J. Fd Hyg. Safety 16(4), 308-314 (2001)

市中 流通 加工食品 중의 重金屬 含量에 관한 硏究

전옥경† · 김연천 · 한선희
서울특별시 보건환경연구원

A Study on the Contents of Heavy Metals in the Commercial Processed Foods

Ock Kyoung Chun†, Yeonchon Kim and Sun Hee Han
Seoul Metropolitan Research Institute of Public Health and Environment

ABSTRACT – This study was conducted to determine the content of heavy metals in canned foods and soft drinks available on the Korean markets. Trace metals (Pb, Cr, Cd, and Sn) were detected in 24 kinds, 120 samples by Atomic Absorption Spectrophotometer. The average concentration of heavy metals in canned foods was in the order of Sn (6.930 ppm)>Cr (0.050 ppm)>Pb (0.030 ppm)>Cd (0.008 ppm), which was the same order in soft drinks as Sn (3.519 ppm)>Cr (0.080 ppm)>Pb (0.024 ppm)>Cd (0.001 ppm). The total contents of heavy metals in canned fruits and fruit juices were relatively higher than those in cans and drinks made of vegetable and fish. It can be supposed that the high acidity owing to the organic acid of fruit itself promotes to extract metals from can materials, and although fish usually contains more heavy metals than vegetables, canned fish revealed low level because internal organs and most of skin which had more heavy metals than meat were removed throughout canning process. Because processed foods such as canned foods and soft drinks are very popular with the children and adolescence according to the change of life style and eating habit, and the possibility of exposure to heavy metals by the habitual intake of these is increasing simultaneously, it is suggested that more practical study about the process of exposure and the amount in each step is needed for the assessment of safety.

Key words □ canned food, soft drink, Pb, Cr, Cd, Sn

식품 공업의 발전에 따른 식생활 양상의 변화에 있어서 가공 식품의 생산성은 소비자의 호응도에 좌우되며 소비자의 구미와 용도에 따라 생산하는 가공식품은 우리의 식생활에 편이성, 선택의 다양성, 미각의 새로운 창조, 식생활의 서구화 촉구, 식품의 계절성 탈피 등 많은 변화를 선사한 반면, 영양의 불균형을 가속화시키는데 크게 영향을 주었다[1].

또 가공 식품의 생산 확대는 외식 산업의 성장을 촉진하고 식습관의 다양한 변화를 가져왔으며 이러한 가공식품이 우리의 식생활에 차지하는 폭은 해가 거듭함에 따라 가일층 증가될 것으로 예상되는데 일반적으로 우리나라 사람의 식료품비 중 3분의 1이 가공식품에 의해 지출되고 있는 반면, 식품공업이 포화 상태에 도달하였다는 미국의 경우, 가공 식품이 차지하는 식료품비 점유율은 96%에 달한다고 한다[2]. 따라서 앞으로는 원재료 뿐 아니라 가공식품의 섭취 실태와 영양학적 성분의 분석, 오염 여부에 대한 여러 연구가 본격적으로 시작되어야 할 것으로 판단된다[3].

무기금속에는 일반적으로 미량으로 동식물의 영양과 생체 조절에 필요한 철, 아연, 구리, 망간, 코발트 등의 필수금속과 수은, 납, 비소, 카드뮴 등과 같이 독성을 나타내는 유해금속[4], 그리고 주석과 같이 일반적으로는 무해하나 과량이 섭취된 경우 체중 감소, 생육저해, 장내질환, 빈혈, 구토 및 간과 신장에 유해한 영향[5]을 미치는 것으로 알려져 있고, 동물실험을 통해 과량의 주석을 투여하면 동물 체내에 칼슘, 구리, 아연, 철 등의 무기원소 보유량이 감소한다는 연구 결과[6]도 있다.

특히 중금속은 적은 양으로도 인체에 중독증상을 나타내는 것들이 많고 토양에서 분해되지 않고 장기간 잔류하게 되므로 그 지역에서 재배되는 농작물에 흡수되어 피해를 줄 뿐만 아니라 중금속이 흡착된 농작물을 식용으로 하는 인간과 가축의 체내에 잔류 축적되기 때문에 토양오염물질 중 가장 문제시되고 있다[7-11]. 또한 납, 크롬, 카드뮴, 셀레늄 등을 비롯한 대부분의 중금속도 작용과 필요량은 매우 다양하지만 미량으로서는 생물의 생육에 있어서 필수 요소로 작용하며 어느 수준을 초과하여 섭취될 경우 독성 작용을 나타내는 이

†Author to whom correspondence should be addressed.

중성을 지닌 것으로 보고[12]되면서 적정 섭취수준 설정에 대한 보다 심도 깊은 연구가 요구되고 있으며 이는 각 나라의 식생활 유형과 섭취 식품의 금속 함유량에 대한 기초적인 연구를 필요로 한다.

