

알루미늄용기로 조리한 식품의 알루미늄 노출량 평가

첨가물검사팀 연구기획팀*

조성자 · 손여준 · 김미선 · 김은희 · 이현경 · 김동규* · 이성득 · 오영희 · 정 권

Aluminum Exposure Assessment of Foods Cooked Using Aluminum Containers

Food Additives Team

Sung-ja Cho, Yeo-joon Son, Mi-sun Kim,
Eun-hee Kim, Hyun-kyung Lee, Dong-gyu Kim*,
Sung-deuk Lee, Young-hee Oh and Kweon Jung

Abstract

Change in aluminum content of instant-cooking food and barbecued of meat and side dishes was investigated. The concentration of aluminum was analyzed using inductivity coupled plasma. The average aluminum content of instant cooked food in an aluminum container was 4.25 ± 3.76 mg/kg, which was 2.1 times higher than that before cooking. In the barbecue-grilled non-seasoned meat, the aluminum content changed from 1.01 ± 0.30 mg/kg to 2.72 ± 1.08 mg/kg, a 2.7-times increase before cooking followed by duck meat and pork. In the case of seasoned meat, the aluminum content of soy sauce-seasoned meat decreased, while the aluminum content of red pepper sauce-seasoned meat increased after cooking. Potatoes, sweet potatoes, mushrooms, and garlic, which are frequently consumed as side foods in barbecue dishes, also increased in aluminum content after cooking. In the case of garlic, the aluminum content increased by 60% when it was soaked in sesame oil. Potatoes and sweet potatoes were wrapped in aluminum foil and barbecued, which caused their aluminum content to increase. Baked potatoes and sweet potatoes showed high contents of aluminum in their shells. These analyses the aluminum risk of food cooked in aluminum containers led to the safe range being evaluated at 0.35-0.70% of %PTWI.

Key words : aluminum, instant cooking food, barbecue, garlic, %PTWI

서 론

알루미늄은 산소와 규소 다음으로 지구상에 다량으로 널리 존재하는 원소로 특히 식물 기반 식품의 자연 성분이다(1). 알루미늄은 가볍고 내구성이 큰 특성 때문에 원자재 및 재료로 많이 사용된다. 특히 식품 산업에 있어서는 가볍고 녹이 잘 슬지 않아 알루미늄 캔이나 알루미늄 포일을 만드는 데 사용된다. 인간에 대한 알루미늄 노출의 주요 원인 중 하나는 식품 중 자연적인 존재를 제외하고는 특정 알루미늄 함유 첨가제를 함유한 식품이 있을 수 있다. 알루미늄은 일부 가공식품의 경우 착색, 팽창목적의 식품 첨가물에 사용되어지며 국내의 경우 14종의 알루미늄을 함유한 식품첨가물이 허용되고 있으며 의약품 중 제산제 등에 다량 함유되어 있다. 최근 몇 년 동안 알루미늄 섭취 안전성에 대해 반복적인 의문이 제기되고 있다. 알루미늄은 경구 섭취 후 신장에서 소변으로 배출되기 때문에 위장관에서 흡수될 확률은 매우 낮으며 시트르산이나 아스코브산염 같은 특정 이온의 존재 하에서 흡수율이 증가 할 수 있다(2). 건강한 정상인에게 음식을 통한 알루미늄의 독성효과는 낮다고 할 수 있으나 만성신부전 같은 신장질환 환자의 경우 축적된 알루미늄이 독성을 유발하는 것으로 알려졌다. 알루미늄과 같이 가벼운 금속은 제거가 느리고 불완전하여 나이가 증가함에 따라 축적되어 특히 뇌질환과 골이영양증, 비혈 등을 유발한다고 보고되고 있다(3, 4). 이러한 이유로 알루미늄의 신경독성과 관련이 있는 노인성 치매인 알츠하이머와의 연관성에 대한 논란이 지속되고 있다(5, 6). 그러나 아직까지 알루미늄 섭취와 알츠하이머병을 연관 지을 일관된 과학적 증거가 제시되고 있지 못해 세계보건기구(WHO)에서는 알루미늄의 축적이 알츠하이머병의 원인이 될 것 같지 않다고 이야기하고 있다(7).

