pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 29, No. 2, pp. 146~151 (2014)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2014.29.2.146

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

국내 시판되는 세계채소절임식품의 중금속 안전성 평가

장자영 · 김태운 · 박해웅 · 박성희 · 이종희 · 최학종 · 한응수 · 강미란 · 김현주*
세계김치연구소 세계화연구본부

Safety Evaluation of Heavy Metal in Salted Vegetable Foods from Diverse Origin in Korea

Ja-Young Jang, Tae-Woon Kim, HaeWoong Park, Sung-Hee Park,
JongHee Lee, Hak-Jong Choi, Eung Soo Han, Miran Kang, and Hyun Ju Kim*
Globalization Research Department, World Institute of Kimchi, #86, Kimchi-ro, Gwangju, Korea
(Received January 22, 2013/Revised April 10, 2013/Accepted April 21, 2014)

ABSTRACT - This study was conducted to estimate the contents of heavy metals in salted vegetable foods from diverse origin in Korea which were sold in Korea. The levels of heavy metals were determined using an ICP-MS. The values of metals [minimum~maximum (mean), mg/kg] in kimchi were as follows; Pb 0.0~0.074(0.018), Cd 0.0~0.027 (0.004), As 0.0~0.024(0.002), Hg 0~0.002(0.0). The weekly average intakes of lead, cadmium, arsenic and mercury from kimchi take 0.06~0.13% PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intakes) that the FAO/WHO Joint Food Additive and Contaminants Committee has set to evaluate their safeties.

Key words : Safety, Fermented vegetable foods, lead, cadmium

중금속은 비중이 4 이상 되는 금속원소로서 86종 가량이 있으며, 이들 중 약 27종만이 생체의 기능유지에 필수적이며, 필요량에서 부족하거나 다량일 경우 건강상의 장해를 일으킨다. 대다수의 금속은 영양학적으로 무의미하며 그 중에서 동·식물체에 유해성이 큰 중금속으로는 수은(Hg), 카드뮴(Cd), 납(Pb), 비소(As), 주석(Sn), 아연(Zn), 구리(Cu), 크롬(Cr), 망간(Mn) 등이 이에 해당한다. 이들 금속의 농도, 존재하는 화학성, 배설 속도, 건강 상태 등 다양한 인자에 따라 생체에서의 유해 여부에 차이가 있다. 그런데 중금속은 자신이 가지고 있는 독성뿐만 아니라 축적성이 있어 먹이 연쇄에 따라 크게 농축된다. 특히, 수은, 카드뮴, 납은 식품 중에서 공통적으로 볼 수 있는 독성 물질로 생체 조직과 강한 결합을 하여 생체 내에서 축적되어 천천히 제거되는 유해 금속이다[1-4]. 특히 산업화 과정에서 공업의 급속한 발전과 인구의 도시 집중, 그리고 인간 활동의 증가는 중금속에 의한 환경오염을 초래하였다[5]. 식품의 중금속 오염은 식품의 수확, 가공, 포장 등의 과정에서 우발적으로 일어나기도 하지만 대부분 오염된 물과 토양 또는 대기오염이 심한 지역에서 재배되는 농작물에서 일어난다. 금속은 오염원이 매우 다양하며 농산물이나 인간에게 이행되었을 때 자연적 또는 인위적 방법으로 쉽게 분해되지 않고 축적된다. 체내에 들어온 모든 금속이 그대로 축적되는 것은 아니며 식품에 의해 섭취된 실제 흡수량은 섭취식품의 종류와 건강상태 등에 따라 달라지나 저농도일지라도 그 독성이 농산물이나 인간에게 경제적 손실과 심각한 건강상 위해를 끼칠 수도 있다[6].