지금까지 우리나라에서 식품에 함유된 중금속에 관한 연구는 식품 원재료 전반에 걸친 미량금속 모니터링 연구[13-16]가 주로 이루어졌으며, 가공식품 중의 중금속 함량의 경우 개별적으로 일부 보고[17-18]되고 있을 뿐 미미한 실정이다.

저자는 기존의 연구보고에서[19] 가공 식품 중 상용식품이라 할 수 있는 청량음료류와 현재 건강식품으로 소비성장세를 나타내고 있는 홍삼음료등의 무기금속함량을 분석하여 혼합음료 및 탄산음료에 있어서의 나트륨과 칼륨 섭취의 불균형, 일부 칼슘 첨가 음료류에 있어서의 칼슘 과다에 따른 영양학적 문제점, 어린이 및 청소년 소비계층이 많은 탄산음료류에 있어서의 칼슘과 인 섭취 불균형의 문제점 등을 제시한 바 있다.

따라서 본 연구는 가공식품 중 가장 대중적인 상용식품이라 할 수 있는 통조림류, 청량음료류 등에 대하여 가장 일반적인 중금속인 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr) 및 주석(Sn)함량을 분석하고 안전성과 오염 정도에 대한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

재 료

2000년 3월에서 2001년 2월말까지 서울시내 대형 유통매장에서 판매 중인 통조림, 청량음료 등 총 24종 120건을 채취하여 시료로 사용하였다(Table 1).

Table 1. Sample size of the experiment

Food group	divided group	item	No. of samples
Canned foods	fruit	mandarin	5
		grape	5
		peach	5
		pineapple	5
	vegetable	perilla leaf	5
		kimchi	5
		bamboo sprout	5
		corn	5
	fish	tuna	5
		pacific saury	5
		mackerel	5
		whelk	5
Soft drink	fruit & vegetable drink	orange juice	5
		peach juice	5
		apple juice	5
		grape juice	5
	mixed drink	grain-based drink	5
		ion drink	5
		youngji drink	5
		chitosan drink	5
	carbonated drink	coke	5
		cider	5
		kids soda	5
		fiber drink	5
Total			120

실험방법

1) 조사대상 금속

조사대상 금속은 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr) 및 주석(Sn) 등 4종을 측정하였다.

2) 시약

농도 1 mg/ml의 원자흡광용 금속 표준원액(Wako Pure Chemical Industry Ltd, Japan)을 사용하였고, 0.5N HNO_3 용액을 사용하여 적정 농도로 희석하였으며, Nitric acid, hydrochloric acid는 유해금속 측정용 특급시약을 사용하였다.

3) 시료의 전처리

시료 3 g 정도를 취하여 예비탄화 시킨 후 450°C의 전기로에서 완전회화 시켰다. 회화가 끝나면 회분을 물로 적시고 염산 2~4 ml를 가하여 건조장치에서 건조한 다음, 회화된 물질을 0.5N HNO_3로 용해하여 여과시킨 후 25 ml로 정용하였다[20]. 시료 중의 각 함량은 시료 생중량을 기준으로 산출하였다.

4) 분석 조건

Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrophotometry (Hitachi Z-5700, Z-5300, Hita-chi Co., Japan)를 사용하여 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr)은 Graphite Furnace Atomization법으로 분석하였고, 주석(Sn)은 Flame Atomization법으로 분석하였다. 분석조건은 Table 2와 같았다. 각 금속류의 분석은 3회 반복 실험을 실시하였다.

수소이온농도(pH)는 유리전극법으로 pHmeter(ORION, 920A)를 사용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

2000년 3월에서 2001년 2월말까지 서울시내 대형 유통

Table 2. Analytical conditions of A.A.S.[21,22]

Item	conditions of A.A.S.						
	analysis mode	flame type	carrier/fuel gas flow rate	oxidant gas pressure (kPa)	slit (nm)	lamp current (mA)	wavelength (nm)
Pb	graphite furnace	Ar	30 (ml/min)	-	1.3	9	283.3
Cr							228.8
Cd							359.3
Sn	flame	air-C_2H_2	3.0 (L/min)	160	0.2	15	248.3

매장에서 판매 중인 통조림, 청량음료 총 24종 120건을 채취하여 납(Pb), 크롬(Cr), 카드뮴(Cd), 주석(Sn) 함량을 측정한 결과 Table 3 및 4와 같았다.

식생활의 현대화에 따라 통조림, 청량음료 등 캔 제품의 종류와 수량은 점차 증가하는 추세이고 이는 영양문제 뿐만 아니라 위생적인 측면에서도 여러 문제를 야기할 수 있다.