신경독성과 뼈 발달 영향 이외에도 알루미늄은 생식 및 태아 독성의 잠재성에 대해 연구되고 있다. 이러한 태아독성은 모유나 영유아용 조제식 등의 섭취를 통한 알루미늄의 섭취에 의한 것으로 보여지나 Hawkins등(8)은 모유나 영유아용 조제식을 통한 알루미늄 섭취가 크게 영향을 주지 않

는 것으로 보고하였다.

이에 국제식량농업기구/세계보건기구 합동 식품 첨가물 전문가 위원회(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)에서는 인체 위해성 여부를 판단하는 독성수치로써 잠정주간섭취허용량(PTWI, Provisional Tolerable Weekly Intake)을 1 mg/kg b.w/week으로 설정하였으나(9), 2011년 NOAEL(no observed adverse effect level)인 30 mg/kg b.w/day와 안전계수(safety factor) 100을 고려하여 기존 잠정주간섭취허용량이 적절하지 않다고 판단하여 이를 철회하고 2 mg/kg b.w/week으로 설정하였다(10). 국내의 경우 식품의약품안전처에서 식품 중 알루미늄은 주로 곡류, 채소류, 어패류 등에 많이 함유되어 있으나 FAO/WHO 식품첨가물분과 위원회의 잠정주간섭취량과 비교할 경우 3.1452 mg/person/day로 크게 우려할 수준은 아니라고 보고하고 있다(11).

알루미늄의 섭취는 식품의 자연 성분뿐 아니라 조리 기구나 주방 장비, 포장 재료같이 알루미늄을 함유한 제품에서 식품에 접촉되어 이행 될 수 있다. 조리에 사용되는 알루미늄 기구는 열의 전도가 좋고 가볍고 가격이 저렴하며 피막 없이 손쉽게 취급할 수 있는 장점 때문에 전문 조리용 도구 및 가정용 일회용 포일, 업무용 포일, 냉동식품 등의 보관 용기 등의 재료로 수요량이 증가하고 있다(12).

알루미늄 섭취원으로는 식품에 함유된 양도 중요하지만 조리 과정에 사용하는 용기로 부터의 이행양도 주의해서 봐야한다. 조리 용기로 부터의 알루미늄 용출 및 그 위해성 논의는 계속되고 있으며 알루미늄의 용출은 식품의 조리 시간, pH와 식품의 종류, 조리 방법 등에 의해 달라지는 것으로 알려져 있다(13~15). 특히 알루미늄 조리 기구는 산성이나 염분이 많은 식품을 조리시 알루미늄 용출량이 증가한다는 보고도 있다(16,17). 독일연방위해평가원에서는 코팅되지 않은 알루미늄 메뉴 트레이에서 식품으로의 알루미늄 이행에 대해 보고하였는데 급식기관에 사용되는 알루미늄 메뉴 트레이에 2시간동안 따뜻한 음식을 보관할 경우 모든 시료에서 유럽이사회의 정하는 양을 초

과하여 검출되었다고 보고하고 있다(18).

이에 본 연구에서는 야외나 집에서 간편하게 즉석조리할 수 있는 알루미늄용기 포장의 즉석조리 식품 및 캠핑 등 야외활동에서 주로 사용하는 조리법인 바비큐에서 알루미늄 용기를 사용하였을 때 식품으로의 이행에 의한 알루미늄 함량의 변화를 측정 안전성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

2017년 서울시 소재 대형마트에서 유통되는 알루미늄 용기 포장의 즉석조리식품(전골류, 볶음류, 과자류), 양념육, 사이드 음식(버섯, 마늘, 감자, 고구마)과 바비큐 시설이 설치되어 있는 정육식당에서 고기(소고기, 돼지고기 목살, 돼지고기 삼겹살, 오리고기)를 구입하여 분석하였다.

