

서해안 일부지역에서 생산된 젓갈의 무기질 함량조사

김순경 · 김애정^{*†}

순천향대학교 식품영양학과

*혜전전문대학 식품영양과

The Study on the Amount of Trace Elements in Some Fermented Fish Products(jeot-gal) from Some Areas of the West Coast in Korea

Soon-Kyung Kim and Ae-Jung Kim^{*†}

Dept. of Food and Nutrition, Soonchunhyang University, Chung-nam 336-600, Korea

^{*}Dept. of Food and Nutrition, Hyejeon Junior College, Chung-nam 350-800, Korea

Abstract

This study was performed to assess the levels of the trace elements(Fe, Cu, Zn, Cr, Co, Mn, Pb, and Cd) in salt-fermented fish products from some areas of the west coast in Korea. Seven samples were Shrimp(Seawoo-jeot), Clam(Jogai-jeot), Oyster(Orikul-jeot), big eyed horring(Bdeng-ie jeot), Mysis(Gonjeng-ie jeot), Hwangandali(Hwangsegi-jeot), and Squid, Han Chi(Han chi-jeot). They were ashed with ternary solution. After ashing the samples, the amount of trace elements in the samples were measured by ICP. The moisture content of the 7 samples before freezing dry were 68.36, 71.52, 81.19, 62.27, 71.30, 64.27, and 66.74%, respectively. Jogai-jeot and Gonjeng-ie jeot contained the most amount of moisture among the samples. Fe contents were 66.46, 309.10, 27.03, 23.01, 132.45, 35.75, and 9.72ppm, respectively. Jogai-jeot contained the most amount of Fe among the samples. Cu contents were 4.60, 4.36, 3.75, 2.21, 10.36, 2.71, and 58.15ppm, respectively. Hanchi-jeot contained the most amount of Cu among the samples. Zn contents were 16.02, 75.06, 37.43, 28.43, 132.45, 35.75, and 9.72 ppm, respectively. Gonjeng-ie jeot contained the most amount of Zn among the samples. Cr contents were 0.80, 1.61, 0.84, 0.96, 1.12, 0.96, and 0.59ppm, respectively. Jogai-jeot contained the most amount of Cr among the samples. Co contents were 0.13, 0.54, 0.31 0.46, 0.50, 0.63, and 0.35ppm, respectively. Hwangsegi-jeot contained the most amount of Co among the samples. Mn contents were 7.30, 10.69, 14.87, 4.12, 8.03, 2.94 and 1.54ppm, respectively. Origkul-jeot contained the most amount of Mn among the samples. Pb contents were 1.80, 4.30, 2.53, 4.61, 3.08, 5.04, and 2.74ppm, respectively. Hwangsegi-jeot contained the most amount of Pb among the samples. Cd contents were 0.005, 0.03, 0.06, 0.005, 0.01, 0.00, and 0.10ppm, respectively. Hanchi-jeot contained the most amount of Cd among the samples. This study is limited within 7 samples caught and produced from the some areas of the west coast in Korea. Therefore, I hope there will be broader experiments concerned with this study to make clear not only nutritional aspect(the contents of Fe, Cu, Zn, Cr, Co, and Mn) but also toxicological aspect (the contents of Pb and Cd).

Key words: trace element, heavy metal, salt-fermented fish products, west coast Korea

서 론

젓갈은 어패류의 저장을 목적으로 선사시대부터 만들어진 염장 발효식품으로 사용한 원료에 따라 그 종류와 맛이 다양하다. 젓갈에 대한 문헌의 기록은 기원전 3세기에 쓰여진 중국의 주례(周禮)에 수산발효식품을 나타내는 문자가 나타나며, 5세기경에 저술된 제민요

술(濟民要術)에는 식염을 사용하는 어육장법이 기술되어 있다. 우리나라 문헌으로서 수산발효식품을 최초로 언급한 것은 서기 683년의 밀로 삼국사기 8권 신라본기 제 8 신문왕 3년 2월에 왕비를 맞아들이는 절차에서 젓갈이 언급되었다. 고려와 조선시대를 거쳐 내려오면서 우리나라의 수산발효식품은 식염만을 사용하는 적염해 즉 흔히 젓갈로 통칭되는 것과 생선에 삶은 곡물(쌀,

[†]To whom all correspondence should be addressed

좁쌀)과 채소를 혼합하는 식재로 크게 구분되어 진다(1).

