지역과 많은 시료를 대상으로 실험결과를 얻어야 될 것으로 思料된다.

結 論

畜産食品中の 有害微量元素에 汚染수준을 파악하여 食品의 衛生과 안정성을 위한 기초자료를 얻고자 인천지역의 소, 돼지, 닭, 鷄卵의 部位別 및 牛乳에 대해서 As, Cd, Cr 등 9종의 有害金屬과 Ca, Co, Na 3종의 微量元素 중 12종의 殘留量을 ICP Spectrometry로 분석하였던 바, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 소 20例의 有害金屬中 최고치는 肝臟의 Fe로서 56.90ppm이었고, 최저치는 筋肉의 Cd로 0.1ppm이었다.

2. 돼지 31例의 有害金屬中 최고치는 肝臟의 Fe로서 169.71ppm이었고, 최저치는 心臟의 Cd로 0.02ppm이었다.

3. 닭 20例의 有害金屬中 최고치는 肝臟의 Fe로서 42.64ppm이었고, 최저치는 Hg로 전혀 검출되지 않았다.

4. 鷄卵 23例의 有害金屬中 최고치는 卵黃의 Fe로서 26.08ppm이었고, 최저치는 Hg로 전혀 檢出되지 않았다.

5. 牛乳 20例의 有害金屬中 최고치는 Zn으로 6.02ppm이었고, 최저치는 Cd로 0.04ppm이었다.

6. 微量元素別 畜産食品의 含量 비교는 7개 元素의 최고치가 소에서 나타났고, 5개 元素의 최저치가 牛乳에서 檢出되었다.

參考文獻

1. Bruhn, J.C. and Franke, A.A. 1977. Trace metal and protein concentrations in california market milks. J. of Food Protection. 40(3) : 170-173.
2. Cassens, R.G., W.G. Hoekstra, E.C. Faltin and E.J. Briskey. 1967. Zinc content and subcellular distribution in red Vs. white porcine skeletal