2. 시약 및 기구

본 실험에 사용된 알루미늄 분석을 위한 표준품은 Al standard for ICP(Sigma-Aldrich, U.S.A)를 사용하였고, 시료 분해를 위한 질산은 유해중금속용(Wako, Japan)을 사용하였다. 실험에 사용한 초차는 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 재질을 이용하였다.

3. 전처리 및 기기분석

시료는 즉석조리식품은 전기광파오븐으로 동일 조건(180℃, 15min)으로 조리하였으며, 육류, 마늘, 버섯 등의 바비큐 구이 음식은 바비큐 시설이 설치되어 있는 정육 식당 실외에서 알루미늄 용기를 이용하여 조리하였다. 감자와 고구마는 알루미늄 포일에 싸서 바비큐 숯불에 넣어 구웠다. 조리 전후의 시료는 비금속도구를 사용하여 균질화 하였다. 조리 전·후의 알루미늄 함량 변화를 조사하기 위해 균질화 된 조리 전 시료와 조리 후 시료를 약 5g 취하여 건식분해한 후 0.5 N 질산을 이용하여 희석하여 ICP(perkinelmer Co. U.S.A)를 이용하여 3회 반복 분석하였으며 분석조건은 표 1과 같다

Table 1. ICP-OES operating condition of aluminum analysis

Parameter	Condition
RF power	1300 Watt
Plasma gas flow	12.0 L/min
nebulizer gas flow	0.55 L/min
Auxiliary gas flow	0.2 L/min
Wavelength	369.152

4. 검출한계 및 정량한계

보정선은 표준용액을 0.5 N 질산에 희석하여 0.05~50 µg/ml로 조절하여 ICP-OES의 보정선을 작성하였고 다음과 같은 방법(19)으로 검출한계(limit of detection, LOD)와 정량한계(limit of Quantitation, LOQ)를 구하였다

$$LOD = 3 \times \frac{\text{Standard deviation of the blank}}{\text{The slope of the calibration curve}}$$

$$LOQ = 10 \times \frac{\text{Standard deviation of the blank}}{\text{The slope of the calibration curve}}$$

5. 통계처리

통계분석은 IBM SPSS Statistics 24 프로그램을 이용하여 알루미늄 함량의 조리 전·후 비교 분석을 위한 평균과 표준편차 등의 기술통계량을 산출하였으며 통계적 유의성 검증을 위하여 t-검정(t-test)와 일원배치 분산분석(ANOVA, a=0.05)을 이용하였다.

6. 알루미늄 노출량 평가

간편조리식품 및 육류 섭취를 통한 알루미늄 노출량을 추정하기 위한 식품섭취량 자료는 국민건강 영양성분조사(20)를 참고하였다. 각 시료의 알루미늄의 분석 값을 이용하여 알루미늄 추정식이 섭취량(estimated daily intake, EDI)를 산출하였다. 식품 섭취에 의한 알루미늄의 노출량 평가를 위하여 국제식량농업기구/세계보건기구합동식품첨가물전문가위원회에서 설정한 잠정주간섭취허용량(PTWI)인 2 mg/kg b.w를 이용하여 추정주

간식이섭취량(Estimated weekly intake, EWI) 과 잠정주간섭취허용량(PTWI)를 비교하여 %PTWI 로 위해도를 결정하였다.

결과 및 고찰

알루미늄 분석을 위한 보정선은 0.9997 이상의 정의 상관관계(r^2)를 보였으며 검출한계는 0.01 mg/kg, 정량한계는 0.03 mg/kg이었다.

