

## 시중 유통 견과류 중 미량금속의 함량에 관한 조사연구

식품안전성팀

두옥주 · 신기영 · 홍미선 · 이은순 · 한선희

## A Study on the Contents of Trace Metals in Commercial Nut Products

*Food Safty Team*

**Ock-ju Tu, Gi-young Shin, Mi-sun Hong, Eun-seon Lee,  
and Sun-hee Han**

### Abstract

The lead, cadmium, chromium, copper, manganese and zinc concentration of commercial nut products were examined in present study. The concentration of metals were detected in 10 kinds, 111 samples of nuts and seeds : walnuts, peanuts, pistachio, pine nuts, cashew nuts, sunflower seeds, pecan, sweet almonds, hazel nuts, macadamia. The average concentration of metals were in order of Zn(20.33 mg/kg) > Mn(17.28 mg/kg) > Cu(6.82 mg/kg) > Cr(0.659 mg/kg) > Pb(0.101 mg/kg) > Cd(0.015 mg/kg). The average concentration of Cr was the highest among those of heavy metals(Cr, Cd, Pb) and their range was 0.350 - 0.916 mg/kg. In the samples, the contents of Cu, Mn, Zn which ranges were 1.94 - 20.73 mg/kg, 5.63 - 62.59 mg/kg, 9.88 - 41.67 mg/kg were relatively higher than those of Cr, Cd, Pb.

Key words : nuts, seeds, trace metals, heavy metals.

### 서 론

인간이 식품을 섭취하는 것은 일상생활에 필요한 에너지와 신체 각 부위의 기능을 발휘하는데 요구되는 영양소를 얻기 위한 것이다. 그러나, 이

러한 필수적인 의미의 식품섭취 이외에 개인의 기호나 건강증진의 목적으로 섭취하는 식품이 있는데, 각종 음료류, 다류와 견과류 등이 이에 속하는 식품이라 할 수 있다.

우리나라에서 땅콩이나 아몬드 등의 각종 견과

류는 술안주, 간식, 요리의 재료로서 사용되는데, 지난 2000년 견과류의 국내 생산량은 13,248 톤으로 이 중 국내 출하량이 7,914 톤, 해외 수출량은 5,323 톤이었다<sup>1)</sup>. 또한, 1972년에 조사된 견과류의 1일 1인당 식품공급량은 0.2g이었는데 1998년에는 4.1g으로 약 20배 증가되었고, 앞으로도 건강을 중시하는 식생활의 변화에 따라 그 섭취량은 계속 증가될 것으로 예측된다.

이와 같은 견과류에 관하여 미국의 FDA에서는 보관 시에 발생하는 아플라톡신으로 인한 건강상의 위험과 더불어 견과류에 의한 allergy의 위험을 경고하고 있고, 그에 대한 연구도 활발히 이루어져 왔다<sup>2~4)</sup>. 우리나라에서는 식품공전에 아플라톡신에 대한 규격기준을 정해 놓고 있다.

땅콩이나 아몬드 등의 견과류는 수산물이나 축산물에 비해 약 10~40배 많은 불포화지방산을 함유하고 있어서<sup>5)</sup>, 견과류를 지속적으로 일정량 이상 섭취할 경우 관상심장 질환의 발병 위험을 현저하게 감소시킨다는 연구<sup>6~11)</sup>가 보고되어 건강향상을 위한 기능성 식품으로서의 가치를 인정받고 있다.

미량금속은 극히 적은 양으로 신체의 발육에 관여하며, 효소의 구성성분이나 보호소로서 작용하며 결핍 시에는 건강상의 장애를 유발하는 것으로 구리, 망간, 아연 등이 이에 속하며, 이들은 필수 금속류로 분류하고 있다. 이 밖에 자연환경에서 신체로 유입되어 신체의 각 부위에 축적되어 건강상의 장애를 일으키는 금속류가 있는데, 이에 해당하는 금속으로 납, 카드뮴, 크롬, 비소, 수은 등이 있으며 이들은 오염 금속류로 분류된다<sup>12)</sup>.