가공식품에 함유된 중금속은 원료에서 유래되거나 제조, 가공 및 유통 중에 용기 및 포장에서 용출되는 것으로 추정

Table 3. Contents of heavy metals in canned foods (mg/kg, wet base)

food group	food	mean (minimum~maxium)			
		Pb	Cr	Cd	Sn
fruit	mandarin	0.052 (0.046~0.057)	0.042 (0.036~0.048)	0.002 (0.001~0.003)	7.885 (7.420~8.350)
	grape	0.026 (0.012~0.052)	0.039 (0.010~0.082)	0.002 (0.000~0.004)	5.808 (0.000~19.582)
	peach	0.076 (0.030~0.138)	39.485 (21.7206~8.177)	0.001 (0.001~0.002)	8.953 (0.000~14.359)
	pineapple	0.006 (0.002~0.014)	0.067 (0.021~0.114)	0.000 (0.002~0.003)	20.265 (16.012~42.510)
vegeta-ble	perilla leaf	0.046 (0.023~0.060)	0.078 (0.048~0.100)	0.003 (0.003~0.004)	1.072 (0.000~3.217)
	kimchi	0.007 (0.004~0.011)	0.016 (0.009~0.023)	0.003 (0.001~0.005)	0.706 (0.005~2.015)
	bamboo sprout	0.036 (0.015~0.057)	0.021 (0.011~0.031)	0.003 (0.002~0.003)	48.399 (34.8376~1.960)
	corn	0.009 (0.003~0.018)	0.017 (0.012~0.021)	0.003 (0.000~0.004)	0.041 (0.000~0.263)
fish	tuna	0.041 (0.021~0.078)	0.027 (0.013~0.041)	0.013 (0.008~0.016)	4.197 (0.000~6.380)
	pacific saury	0.009 (0.003~0.026)	0.036 (0.019~0.053)	0.008 (0.005~0.011)	0.772 (0.000~3.860)
	mackerel	0.006 (0.004~0.008)	0.016 (0.009~0.021)	0.007 (0.004~0.012)	0.033 (0.000~0.115)
	whelk	0.063 (0.010~0.091)	0.086 (0.023~0.182)	0.033 (0.012~0.046)	2.290 (0.000~4.701)
Total		0.030 (0.002~0.138)	0.050 (0.009~0.182)	0.008 (0.000~0.046)	6.930 (0.0006~1.960)

Table 4. Contents of heavy metals in soft drinks (mg/kg, wet base)

food group	food	mean (minimum~maxium)			
		Pb	Cr	Cd	Sn
fruit & vegetable drink	orange juice	0.004 (0.000~0.022)	0.175 (0.092~0.340)	0.002 (0.000~0.003)	3.239 (2.080~4.957)
	peach juice	0.037 (0.006~0.070)	0.089 (0.017~0.300)	0.001 (0.000~0.002)	13.977 (0.000~27.113)
	apple juice	0.020 (0.002~0.036)	0.097 (0.026~0.160)	0.001 (0.000~0.002)	5.592 (0.000~10.737)
	grape juice	0.043 (0.012~0.090)	0.139 (0.037~0.304)	0.000 (0.000~0.001)	8.179 (0.000~14.913)
mixed drink	grain-based drink	0.004 (0.001~0.008)	0.030 (0.008~0.048)	0.000 (0.000~0.001)	0.188 (0.000~0.520)
	ion drink	0.010 (0.003~0.020)	0.024 (0.010~0.062)	0.001 (0.000~0.002)	0.101 (0.000~0.507)
	youngji drink	0.036 (0.005~0.144)	0.043 (0.023~0.058)	0.000 (0.000~0.001)	4.641 (0.000~8.777)
	chitosan drink	0.017 (0.006~0.028)	0.066 (0.021~0.121)	0.001 (0.000~0.001)	0.788 (0.000~3.940)
carbonated drink	coke	0.024 (0.001~0.107)	0.070 (0.009~0.173)	0.000 (0.000~0.001)	1.500 (0.000~4.263)
	cider	0.005 (0.001~0.011)	0.138 (0.083~0.191)	0.000 (0.000~0.001)	1.907 (0.880~3.037)
	kids soda	0.039 (0.028~0.053)	0.025 (0.011~0.065)	0.002 (0.000~0.010)	0.314 (0.000~1.427)
	fiber drink	0.074 (0.019~0.129)	0.021 (0.018~0.024)	0.001 (0.001~0.002)	0.000 (0.000~0.000)
Total		0.024 (0.000~0.144)	0.080 (0.008~0.340)	0.001 (0.000~0.010)	3.519 (0.000~27.113)

되며[23,24], 인체에 축적될 경우 여러 만성중독 증세를 일으키는 원인이 된다[25]. 캔 제품의 제조와 이용에 있어서 문제가 되는 것은 밀봉 불량 및 살균 부족에 의한 변패와 용기로부터의 주석 등 중금속의 용출이다. 또한 저장기간 중 과일의 유기산은 금속 캔의 부식에 영향을 주어 중금속의 용출을 촉진시키는 작용을 할 수 있다[26]. 따라서 우리나라 식품위생법에서는 통조림의 경우 납의 경우 0.3 mg/kg(수산물 통조림은 2.0 mg/kg), 주석의 경우 150 mg/kg(산성 통조림은 200mg/kg) 이하로 기준을 설정하여 규제하고 있다.[20]