- muscle. *Anim. J. Physiol.* 212 : 688~692.
3. Eva, D.W., H.F. Katherine and A.G. Piler. 1979 . Principles of nutrition. 4th ed John Wiley & Sone. p.302.
 4. Horwitz, W. 1980. Official methods of analysis of association of official analytical chemists(13th). pp.385~415.
 5. Korsrud, G.O., C.D. Meldrum, C.D. Salisbury, B.J. Houlahan, P.W. Saschenbrecker and F. Tittiger. 1985. Trace element levels in liver and kidney from cattle, swine and poultry slaughtered in Canada. *Can. J. Comp. Med.* 49 : 159~163.
 6. Kreuzer, W., B. Sansoni, W. Kracke and P. Wisz math. 1976. Cadmium background content in meat, liver and kidney from cattle its consequence to cadmium tolerance levels. *Chemosphere.* 5 : 231~240.
 7. Kreuzer, W., A. Rosopulo, D. Sell, J. Frangenberg, S. Kobertein. 1989. Lead and cadmium contents in muscle, liver and kidneys of slaughter calves. 1. Calves from uncontaminated areas and / or farms that have passed meat inspetion. *Veterinary Bulletin.* 59(6) : 528.
 8. Lewis, G.P., H. Lyle and S. Miller. 1969. Association between elevated hepatic water-soluble protein-bound cadmium levels and chronic bronchitis and / or empyhsema. *Lancet.* 11 : 1330~1332.
 9. Lofgren, P.A. and E.W. Speckman. 1979. Importance of animal products in the human diet. *J. Dairy Sci.* 62 : 1019~1025.
 10. Mackay, N.J. 1975. Selenium and heavy metals in black marine. *Mar. Pollut. Bull.* 6(4) : 57.
 11. Masek, J. and Z. Matyas. 1980. Lead content in muscle and liver of cattle. *Vet. Med.* 25 : 621~625.
 12. Bartik, M. 1981. *Veterinary toxicology.* elsevier Sci. Pub. Co. p.95.
 13. Miller, W.J. and M.W. Neathery. 1975. Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals. *J. Dairy Sci.* 58(12) : 1767~1781.
 14. Murthy, G.K. and U.S. Rhea. 1968. Cadmium and silver content of market milk. *J. Dairy Sci.* 51 : 610~612.
 15. Murthy, G.K. and U.S. Rhea. 1971. Cadmium, copper, iron, lead, manganese and zinc in evaporated milk infant products and human milk. *J. Dairy Sci.* 54(7) : 1001~1005.
 16. Murthy, G.K., U.K. Rhea and J.T. Peeler. 1972. Copper, iron, manganese, strontium and zinc content of market milk. *J. Dairy Sci.* 55(12) : 1666~1674.
 17. Powell, G.W., J. Miller, J.D. Mortor and C.M. Clifton. 1964. Influence of dietary cadmium level and supplemental zinc on cadmium toxicity in the bovine. *J. Nutri.* 84 : 205.
 18. Renner, E. 1983. Minerals and trace elements in milk. *Milk and dairy products in Ruman Nutrition.* pp.190~233.
 19. Schricker, B.R., D.D. Miller and J.R. Stouffer. 1982. Content of zinc selected muscles from beef, pork and lamb. *J. F. Sci.* 47(3) : 1020.
 20. Schroeder, H.A. and J.J. Balassa. 1966. Abnormal trace metals in man : Arsenic. *J. of Chron. Dis.* 19 : 85~106.
 21. 菅野三郎, 福井昭三. 1978. 環境公害学. 廣川書店. 東京. p.119.
 22. 渡邊忠雄, 諸岡信一, 橋本秀夫, 菊池武昭. 1980. 食品の汚染と安全性. 講談社. 日本. pp.63~68.
 23. 山内邦男. 1979. 人乳成分の化学—牛乳成分とどう. 日本農藝化学會誌. 53(6) : 49~58.
 24. 山田幸孝. 1962. 食品中の微量元素. 日本食品衛生協會. p.24.
 25. 小林純, 森井ふじ, 材本茂樹, 中島進. 1970. カドミウム汚染地区住民のし中に含まれる重金屬について(第一報). 日衛誌. 25 : 80.
 26. 小林純, 林本茂樹, 原一憲, 中島進. 1971. カドミウム汚染地区住民のし中に含まれる重金屬について(第二報). 日衛誌. 26 : 144.
 27. 宇井純. 1968. 環境の汚染. 科學. 38(12) : 36.
 28. 日本農林水産技術會議事務局. 1972. 土壤および作物體中の重金屬の分析法(3). 日本土壤肥料學雜誌. 43(9) : 349.
 29. 日本飼養標準. 1988. 乳牛, 肉牛編. 農林水産省農林水産技術會議事務局. 日本.
 30. 日本藥學會. 1980. 衛生試験法主解. 金原出版. pp.