최근에는 핵가족화와 산업화로 인하여 김치의 대부분이 공장에서 대량으로 제조, 유통되고 있어 김치의 안전성에 대한 국민의 관심이 점차 증가 되고 있다. 특히 2005년에는 메스컴을 통하여 중국산 김치의 기생충알 검출 보도, 국내산 및 중국산 김치의 중금속에 관한 안전성 논란 등 사회적으로 많은 문제가 대두되었다[7]. 세계채소절임식품의 시장 현황을 살펴보면, 김치를 포함한 세계채소절임식품의 시장 규모는 2008년 120조원으로써, 한국의 김치가 2조 6천 억원, 일본의 쯔게모노가 4조 9천 억원, 중국의 파오차이가 8조 5천 억원, 미국의 피클이 2조원, 독일의 싸우어크라우트가 5조원의 규모이다. 외식산업의 발전에 따라 국내에서 유통되고 있는 세계채소절임식품의 시장도 증가하고 있는 추세이다. 하지만 현재까지 국내에서 시판되고 있는 이들의 안전성 측면에서 보고된 문헌은 전무하며, 식품의약품안전청에서 제시한 2006년 12월 김치류 중

*Correspondence to: Hyun Ju Kim, Rearch Department, World Institute of Kimchi #86, Kimchi-ro, Gwangju, Korea
Tel: 82-62-610-1725, E-mail: hjkim@wikim.re.kr

납은 0.3 mg/kg, 카드뮴은 0.2 mg/kg로 식품의 기준 및 규격 중 개정 고시된 바와 비소와 수은은 기준·규격 미설정 항목 모니터링 처리요령을 적용하고 있을 뿐이다. 따라서, 본 연구에서는 이를 기준으로 국내 유통되어 시판 중인 세계채소절임식품 중의 중금속 함량을 조사하고, 잠정주간섭취허용량(PTWI)으로 환산하여 국내 유통되고 있는 세계채소절임식품의 안전성에 대한 기초 자료로 삼고자 한다.

재료 및 방법

재료

실험 재료로는 한국에서 대표적인 시판 김치 3종을 비롯하여 국내에서 유통·시판 중인 대표적인 세계채소절임식품인 쯔게모노, 자차이, 피클 그리고 싸우어 크라우트 각각 3종을 각 판매처를 통해 구입하여 시료로 사용하였다. 구입한 시료는 냉장 상태를 유지하며 운반·보관하였다.

시료의 전처리

납, 카드뮴, 수은의 분석을 위해 시료의 분해는 식품공전의 식품 중 7. 유해물질시험법에서 건식회화법을 사용하여 시험용액을 조제하였으며, 유도결합플라즈마법을 이용하여 분석하였다. 시료는 건조물로서 20 g을 도가니, 백금접시에 취해 건조하여 탄화시킨 다음 450~500°C에서 회화하였다. 회화가 잘 되지 않으면 일단 식혀 질산 또는 50% 질산마그네슘용액 또는 질산알루미늄 40 g 및 질산칼륨 20 g을 물 100 ml에 녹인 용액 5 ml로 적시고 건조한 다음 완전하게 회화를 하였다. 마지막으로 질산 5 ml를 가하여 회화가 끝나면 회분을 물로 적시고 염산 4 ml를 가하여 수욕상 또는 건조장치에서 건조한 다음 염산 2 ml를 가하여 가온해서 녹이고 불용물이 있으면 석면 또는 유리여과기로 여과한 다음 일정량으로 하여 시험용액으로 하였다. 시험용액 및 공시험용액을 분액깔대기에 각각 50 ml 취한 후, 질산을 이용하여 pH 4로 조정하여, 여기에 10% DDTC 용액 5 ml를 넣고 흔들어 준 후 클로로포름 20 ml를 가하여 심하게 진탕하여 정치하고 클로로포름층을 취하였다. 다시 클로로포름 20 ml로 위의 과정을 되풀이 한 후 여액을 합하였다. 분배액을 열판에서 80°C로 가열하여 용매를 모두 날려버리고 잔류물에 질산 7 ml, 과산화수소 1 ml를 넣고 다시 열판에서 가열하여 완전히 분해·건조시켰다. 잔류물은 1 N 질산용액으로 재용해하여 시험용액으로 하였다. 비소의 분석을 위해 시료의 분해는 식품공전의 식품 중 7. 유해물질시험법에서 습식회화법을 사용하여 시험용액을 조제하였으며, 마이크로웨이브법을 이용하여 분석하였다. 시료 1 g을 질산 7 ml, 증류수 3 ml로 처리하여 Microwave digestion system에서 분해하고 메스플라스크에 옮겨 50 ml로 한 후, 아래의 조건에 따라 ICP-MS Agilent 7700으로 분석하였다.