식물체 중의 금속류는 대부분 토양에서 이행되지만<sup>13~14)</sup>, 자동차 배기 가스 등의 대기오염에 의한 금속의 식물체의 축적량도 상당 부분을 차지하는 것으로 알려져 있으며<sup>15)</sup>, 토양오염과 식물의 금속류 축적량과의 관계에 관한 연구는 매우 많이 수행되어 왔다<sup>16~17)</sup>. 그러나, 견과류는 일상적으로 많은 양을 섭취하는 주요 식품군에 속하지는 않기 때문에, 그 섭취량이 근래에 많은 증가를 보이고 있음에도 불구하고 건강에 위해를 주는 요소로서 미량금속류를 얼마나 함유하고 있는지에 관한 연구는 여타 곡류나 채소류에 비하여 매우 미진한

상태이다.

따라서 이 연구에서는 견과류에 함유되어 있는 일부 미량금속류의 양을 측정 분석하여 그 기준 설정에 관한 기초자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

2002년 4월부터 10월까지 시중에 유통되고 있는 호두, 땅콩, 캐슈너트, 피스타치오, 아몬드 등 10종의 견과류 및 종실류에 대하여 총 111건의 시료를 수거하여 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 납(Pb), 구리(Cu), 망간(Mn), 아연(Zn) 등 6종의 금속을 분석하기 위해 사용하였다.(Table 1)

Table 1. Samples of the experiment

Item	No. of sample	Place of origin
Walnuts	8	U.S.A.
	6	Korea
	10	China
Peanuts	5	France
	6	Korea
	8	India
Cashewnuts	5	Thailand
	5	France
Pistachio	5	U.S.A.
Sweet almond	10	U.S.A.
	5	France
Pine nuts	10	Korea
Macadamias	7	Australia
	6	U.S.A.
Sunflower seeds	5	U.S.A.
Hazel nuts	5	France
Pecan	5	U.S.A.

### 2. 실험방법

#### 1) 시약

카드뮴, 크롬, 납, 구리, 망간, 아연 표준액은 1 mg/ml의 원자흡광용 금속 표준원액(Wako Pure

Chemical Industry Ltd., Japan)을 0.5N-HNO<sub>3</sub>용액으로 적정 농도로 희석하여 사용하였다. Nitric acid, hydrochloric acid는 유해금속추정용 특급 시약(Junsei chemical Co., Ltd., Japan)을 사용하였다.

### 2) 시료의 전처리

수거한 시료는 균질하게 마쇄한 후, 폴리에틸렌 비닐팩에 밀봉 포장하여 -20℃에서 보관하면서 분석에 사용하였으며, 한 시료 당 3 반복으로 분석하였다.

각 시료에 대하여 다음과 같은 과정으로 금속류를 분석하였다.

시료를 약 1g 정도 취하여 예비 탄화시킨 후, 진한 질산 1ml를 넣고 건조 시킨 후, 500℃의 전기회화로에서 완전 회화시켰다. 회화가 끝난 후, 회분을 약간의 물로 적시고 염산 2~4ml를 가하여 건조시킨 다음 다시 완전히 회화시켰다. 회화된 잔류물을 0.5 N-HNO<sub>3</sub>로 용해한 후 여과시켜 50 ml로 정용하였다.

### 3) 측정조건

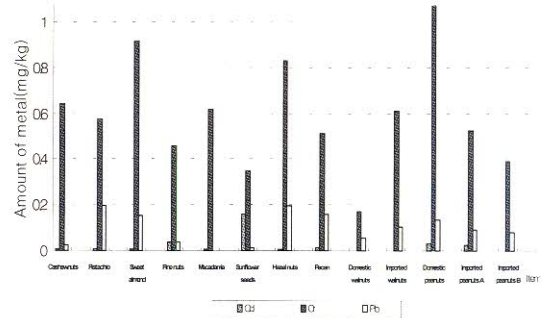
금속의 정량을 위한 기기로 Polarized Zeeman Atomic Absorption Spectrophotometry(Hitachi Z-5700, Z-5300, Hitachi Co., Japan)을 사용하였으며, 카드뮴, 크롬, 납은 graphite furnace atomization법으로 분석하였고, 구리, 망간, 아연은 flame atomization법으로 분석하였다. 분석에 사용된 조건은 Table 2와 같다.