납(Pb) 함량

납은 인간에게 알려진 가장 오래된 중금속의 하나로 그 독성은 heme 합성장애, 혈색소량의 감소와 이에 따른 적혈구의 생존기간 단축 등이다[27-30]. 즉 ALA(aminolevulinic acid)에서 Prophobilinogen으로 전환하는데 필요한 ALA-dehydrase 효소작용을 억제하므로 혈중의 ALA 농도를 증가시켜 heme 합성의 중간 단계인 CPG3에서 PPG3으로의 전환에 필요한 Coprophyrinogen decarboxylase 효소의 작용을 억제시킴으로써 heme 합성이 감소되고 전구물질이 증가하게 된다[31,32]. 또한 혈액 중의 납 농도가 증가하면 K와 수분의 손실을 가져와 삼투압이 증가되며 적혈구는 위축되고 그에 따른 적혈구내 전해질의 감소로 적혈구 생존기간이 짧아지고 골수에 조혈기능이 항진되어 망상 적혈구와 호염기성 적혈구가 증가된다. 그리하여 고농도의 납에 장기간 폭로될 경우 말초신경조직에 segmental demylination이 생기고 Schwann's cell과 mitostreamdria 손상을 입힌다는 보고가 있다[33,34].

Fig. 1에서 보듯이 통조림에 있어서의 납의 함량은 과일통조림이 0.041ppm으로 가장 높았고, 농산물통조림과 수산물통조림은 모두 0.024ppm으로 나타났다. 또한 청량음료류에 있어서도 과일쥬스류가 0.043ppm으로 가장 높게 나타났으며 탄산음료(0.029ppm), 혼합음료(0.017ppm) 순으로 나타났다. 이와 같이 과일 원료인 제품에서 납 함량이 높게 나타난 것은 원료 자체에 의한 영향보다는 허등[26]의 연구 보고에 따르면 과일 유기산에 의한 산도의 증가에 의하여 중금속 용출이 증가한 것으로 추정할 수 있었다. 또한 Fig. 2에서와 같이 과일 통조림의 경우 복숭아(0.076ppm)>귤(0.052ppm)>포도(0.026ppm)>파인애플(0.006ppm)의 순이었으며 과일쥬스는 포도(0.043ppm)>복숭아(0.037ppm)>사과(0.020ppm)>오렌지(0.004ppm)의 순으로 납 함량이 높게 나타났는데 이는 과일별로 차이를 보이기보다는 캔 제조에 있어서의 기술과 및 유통 및 보존기간의 경과에 따른 차이가 과일의 특성보다 크게 작용하는 것으로 판단되었다.

연구 결과에 의하면 통조림의 저장기간이 증가함에 따라 납, 주석 등의 중금속 함량이 증가되었다고 보고되었으며 산도가 높을수록 용출량이 많았다고 보고되었다[26].

또한 어류 및 패류 등 수산물의 납 함량이 대체적으로 높게 나타난 기존의 연구 결과들과 달리 수산물 통조림이 과일, 채소류 통조림보다도 낮게 나타난 것은 보통의 수산물 중금속 검사 방법이 전체 시료를 균등하게 혼합하여 실험하는데 반하여 시료로 사용된 참치, 꽁치, 고등어통조림의 경우 이미 가공과정에서 중금속 함량이 높은 내장과 껍질 부위의 많은 부위가 제거되었기 때문인 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 패류인 골뱅이 통조림의 경우 0.063ppm으로 높게 나타난 것으로도 미루어 판단할 수 있었다.

크롬(Cr)

크롬이 쥐의 당질대사에 필수적이라는 것이 보고[35]된 이후 극미량이지만 3가이온 형태로 glucose tolerance factor로서 포도당의 산화과정에 작용하여 insulin의 효율을 높이는데 작용하는 것으로 알려져 있으며 극심한 결핍시 insulin에 대한 기능저하에 따른 체중 감소, glucose tolerance로 인한 말초신경 이상 증세와 당뇨증세를 나타낸다고 보고되었다[36]. 3가 크롬이 거의 흡수되지 않기 때문에 문제가 되지 않는

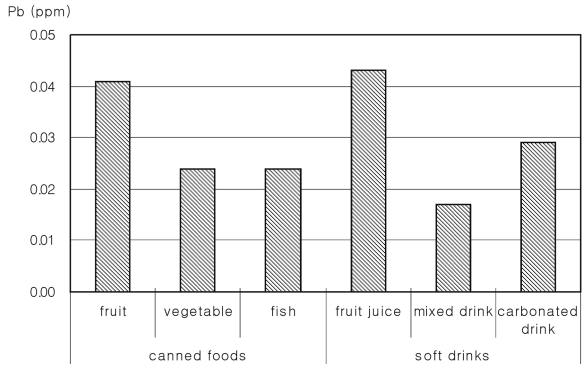

Fig. 1. Content of Pb in canned foods and soft drinks.