중금속 분석

조제한 시험용액 중의 중금속을 분석하기 위해서는 분석 감도가 우수하고 다종 원소를 동시에 분석할 수 있는 Octapole Reaction System (ORS)이 부착된 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS, Agilent 7700x, Agilent, 일본)을 이용하여 분석하였다. ICP-MS는 액체의 시료를 고온으로 건조시켜 원자화를 거쳐 이온화시키는 ICP와 생성된 이온 중 1^+가 양이온만이 질량검출기까지 도달하게 되어 질량 대 전하비(m/z)로 검출 되는 원리이며 모든 원소를 빠르게 스캔하여 정성은 물론 정량까지 할 수 있는 분석법이다. 8개의 전도성 막대로 구성된 ORS는 헬륨 가스를 이용하여 플라즈마를 통과한 시료의 이온화 과정에서 생성되는 Ar base 및 두 개 이상의 이온이 결합하여 생성되는 동중의 물질을 분리·제거시켜 ICP와 비교하여 높은 감도, 깨끗한 back ground를 제공하기 때문에 대부분의 금속원소에 대하여 낮은 검출한계를 가지며, 동위원소 희석에 의한 절대 분석법이 가능하므로 극미량 분석에 매우 중요하게 사용되고 있다.

주간섭취량 및 안전성 평가

채소류를 통해 섭취되는 중금속에 대한 안전성 평가는

Table 1. Operating conditions and data acquisition parameters inductively coupled plasma- mass spectrometer

Parameter		Operating conditions	
Rf Power (W)		1500	
Argon Gas		Flow Rates (L/min)	
	Plasma	15.0	
	Carrier Gas	0.87	
	Makeup Gas	0.27	
He Gas Flow Rate (L/min)		4.5	
Sampling And Skimmer Cones		Nickle	
Acquisition Parameters		Quantitative	
Points / mass (sec)		3	
Integration Time/Mass		0.09	
Replicates		3	
Analyze		Uptake	Stabilizing
	Nebulizer Pump (rps[1)])	0.5	0.15
	Time (Sec)	30	40
Rinse Solution		Rinse 1 (2 mg/kg Au)	Rinse 2 (3% HNO_3)
	Nebulizer Pump (rps)	0.5	0.5
	Time (Sec)	60	30
M.W.	Pb	208	
	Cd	111	
	As	75	

[1)]Revolutions Per Seconds

실제 채소류를 통해 섭취하는 각 중금속의 주간섭취량을 FAO/WHO에서 설정한 각 중금속의 잠정주간섭취허용량인 PTWI (provisional tolerable weekly intake)와 비교하여 평가하였다. 채소류의 1인 1일 섭취량은 2008년 국민영양조사 결과보고서를 기준으로 하였으며, 주간 섭취량은 다음 식에 의하여 산출하였다.

주간 섭취량(μg/week/person)
= 각 식품의 금속평균함량(μg/g) × 각 식품의 1일 섭취량(g/day/person) × 7

결과 및 고찰

정량 및 검출한계

수은, 카드뮴, 비소 측정을 위한 검량선은 5 mg/kg 표준액을 이용하여 25, 50, 100, 150, 300 μg/kg으로 희석하여 측정하였다. 수은을 제외한 3종 금속의 측정된 검량선을 이용한 검출한계(limit of detection, LOD)는 납 0.024, 카드뮴 0.017, 비소 0.013 μg/kg이었고, 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 납 0.072, 카드뮴 0.051, 비소 0.04 μg/kg이었다.