알루미늄 용기에 포장된 즉석조리식품은 국물의 양에 따라 전골류, 볶음류, 과자류로 분류하였으며 가열 전·후 알루미늄의 함량 변화는 표 2에 나타내었다. 즉석조리식품 전체의 조리 전 평균 알루미늄 함량은 2.05 ± 1.43 mg/kg이었으며 조리 후에는 4.25 ± 3.76 mg/kg으로 2.1배 정도 증가하였다. 전골류와 쿠키나 케이크 종류의 과자류는 조리 후 약 1.8배, 볶음류는 2.7배 증가하여 전골류나 과자류에 비해 높은 증가율을 나타내었다. 볶음류의 조리 후 알루미늄 함량 증가량이 다른 종

류의 식품군에 비해 높은 것은 전골류의 경우 볶음류에 비하여 수분량이 많아 식품 조리시 조리 용기와의 직접적인 접촉이 적기 때문인 것으로 생각된다.

육류 구이에 대한 알루미늄 함량 변화 실험 결과는 표 3, 4에 나타내었다. 비양념 육류인 소고기, 돼지고기(목살), 돼지고기(삼겹살), 오리고기는 조리 후 알루미늄 함량이 증가하였다. 비양념 육류의 구이전 알루미늄 함량은 평균 $1.17(0.25 \sim 4.17)$ mg/kg으로 오리고기가 1.73 ± 1.13 mg/kg으로 제일 높게 나타났으며 소고기, 돼지고기 목살, 돼지고기 삼겹살 순이었다. 구이 후 알루미늄 함량 평균은 $1.86(0.70 \sim 4.22)$ mg/kg였으며 소고기의 알루미늄 함량이 2.72 ± 1.08 mg/kg으로 제일 높았으며 돼지고기 목살의 알루미늄 함량이 제일 낮게 나타났다.

각각의 육류 종류에 따른 알루미늄 함량은 유의적인 차이가 있었다. ($p < 0.01$) 각각의 육류에서 구이 전 후의 알루미늄 함량을 비교하여 보면 소고기가 구이 전 1.01 ± 0.30 mg/kg에서 구이 후

Table 2. Comparison of Aluminum residues before and after cooking in instant food

	(mg/kg)							
	Total		Stew		Stir-fried		Cookies	
	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	Cooked
Al	2.05 ± 1.43	4.25 ± 3.76	2.40 ± 1.55	4.27 ± 2.23	1.67 ± 1.27	4.45 ± 5.02	2.02 ± 1.16	3.67 ± 3.45

* Mean \pm S.D of triplicate

Table 3. Comparison of Aluminum residues before and after cooking in meat

	(mg/kg)							
	Beef		Pork neck		Pork belly		Duck	
	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	Cooked
Al	1.01 ± 0.30	2.72 ± 1.08	0.75 ± 0.36	0.91 ± 0.14	1.20 ± 0.79	1.32 ± 0.20	1.73 ± 1.13	2.48 ± 1.01

* Mean \pm S.D of triplicate

Table 4. Comparison of Aluminum residues before and after cooking in seasoned meat

	(mg/kg)							
	Beef(soy sauce)		Pork(soy sauce)		Pork(red pepper sauce)		Duck(soy sauce)	
	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	cooked
Al	0.52 ± 0.21	0.37 ± 0.08	1.57 ± 0.89	0.55 ± 0.07	0.43 ± 0.15	0.94 ± 0.72	0.98 ± 0.54	0.72 ± 0.23

* Mean \pm S.D of triplicate

2.72±1.08 mg/kg로 2.7배, 돼지고기 목살은 1.2배, 돼지고기 삼겹살은 0.8배, 오리고기는 1.3배 가량 증가하였다. 돼지고기류 보다 소고기의 알루미늄 함량이 구이 후에 많이 증가한 것은 돼지고기가 지방이 많아 구이 시 기름의 유출로 알루미늄 용기에 피막을 형성하여 용기와 고기의 접촉을 방해 알루미늄이 고기로 이행되는 것을 억제하는 것으로 보인다. 또한 알루미늄이 산성조건에서 용출이 많다는 결과(17, 21)와 각 식육의 pH 범위가 소고기 pH 5.6~5.8, 돼지고기 pH 5.8~6.2, 오리고기 pH 6.5~6.7인 것과 비교하면 소고기 구이가 다른 육에 비해 알루미늄 함량이 높은 것으로 보인다.