**Table 2.** Analytical conditions of A.A.S.

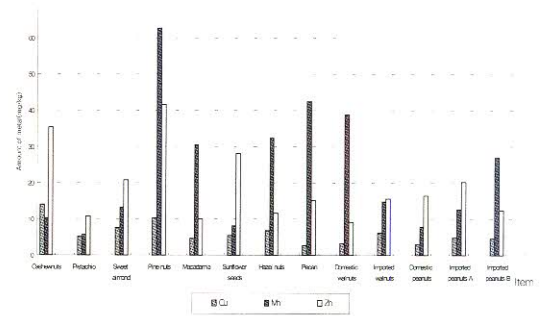
Item	Conditions of A.A.S.						
	Analytical mode	Flame type	Carrier/fuel gas flow rate	Oxidant gas pressure(kPa)	Silt width(nm)	Lamp current(mA)	Wavelength (nm)
Pb							283.3
Cr	Graphite furnace	Ar	30(L/min)	-	1.3	9	228.8
Cd							359.3
Cu			1.2(L/min)	160	1.3	9	324.8
Mn	Flame	Air-C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1.0(L/min)	160	1.3	6.5	213.9
Zn			1.1(L/min)	160	0.4	9	279.6

## 결과 및 고찰

시중에 유통되고 있는 견과류와 종실류 중 호두, 땅콩, 아몬드, 피스타치오 등 10종, 총 111건의 시료에 대하여 납, 카드뮴, 크롬, 구리, 망간 그리고 아연의 함량을 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 1, 2 및 Table 3과 4에 나타내었다.



**Fig. 1.** The average concentration of heavy metal in nuts and seeds.



**Fig. 2.** The average concentration of trace metal in nuts and seeds.



카드뮴은 분석 대상시료 중 해바라기 씨에서 그 함량이 0.158 mg/kg으로 가장 높았으며(Table 3), 다른 시료에서는 최저 0.002 mg/kg(호두)에서 최고 0.036 mg/kg(잣) 사이의 함량을 나타내었다.

호두에서의 카드뮴 함량은 국내산과 수입산이 각각 0.002, 0.003 mg/kg으로 모두 비교적 낮았고, 땅콩은 국내산이 0.033 mg/kg으로 수입산 땅콩A, B의 0.023, 0.003 mg/kg에 비해 높은 카드뮴 함

