J. Fd Hyg. Safety 22(1), 52–56 (2007)

국내 유통 금속제 주방기구 중 납 및 안티몬 모니터링

이선희 · 정규진 · 이융국 · 성준현* · 엄미옥* · 이영자* · 임종균†
*한국생활환경시험연구원, *식품의약품안전청 용기포장팀*

Monitoring of Lead and Antimony in Metallic Kitchenware

Sun-Hee Lee, Kyu-Jin Jung, Yoong-Kook Lee, Jun-Hyun Sung*, Mi-ok Eom*, Yong-Ja Lee*, and Joung-Gyoon Lim†
*Korea Environment & Merchandise Testing Institute, *Korea Food & Drug Administration*
(Received February 5, 2007/Accepted March 9, 2007)

ABSTRACT – In order to offer monitoring data about standard and specification of metallic kitchenware, we carried out the material test and migration test of lead and antimony in 71 kinds of kitchenwares. As a result of this study, Pb was detected less than 0.06% at the material test and Sb was not detected in 71 kinds of kitchenwares. Pb was also detected less than 0.41 mg/L at the migration test. Currently according to the Food Code of Korea, Pb and Sb in metal product shall not exceed 10% and 5%, respectively and Pb migrated from metal product shall not exceed 1.0 mg/L. Therefore, our all data are not exceeding the standard and specification of metal product and show that all the kitchenwares in domestic circulation may be safe.

Key words: metals, kitchenware, material test, migration test

금속은 연성(힘을 가할 때 늘어나는 성질)과 전성(힘을 가할 때 펴지는 성질)이 커서 가공하기 쉬우며, 열과 전기가 잘 통해 열 및 전기전도도가 우수하고 변형이 없어 주방용기구로서는 전통적으로 오랫동안 사용되어 왔다. 금속은 크게 비중 4.6이상의 중금속과 비중 4.6 이하의 경금속으로 구분할 수 있는데, 대표적인 중금속으로는 Fe, Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, Hg 등이며, 경금속으로는 Al, Mg, Ti 등이다[2]. 이러한 금속들은 사용목적에 따라 다양한 합금제품을 생산할 수 있는데 합금이란 다른 금속원소나 비금속 원소를 섞어 성질을 개량하는 작업을 말한다[11]. 그 대표적인 예가 구리에 아연을 합금한 황동과, 구리에 주석을 합금한 청동이다. 또한 철에 니켈과 크롬을 합금하여 녹이 슬지 않고 강도 및 열전도도가 좋게 만든 것이 스테인리스이다. 합금의 비율에 따라 스테인리스의 종류는 다양하며, STS 304종이 현재 금속제 주방기구에서 가장 많이 사용되고 있으며, 그 사용 용도는 냄비, 주전자, 수저, 그릇, 키친툴 등 이다. 알루미늄은 비중이 철의 약 1/3 정도로 가벼운 금속으로 공기나 물에서 잘 녹슬지 않으며, 열 및 전기의 전도율이 좋아 주방기구로는 프라이팬, 냄비, 주전자, 불판 등에 많이 사용된다. 반면 단단하지 못한 단점이 있는데 최근 이러한 단점을 마그네슘, 구리, 규소, 아연 등과 합금하여 가벼우면서 강도가 큰 제품을 생산하여 주방기구 뿐 아니라 비행기 몸체와 기관, 자동차 부품 등에 널리 사용하고 있다[11]. 철광석을 코크스, 석회석과 함께 가열하는 철의 제련과정을 통해 용광로에서 얻어지는 선철은 다시 P, S, Mn 등의 불순물을 제거하여 강을 제조하는 정련공정인 제강공정을 거쳐 탄소함량에 따라 주철, 탄소강, 합금강, 특수강으로 구분되며[12], 주방용 기구로는 주로 C 3.0% 이상의 주철이 사용되며, 그 사용 용도는 불판, 주물솥 등에 사용된다. 단단하지만 녹이 잘 슨다는 단점이 있다. 구리와 아연을 합금한 황동은 색깔과 광택이 좋으며, 전성과 연성이 좋아 가공이 용이하여 기계부품이나 전기부품 등에 많이 사용되고 있으며, 구이용 불판으로도 많이 사용되었으나, 황동제 불판에서 납이 다량 검출되어 사회적 논란이 되면서[1], 현재는 주방기구로 거의 사용되지 않고 있다.