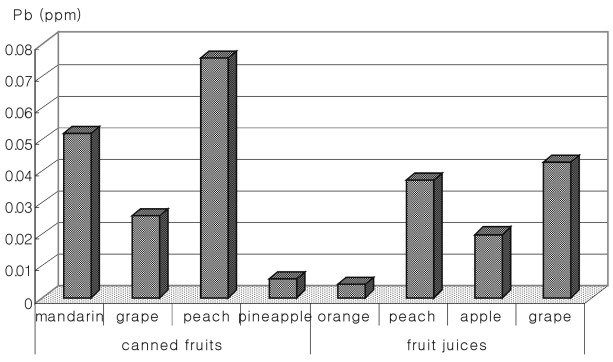

Fig. 2. Content of Pb in canned fruits and fruit juices.

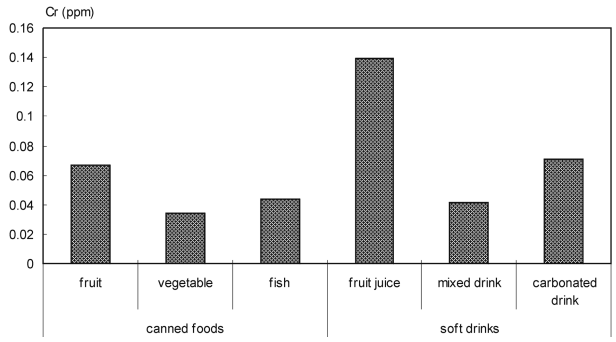

Fig. 3. Content of Cr in canned foods and soft drinks.

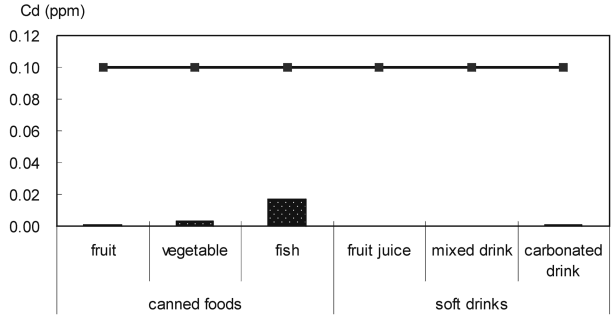

Fig. 4. Content of Cd in canned foods and soft drinks.

반면 독성을 나타내는 것은 6가 크롬으로 쥐에게 chromate의 형태로 과량 섭취시켰을 때 성장정지와 간, 신장 장애, 호흡기 계통의 병변 등이 관찰되었으며 직접적인 인체 발암성 여부는 규명되지 못하였으나 chromate-worker에게서 호흡기암의 발병률이 높은 것으로 보고되어 연관성이 높은 것으로 추정되고 있다. 실험결과 납과 유사하게 과실 원료인 통조림과 과실쥬스류에서 크롬함량이 높은 것으로 나타났으나 이것은 총 크롬 함량이므로 이 중 3가 크롬과 6가 크롬의 비중에 대한 구체적인 연구가 이어져야 할 것으로 생각되었다.

카드뮴(Cd)

카드뮴은 주로 아연을 제련하는 공정에서 배출되며 금, 은, 비스무스 등과 합금할 때 사용하고 카드뮴 축전지, 치과용 아말감, 합성 도자기 착색원료, 합성수지 제조공정에서 합성촉매제로 사용하는 등 다양한 산업에 응용되며 일반적으로 대기 및 수질에 농축되어 인체에 유입된다. 또한 수 중에 배출된 카드뮴은 주위 토양을 오염시키며 이곳에서 재배되는 농작물 및 어패류에 농축되어 최종적으로 인체에 전이되며 질병을 유발할 수 있다고 보고되고 있다[37,38].

Fig. 4의 카드뮴 함량에 의하면 통조림과 청량음료의 경우 수산물 통조림을 제외하면 매우 낮은 수준을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 카드뮴의 경우 식품위생법에서 청량음료의 기준상 0.1ppm으로 설정되어 있으나 실제로는 전등[19]의 결과에서 보듯이 거의 검출이 되지 않고 있어 현재의 식품 가공 수준에서는 설정 타당성을 갖지 못하고 있는 항목으로 기준에 대한 제고가 필요한 것으로 판단되었다.