**Table 3.** Average concentration of trace metals in nuts

Item	Average concentration (Minimum~Maximum) of Trace Metal (mg/kg, wet base)					
	Cd	Cr	Pb	Cu	Mn	Zn
Walnuts	0.002 (0.000~0.005)	0.485 (0.034~2.983)	0.087 (0.015~0.469)	5.31 (1.94~10.60)	21.83 (4.71~42.00)	13.91 (4.46~27.92)
Peanuts	0.028 (0.005~0.056)	0.797 (0.303~2.766)	0.110 (0.000~0.523)	4.03 (2.79~8.96)	10.55 (7.29~18.63)	18.65 (9.45~46.50)
Cashewnuts	0.005 (0.000~0.020)	0.640 (0.293~1.300)	0.025 (0.001~0.060)	14.05 (5.33~20.73)	10.39 (4.05~17.64)	35.35 (15.81~50.39)
Pistachio	0.005 (0.002~0.012)	0.575 (0.122~1.343)	0.193 (0.019~0.524)	5.22 (3.94~6.27)	5.63 (2.82~12.83)	10.83 (7.06~13.07)
Sweet almond	0.004 (0.000~0.009)	0.916 (0.198~2.313)	0.155 (0.000~0.537)	7.54 (3.76~11.82)	13.35 (7.33~22.82)	20.74 (12.59~28.80)
Pine nuts	0.036 (0.006~0.067)	0.454 (0.360~0.499)	0.036 (0.017~0.052)	10.30 (6.48~14.36)	62.59 (41.46~83.63)	41.67 (30.07~53.72)
Macadamia	0.004 (0.000~0.017)	0.617 (0.512~0.707)	0.000 (0.000)	4.53 (4.13~4.80)	30.41 (21.48~40.61)	9.88 (9.14~10.76)
Sunflower seeds	0.158 (0.067~0.248)	0.350 (0.318~0.381)	0.014 (0.002~0.026)	5.46 (2.60~8.32)	7.99 (3.90~12.08)	28.09 (23.58~32.60)
Hazel nuts	0.007 (0.002~0.012)	0.827 (0.302~1.351)	0.197 (0.070~0.324)	6.76 (6.39~7.12)	32.47 (28.24~56.30)	11.50 (7.38~17.35)
Pecan	0.010 (0.008~0.011)	0.512 (0.128~0.895)	0.157 (0.015~0.298)	2.75 (2.55~2.90)	42.38 (36.01~45.74)	15.12 (11.38~18.87)
Total	0.015 (0.000~0.248)	0.659 (0.034~2.983)	0.101 (0.000~0.537)	6.82 (1.94~20.73)	17.28 (2.82~83.63)	20.33 (4.46~53.72)

**Table 4.** Average concentration of trace metals in walnuts and peanuts

Item	Average concentration (Minimum~Maximum) of Trace Metal (mg/kg, wet base)					
	Cd	Cr	Pb	Cu	Mn	Zn
Walnuts	0.003 (0.002~0.003)	0.169 (0.034~0.370)	0.054 (0.028~0.117)	3.28 (2.98~3.47)	39.01 (36.43~42.00)	9.25 (8.98~9.59)
Imported walnuts	0.002 (0.000~0.005)	0.611 (0.119~2.938)	0.101 (0.015~0.469)	6.12 (1.94~10.60)	14.96 (4.71~31.80)	15.77 (4.46~27.92)
Peanuts	0.033 (0.009~0.046)	1.136 (0.447~2.766)	0.135 (0.007~0.523)	2.98 (2.79~3.30)	7.77 (7.48~8.42)	16.56 (9.45~46.50)
Imported peanuts A	0.028 (0.013~0.056)	0.519 (0.367~0.841)	0.146 (0.019~0.413)	3.83 (3.18~4.63)	10.02 (7.29~11.70)	15.95 (13.51~18.61)
Imported peanuts B	0.015 (0.005~0.032)	0.535 (0.303~0.983)	0.004 (0.000~0.011)	6.41 (4.14~8.96)	16.91 (15.33~18.63)	26.89 (25.70~28.46)

량을 나타내었다(Table 4). 카드뮴은 주로 아연의 제련 공정에서 배출되며, 금이나 은 등의 합금 공정에 사용하거나, 카드뮴 축전지, 합성 도자기의 착색원료 등으로 사용되는 금속으로서 수계나 토양에 오염, 축적된 것이 식물이나 어류, 동물 조직에 이행되어 축적된다<sup>18)</sup>.

납은 수입 땅콩에서 가장 낮은 0.09 mg/kg이 측정되었으며, 헤이즐넛이 0.197 mg/kg으로 가장 높았다. 이 밖에 피스타치오가 0.193 mg/kg, 피칸과 아몬드가 각각 0.157 mg/kg, 0.155 mg/kg으로 비교적 높은 함량을 나타내었다.

크롬은 납이나 카드뮴보다 월등히 높은 함량이 거의 모든 견과 시료에서 측정되었는데, 국내산 땅콩이 1.136 mg/kg으로 가장 높은 반면 국내산 호두는 0.169 mg/kg으로 가장 낮은 값을 보였다.