양념육의 구이 전 평균 알루미늄 함량 0.87 (0.19~2.80) mg/kg이었으며 구이 후의 평균 함량 0.64(0.26~2.14) mg/kg으로 유의적으로 차이를 나타냈다.(p<0.01) 간장 양념육은 구이 후 알루미늄 함량이 감소하는 경향을 나타내었으나 고추장 양념에서는 반대로 구이 후 알루미늄 함량이 높았다. 대부분 마트에서 판매되는 소고기나 오리고기 등의 양념육은 간장양념육이 많았으며 돼지고기의 경우 고추장을 양념으로 한 제품을 판매하고 있었다. 고추장으로 양념한 돼지고기는 구이 전 0.43±0.15 mg/kg에서 0.94±0.72 mg/kg으로 알루미늄 함량이 2.2배 증가하였다. 간장양념육과 고추장 양념육의 알루미늄 함량 변화가 서로 다르게 나타나는 것은 양념 시 포함되는 채소들이 구이과정 중 알루미늄 용기와 부착되거나 구이 후 생기는 수분양에 따른 알루미늄 용기와 육류와의 접촉면에 대한 차이 때문인 것으로 여겨진다. 양념육을 구이 할 때 고추장 양념육은 간장 양념육에 비하여 수분이 적게 생성되어 알루미늄 용기에 접촉되는 정도가 크게 나타났다. 또한 간장과 고

추장의 pH를 측정하면 간장은 pH 7.0~7.5, 고추장은 pH 6.0~7.0로 고추장 양념이 산성에 가까워 알루미늄 용출이 많이 일어난 것으로 생각된다. 이는 실험에 사용한 알루미늄용기를 기구 및 용기포장공전의 금속제 용출시험용액 조제조건인 pH에 따른 용출 용매인 물과 0.5% 시트르산 용액을 이용하여 알루미늄의 용출 실험한 결과 pH 3.5인 0.5% 시트르산 용액으로 용출한 시험용액의 알루미늄 함량이 물로 용출한 시험액에 비해 높게 나타나는 경향을 보이는 것과 같이 알루미늄 용기를 이용하여 조리하는 음식의 pH가 알루미늄 용출에 영향을 주는 것으로 나타났다.

바비큐에서 육류이외의 사이드 음식으로 즐겨 먹는 감자, 고구마, 버섯, 마늘의 가열 조리 전, 후 알루미늄의 함량이 변화는 표 5에 나타내었다. 마늘의 알루미늄 함량은 1.76±0.67 mg/kg이었으며 마늘을 알루미늄 용기에서 직접 구울 경우 1.9배, 용기에 참기름을 첨가하여 구울 경우 1.6배의 함량 증가를 나타내었다. 마늘구이의 조건 간 알루미늄 함량은 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 마늘을 참기름에 침지하여 구우면 참기름이 알루미늄 용기와 마늘 사이에 피막을 형성하여 마늘만 구울 때 보다 알루미늄의 이행을 줄일 수 있다. 버섯의 알루미늄 함량 변화는 구이 전 1.34±0.36 mg/kg에서 1.95±0.31 mg/kg으로 1.4배 증가하였다. 바비큐에서 감자와 고구마를 알루미늄 포일로 감싸 숯불에 구울 경우 알루미늄 포일로부터 알루미늄의 이행이 일어나는 것을 알 수 있었다. 감자는 1.2배, 고구마는 2배의 알루미늄 함량이 증가량을 나타내었다.