우리가 범용적으로 사용하고 있는 알루미늄, 스테인리스, 주철 등의 금속제 주방기구들의 제품은 꾸준히 다양한 형태로 개발되어지고 있으며, 이들 제품이 제조되는 과정에서 유해 중금속 오염을 간과할 수 없으므로 식품의약품안전청에서는 "기구 및 용기포장의 기준규격"에서 금속제 재질에 대하여 재질 및 용출규격을 설정하여 관리하고 있다[14]. 따라서

†Correspondence to: Sun-Hee Lee, Korea Environment & Merchandise Testing Institute, 459-28, Gasan-Dong, Geumchon-Gu, Seoul, Korea
Tel: 82-2-2102-2573, Fax: 82-2-855-18092
E-mail: olive-sun@hanmail.net

본 연구에서는 국내 유통 중인 금속제 주방기구 중 Pb 및 Sb의 잔류량 및 용출량을 시험하여 이들 제품의 안전성에 관한 실태를 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

대상검체

국내 유통 프라이팬, 냄비, 불판, 주전자 등의 금속제 주방기구를 알루미늄, 스테인리스, 주철 등 재질에 따라 구분하여 주요 10개 도시(서울, 인천, 춘천, 청주, 대전, 대구, 전주, 광주, 울산, 부산)의 대형마트 및 재래시장에서 총 71품목을 구입하여 시료로 사용하였다(Table 1).

표준품 및 시약

표준물질로 사용한 Pb과 Sb은 Kanto Chemical사(Japan)에서 구입하였고, 표준용액을 희석하기 위해 사용한 Nitric acid와 용출시험에 사용된 Acetic acid는 모두 Wako Pure Chemical Industry에서 구입하여 사용하였다. 한편, 시험에 사용된 증류수는 비저항치가 18.2Ω·cm인 3차 증류수를 사용하였다.

표준용액의 조제

Pb과 Sb의 표준원액을 혼합하여 농도가 100 mg/L가 되도록 2% HNO_3으로 희석하여 제조한 후, 검량선 작성을 위해 혼합표준 용액을 0.1, 1.0 그리고 10.0 mg/L가 되도록 2% HNO_3로 희석하여 표준용액을 제조하였다.

Table 1. Classification of the samples

Classification		No. of samples
Materials	Aluminium	41
	Stainless steel	27
	Iron	3
Products	grill	10
	pot	27
	pan	11
	kettle	11
	vessel	11
	bucket	1
Area	Seoul	19
	Incheon	7
	Chuncheon	8
	Cheongju	3
	Daejeon	3
	Daegu	11
	Jeonju	3
	Gwangju	3
	Ulsan	7
	Busan	7
Total		71

Table 2. The operating conditions of ICP-OES

Model	Perkin Elmer Optima 5300DE series
RF power	1300 W
Plasma gas(Ar)	15.0 L/min
Aux. gas(Ar)	0.2 L/min
Carrier gas(Ar)	0.8 L/min
Pump	1.5 mL/min
Nebulizer type	Cyclonic spray chamber
Spray chamber	Glass

재질시험

식품공전 제6. 기구 및 용기・포장의 기준・규격의 금속제 재질 시험방법에 따라 알루미늄, 스테인리스 및 주철의 금속제 주방기구 시료를 0.2 g 정도 긁어 취하고 질산(알루미늄의 경우는 희염산) 소량을 넣어 녹인 후 여과하여 100 ml로 정용하여 시험용액으로 하였다.

용출시험

식품공전 금속제 시험방법에 따라 검체를 물로 잘 씻은 다음 95°C로 가열한 침출용매(4% 초산)를 시료의 넘쳐 흐르는 면으로부터 5mm 아래까지 채운 후 95°C에서 30분간 유지하여 시험용액으로 하였다.

측정기기 및 측정

ICP Optical Emission Spectrometry(ICP OES; Optima 5300DE, Perkin-Elmer, MA, U.S.A)를 사용하여 Pb 220.353 nm, Sb 217.582 nm의 파장에서 분석하였다. 한편, 분석조건은 각각 Table 2와 같으며, 모든 시험은 3회 반복 실시하였다.