납(Pb: Lead)

납의 농작물에 의한 오염은 살충제 농약인 비산납 등이 토양을 오염시켜 축적되고 있다[20]. 납 중독시, 신경, 평활근 장애와 적혈구 중의 헤모글로빈을 감소시켜 빈혈을 유발하며 빈혈, 뇌손상마비, 신장 장애 등의 급성독성 증상과 창백한 피부, 두통, 식욕 감퇴 등의 만성 증상을 일으키는 것으로 알려져 있다[1-3]. 세계채소절임식품 5종류에 대한 각 3가지 제품 중 납 함량은 Table 3와 같으며, 0.036-0.074 mg/kg의 수준으로 그 값이 다양하게 조사되었으며 평균 0.018 mg/kg 수준이었다. 식품의약품안전청에서 기준·규격으로 제시한 김치 중 납의 허용기준치인 0.3 mg/kg을 초과하는 시료는 총 15건 중 0건으로 100%의 적합율을 보였으며, 조사대상 세계채소절임식품 시료 중 배추김치의 평균 납 평균 검출량은 쯔게모노는 0.049 mg/kg, 자차이는 0.031 mg/kg, 피클은 0.012 mg/kg 수준인 것으로 조사되었으며, 김치와 싸우어크라우트에서는 검출되지 않았다. 이 수치는 한국보건산업진흥원인 "한국인의 대표식단 중 중금속 섭취량 및 위해도 평가에 관한 보고서[8]"에서 조사된 김치(깍두기) 중 납이 0.17 mg/kg 검출된 것과 비교한 결과 3배에서 10배 정도 낮게 검출되었으며, 김치와 싸우어크라우트의 경우 납의 안전성에 있어 우수함을 확인하였다. 경기도보건환경연구원의 "국내산 김치의 안전성에 관한 조사연구[7]"에서 국내산 김치 총 200건에 대한 납의 평균 검출량 0.092 mg/kg과 비교한 결과 역시 김치의 납 안전성이 높게 향상되었음을 알 수 있었다. 한편, 김 등[9]의 연구에 의하면 우리나라 채소류의 납 검출량은 평균 0.03 mg/kg이며 김치의 주재료인 배추의 경우 0.01~0.06 mg/kg으로 평균 0.02 mg/kg로, 본 연구의 김치의 납 함량은 주재료의 평균 함량보다 훨씬 낮게 검출되었다. 재료의 수집기간 및 재배조건 등 여러 가지의 요인이 많으며 또한 기존의 연구가 2000년도 초반까지 수행된 결과를 토대로 한 것이므로 중금속에 대한 안전성 확보를 위한 노력 등에 의한 것으로 보여진다.

Table 2. LOD and LOQ of the heavy metals in fermented vegetable foods from diverse origin

	Pb	Cd	As
LOD[1](μg/kg)	0.024	0.017	0.013
LOQ[2](μg/kg)	0.072	0.051	0.040

[1]LOD (Limit of detection) = 3.3δ / s
[2]LOQ (Limit of quantitation) = 10δ / s
δ = the standard deviation of the response
s = the slope of the calibration curve

Table 3. Contents of Pb metal in fermented vegetable foods from diverse origin in Korea

(mg/kg)

Metals	Samples	Mini	Max	Mean	SD
Pb	Kimchi	ND	ND	-	-
	Tsukemono	ND	0.074	0.049	0.042
	Zhacai	ND	0.052	0.031	0.028
	Pickle	ND	0.036	0.012	0.021
	Sauerkraut	ND	ND	-	-

카드뮴(Cd: Cadmium)