알루미늄 포일로 감싸 구운 감자나 고구마의 껍질이 있는 상태와 껍질을 제거한 상태의 알루미늄 함량을 조사하였다(표 6). 감자와 고구마의 경우

Table 5. Comparison of Aluminum residues before and after cooking in barbecue side dish

	Garlic		Mushroom		Potapo		Sweet potapo	
	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	Cooked	Control	Cooked
Al	1.76±0.67	3.33±0.24	1.34±0.36	1.95±0.31	4.55±0.83	5.55±2.57	2.33±0.49	4.61±1.11

* Mean ± S.D of triplicate

껍질을 제거하지 않은 것이 껍질을 제거한 것 보다 알루미늄 함량이 각각 1.7배, 1.4배 정도 더 많은 것으로 나타났다. 앞선 실험에서 포일을 싸서 구울 경우 감자와 고구마의 알루미늄 함량이 1.2~2배 정도 증가하는 것을 보았을 때 감자, 고구마의 껍질을 제거한다면 감자 고구마의 내부로의 알루미늄 이행은 거의 없었다.

Table 6. Aluminum content according to presence potato and sweet potato peel after barbecue

	(mg/kg)			
	Potato		Weet potato	
	Unpeeled	Peeled	Unpeeled	Peeled
Al	4.61±0.81	2.69±1.55	1.85±0.34	1.33±0.77

* Mean ± S.D of triplicate

알루미늄용기를 이용하여 조리한 식품의 알루미늄 노출량평가는 조리후 알루미늄 함량이 높게 나타났고 국민 다소비 식품에 포함되는 소고기, 돼지고기, 감자, 고구마를 대상으로 하였다. 국민건강영양조사 제7기 1차연도 영양조사(20)의 국민 다소비식품의 1일 섭취량은 소고기 24.4 g, 돼지고기 45.9 g, 감자 21.6 g, 고구마 13.2 g이었다. WHO/JECFA에서 제안한 알루미늄의 주간잠정섭취량(PTWI, Provisional Tolerable Weekly Intake) 2 mg/kg b.w/week와 대비하여 성인의 평균체중 60 kg을 기준으로 %PTWI를 조사한 결과 소고기 0.39%, 돼지고기 0.35%, 감자 0.70%, 고구마 0.35%로 나타났으며 나타났다. 알루미늄용기를 이용하여 조리 후 식품 중 알루미늄 노출량에 따른 위해도는 낮아 조리시 알루미늄 용기 사용은 안전한 수준으로 평가되었다. 그러나 위해도 평가를 위한 %PTWI 산출시 1일 섭취량은 연중 평균에 의한 수치로 실생활에서 1회 섭취량과는 차이가 있다. 보통 음식점에서 판매되는 육류의 양이 1인분에 150~200 g인 것을 가정하면 소고기의 %PTWI는 2.38~3.17, 돼지고기는 1.16~1.54로 증가한다. 또한 위의 위해율은 성인을 기준으로 한 것으로 아동이나 청소년의 경우와 육류 등을 섭취 시 사이드 음식인 채소나 감자, 고구

마 등을 함께 섭취시 보다 많은 알루미늄 섭취가 이루어질 수 있으므로 주의가 요구된다.

요 약

안전성 논란이 계속되고 있는 알루미늄 용기를 이용한 간편 즉석조리식품 및 바비큐에서 많이 섭취하는 육류 및 사이드음식의 조리 전 후 알루미늄함량 변화를 조사하였다. 알루미늄 용기에서 조리한 즉석조리식품의 알루미늄 평균 함량은 4.25 ± 3.76 mg/kg으로 조리 전에 비해 2.1배 증가하였다. 바비큐에서는 비양념 육류의 알루미늄 함량 변화는 소고기가 조리전 1.01±0.30 mg/kg에서 조리 후 2.72±1.08 mg/kg으로 2.7배 증가하였으며 오리고기, 돼지고기 순으로 나타났다. 양념육은 간장 양념을 이용한 육류에서는 조리 후 알루미늄 함량이 감소하였으나 고추장 양념을 이용한 육류에서는 알루미늄의 함량이 증가하는 변화를 나타냈다. 바비큐에서 사이드 음식으로 많이 섭취하는 감자, 고구마, 버섯, 마늘의 경우도 조리 후 알루미늄 함량이 증가하였다. 마늘의 경우는 참기름에 마늘을 침지하며 구울 경우 알루미늄 함량이 1.6 배 증가하여 마늘을 직접 구울 때 1.9배 증가한 것보다 낮은 증가율을 보였다. 통감자와 통고구마를 알루미늄 포일로 싸서 숯불에 구울 경우 알루미늄 함량이 증가하나 감자, 고구마의 속 부분에 비해 껍질에 알루미늄이 다량 함유되어 있어 껍질을 제거할 경우 알루미늄 함량의 증가가 적게 나타났다. 알루미늄 용기를 이용하여 조리한 식품의 알루미늄 위해성을 평가한 결과 주간잠정섭취량 대비 0.35~0.70% 수준으로 안전한 수준이었다.