우리나라 전통 수산발효식품인 젓갈류의 종류는 54종으로 조사되었으며, 새우젓, 멸치젓을 비롯한 7종이 산업적으로 많이 유통되고 있다(2). 그리고 젓갈류는 우리나라에서 오래전부터 부식과 아울러 김치제조 부재료로 이용되어 왔는데 채식위주의 식생활에서는 비타민, 단백질, 지방, 무기질에 대한 좋은 공급원이 되었을 것으로 사료된다.

현재 젓갈류에 대한 연구로 윤(3)은 젓갈의 B₁, B₂, B₁₂에 대한 연구, 김과 박(4)은 갈치속젓의 핵산관련물질 및 유리아미노산 조성에 관한 보고(5), 성(5)은 굴젓 숙성 중 핵산관련물질의 변화, 이(6)는 멸치젓의 질산염, 아질산염 및 질산아민의 분석, 김(7)은 새우젓 숙성 중의 단백질 특성변화, 류 등(8)은 시판 젓갈 중에 중금속 및 유기염소 잔류농약의 함량, 문과 이(9)는 황색어젓의 Ca함량 및 알카리도 측정, 이 등(10)은 시판젓갈류의 지방산 조성, 류 등(11)은 멸치를 첨가한 김치의 물리화학적 및 관능적 특성에 관한 연구 등이 보고되어 이를 분류하면 비타민, 아미노산 조성, 단백질, 중금속, 지방산 조성, 칼슘함량 측정 등으로 한정되어 있어 젓갈류 중 미량 무기질함량에 대한 연구는 매우 드문 실정이다.

한편 중금속에는 미량으로 인체에 필수 불가결한 유익원소군(Fe, Cu, Zn, Cr, Co, Mn 등)과 극히 미량일 지라도 인체에 유해원소군, 및 그의 생리적 특성이 구명되지 않은 군으로 나눌 수 있다. 인체에 비교적 독성이 강한 As, Cd, Pb, Hg 등은 생물체 본래의 구성성분이 아니고 동식물의 생육과정이나 식품의 가공, 제조 중에 외부에서 오염되어 들어가는 이른바 환경오염성 중금속(environmental heavy metal)이다(12). 요즘 우리나라는 산업의 발달로 산업폐기물 및 각종 오염물질군이 해양을 오염시키에 따라 그곳에서 생산된 수산물에 중금속이 축적되어 이를 가공한 해양식품들의 안전성에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다(13). 우리나라에서는 부분적으로 식품의 오염정도를 검토하고 있으나 식품이 섭취되기까지 여러 단계의 가공을 거치게 되므로 실제 섭취량은 식품 원재료에 축적된 중금속 양과 다를 수 있다.

따라서 본 연구에서는 해양식품 중 비교적 간단한 가공단계를 거치는 젓갈류(새우젓, 조개젓, 어리굴젓, 밴댕이젓, 곤쟁이젓, 황새기젓, 한치젓)를 산지에서 직접 수거하여 미량원소(Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Co)와 더불어 중금속 함량(Pb, Cd)을 측정하여 젓갈의 미량원소 함량을 제시하여 젓갈의 영양학적 측면을 고려함은 물론 중금속함량을 조사하여 식품 위생적 차원에서 그 안전성을 고려하는 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에서는 우리나라 서해안 일부지역에서 포획된 어류와 이를 이용하여 담근 젓갈 7종을 직접 산지에서 종류별로 3개씩 수거하여 초저온 냉동고에서 24시간 냉동시킨 후 냉동건조기에서 24시간 건조시켜 분말화한 시료를 2회씩 임(14)의 습식분해법에 의거하여 분해한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma: Lactam 8440 Plasmalab)(15)로 Fe, Cu, Zn, Cr, Co, Mn, Pb와 Cd함량을 측정하였다. 분석된 7종의 젓갈 중의 무기질 함량간에 상관관계를 알아보고자 각각 SAS program의 Pearson's correlation(16)으로 그 유의성을 검증하였다.

결 과

서해안 일부지역(광천)에서 가공, 저장된 젓갈류의 유익원소(무기질) 함량

서해안 일부지역에서 생산, 가공저장된 젓갈 중 유익원소(무기질)함량은 Table 1에 제시된 바와 같다.