카드뮴은 일본에서 Itai-Itai 병을 일으키는 원인물질로 통증과 골연화증을 일으킨다고 알려진 이래 많은 관심을 일으킨 유해 중금속으로서[10] 아연과 함께 공존하며 기구나 기계의 도금, 콘덴서, 건전지 제조, 도료 제조 등으로부터의 오염과 납을 제련하면서 생기는 폐수와 농작물의 재배시 사용되는 비료 등에서 오염되는 것으로 알려져 있다[4,11]. 세계채소절임식품 5종류에 대한 카드뮴 함량은 Table 4와 같으며, 최소 0 mg/kg에서 최대 0.027 mg/kg으로 조사되었으며 평균치는 0.004 mg/kg으로 기준치인 0.2 mg/kg에 훨씬 못 미치는 수준으로 검출되었다. 조사대상 세계채소절임식품 시료 중 자차이에서만 0.017 mg/kg 수준으로 검출되었으며, 김치, 쯔게모노, 피클, 싸우어크라우트에서는 검출되지 않은 것으로 나타났다. 한국보건산업진흥원이 연구한 김치 중 카드뮴 함량 측정결과[8]인 0.01 mg/kg과 경기도보건환경연구원이 연구한 김치 중 카드뮴 함량[7]인 0.006 mg/kg을 비교한 결과, 자차이에서는 유사하게 나타났으며, 김치, 쯔게모노, 피클, 싸우어크라우트에서는 낮게 나타났다. 또한 2010년 Yoo 등[11]의 국내 유통 중인 243건의 채소류 중 카드뮴의 평균 함량은 0.002 mg/kg으로 그

Table 4. Contents of Cd metal in fermented vegetable foods from diverse origin in Korea

(mg/kg)

Metals	Samples	Mini	Max	Mean	SD
Cd	Kimchi	ND	ND	-	-
	Tsukemono	ND	ND	-	-
	Zhacai	ND	0.027	0.017	0.015
	Pickle	ND	ND	-	-
	Sauerkraut	ND	ND	-	-

Table 5. Contents of As metal in fermented vegetable foods from diverse origin in Korea

(mg/kg)

Metals	Samples	Mini	Max	Mean	SD
As	Kimchi	ND	0.023	0.008	0.014
	Tsukemono	ND	ND	-	-
	Zhacai	ND	ND	-	-
	Pickle	ND	ND	-	-
	Sauerkraut	ND	ND	-	-

범위는 ND-0.0280 mg/kg으로 본 연구의 결과와 유사하였으며, 식약청에서 조사된 채소류의 평균함량 0.016 mg/kg과 Lee 등의 국내 채소류 평균 함량 0.032 mg/kg 보다는 낮은 수준이었다[12].

비소(As: Arsenic)

비소는 특히 토양, 물 및 동식물에 함유되어 있으나 식품에 함유되어 있는 형태는 대부분 독성이 적은 유기비소 형태로 알려져 있다[13]. 농산물에는 살충제 농약으로 비산납, 비산석회 등에 의해 잔류 오염으로 축적된다[2-4]. 섭취 시 구토, 혈뇨성 설사를 일으키고 장기간 노출시 식욕부진, 체중감소, 안면부종, 폐색성 황달, 신경염이나 피부각화증을 유발할 수 있다[14]. 세계채소절임식품 5종류에 대한 비소 함량은 Table 5와 같으며, 최저 0 mg/kg에서 최고 0.024 mg/kg으로 조사되었으며, 평균 0.002 mg/kg으로 권장기준으로 설정된 0.5 mg/kg보다 훨씬 낮게 검출되었다. 오염물질의 정확한 위해평가를 위해서는 무기비소 함량을 측정하여야 하므로 일반적으로 알려진 무기비소는 총 비소의 10%로 보고되고 있기 때문에[7] 본 연구결과를 무기비소로 환산할 경우에는 더 낮게 검출된 것이므로 세계채소절임식품의 비소 함량은 매우 안전한 범위에 있다고 할 수 있겠다. Yoo 등[11]의 연구를 통해 국내 유통 중인 총 243건의 채소류 중의 비소에 대한 평균 함량은 0.0005 mg/kg으로 그 범위는 ND-0.0332 mg/kg로 나타났으며, Chung 등[15]의 우리나라 채소류 평균 0.015 mg/kg, Cho 등[16]의 인천시 채소 평균 0.003 mg/kg와 비교하였을 때 유사한 수준이었으며, Kim 등[9]의 채소류 평균 0.028 mg/kg보다 다소 낮은 편이었다.