다른 시료들에서 수입산 호두 0.611 mg/kg, 아몬드 0.916 mg/kg, 헤이즐넛 0.827 mg/kg 등으로 납이나 카드뮴에 비해 높은 함량이 측정되었다. 이러한 중금속류는 청정지역 보다는 오염된 공업지역의 토양 중 함량이 높은 것으로 알려져 있으며<sup>19~21)</sup>, 토양 오염이 더 심한 곳에서 재배된 채소 중의 납과 크롬의 함량은 유의하게 높다는 연구가 있다<sup>22)</sup>.

국내에서 사용되는 주요 식품 중의 중금속 함량은 그 수분의 함량이 10~20%로 견과류와 비슷한 곡류<sup>2)</sup>의 경우 납이 평균 0.130 mg/kg, 카드뮴이 0.023 mg/kg이었다<sup>1)</sup>. 두류에서도 납의 함량이

0.124 mg/kg, 카드뮴의 함량은 0.030 mg/kg으로 측정된 것<sup>1)</sup>과 비교해 보면, 이 연구의 견과 시료의 평균 납 함량은 0.101 mg/kg으로서 곡류나 두류에 비해서는 약간 낮았고, 카드뮴도 0.015 mg/kg으로 곡류나 두류에서 측정된 납과 카드뮴의 평균 함량보다는 약간 낮은 것으로 나타났다.

그러나 곡류에서 측정된 납의 최대 값이 0.390 mg/kg인데 비해 이 연구에서 측정된 시료 중 납의 최대 값은 0.537 mg/kg으로 곡류 보다 약 1.4 배 높았으며, 카드뮴도 곡류에서 최대 측정값이 0.098 mg/kg인데 비해 이 연구에서 측정된 평균 카드뮴 함량은 0.248 mg/kg로 곡류의 2.5배에 달한다. 물론 비교가 된 곡류의 측정치는 1985년부터 1999년까지 수행된 모니터링 결과 값이므로 일회적으로 측정된 본 연구와 동일선상에서 비교하는데는 무리가 있지만, 그 중금속류의 함량 범위가 곡류에서 측정된 것보다는 좀 더 광범하다는 것을 알 수 있다.

중금속류의 주간 섭취량은(성인 1일 납 섭취량 × 7) ÷ 60(성인 체중)으로 계산되는데, 우리 국민의 납 주간 섭취량은 총 6.3 μg/kg body weight/week이었다<sup>1)</sup>(Table 5). 만일 납의 최고농도인 537 μg/kg가 측정된 견과를 관상심혈관계 질환의 위험을 방지하기 위한 목적으로 주 5일, 하루에 30 g<sup>6)</sup>씩 섭취했을 때, 이로 인한 납의 주간 섭취량은 1.34 μg/kg body weight/week로 계산된다. 곡류의 경우는 납의 주간 섭취량이 4.7 μg/kg

**Table 5.** Weekly intake of heavy metals in korean<sup>1)</sup>

Food item	Average concentration (mg/kg)		Daily intake* (μg/day/person)		Weekly intake** (μg/kg body weight /week)	
	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Cereals	0.130	0.023	40.10	7.10	4.70	0.80
Pulses	0.124	0.030	4.30	1.00	0.50	0.10
Potatoes and starches	0.083	0.170	1.80	0.40	0.20	0.04
Vegetables	0.019	0.016	5.40	4.60	0.60	0.50
Fruits	0.015	0.001	2.20	0.90	0.30	0.10

\*Daily intake(μg/day/person) : Average concentration(mg/kg) x Amount of intake of 1 day(g/day/person)

\*\* Weekly intake(μg/kg body weight /week) : Amount of intake of 1 day(g/day/person)÷60(body weight of adult)



body weight/week<sup>1)</sup>였는데(Table 5), 위와 같은 계산에 따르면 납 함량이 최고 농도인 견과류를 일 정량 씹 정기적으로 섭취할 경우에는 곡류에 의해 섭취되는 납의 양의 약 1/3 정도의 납이 견과류로 인해 섭취된다고 할 수 있다.

