J. Fd Hyg. Safety 19(1), 9–11 (2004)

국산 및 수입산 김치의 납 · 카드뮴 안전성 평가

최은영† · 김진숙 · 김효철 · 김행란 · 한귀정 · 전혜경
농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Safety Evaluation of Lead and Cadmium in Domestic and Imported Kimchi

Eun-Young Choi†, Jin-Sook Kim, Hyo-Cher Kim, Haeng-Ran Kim, Gwi-Jung Han, and Hye-Kyung Chun
Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA, Suwon 441-853, Korea

ABSTRACT – Safety evaluation of lead and cadmium were taken in Kimchi, of which imports is on the increase. The results showed that the levels of lead and cadmium in domestic Kimchi were 0.2964 mg/kg and 0.0637 mg/kg, and the levels in imported Kimchi were 0.3557 mg/kg and 0.0656 mg/kg, respectively; the difference was not significant. Compared with the previous results, the contamination levels of Kimchi, which are composed of various vegetables, were higher than those of vegetables or leafy vegetables. Ingestion levels of heavy metals were lower than the PTWI by mean values or simulation results, but the total safety evaluation must be taken in every food category.

Key words: safety, Kimchi, lead, cadmium

핵가족화와 외식산업의 발전 등에 따라 가정이 아닌 공장에서 제조되어 유통되는 김치가 점차 증가하고 있다. 특히 최근 들어서는 싼 가격의 수입 배추김치가 단체급식소나 외식업체를 중심으로 대량 유통되고 있다. 농수산물유통공사에 따르면 수입된 배추김치의 물량은 2001년 393톤, 2002년 1,051톤에 이어 2003년에는 8월까지 12,345톤에 이르고 있어 매년 많은 양의 증가를 보이고 있다.

배추김치는 2001년 국민건강 · 영양조사에서도 나타났듯이 백미에 이어 다소비 식품 2위를 차지하고 있으며, 우리나라 국민 1인이 1일 평균 91.9g을 소비하고 있는 식품이다. 따라서 배추김치의 안전성 문제는 우리의 건강에 많은 영향을 미칠 수 있는 만큼 정확히 조사되어져야 할 필요성이 있다. 그러나 아직까지 수입 배추김치에 대한 안전성 조사가 이루어진 바가 없으므로, 이의 일환으로 중금속 함량을 분석하고 안전성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

2003년 5월과 10월 두 차례에 걸쳐, 국산 배추김치는 수원 시내의 대형 유통점에서 각각 3종을, 수입산 배추김치는 인천의 수입업체로부터 직접 3종씩 구입하였다. 구입한 재료는 냉장 상태를 유지하며 운반하였고, 한 포기를 전부 다져 균일화한 후 재료당 3시료씩 채취하여 -70°C에 보관하면서 사용하였다.

시료의 전처리

마이크로웨이브를 이용하여 산 분해하였다. 시료 10g 정도를 정확히 취하여 마이크로웨이브 용기에 넣고, 질산(Junsei Chem. Co. Ltd.) 15m*l*와 과산화수소수(Fluka AG) 2m*l*를 넣은 후 분해하고, 분해가 종결되면 산을 증발시키고 여과한 후 증류수로 50m*l*를 채워 시험용액으로 하였다. 또한 공시험용액의 제조를 위하여 시료를 넣지 않은 용기에 대해서도 같은 처리를 하였다.

중금속 분석

전처리된 시험용액은 Inductively Coupled Plasma(ICP) Spectrometer(GBC Integra XL)를 이용하여 Table 1의 조건에 따라 분석하였다. 분석대상 중금속인 납과 카드뮴의 표준용액은 Aldrich사의 ICP/AA용 표준시약을 사용하였다.

†Author to whom correspondence should be addressed.

Table 1. The operating conditions of ICP

Classification	Condition
Wavelength (nm)	Pb : 220.353 Cd : 228.802
Sample gas flow (L/min.)	0.65
Plasma gas flow (L/min.)	10.00
Auxiliary gas flow (L/min.)	0.50

결과 및 고찰

김치의 중금속 함량 분석

국산 및 수입산 김치의 중금속 함량은 Table 2와 같이 나타났으며, 국산과 수입산 김치의 중금속 함량 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$).