결과 및 고찰

재질시험

국내 유통되고 있는 금속제 주방용품 총 71품목을 구입하여 현행 식품공전 제6. 기구 및 용기포장의 기준규격의 재질별 규격 중 금속제 재질규격에 대하여 시험하였다. 현재 국내 금속제 주방기구에 대한 재질규격 기준은 Pb 10% 이하, Sb 5% 이하이다. 재질시험 결과를 Table 3~Table 5에 나타내었다. 41품목의 알루미늄 재질에서 Pb은 0.06% 이하로 기준치에 크게 못 미치는 수준이였으며, 스테인레스는 27개 모든 품목에서 Pb이 검출되지 않았고, 주철 3품목에서는

Table 3. The material test result of lead and antimony in aluminium kitchenwares tested according to Food Code (%)

Sampling Region	No. of samples	Pb	Sb
Seoul	AL 1	ND[1)]	ND
	AL 2	ND	ND
	AL 3	0.06	ND
	AL 4	0.01	ND
	AL 5	<0.01	ND
	AL 6	ND	ND
	AL 7	ND	ND
	AL 8	ND	ND
Incheon	AL 1	ND	ND
	AL 2	ND	ND
	AL 3	0.01	ND
	AL 4	0.05	ND
Chuncheon	AL 1	ND	ND
	AL 2	0.01	ND
	AL 3	ND	ND
	AL 4	ND	ND
	AL 5	ND	ND
	AL 6	ND	ND
	AL 7	ND	ND
Chungju	AL 1	ND	ND
	AL 2	ND	ND
	AL 3	0.04	ND
Daejeon	AL 1	0.01	ND
	AL 2	ND	ND
Jeonju	AL 1	ND	ND
	AL 2	ND	ND
	AL 3	ND	ND
Gwangju	AL 1	ND	ND
	AL 2	ND	ND
	AL 3	ND	ND
Daegu	AL 1	ND	ND
	AL 2	ND	ND
	AL 3	ND	ND
	AL 4	0.03	ND
	AL 5	ND	ND
Ulsan	AL 1	ND	ND
	AL 2	0.01	ND
	AL 3	<0.01	ND
	AL 4	ND	ND
Busan	AL 1	ND	ND
	AL 2	ND	ND

[1)] ND : not detected (detection limit : 0.001).

Pb이 0.01% 이하로 검출되었다. 또한 Sb의 경우는 71품목 모든 금속제 주방기구에서 검출되지 않았다. 이 연구결과에서 보여지는 바와 같이 국내 유통 중인 금속제 주방기구들은 현행 국내 기준규격[14)]에 모두 적합한 것으로 확인되어 알루미늄, 스테인리스 및 주철 등 주방용기구에서 Pb과 Sb은 매우 안전한 수준이었다. 이는 과거 폐금속의 재활용율이 높았던 반면 현재는 주방용 금속기구에 있어서는 폐금속의 재활용이 거의 없기 때문인 것으로 사료된다.

Table 4. The material test result of lead and antimony in stainless steel kitchenwares tested according to Food Code

(%)

Sampling Region	No. of samples	Pb	Sb
Seoul	STS 1	ND[1)]	ND
	STS 2	ND	ND
	STS 3	ND	ND
	STS 4	ND	ND
	STS 5	ND	ND
	STS 6	ND	ND
	STS 7	ND	ND
	STS 8	ND	ND
	STS 9	ND	ND
	STS 10	ND	ND
Incheon	STS 1	ND	ND
	STS 2	ND	ND
	STS 3	ND	ND
Daejeon	STS 1	ND	ND
Daegu	STS 1	ND	ND
	STS 2	ND	ND
	STS 3	ND	ND
	STS 4	ND	ND
	STS 5	ND	ND
	STS 6	ND	ND
Ulsan	STS 1	ND	ND
	STS 2	ND	ND
Busan	STS 1	ND	ND
	STS 2	ND	ND
	STS 3	ND	ND
	STS 4	ND	ND
	STS 5	ND	ND

[1)] ND : not detected(detection limit : 0.001)

용출시험

금속제 주방기구가 대부분 100°C 이상에서 사용되므로 용출조건을 95°C로 정하여 95°C로 가열한 침출용매(4% 초산)을 가득 채워 30분간 용출하여 ICP-OES로 Pb을 분석한 결과를 Table 6에 나타내었다. 분석 결과 모든 금속제 주방기구에서 Pb의 용출 기준 1.0 mg/L를 초과하지 않았다.