Table 1에서 수분함량은 7종의 젓갈 중 조개젓과 곤쟁이젓에 가장 많았고 황새기젓이 가장 적었다. 새우젓의 수분함량은 68.36%로 식품성분표(17)에서 제시된 67.60%, 최 등(18)의 67.80%와 비슷한 수준이었으며, 조개젓의 수분함량은 71.52%로 식품성분표(17)에서 제시하는 69.6%와 비슷한 수준이었으나 최 등(18)의 73.1%보다는 낮은 수준이었다. 어리굴젓의 수분함량은 81.19%로 식품성분표(17)의 70.20%보다 높은 수준이었으나, 최 등(18)의 80.70%와는 비슷한 수준이었고, 밴댕이젓의 수분함량은 62.27%로 식품성분표(17)의 56.60%에 비해 높았다. 곤쟁이젓은 71.30%로 최 등(18)의 60.20%보다 높았으며, 황새기젓의 수분함량은 64.27%, 한치젓의 수분함량은 66.74%였다.

신체의 구성 무기질로 체중의 0.01% 이하로 존재하는 것을 미량원소라하며 철, 아연, 구리, 망간, 크롬, 코발트, 불소, 폴리브렌, 니켈 등이 있으며, 신체내에 미량 존재하나 그 기능은 매우 다양하여 최근 영양학적 중요성이 대두되고 있다(19) 이 중 동결건조시킨 젓갈에 함유되어 있는 철분, 구리, 아연, 크롬, 코발트 및 망간 함유량을 보면 다음과 같다.

철분의 가장 중요한 기능은 hemoglobin이라는 혈액소를 구성하여 조직내로 산소를 운반하는 것이다. 철분의 우수한 공급원으로는 육류, 어류, 굴, 조개 등을 들 수 있는데(20). 본 연구에 이용한 젓갈의 철분함량은 9.72~309.10ppm의 범위로 한치젓의 철분함량이 가장 낮았으며 조개젓의 철분함량이 가장 높았다. 젓갈류는 김

Table 1. The amount of trace elements(Fe, Cu, Zn, Cr, Co, and Mn) in some salt-fermented fish products from some areas of the west coast in Korea (n=7)

Food and description (Korean name)	Moisture (%) ¹⁾	Elements(ppm) ²⁾					
		Fe	Cu	Zn	Cr	Co	Mn
Salt-fermented shrimp (Saewoo-jeot)	68.36	65.46	4.60	16.02	0.80	0.13	7.30
Salt-fermented Clam (Jogai-jeot)	71.52	309.10	4.36	75.06	1.61	0.54	10.69
Salt-fermented Oyster (Origul-jeot)	81.19	27.03	3.75	37.43	0.84	0.31	14.87
Salt-fermented big eyed horring (Bendeng-ie jeot)	62.20	23.01	2.21	28.43	0.96	0.46	4.12
Salt-fermented Mysis (Gonjeng-ie jeot)	71.30	132.45	10.36	132.45	1.12	0.50	8.03
Salt-fermented Hwangandah (Hwangsegi-jeot)	64.27	35.75	2.71	35.75	0.96	0.63	2.94
Salt-fermented Squid, Han Chi (Hanchu-jeot)	66.74	9.72	58.15	9.72	0.59	0.35	1.54
Range	(62.27~ 81.19)	(9.72~ 309.10)	(2.21~ 58.15)	(16.02~ 132.45)	(0.59~ 1.61)	(0.13~ 0.63)	(1.75~ 14.87)

¹⁾Moisture content of wet samples²⁾Elements content of freezing dried samples

치에 흔히 첨가되는데 7종의 젓갈 중 조개젓이 첨가된 다면 좋은 철분의 급원이 될 수 있을 것으로 기대된다. 구리는 많은 효소의 구성분으로 콜라겐의 합성과 정상적인 심장혈관계의 기능의 유지, 정상적인 면역기능에 매우 중요하는데, 구리의 급원이 될 만한 식품은 동물의 내장고기, 어패류, 굴, 제란 등이 있는데(19), 본 연구결과 구리함량은 2.21~58.15ppm의 범위로 한치젓이 58.15ppm로 가장 높았고 황석어젓이 2.71ppm으로 가장 낮았다.

아연은 100여종 효소계 구성성분으로서 생체내 대사를 원활하게 하고 면역기능증진에 필수적이다. 즉 아연은 metalloenzyme의 구성성분으로서 효소나 호르몬의 cofactor의 역할을 한다. 급원식품으로는 해산물, 붉은 고기, 견과류 등이 있는데(19,20), 본 연구결과 아연 함량은 16.02~132.45ppm의 범위로 곤쟁이젓과 어리굴젓 중에 아연함량이 많았으며 한치젓에 가장 적게 함유되어 있었다.