기존 문헌과의 비교

김치의 중금속 함량 분석에 관한 문헌은 찾을 수 없었고, 채소류와 엽채류에서의 중금속 분석에 관한 문헌만을 참고할 수 있었는데, Table 3과 같다.

Table 2와 Table 3을 비교하면, 본 연구에서의 김치는 채소류나 엽채류보다 높은 수준의 중금속에 오염되어 있음을 알 수 있다. 이것은 김치에는 배추 이외에도 고추, 마늘, 파 등의 부재료로 사용되는 채소류가 더해짐으로 인하여 나타난 결과로 보인다.

중금속의 식이섭취량 평가

Codex에서는 식이로 인한 중금속 섭취량을 규제하고자 허용기준을 정하였는데, Table 4의 PTWI(Provisional Tolerable Weekly Intake)와 같다. 이를 본 연구결과를 토대로 계산한 식이섭취량과 비교하였다. 식이섭취량은 국산 및 수입산 김치 각각의 평균 중금속 함량에 2001년 국민건강·영양조사의 배추김치 일일 평균 섭취량인 91.9g과 몸무게 60kg을 기준으로 계산하였다. 결과는 Table 4와 같으며, 국산과 수입산 김치 모두 PTWI 이하의 수치를 보였다.

이상의 결과는 김치의 중금속 함량과 섭취량 모두를 평균만으로 분석한 결과이다. 그러나 이 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 김치를 많은 양으로 섭취하는 사람도 있을 수 있기 때문이다. 따라서 이러한 경우에도 김치의 섭취가 안전한가를 알아보기 위해, 두 변수에 적합한 분포를 적용시킨 후 시뮬레이션(simulation)을 행하였다.

김치의 중금속 함량은 정규분포(Normal distribution)를 적용하였는데, 일반적으로 자연에서 일어나는 측정 가능한 특성은 대부분 정규분포에 적용시킬 수 있고,[5] 또 중금속 함량에 관하여는 평균과 표준편차 값의 이용이 가능하기 때문이다. 김치 섭취량은 평균만이 이용 가능하므로, 하나의 값

Table 2. Contents of heavy metals in domestic and imported Kimchi

Samples	No. of samples	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Domestic	6	0.2964±0.0345*	0.0637±0.0057
Imported	6	0.3557±0.1143	0.0656±0.0056

*Mean±S.D.
**Standard solutions(R^2) : Pb 0.9946, Cd 0.9998
***Sample blank (mg/kg) : Pb 0, Cd 0.0072

Table 3. Contents of heavy metals in vegetables

Samples	No. of samples	Pb (mg/kg, mean)	Cd (mg/kg, mean)
Vegetables[1)]	458	0.201	0.022
Leafy vegetables[2)]	43	0.12	0.01

Table 4. Comparison of ingestion levels with PTWI

Heavy metals	PTWI (mg/kg b.w./week)	Ingestion levels (mg/kg b.w./week, mean)	
		Domestic Kimchi	Imported Kimchi
Pb	0.0250[3)]	0.0032 (12.8%)*	0.0038 (15.2%)
Cd	0.0070[4)]	0.0007 (10.0%)	0.0007 (10.0%)

*Contribution rate of Kimchi to PTWI

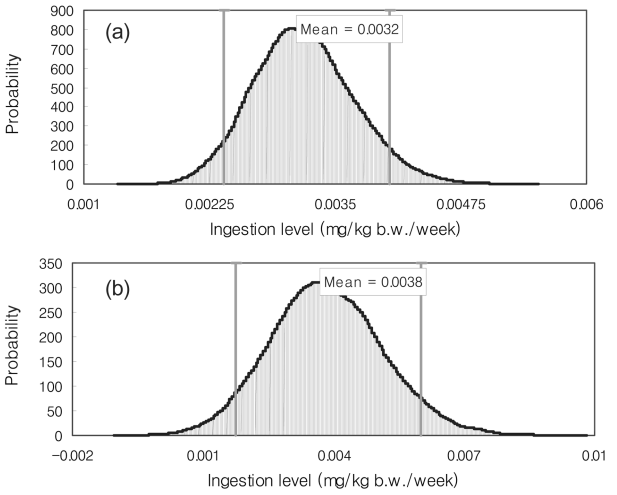

Fig. 1. (a) ingestion level of Pb in domestic Kimchi, (b) ingestion level of Pb in imported Kimchi.