- 44~47.
31. 田中之雄, 池邊克彦, 田中涼一, 國田信治. 1974. 食品中の重金屬の含有量について(第三報), 魚介類中の重金屬の含有量. 食衛誌. 15(5) : 390.
 32. 池邊克彦, 田中之雄, 田中涼一, 國田信治. 1977. 食品中の重金屬の含有量について(第六報). 食衛誌. 18(1) : 86~97.
 33. 高仁錫, 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 鄭國熙, 朱昌栢. 1972. 食品中 有害性 微量金屬에 對한 研究 (第一報). 國立保健研究院報. 9 : 389~406.
 34. 高仁錫, 盧晶培, 宋哲, 權赫姬, 金吉生, 廷主奉, 俞炳天. 1973. 食品中 有害性 微量金屬에 對한 研究 (第二報). 國立保健研究院報. 10 : 437~453.
 35. 權炳萬. 1980. 우리나라 食品汚染의 現況과 防止對策에 관한 研究. 中央大學校 社會開發大學院 碩士學位 講求論文.
 36. 權肅杓. 1977. 食品과 公害. 大韓醫學協會誌. 20(9) : 759~765.
 37. 權淵杓. 1978. 食品에 殘留하는 有害性 物質. 食品科學. 2 : 21~27.
 38. 金大善. 1986. 市乳中の 微量金屬 含量에 關한 研究. 서울大學校 保健大學院 碩士學位論文.
 39. 金亨一, 權玉鉉, 金明姬. 1981. 洛東江 淡水魚中の 重金屬 含量에 關한 研究. 서울시保健研究所報. 17 : 61.
 40. 金榮教, 金永柱, 金顯旭. 1984. 牛乳와 乳製品의 科學. 先進文化社. pp.73~78.
 41. 金昌湜. 1973. 食生活의 危害. 東西文化院. p.25.
 42. 金顯旭. 1979. 國內畜産食品의 安全性問題. 韓國畜産學會誌. 21 : 671~687.
 43. 姜信珠. 1987. 營養學. 螢雪出版社. pp.151~171.
 44. 姜熙坤. 1982. 牛體組織中の 重金屬殘留量에 關한 研究. 建國大學校 大學院 碩士學位論文.
 45. 盧晶培, 宋哲, 金吉生, 沈漢變, 俞炳天. 1974. 食品中 有害性 微量金屬에 對한 研究(第三報). 國立保健研究院報. 11 : 171~184.
 46. 農林水産部告示 第89-33호. 수육중 잔류물질 시험 방법 및 허용기준 1989. 5.
 47. 文仁順. 1985. 野菜中에 含有된 有害微量金屬에 關한 研究. 漢陽大學校 環境科學大學院 工學碩士學位論文.
 48. 朴鏞溜. 1974. 韓國常用食品中の 無機物 含量에 對한 研究. 韓國營養學會誌. 7(1) : 31.
 49. 保健社會部. 1986. 飲用水의 水質에 關한 規則. 大韓民國法令集 29編(公衆衛生).
 50. 孫太植. 1989. 都市近郊 酪農에 있어서 飼料內 重金屬濃度와 牛乳로의 遷移效果. 高麗大學校 食糧開發大學院 碩士學位論文.
 51. 宋哲, 金吉生, 權佑昌, 李興在, 元敬豐, 金梧漢, 盧晶培. 1976. 食品中 有害性 微量金屬에 對한 研究 (第五報). 國立保健研究院報. 13 : 249~255.
 52. 宋哲. 1978. 重金屬과 食品汚染, 韓國食品科學會. 創立十週年紀念 심포지움 發表論文.
 53. 辛孝善. 1976. 食品中の 有害物質과 安全性. 酒精工業. 6(2).
 54. 獸醫內科學教授協會編著. 1985. 獸醫內科學Ⅱ. 大永文化社. pp.15~55.
 55. 安鍾南, 車英鎬, 李相哲, 姜泰洪. 1987. 國內 飼料中 重金屬 및 微量礦物質 含量調査. 農試論文集(畜産, 家衛). 29(1) : 66~73.
 56. 廉容泰. 땃줄속의 重金屬. 第九次 亞細亞産業學術大會 發表論文. 1979. 10.
 57. 吳秀暻. 1984. 畜産物中の 重金屬 含量에 關한 調査 研究. 建國大學校 大學院 碩士學位論文.
 58. 仁川新聞 社說. 急増한 重金屬 職業病. 1989. 8. 21.
 59. 이기열, 문수재. 1986. 基礎營養學. 修學社.
 60. 李貞鶴. 1987. 牛肉 및 鷄肉의 砒素含量에 關한 調査. 서울大學校 保健大學院 碩士學位論文.
 61. 조태행, 정갑수, 손성완, 박근식, 박종명. 1984. 가금 사료중의 유해물질 잔류량 조사. 가위연시험연구보. pp.7~9.
 62. 趙太行, 鄭甲洙, 孫性完, 朴鍾鳴, 朴根植. 1987. 豚肉 養豚飼料中 有害重金屬의 殘留量調査. 韓國食品衛生學會. 2(3) : 103~108.
 63. 조태행, 정갑수, 박근식. 1988. 경기지역의 축산용수(육우 및 목장, 양돈장, 양계장)중 미량원소의 잔류량조사. 한국수의공중보건학회지. 12(1) : 19~27.
 64. 河鍾圭, 金基男, 朴陽子, 李奎浩, 李連淑, 元香禮, 林賢淑, 張有慶. 1985. 비타민 礦物質 營養學. 鄉文社.
 65. 韓國食品工業協會. 1979. 食品 및 添加物 規格基準.
 66. 韓國食品工業協會. 1983. 食品一般에 對한 規格 및 基準 제83-9호.

67. 韓仁圭. 1982. 家畜 營養學. 서울大學校 出版部.
pp.225~279.

68. 韓良一, 金乙祥, 李圭韓. 1983. 우리나라의 食品
및 營養소 섭취의 변화에 대한 考察. 韓國營養食糧

學會誌. 2 : 137.

69. 洪永淑, 辛正來. 1971. 韓國產鵝卵中の 水銀에 關한
研究. 韓國營養學會誌. 4(4) : 69~72.