크롬은 인슐린의 작용을 도움으로써 정상적인 포도당 대사를 돕는데(19,21), 본 연구결과 크롬 함량은 0.59~1.61ppm의 범위로 조개젓이 가장 많이 함유하고 있었고 한치젓이 가장 적게 함유하고 있었다. 조개젓이 첨가된 김치를 상용한다면 다른 젓갈을 첨가했을 때에 비해 크롬이 강화되므로써 당뇨병의 예방 및 치료에도움이 될 것으로 기대한다.

코발트는 이것이 비타민 B₁₂의 구성분이기 때문에 식이 중에 꼭 필요하다. 코발트는 효소의 부활제로서 효소작용을 촉진시키고 코발트의 존재로 인슐린의 작용

을 증진시킨다(19,22)고 하는데 Table 1의 젓갈 중 코발트 함량은 0.13~0.63ppm의 범위로 7종의 젓갈간에 큰 차이가 없었다.

망간은 정상적인 골격의 형성, 생식 및 중추신경계의 기능에 관여하는데(19,23) 본 연구결과 망간 함량은 1.75~14.87ppm의 범위로 어리굴젓에 가장 많이 함유되어 있었고 한치젓에 가장 적게 함유되어 있었다.

서해안 일부지역(광천)에서 가공, 저장된 젓갈류의 중금속 함량

중금속(heavy metal)은 도구생산에 유용하게 이용되나 이들이 분진 또는 식품에 함유된 채로 구강 또는 호흡기, 피부를 통하여 인체에 들어가 축적되면 생리 기능이 저하되는 것으로 밝혀졌다. 특히 산업화 과정에서 공업의 급속한 발전과 인간활동의 증가는 삶의 터전을 중금속으로 오염시키는 결과가 되었고 식품을 오염시켜 국민보건을 위협하기에 이르렀다. 중금속 중 인체에 비교적 독성이 강한 As, Cd, Pb, Hg 등은 생물체 본래의 구성성분이 아니고 동식물의 생육과정이나 식품의 가공, 제조 중에 외부에서 오염되어 들어오는 이른바 환경오염성 중금속(environmental heavy metal)이다(12).

따라서 서해안 일부지역에서 포획하여 가공저장된 젓갈류 중 환경오염성 중금속 중 Pb, Cd 함량은 Table 2에 제시된 바와 같다.

납에 의한 식품오염은 인간활동이 있는 한 불가피한 일이다. 따라서 환경과 식품에는 높은 농도의 납이

Table 2. The amount of heavy metals(Pb and Cd) in some salt-fermented fish products from some areas of the west coast in Korea (n=7)

Foods and description (Korean name)	Moisture(%) ¹⁾	Amount of freezing dry samples(ppm) ²⁾	
		Pb	Cd
Salt-fermented Shrimp (Saewoo-jeot)	68.36	1.80	0.005
Salt-fermented Clam (Jogai-jeot)	71.52	4.30	0.03
Salt-fermented Oyster (Origul-jeot)	81.19	2.53	0.06
Salt-fermented big eyed herring (Bendeng-ie jeot)	62.27	4.61	0.005
Salt-fermented Mysis (Gonjeng-ie jeot)	71.30	3.08	0.01
Salt-fermented Hwangandali (Hwangsegi-jeot)	64.27	5.04	0.00
Salt-fermented Squid, Han Chu (Hanchi-jeot)	66.74	2.74	0.10
Range	(62.27~81.19)	(1.80~5.04)	(0~0.10)

¹⁾Moisture content of wet samples

²⁾Elements content of freezing dried samples

함유되어 있는 바 육상식물 2.7, 동물 2.0, 수생식물 8.4, 어류 0.5ppm수준이라고 하였는데(12), 본 연구결과 납 함량은 1.80~5.04ppm의 범위로 세계 각국 수산식품의 Pb 허용수준범위(0.5~10ppm)(24)에 속하였고 첫갈별 함량은 새우젓에 가장 적었고 황새기젓에 가장 많았다.