카드뮴의 경우를 납의 경우와 같이 주간 섭취량으로서 계산해보면, 카드뮴 농도가 최대인 것은 0.248 mg/kg이었으므로, 1주일에 5일, 매회 30g 씹을 섭취한 경우, 위의 주간 섭취량 계산식을 사용하여 카드뮴의 주간 섭취량을 계산하면 0.62  $\mu\text{g}/\text{kg}$  body weight/week이 산출된다. 우리나라 국민의 카드뮴 주간 섭취량은 1.54  $\mu\text{g}/\text{kg}$  body weight/week이고, 이 중 주된 섭취 원은 곡류로서 0.8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  body weight/week의 카드뮴이 곡류의 섭취로 인해 인체로 유입된다<sup>1)</sup>(Table 5). 따라서 견과류에 의한 주간 섭취량은 곡류에서 섭취되는 카드뮴의 양보다는 적지만 두류의 카드뮴 주간 섭취량 0.1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  body weight/week이나 채소류의 카드뮴 주간 섭취량 0.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  body weight/week 보다는 많으므로<sup>1)</sup>, 중금속의 농도가 높은 견과류를 특정 질환의 예방을 위해 권장되는 양만큼 섭취할 때 견과에 포함되어 있는 중금속에 의한 건강상의 위험을 고려 해보아야 할 것이다.

크롬은 광석으로 자연에 존재하는 원소이며 목재의 보존제나, 잉크, 피혁 도금 등의 공장의 폐수 등이 오염 발생원으로, 그 농작물 중 정상 상태 함유량은 5~3000 mg/kg으로 매우 광범하다<sup>23)</sup>. 식품을 통한 1일 1인 섭취량은 100 $\mu\text{g}$  이하이며, 크롬은 만성적으로 섭취하거나, 흡입할 경우 신장 장애, 폐암 등을 일으킬 수 있다<sup>24)</sup>고 알려져 있다.

크롬의 경우는 일상적인 식품의 규격기준에 포함되어 있지 않은 중금속인데, 그 이유는 아마도 흡입독성이 경구독성에 비해 심각하기 때문이기도 하고, 아직 크롬의 만성적인 독성에 관한 논란이 정리되지 않은<sup>24)</sup> 때문인 것으로 생각할 수 있다.

이<sup>22)</sup> 등의 연구에 의하면, 크롬과 아연 그리고 망간의 경우, 토양과 그 곳에서 재배된 농작물 사이의 함량이 정상관관계를 나타내었고, 강<sup>14)</sup> 등의 연구에서도 토양중의 이들 금속 함량이 증가될수록 그 토양에서 재배된 농작물의 금속 함량이 높아

진 것으로 나타났다. 따라서 이 연구에서 각 견과류 중의 크롬 함량의 차이도 그 산지의 토양에서의 크롬 함량과 관련되어 있는 것으로 생각된다.

이 연구에서 분석된 견과류 중 크롬의 양은 최저 0.034 mg/kg(호두)에서 최고 2.983 mg/kg(호두)까지 측정되었으며(Table 3), 최저치는 국내산 호두에서 측정되었고 최고치는 수입산 호두에서 측정되었다. 이 밖에 해바라기씨(0.916 mg/kg)와 헤이즐넛(0.827 mg/kg)에서 Cr의 함량이 비교적 높게 나타났고(Table 3), 국내산 땅콩(1.136 mg/kg)도 상당히 높은 함량을 나타내었다(Table 4, Fig. 1).