Table 6. Contents of Hg metal in fermented vegetable foods from diverse origin in Korea

(mg/kg)

Metals	Samples	Mini	Max	Mean	SD
Hg	Kimchi	ND	0.001	0.000	0.001
	Tsukemono	ND	0.002	0.001	0.001
	Paochai	ND	0.001	0.000	0.001
	Pickle	ND	0.001	0.000	0.001
	Sauerkraut	ND	ND	ND	ND

수은(Hg: Mercury)

자연계에 널리 분포되어 있는 수은의 경우는 화장품, 의약품, 도료 등에 사용되어온 금속으로 수은광산, 화학공장, 아말감, 체온계, 수은 전지 등에서 오염되며, 오늘날 농작물에 대한 오염원으로는 페닐초산수은 등 수은계 농약의 토양오염, 공장폐수, 도시하수의 농경지로의 유입을 들 수 있다[7]. 특히 일본에서 발생한 유기 수은 중독인 Minamata병은 어패류 오염으로 중추신경 마비 증상을 일으키는 것으로 알려져 있다. 이러한 환경에 의하여 농산물에 축적되어지나 현재까지는 어패류에 비하면 매우 적은 것으로 알려져 있으며 WTO의 자료에 의하면 식품에서 무기 형태로 존재하는 수은 함량은 20 μg/kg 이하로 알려져 있다[1-4]. 세계채소절임식품 5종 내의 수은은 0 mg/kg에서 0.002 mg/kg의 수준으로 검출되었으며 평균 0.0003 mg/kg으로 권장기준인 0.05 mg/kg을 만족하는 낮은 수준이었다.

세계채소절임식품을 통한 중금속의 주간섭취량(PTWI)

세계채소절임식품의 섭취에 대한 중금속의 안전성을 평가하기 위해 세계채소절임식품을 통해 섭취되는 중금속의

Table 7. Comparison of average weekly intakes of heavy metals from fermented vegetable foods from diverse origin with Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) established by FAO/WHO

Metals	Mean concentration of metal (mg/kg)	Weekly intake[1] (μg/kg b.w[2]/week)	PTWI (μg/kg b.w/week)	% PTWI[3]
Cd	0.0035	0.032	25	0.13
As	0.0016	0.015	15	0.10
Hg	0.0003	0.003	5	0.06

[1]Weekly intake of heavy metals (μg/kg b.w/week) = [daily intakes of metals per adult (μg/day/person) × 7 days/week/ 60 (body weight per adult)

[2]b.w: body weight, [3]Weekly intake/PTWI × 100

양과 FAO/WHO에서 설정한 잠정주간섭취허용량인 PTWI와 비교하였다. 2008년 국민영양조사 결과보고서에 따르면 1인 1일당 김치의 섭취량은 79.4 g으로 우리나라 사람들은 백미 다음으로 김치를 많이 먹는 것으로 조사되었다. 세계채소절임식품에 대한 영양섭취량에 대한 조사내용이 없는 관계로, 세계채소절임식품의 각 중금속 함량 모두를 평균한 수치를 기준으로 하여 잠정주간섭취량을 산출하였다. 체중 1 kg당 1주일 섭취하는 중금속량으로 나타내기 위해 1일 식사 당 섭취량에 7을 곱해 일주일 총량을 구한 뒤 성인의 평균 체중을 기준으로 나눠서 계산하였으며, 그 결과는 Table 7와 같다.