카드뮴은 지각의 한 구성성분으로(150~500ppb) 아연과 함께 공존한다. 카드뮴은 공업제품이나 일상용품으로 널리 이용되어 환경이나 식량자원의 오염을 야기시키고 있다. 특히 일본에서는 1940년대를 전후하여 도야마강 진즈강 유역에서 이따이이따이병이 발생하여 세계적인 관심을 끌게 되었다(25). Table 2의 첫갈별 카드뮴 함량은 0~0.10ppm범위로 매우 적게 함유되어 세계 각국 수산물 허용수준범위(0.2~5.5ppm)(24) 이하여서 Cd의 위해성은 큰 문제가 없는 것으로 사료되었으며 첫갈종류 중 한치젓이 가장 많았다.

첫갈중 함유되어 있는 미량 무기질간의 상호관계

첫갈에 함유되어 있는 미량 무기질간의 상호관계는 Table 3에 제시된 바와 같다

미량영양소 중 구리는 중금속인 카드뮴과 상호작용을 보였는데 구리가 많이 함유된 시료일수록 카드뮴을 많이 함유하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 그리고 미량영양소 중 코발트도 중금속인 납과 상호작용을 보였는데 코발트를 많이 함유하는 시료일수록 납을 함께 많이 함유($p<0.01$)하고 있었다. 미량영양소간에 상호작용을 보인 것은 크롬과 철분 함량이었는데 크롬을 많이 함유한 시료일수록 철분을 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다($p<0.001$). 그러나 유의성을 보이지는 않았지만 구리를 많이 함유하는 시료일수록 Zn, Cr, Co, Mn과 Pb를 적게 함유하는 경향을 보였고, Zn과 Cr을 많이 함유하는 시료일수록 Cd를 적게 함유하는 경향을 보였

Table 3. The correlation coefficient among the heavy metal contents in some salt-fermented fish products from some areas of the west coast in Korea (n=7)

	Fe	Cu	Zn	Cr	Co	Mn	Pb	Cd
Fe	-	-0.2745	0.5849	0.9283**	0.3294	0.4022	0.2089	-0.1862
Cu		-	-0.2830	-0.5125	-0.1742	-0.4949	-0.3034	0.8159*
Zn			-	0.6252	0.4604	0.3406	0.1261	-0.3162
Cr				-	0.5478	0.3964	0.4838	-0.3985
Co					-	-0.2157	0.8903**	-0.2634
Mn						-	-0.3205	0.0187
Pb							-	-0.3889
Cd								-

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

다. 그리고 Co를 적게 함유하는 시료일수록 Mn, Cd를 많이 함유하였으며, Mn을 적게 함유하는 시료일수록 Pb를 많이 함유하는 경향을 나타냈다. 정리해보면 여러 종류의 미량 무기질(미량영양소와 중금속)이 젓갈 중에서 상호작용을 하며 공존하는 것으로 나타났다.

정리해보면 중금속(heavy metals)의 기준치(Cu: 10~50ppm, Zn: 40~1,000ppm, Pb: 0.5~10ppm, Cd: 0.2~5.5 ppm)(24)에서 벗어난 시료는 본 연구결과 없는 것으로 나타나 아직까지 젓갈의 중금속 농도는 안전한 것으로 사료되나, 본 연구의 시료수가 7종으로 극히 제한되어 있는 만큼 앞으로 더 광범위한 설계로 더 많은 수자원을 대상으로 한 연구가 뒷받침 되길 바란다

요 약

우리나라는 산업의 발달로 산업 폐기물 및 각종 오염물질들이 해양을 오염시킴에 따라 이들 해양에서 생산된 해양식품에 중금속이 잔류하게 되어 해양식품의 안전성에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 우리나라에서는 그동안 부분적으로 식품의 오염정도를 검토하고 있으나 식품이 섭취되기까지 여러 단계의 가공을 거치게 되므로 실제 섭취량은 식품 중 잔류 중금속 양과 다를 수 있다. 따라서 본 연구에서는 해양식품 중 가공 단계를 거치는 젓갈 7종을 산지에서 수거하여 동결건조 후 영양학적 면과 더불어 중금속 함량을 함께 고찰하고자 Fe, Cu, Zn, Cr, Co, Mn, Pb와 Cd 등의 미량무기질 함량을 분석하였는데, 7종(새우젓, 조개젓, 어리굴젓, 맨델이젓, 곤쟁이젓, 황석어젓, 한치젓)의 젓갈의 수분 함량은 각각 68.3, 71.5, 81.1, 62.2, 71.3, 64.2, 66.74%이었고, 철분함량은 각각 66.46, 309.10, 27.03, 23.01, 132.45, 35.75, 9.72ppm이었으며, 구리함량은 각각 4.60ppm, 4.36ppm, 3.75ppm, 2.21ppm, 10.36ppm, 2.71ppm, 58.15ppm이었으며, 아연함량은 각각 16.02ppm, 75.06ppm, 37.43ppm, 28.43ppm, 132.45ppm, 35.75ppm, 9.72ppm이었다. 그리고 크롬함량은 각각 0.80ppm, 1.61ppm, 0.84ppm, 0.96ppm, 1.12ppm, 0.96ppm, 0.59ppm이었고, 코발트함량은 각각 0.13ppm, 0.54ppm, 0.31ppm, 0.46ppm, 0.50ppm, 0.63ppm, 0.35ppm이었으며, 망간함량은 각각 7.30ppm, 10.69ppm, 14.87ppm, 4.12ppm, 8.03ppm, 2.94ppm, 1.54ppm이었다. 그리고 7종의 젓갈의 납함량은 각각 1.80ppm, 4.30ppm, 2.53ppm, 4.61ppm, 3.08ppm, 5.04ppm, 2.74ppm이었으며, 카드뮴함량은 각각 0.005ppm, 0.03ppm, 0.06ppm, 0.005ppm, 0.01ppm, 0.00ppm, 0.10ppm