주석(Sn)

주석은 인체에 무해한 것으로 알려져 있으나 과량이 투여될 경우 체중감소, 생육저해, 장내질환, 빈혈, 구토 및 간과 신장에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있고[39,40], 동물실험을 통해 과량의 주석을 투여하면 동물 체내네 칼슘, 구리, 아연, 청 등의 무기원소 보유량이 감소한다는 결과가 있다[40]. 특히 캔 제품은 저장기간이 길어짐에 따라 그 함량이 증가하는 것으로 보고되고 있다[17,26]. 주석 캔에서 주석의 용출은 관내에 잔존하는 산소, 과즙액과 pH의 영향에 의해 미량의 주석이온이 생성되며 이 주석이온이 질산이온을 환원하여 아질산이온을 생성하게된다. 이 아질산이온은 주석을 용해하는 동시에 자신은 암모니아로 환원된다[41]. Fig. 5는 통조림과 청량음료의 주석 함량을 비교한 것으로 과일 원료인 경우 가장 높은 함량을 나타내었으며 농산물 통조림의 경우 특히 죽순 통조림의 주석 함량이 매우 높아 최고 61.960 ppm을 나타내었는데 죽순 자체의 산도가 높지 않은데도 통조림의 주석 함량이 높은 것은 죽순 가공과정에서 갈변을 방지하기 위하여 처리한 아황산염의 영향으로 산도가 낮아진 데 기인한 것으로 판단되었다. 혼합음료란 먹는물에 식품 또는 식품첨가물등을 가한 것으로 따로 기준이나 규격이 제정되지 않은 음료로 기타음료의 항목으로 규정되어 있어[20] 동충하초 음료, 영지 음료, 대추 음료, 키토산함유 음료, 곡류음료 및 이온 음료 등이 포함되며 건강식품의 개념이 도입되어 동충하초, 영지, 운지 등의 버섯류와 키토산이 함유된 음료 등 다양한 신제품이 출시되고 있는 현황이다.

Fig. 5. Content of Sn in canned foods and soft drinks.

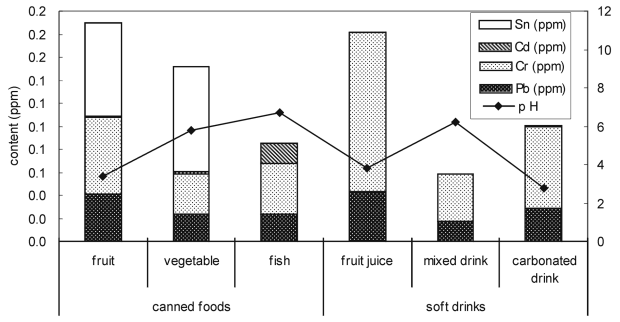

Fig. 6. Contents of Pb, Cr, Cd, and Sn and pH in canned foods and soft drinks.

Fig. 6은 납, 크롬, 카드뮴, 주석 총 함량과 pH를 나타낸 것으로 pH의 경우 탄산음료가 2.5~3.1 범위에서 평균 pH 2.8로 가장 낮았는데 이는 음료에 주입된 탄산에 의한 것으로 산성이 매우 강하기 때문에 습관성 음용시 구강내 산도를 떨어뜨려 치아를 손상시킬 우려가 있는 것으로 사료된다.

현행 국민영양조사는 외식과 가공식품의 섭취량이 적절하게 감안되지 못하고 있으며 현재 대표치로 산출되어 있는 수치들은 과거의 오랜 가구별 조사형식의 결과로써 개인별 개별 식품 소비의 편차를 잘 설명해 주지 못하는 문제점을 안고 있었다[42]. 따라서 이러한 제한점이 개선된 보다 현실적인 접근방식의 도입이 필요하며 가공식품 전반에 걸친 영양학적 위생학적 평가가 수행되어야 한다고 판단된다.