참고문헌

1. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/doc/754.pdf>. Safety of aluminium from dietary intake. European Food Safety Authority(EFSA), EFSA Journal, 754: 1~34, 2008

2. Liao, YH, Yu, HS, Ho, CK, Wu, MT, Yang, CY, Chen, JR and Chang, CC : Biological monitoring of exposures to aluminium, gallium, indium, arsenic, and antimony in optoelectronic industry workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 46:931~936, 2004.
3. Yokel, RA : Brain uptake, retention, and efflux of aluminum and manganese. *Environmental Health Perspectives*, 110: 699~704, 2002.
4. Will MR, Savory J. : Aluminum poisoning : dialysis encephalopathy, osteomalacia and anaemia. *Lancet* 2:29~34, 1983.
5. M.Muller, Manke and H. Illing-Gunther : Aluminium in food stuffs. *Food Chemistry*, 61:419~428, 1998.
6. Price, DL : New perspective on Alzheimer's disease. *Annu Rev Neurosci.*, 9:489~517, 1986.
7. International Programme on Chemical Safety(IPCS), *Environmental Health Criteria 194 - Aluminium*, 1997.
8. Hawkins, NM, Coffey, S, Lawson, MS and Delves HT : Potential aluminium toxicity in infants fed special infant formula. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 19:377~381, 1994.
9. World Health Organization, Aluminium (from all sources, including food additives). Evaluation of certain food additives and contaminants. Sixty-seventh report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA), 2007.
10. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA), Safety evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives, Series 65:3~86, 2012.
11. 식품의약품 안전청 : 한국인의 대표식품 중 오염물질 섭취량 및 위해도 평가, 2009.
12. 문학진 : 알루미늄박, *식품과학*, 16:45~48, 1983.
13. Koning, JH : Aluminum pots as a source of dietary aluminum. *New Engl. J. Med.*, 304:172~175, 1981.
14. Lione, A, Allen, PV and Smith, JC : Aluminium coffee percolators as a source of dietary aluminium. *Food and Chemistry Toxicology* 22:265~273, 1984.
15. Neelam, MS and Bamji, M. Kaladhar : risk of increased aluminium burden in the Indian population : contribution from aluminium cookware. *Food Chemistry* 70: 57~61, 2000.
16. Greger, JL, Goetz, W and Sullivan, D : Aluminum levels in food cooked and stored in aluminum pans, trays and foil. *J.Food Prot.*, 48:772~777, 1985.
17. 김명선, 한재숙 and Minamide Takahisa : 알루미늄 조리 기구에서 산성조미료와 조리조건이 알루미늄 용출에 미치는 영향, *대한가정학회지*, 38:21~26, 2000.
18. BfR Research : Proof of the transfer of aluminium from menu trays to food, 2014
19. Thompson M, Ellison SLR, Ood R., : Harmonized guideline for single-laboratory validation of methods of analysis(IUPAC Technical Report). *Pure Appl Chem* 74: 835~855, 2002.
20. 국민건강영양조사, 국민건강통계, 질병관리본부, 2016.
21. 김중만, 한성희, 백승화 : 조리시 조리용기로 부터의 알루미늄 용출량 비교, *한국식품과학회지*, 29:613~617, 1997.