이었다.

문 헌

1. 한국음식오천년·유림문화사, p.52(1988)
2. 차용준: 한국산 멸치젓의 휘발성 항기성분에 관한 연구 한국영양식량학회지, 21, 719(1992)
3. 윤해순: 한국산 젓갈류에 관한 연구(제 2보) 젓갈의 B₁, B₂, B₁₂에 대하여 한국생물과학연구원 논총, 2, 103(1969)
4. 김행자, 박재옥: 갈치속젓의 핵산관련물질 및 유리아미노산 조성, 대한가정학회지, 22, 39(1984)
5. 성낙주: 굴젓 숙성 등 핵산 관련물질의 변화, 한국영양식량학회지, 7, 1(1978)
6. 이재성: 멸치젓의 질산염, 아질산염 및 질산아민의 분석, 한국식품과학회지, 14, 184(1982)
7. 김병목: 새우젓 숙성 중의 단백질 특성변화에 관한 연구, 한국식품과학회지, 20, 883(1988)
8. 류병호, 하미숙, 김동석, 신동분, 허호장, 정중순: 시판 젓갈 중에 중금속 및 유기염소 잔유농약의 함량, 한국영양식량학회지, 15, 207(1986)
9. 문영희, 이선희: 황석어젓의 Ca함량 및 alkali도 측정 방법, 8, 50(1981)
10. 이은호, 오광수, 이태훈, 안정범, 차용준: 시판젓갈류의 지방산 조성, 한국식품과학회지, 18, 42(1986)
11. 류복미, 전영수, 송영선, 문갑순: 멸치를 첨가한 김치의 물리화학적 및 관능적 특성, 김치의 과학과 기술, 2, 42(1996)
12. 이서래: 식품의 안전성 연구, 이화여자대학교 출판부, 143(1993)
13. 김정현, 조남준, 박성배: 대추음식 중 중금속 함량, 한국영양식량학회지, 18, 316(1989)
14. 임정남: 식품의 무기성분 분석, 식품과 영양 농촌진흥청, 7, 42(1986)
- 15.不破敬一良, 原口敏: ICP 發光分析 南江堂, 京都, 日本, p 167(1980)
16. Steel R. G. D. and Torric, J H: Principles procedures of statistics. MaGrow-Hill Book Co, New York, p.1, (1980)
17. 식품성분표, 제 5개정판, 농촌생활연구소(1996)
18. 최춘언, 김정희, 김응수, 우정희: 젓갈류 중의 B-vitamin에 관하여, 과학회보, 5, 133(1960)
19. 보건복지부: 한국영양권장량 제 6개정판(1995)
20. Walter, M.: Trace elements in human and animal nutrition. 5th ed., Vol 2(1986)
21. 김기남: 비타민, 광물질 영양학, 향문사, 373(1985)
22. Richard, J. H.: Recommended dietary allowances 10th ed., National Academy Press, Washington, D.C.(1989)
23. Robert, E. O., Harry, P., William, J., Albert, C.: Present knowledge in nutrition. 5th ed., The nutrition foundation, Inc, Washington, D C (1984)
24. Codex committee on food additives and contaminants, Joint FAO/WHO food standards programme(1989)
25. Concon, J M: Food Toxicology. Marcel Dekker, New York, Chapter 18(1988)

(1997년 8월 13일 접수)