국문요약

본 연구는 가장 대중적인 가공식품이라 할 수 있는 통조림류, 청량음료류 등에 있어서의 중금속 함량을 분석하고 안전성과 오염 정도에 대한 기초자료를 제공하고자 2000년 3월에서 2001년 2월말까지 서울시내 대형 유통 매장에서 판매 중인 통조림, 청량음료 총 24종 120건을 채취하여 납(Pb), 크롬(Cr), 카드뮴(Cd), 주석(Sn) 함량을 측정한 결과, 통조림에 있어서의 납의 평균 함량은 과일통조림이 0.041ppm으로 가장 높았고, 농산물통조림과 수산물통조림은 0.024ppm으로 나타났으며 청량음료류는 과일쥬스류가 0.043ppm으로 가장 높았으며 탄산음료(0.029ppm), 혼합음료(0.017ppm) 순으로 나타났다. 이와 같이 과일 원료인 제품에서 납 함량이 높게 나타난 것은 원료 자체에 의한 영향보다는 과일 유기산에 의한 산도의 증가에 의하여 중금속의 용출이 증가했다는 연구 결과와 일치하는 결과라 판단되며, 또한 수산물 통조림의 납 함량이 과일, 채소류 통조림보다도 낮게 나타난 것은 시료로 사용된 참치, 꽁치, 고등어통조림의 경우 이미 가공과정에서 중금속 함량이 높은 내장과 껍질 부위의 많은 부위가 제거되었기 때문인 것으로 판단되었다. 크롬함량의 경우 납과 유사하게 과실 원료인 통조림과 과실쥬스류에서 높게 나타났으나 이것은 총 크롬 함량이므로 3가 크롬과 6가 크롬의 함량에 대한 구체적인 연구가 이어져야 할 것으로 생각되었다. 카드뮴 함량은 통조림과 청량음료의 경우 수산물 통조림을 제외하면 매우 낮은 수준을 나타냈는데 특히 청량음료의 경우 식품위생법상의 기준이 0.1ppm인 것에 비해 점반적으로 수ppb 수준으로 나타나 기준으로서의 필요성에 대한 제고가 필요한 것으로 판단되었다. 통조림과 청량음료의 주석 함량은 과일 원료인 경우 가장 높은 함량을 나타내었으며 농산물 통조림의 경우 특히 죽순 통조림의 주석 함량이 매우 높아 최고 61.960ppm을 나타내었는데 죽순 자체의 산도가 높지 않은데도 통조림의 주석 함량이 높은 것은 죽순 가공과정에서 갈변을 방지하기 위하여 처리한 아황산염의 영향으로 산도가 낮아진데 기인한 것으로 판단되었다. 우리나라의 경우 외식과 가공식품의 섭취량이 과거에 비해 점차 증가하고 있으며 식생활에 미치는 영양도 급격히 증가하고 있는 추세이므로 보다 현실적인 접근방식에 의한 가공식품 전반에 걸친 영양학적 위생학적 평가가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 문수재. 한국인의 영양문제. 한국영양학회지 **29**(4), 371-380 (1996).
2. 권태완, 강수기. 한국식생활문화학회지 **8**(4), 351-358 (1993).
3. 이서래, 이효민, 허근, 이미경. 한국인을 위한 식품 평균소비량(1990년대) 자료의 최적화. 한국식품위생안전성학회지 **15**(2), 68-78 (2000).
4. E.J, Underwood : Trace elements in Human and Animal Nutrition. 48-93 (1962).
5. De Groot, A.P.: Subacute toxicity of inorganic tin as influenced by dietary levels of iron and copper. Food and Cosmetics Toxicology. **11**, 955-959 (1971).
6. Greger, J.L. and Johnson, M.A. : Effect of dietary tin on zinc, copper and iron utilization by rats. Food and Cosmetics Toxicology. **19**, 163-168 (1981).
7. 공혜정, 박선영, 유재연, 조소희, 주경아, 송숙자, 이진희, 정