Table 5. The material test result of lead and antimony in iron kitchenwares tested according to Food Code (%)

Sampling Region	No. of samples	Pb	Sb
Seoul	Fe 1	<0.01	ND[1)]
Chuncheon	Fe 1	<0.01	ND
Ulsan	Fe 1	<0.01	ND

[1)] ND : not detected(detection limit : 0.001)

Table 6. The extraction test result of heavy metals in aluminium kitchenwares

Region	Migration of Lead in kitchenwares(mg/L)					
	Aluminium		Stainless		Iron	
	No. of Samples	Conc.	No. of Samples	Conc.	No. of Samples	Conc.
Seoul	AL 1	ND[1)]	STS 1	ND	Fe 1	0.02
	AL 2	ND	STS 2	ND	-	-
	AL 3	0.05	STS 3	ND	-	-
	AL 4	ND	STS 4	ND	-	-
	AL 5	0.05	STS 5	ND	-	-
	AL 6	ND	STS 6	ND	-	-
	AL 7	ND	STS 7	ND	-	-
	AL 8	ND	STS 8	ND	-	-
	-	-	STS 9	ND	-	-
	-	-	STS 10	ND	-	-
Incheon	AL 1	ND	STS 1	ND	-	-
	AL 2	ND	STS 2	ND	-	-
	AL 3	ND	STS 3	ND	-	-
	AL 4	ND	-	-	-	-
Chun-cheon	AL 1	ND	-	-	Fe 1	0.03
	AL 2	0.41	-	-	-	-
	AL 3	ND	-	-	-	-
	AL 4	0.06	-	-	-	-
	AL 5	ND	-	-	-	-
	AL 6	ND	-	-	-	-
	AL 7	ND	-	-	-	-
Chungju	AL 1	ND	-	-	-	-
	AL 2	ND	-	-	-	-
	AL 3	ND	-	-	-	-
Daejeon	AL 1	0.02	STS 1	ND	-	-
	AL 2	ND	-	-	-	-
Jeonju	AL 1	ND	-	-	-	-
	AL 2	0.02	-	-	-	-
	AL 3	ND	-	-	-	-
Gwangju	AL 1	ND	-	-	-	-
	AL 2	ND	-	-	-	-
	AL 3	ND	-	-	-	-

Table 6. Continued

Region	Migration of Lead in kitchenwares(mg/L)					
	Aluminium		Stainless		Iron	
	No. of Samples	Conc.	No. of Samples	Conc.	No. of Samples	Conc.
Daegu	AL 1	ND	STS 1	ND	-	-
	AL 2	ND	STS 2	ND	-	-
	AL 3	ND	STS 3	ND	-	-
	AL 4	0.15	STS 4	ND	-	-
	AL 5	ND	STS 5	ND	-	-
			STS 6	ND	-	-
Ulsan	AL 1	ND	STS 1	ND	Fe 1	ND
	AL 2	ND	STS 2	ND	-	-
	AL 3	0.02	-	-	-	-
	AL 4	ND	-	-	-	-
Busan	AL 1	ND	STS 1	ND	-	-
	AL 2	ND	STS 2	ND	-	-
	-	-	STS 3	ND	-	-
	-	-	STS 4	ND	-	-
	-	-	STS 5	ND	-	-

[1)] ND : not detected(detection limit : 0.01)