우리나라에서 제조, 유통되는 세계채소절임식품으로부터 섭취하는 중금속량은 FAO/WHO에서 설정된 잠정주간섭취허용량인 PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake)와 비교한 결과, 카드뮴, 비소, 수은은 각각 0.032, 0.015, 0.003 μg/kg b.w/week이었고, % PTWI는 0.13, 0.1, 0.06이었다. 따라서 성인을 기준으로 한 % PTWI를 살펴본 결과, 세계채소절임식품을 통한 중금속 섭취량은 안전한 수준이었다. 식품을 통한 비소의 섭취량에 대한 안전성은 독성이 강한 무기비소에만 체중 kg당 15 μg으로 알려져 있어[17] 본 연구에서는 총 비소로서 0.1% PTWI이므로 세계채소절임식품을 통한 비소의 위해성은 문제가 되지 않는 것으로 판단된다. 따라서 국내에서 시판되는 세계채소절임식품은 중금속 함유량이 오염된 수준이 아닌 자연함유량 수준인 것으로 파악되며, 우리나라 사람이 세계채소절임식품으로부터 섭취하는 중금속의 양은 매우 안전한 것으로 판단된다.

본 연구의 결과는 세계채소절임식품의 중금속 함량과 섭취량 모두를 평균만으로 분석한 결과이며, 두 변수는 모두 전체 모집단에서 일부만을 대상으로 한 표본조사의 결과이므로, 실제로는 평균보다 더 작거나 큰 값도 존재할 수 있다. 극단적인 경우 중금속 함량이 매우 높은 세계채소절임식품을 많은 양으로 자주 섭취하는 사람도 있을 수 있기 때문이다. PTWI는 모든 식이 섭취로 인한 양을 기준으로 한 것이므로, 세계채소절임식품의 중금속에 관하여는 반드시 안전하다고는 볼 수 없다. 특히 중금속에 관하여는 식품공전과 이미 보고된 문헌에 따르면, 채소류 보다는 곡류와 어패류에서의 오염 수준과 식이섭취량이 더 높은 것으로 나타나 있다. 따라서 식품 종류에 따른 전체적인 평가가 지속적으로 행해져야 할 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 식품공전의 김치류 기준 규격 설정을 토대로 한 국내 유통 중인 세계채소절임식품에 대한 사전 예방 차원에서 유통 중인 세계채소절임식품 5종류 대하여 중금속 함량을 조사한 결과이다. 국내 유통 중인 세계채소절임식품에 대하여 중금속 함량의 안전성을 평가하여 소비자에게 정확한 정보를 제공하고 세계채소절임식품의 안전성 확보를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다. 국내 유통 중인 세계채소절임식품 5종에 대하여 각 3종류씩 총 15건을 구입하고 중금속 4종(As, Cd, Pb, Hg)을 ICP-MS를 이용하여 분석하였다.