근희 : 쌀, 토양, 물, 그리고 야초의 중금속 함량에 대한 연구. 삼육대학교논문집. **26**, 193-198 (1994).
8. 김상구, 장봉기, 이진우, 김두희 : 대구시내 및 인근지역의 토양과 쑥중의 중금속 함량. 경북대학교 환경과학연구소, **7**, 221-234 (1993).
9. 김두희, 송정달 : 금호강 유역의 수질, 토양 및 무의 중금속 함량. 경북대학교 산업개발연구소연구보고, **12**, 131-144 (1984).
10. 김재봉, 김동한, 정연보, 오재기, 장성기, 최광수, 강덕희: 중금속에 의한 토양오염과 농작물내 함량의 상관관계에 관한 연구. 국립환경연구소보, **2**, 203-211 (1980).
11. 강주성, 박석환, 정문식 : 서울시 일부지역에서 재배한 채소류 및 토양중 중금속 함량에 관한 연구. 한국환경위생학회지, **20**(2), 55-63 (1994).
12. 승정자. 극미량원소의 영양. 민음사, 서울, 16-24 (1996).
13. 김길생, 김창민, 소유섭, 서석춘, 정소영, 유순영, 송경희, 김종성, 이해빈 :식품중의 무기 금속에 관한 연구. 국립보건원보 **31**, 437-450 (1994).
14. 원경풍, 김창민, 소유섭, 서석춘, 정소영, 유순영, 송경희, 김종성, 김형도, 김길생 :식품 중의 미량금속에 관한 연구. 국립보건원보 **32**, 456-469 (1995).
15. 박건용, 정현주, 두옥주, 전수진, 오영희, 서병태, 한상운, 오수경 :농산물 중의 무기 금속 함유량에 관한 조사. 서울특별시 보건환경연구원보 **31**, 101-108 (1995).
16. 김일영, 김복순, 신기영, 전옥경, 김성단, 장민수, 윤용태, 이은순, 강희곤 : 농산물 중의 잔류농약 및 무기 금속에 관한 조사. 서울특별시 보건환경연구원보 **32**, 163-170(1996)
17. Lee, N.K., Yoon, J.Y. and Lee, S.R. : Changes in heavy metals and vitamin C content during the storage of canned and bottled orange juices. Korean J. Food Sci. Technol., **27**, 742-747 (1995).
18. Chung, J.K., Lee, K.H., Lee, S.J., Park, S.W., Park, W.W., Shin, S.C. and Moon, S.I. : Study on the heavy metal contents of canned foods. Annual Report of Kyong Sang Buk-do, Institute of Health and Environment. **6**, 39-53 (1993).
19. 전옥경, 한선희 : 청량음료류 중 무기금속의 함량에 관한 연구. 한국식품위생안전성학회지 **15**(4), 344-350 (2000).
20. 韓國食品工業協會. 食品公典 (2001).
21. Flame Atomization Analysis Guide for Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrometry. Hitachi, Ltd. 1st ed. Japan. (1997).
22. Graphite Furnace Atomization Analysis Guide for Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrometry. Hitachi, Ltd. 1st ed. Japan. (1997).
23. Reilly, L.: Metal contamination of food. Applied Science Publishers, London, p. 1 (1980).
24. 김동훈: 통조림 식품. 문운당. 서울, p. 147 (1984).
25. 환경청: 화학물질의 독성 및 유해성. 환경청, 서울, p. 161-164 (1985).
26. 허남칠, 김충모, 최경철, 나환식 : 농산물 통조림의 저장기간에 따른 pH 및 중금속 변 화. 한국식품영양과학회지. **29**(3), 380-383 (2000).
27. Klomme, D. R. and Johnson, D. R. : Amelroration of mercuric chloridenduced acute renal failure by dithiothreitol, Toxicol. Appl. Pharmacol., **70**, 459-466 (1983).
28. Little. C., Olinescu, R., Read, K. G. and Brien. P. J.: Properties and regulation on glutathione peroxidase. J. Biol. Chem. **245**, 3632-3636 (1970).
29. Bakir, F., Rustam, H., Tikriti, S., A1-Damluji. S .F, Shihristani. H. : Clinical & epidemiological aspects of methylmercury poisoning. Postgrad. Med. J., **56**, 1-10 (1980).
30. Sakurai H. Sugita M. Tsuchiya K. : Biological response and subjective symptoms in low level lead exposure. Arch Environ Health : WHO. **29**, 157-163.
31. Zielehuis RL. Interrelationship of biochemical responses to the absorption of inorganic lead. Arch Environ Health, **23**, 299-311 (1971).
32. Aiert, ED. : Pollution indicator, fish consumption and the accumulation of Mercury in human hair, Marine Pollution Bulletin, **15**, 337-340 (1984).
33. Wimeyer, Stanley N., Bernad M. Mulbern, Frank J. Ligas, Richard J. Hensel, John E. Mathisen, Fred C. Robards and Sergei Postuplasky : Residues of organochlorine pesticides, Polychorinated Biphenyls and Mercury in Baldi Eagle Eggs and changes in shell thickness: 1969 and 1990. Pesticides Monitoring Journal, **6**, 50-55 (1972).
34. Hutzinger, . and A. A. M. Roof : Polychlorinated biphenyls and related halogenate compound, Analytical techniques in environmental Chemistry, Pergamon seris on Environmental Science, **3**, 167-184 (1978).
35. Schwarz, K. and Metz, W. : Arch. Biochem. Biophys., **85**, 292 (1959).
36. Mertz, W., E.W. Toepfer, E.E. Roginski and M.M. Polansky : Present Knowledge of the role of chromium. Fed. Proc. **33**, 2275 (1974).
37. Langolf F D, Chaffin D B, Henderson R, Whittle H. P. : Evaluation of workers exposed to elemental mercury using quantitative test to tremor and neuromuscular functions, Am Ind Hyf Assoc. J. **39**, 976 (1978).
38. Yamada, M. and Tonomura, K. : Formation of methyl mercury compounds from inorganic mercury by Clostridium Cochlearium. J. Ferment Technol., **50**, 159-166 (1972).
39. De Groot, A.P. : Subacute toxicity of inorganic tin as influenced by dietary levels of iron and copper. Food & Cosmetic Toxicology, **11**, 955-959 (1971).
40. Greger, J.L. and Johnson, M.A. : Effect of dietary tin on zinc, copper and iron utilization by rats. Food & Cosmetic Toxicology, **19**, 163-168 (1981).
41. 윤정의, 문윤희, 남궁석 : 최신 식품저장학. 선진문화사, 서울, p. 220 (1987).
42. 문현경: 우리나라의 국민영양 조사방법. 한국영양학회지. **27**, 509-524 (1994).