1998년 식품의약품안전청의 금속제 주방기구에서 유해중금속 용출에 관한 연구[1)]에서 납이 함유되어 있는 황동 재질 중 Pb 함량에 따른 Pb의 용출량 시험에서 현행 공전의 금속제 용출규격 1.0 mg/L를 만족시키기 위해서 재질에서는 Pb의 함량이 0.2%가 되어야 한다는 보고한 바 있다. 본 시험에서 재질 중 검출된 Pb의 함량은 최고 0.06%로서 용출규격을 초과하기에 훨씬 낮은 함량이었음을 알 수 있었다. 일부 알루미늄 제품 경우 순도가 낮은 저가의 제품에 포함된 Pb이 용출되었는데 그 수준은 0.02~0.41 mg/L이였으며, 무쇠 불판 3품목 중 1품목에서만 Pb이 0.02 mg/L 용출되어 금속제 용출 기준인 1.0 mg/L에 못 미치는 안전한 수준이었다. 그러나 제품시장의 다양화와 함께 제품 사용 목적에 따라 다양한 합금제품들이 개발되어지고 있으므로 이들 금속제 주방기구에 대한 모니터링이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 말씀

본 논문은 용기 포장 중 유해물질 안전관리사업(관리번호 : 05062 용포안 024, 기구 및 용기포장중 유해물질 모니터링(I), 1차년도)의 일환으로 수행된 연구결과의 일부이며 연구비를 지원해준 식품의약품안전청에 감사하는 바이다.

국문요약s

본 연구는 국내 유통 중인 프라이팬, 냄비, 주전자, 불판 등 금속제 주방기구 총 71품목을 대상으로 안전성 및 오염 정도에 대한 기초 자료를 제공하고자 실시되었다. 현행 식품공전 금속제의 재질 규격은 Pb 10%, Sb 5% 이하이며 용출 규격은 Pb 1.0 mg/L 이하이다. 알루미늄, 스테인리스 및 주철 총 71품목의 금속제 주방기구에 대한 재질시험 결과 Pb은 0.06% 이하로 검출되었으나 기준이하였으며 Sb은 모든 제품에서 검출되지 않았다. 또한 이들 주방기구의 용출시험 결과에서도 기준치이하인 0.41 mg/L의 Pb이 검출되어 국내 유통 중인 금속제 주방기구는 기준규격에 적합한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 이광호, 권기성, 곽인신, 전대훈, 최병희, 유승석, 김성욱, 이선희 : 금속제 기구 및 용기포장의 유해물질에 관한 조사연구, *The Annual Report of KFDA*, **2**, 126-139 (1998).
2. Reilly, C : Metal Contamination of Food, Its Significance for Food Quality and Human Health, Blackwell Science, 3rd edition (2001).
3. Agarwal. P., Srivastava, S., Srivastava, M.M., Prakash, S., Ramanamurthy, M., Shrivastav, R. and Dass, S. : Studies on leaching of Cr and Ni from stainless steel utensils in certain acids and in some Indian drinks, *The Science of the Total Environment*, **199**, 271-275 (1997).
4. Samsahl, K. : Metallic contamination of food during preparation and storage: Development of methods and some preliminary results, *The Science of the Total Environment*, **8**, 165-177 (1977).
5. 최용욱 : 흐름주입분석법에 의한 주방용기로부터 용출된 알루미늄의 정량, *한국물환경학회지*, **20**(3), 281-289 (2004).
6. Takeda, Y., Kawamura, Y. and Tamada, T. : Dissolution of Aluminum from Aluminum Foil Products in Food-Simulating Solvents, *Journal of Food Hygienic Society of Japan*, **39**(3), 178-183 (1998).
7. Takeda, Y., Kawamura, Y. and Tamada, T. : Migration of Aluminium from Disposable Aluminium Foil Vessels into Foods, *Journal of Food Hygienic Society of Japan*, **40**(2), 172-177 (1999).
8. Stewsand, G.S., Stamer, J.R., Kosikowski, F.V., Morse, R.A and Lisk, D.J. : Cr and Ni in acidic food and by product containing stainles steel during processing, *Environ. Contam. Toxicol*, **21**, 600-603 (1979).
9. Inoue, I., Ishiwala, H. and Yoshihira, K. : Aluminium levels in food simulating solvents and various foods cooked in Al pans, *J. Agric. Food Chem*. **36**, 599-601 (1988).
10. 원경풍 : 식품중의 미량금속에 관한 조사연구, The Annual Report of KFDA (1997).
11. 비철금속재료와 열처리, 기전연구사 (2004).
12. 철강재료, 희중당 (1994).
13. 금속용어사전, 성안당 (2003).
14. 식품공전 제6. 기구 및 용기篠汰揚« 기준 및 규격, 식품의약품안전청 (2005).