세계채소절임식품 중 납의 검출량은 0 mg/kg에서 0.074 mg/kg로 평균 0.018 mg/kg 수준으로 기준인 0.3 mg/kg을 만족하였으며, 수집한 세계채소절임식품 15건 모두 기준에 적합하였으며, 카드뮴의 분석 결과 0 mg/kg에서 0.027 mg/kg으로서 평균 0.004 mg/kg의 수준으로 15건 모두 기준에 적합하였다. 세계채소절임식품 중 비소의 분석 결과 0 mg/kg에서 최고 0.024 mg/kg으로 나타났으며 평균 0.002 mg/kg으로 조사되었으며, 수은의 경우 0 mg/kg에서 0.002 mg/kg으로 권장기준인 0.05 mg/kg에 비해 낮은 수준으로 나타났으며, 세계채소절임식품의 중금속을 통한 잠정주간섭취허용량(PTWI)을 조사한 결과, 카드뮴은 0.032 μg/kg b.w/week로 나타나 0.13% PTWI 정도의 낮은 수준이었으며, 비소는 0.1% PTWI, 수은이 0.06% PTWI로 안전한 것으로 나타났다. 2008년 국민영양조사 결과보고서의 1일 섭취량을 근거로 FAO/WHO의 중금속 잠정주간섭취허용량과 비교 결과, 식이를 통한 안전에는 문제가 없는 것으로 판단된다. 이상의 결과로 미루어 국내 시판 되는 국한된 시료로서 원료, 양념의 종류, 제조공정이 다양하므로 안전성 평가 판단이 제한적이긴 하나 각 중금속의 함량이 세계채소절임식품의 중금속 오염에 대한 문제는 없는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Concon, J. M.: Food Toxicology(in two parts), PART B : Contaminations and additives, chapter 18, Iarcel Dekker, Inc. New York. pp. 1033-1073 (1988).
2. Choi, S.Y.: Contamination of Food, Ulsan University Publishing Department. Ulsan. pp. 18-20, 196-228 (1995).
3. Conor, R.: Metal contamination of food, 3rd ed., Blackwell Science Ltd, Australia. pp. 5-11, 40-76, 81-188 (1991).
4. Lee SR: A Study for Food Safety. Ehwa University Publishing Department. Seoul. pp. 142-184 (1993).
5. Lee SR: Food safety. Free Academy Publisher, Seoul, Korea. pp. 206-220 (2008).
6. Reilly, C.: Metal contamination of food. 2nd ed. Elsevier Science Publishing Co., New York, USA. pp. 5-21 (1991).
7. Lee IS, Park KH, Hong HG, Bang SJ, Park MJ, Park JH, Kim JC: A study of on safety in domestic Kimchi, *Gyeonggi-do Rep. Inst. Health Environ.* 165-717 (2006).
8. Korea Health Industry Development Institute: Dietary intake and risk assessment of heavy metals in Korean foods, Table 3-68 (2001).
9. Kim MH, Kim JS, Sho YS, Chung SY, Lee JO: The study on heavy contents in various foods, *Korean J. Food Sci. Tech-*

nol. **35**(4), 561-567 (2003).
10. Lee SJ, Kim MJ, Yoon YH: Effects of Korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium and antioxidative detoxification in cadmium administered rats, *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**(4), 17-26 (1995).
11. Yoo HY, Jung JJ, Choi EJ, Kang ST: Heavy metal contents of vegetables from Korean markets, *Korean J. Food Sci. Technol.* **42**(4), 502-507 (2010).
12. Lee TJ, Kim KC, Shin IC, Han KS, Sim TH, Ryu MJ, Lee JK: Survey on the contents of trace heavy metal in agricultural products of *Gangwon-do. Rep. Inst. Health Environ.* **7**, 75-87 (1996).
13. Kim DW, Yoo CC: On the heavy metal contents of some vegetables on the super markets in Korea, *Korean J. Food Nutr.* **18**, 254-264 (2005).
14. Kim MH, Kim JS, Sho YS, Chung SY, Lee JO: Contents of toxic metals in fruits available on Korean markets, *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 523-526 (2004).
15. Chung SY, Kim MH, Sho YS, Won KP, Hong MK: Trace metal contents in vegetables and their safety evaluations, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 32-36 (2001).
16. Cho TW: A study on the heavy metal contents in vegetables in Inchon area Inchon city, *Korean J. Env. Hlth. Soc.* **12**, 55-61 (1986).
17. Food and Agriculture Organization: Summary of Evaluations Performed by the joint FAO/WHO, Expert Committee on Food Additives(JECFA), ILSI, Geneva, Switzerland (1994).
18. Choi EY, Kim JS, Kim HC, Kim HR, Han GJ, Chun HK: Safety evaluation of lead and cadmium in domestic and imported kimchi, *J. Fd Hyg. Safety* **19**(1), 9-11 (2004).
19. Kim HY, Kim JI, Kim JC, Park JE, Lee KJ, Kim SI, Oh JH, Jang YM: Survey of heavy metal contents of circulating agricultural products in Korea, *Korean J. Food Sci. Technol.* **41**(3), 238-244 (2009).
20. Kim DW: A study on the heavy metal contents of root vegetables on the retail markets in Korea, *J East Asian Soc Dietary Life* **15**(4), 465-474 (2005).
21. Choi CM, Choi EJ, Kim TR, Hong CK, Kim JH: Heavy metal contents of vegetables available on the markets in Seoul, *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**(12), 1873-1879 (2010).