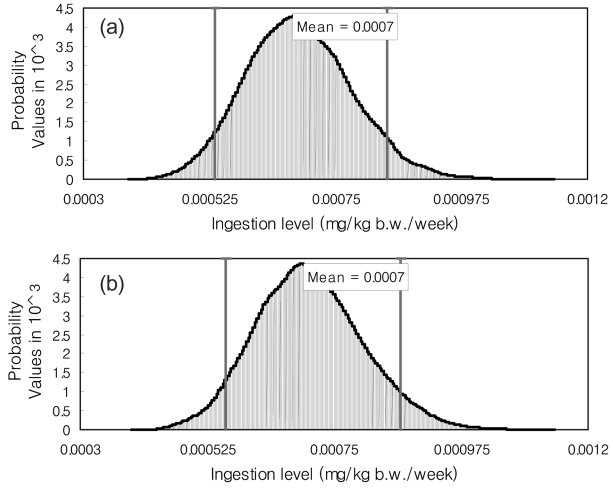

Fig. 2. (a) ingestion level of Cd in domestic Kimchi, (b) ingestion level of Cd in imported Kimchi.

으로 적용시킬 수 있는 포아슨 분포(Poisson distribution)를 적용하였다. 시뮬레이션은 @RISK 4.5(Palisade Corp., 2002) 프로그램을 이용하여, Latin Hypercube sampling과 반복시행횟수(iterations) 20,000번으로 하였다.

결과는 Fig. 1~2와 같으며, 평균 및 5%와 95% 신뢰구간 등이 나타나 있다. 또한 국산 및 수입산 김치 모두 극단적인 경우에도 PTWI를 초과하지 않음을 알 수 있다.

그러나 PTWI는 모든 식이 섭취로 인한 양을 기준으로 한 것이므로, 김치의 중금속 섭취량이 반드시 안전하다고는 볼 수 없다. 특히 중금속에 관하여는 식품공전과 이미 보고된 문헌[1,6]에 따르면, 채소류보다는 곡류와 어패류에서의 오염 수준과 식이섭취량이 더 높은 것으로 나타나 있다. 따라서 식품 종류에 따른 전체적인 평가가 지속적으로 행해져야 할 것으로 보인다.

국문요약

최근 수입이 급증하고 있는 김치에 대하여 중금속 안전성을 평가하였다. 결과 납과 카드뮴이 국산에서는 0.2964 mg/kg와 0.0637 mg/kg, 수입산에서는 0.3557 mg/kg과 0.0656 mg/kg으로 나타났으며, 통계적으로는 차이가 없었다. 기존 문헌과 비교해 본 결과 채소류나 엽채류에 비해 높은 수준의 중금속이 검출되어, 여러 채소로 이루어진 김치의 오염도가 더 높음을 알 수 있었다. 식이섭취량은 평균과 시뮬레이션 결과 모두 PTWI 이하로 나타났으나, 식품 종류에 따른 전체적인 평가가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 김민경, 김원일, 정구복, 윤순강: 우리 나라에서 생산된 농산물의 중금속 안전성 평가. *한국환경농학회지*, **20**, 169-174 (2001).
2. 김미혜, 소유섭, 김은정, 정소영, 홍무기: 폐광산지역 농산물, 토양 및 농경수의 중금속오염에 관한 연구. *한국식품위생안전성학회지*, **17**, 178-182 (2002).
3. WHO: Evaluation of certain food additives and contaminants (lead). WHO Technical Report Series 837, Geneva (1993).
4. WHO: Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Technical Report Series 901, Geneva (2001).
5. 이승욱: 통계학의 이해. 자유아카데미, 136-137 (1991).
6. 이서래, 이미경: 국내식품의 중금속 오염과 위해성 분석. *한국식품위생안전성학회지*, **16**, 324-332 (2001).