한편, 이 연구에서 분석된 견과류 중의 구리, 망간, 아연의 측정량을 살펴보면(Table 3, 4), 조사 대상 견과류에서 측정된 구리의 함량은 최저 1.94 mg/kg(호두)에서 최고 20.73 mg/kg(캐슈너트)였다. 구리의 식품에서의 섭취량은 약 0.9~2.2 mg/day 정도이며, 장기간의 구리섭취에 의한 발암성은 알려져 있지 않고 단기간 높은 농도의 구리를 섭취할 경우, 예를 들어 3mg Cu/L이상의 농도인 물을 마실 경우 구토나 메스꺼움, 설사 등의 소화기계 증세가 나타난다고 알려져 있다<sup>24)</sup>. 우리나라 식품 중 곡류의 구리 함량은 평균 1.90 mg/kg이었고, 최대 함량은 11.85 mg/kg로 발표되어 있다<sup>1)</sup>. 이 연구에서 측정된 견과류 중 구리의 최고 함량은 20.73 mg/kg 이었으므로, 곡류의 최대 함량에 비해 훨씬 높은 농도임을 알 수 있었다. 그러나 견과류의 경우 한 번 섭취할 때의 양이 곡류에 비해 매우 적은 양이므로 농도로서 섭취되는 구리의 총량을 비교할 수는 없는 것으로 생각되며, 곡류에서 섭취하는 구리의 양에 비하면 훨씬 적은 양이 될 것으로 생각되지만, 구리 함량이 매우 높은 견과류를 일상적으로 섭취한다면, 곡류에서 섭취되는 구리의 양에 비교될 만큼의 구리를 견과류를 통해 섭취할 수도 있는 것으로 생각된다.

견과류에서의 망간의 함량은 피스타치오가 가장 낮은 5.63 mg/kg이었고, 잣이 62.59 mg/kg으로 가장 높은 값을 나타내었다(Table 3). 호두는 망간의 평균 함량이 21.83 mg/kg이었는데(Table 3), 국산 호두는 망간의 함량이 39.01 mg/kg로 수입 호두의 14.96 mg/kg 보다 약 2배 높았다.

그밖에 마카다미아, 헤이즐넛, 피칸의 망간 함량은 각각 30.41 mg/kg, 32.47 mg/kg, 42.38 mg/kg으로 다른 시료들에 비해 비교적 높게 나타났다. 일본에서 조사된 현미 중 망간 함유량은 약 20~30 mg/kg 정도였고<sup>26)</sup>, 국내에서 곡류와 두류에서 조사된 망간의 함유량은 각각 7.44 mg/kg, 8.11 mg/kg으로<sup>1)</sup> 이 연구에서 조사된 견과류의 평균 함량 17.28 mg/kg은 곡류와 두류에 비해 높은 것으로 나타났다.

이 연구에서 측정된 견과류의 아연 평균 함량은 20.33 mg/kg 이었는데, 잣에서 측정된 최고 함량은 53.72 mg/kg, 잣의 아연 평균함량은 41.67 mg/kg으로 연구 대상 견과 시료 중 잣에서 아연 함량이 가장 높았다(Table 3). 견과와 수분 함량이 유사한 농작물 중 곡류의 아연 함량은 1.35~24.15 mg/kg(평균 9.32 mg/kg)이었고, 두류의 아연 함량은 2.40~40.18 mg/kg(평균 12.45mg/kg)으로 이 연구의 견과류 중 아연의 함량이 4.46 mg/kg~53.72 mg/kg(평균 20.33 mg/kg)인 것에 비해 낮았다.

같은 토양에서도 각 농작물의 종류에 따라 금속류의 농작물 내 함량이 다르게 나타나고 있으며<sup>22,26)</sup>, 금속에 오염된 토양에서 자란 땅콩과 옥수수 종자에는 주로 납이 축적되었고(5.2~9.6 mg/kg), 완두콩에는 주로 카드뮴이(1.0~1.2 mg/kg), 그리고 밀 종자에는 주로 아연이 축적되어(59.4~73.2 mg/kg) 오염된 토양에서 자란 각종 식물의 종자에서 위험 수준 이상의 금속이 축적될 수 있다고 경고하는 연구<sup>27)</sup>도 있었다. 농작물 중의 금속 함량이 토양 중의 금속 함량과 밀접한 관련이 있다는 연구<sup>14,22)</sup>도 있었으나, Pieri<sup>25)</sup> 등의 연구에서는 토양 중의 중금속 함량과 작물의 중금속 함량 사이에 일정한 연관성이 발견되지 않았다고 보고하고 있다. 각종 농산물 중의 금속함량은 토양에서 기인하는 것이 대부분이긴 하지만, 농산물의 생육특성에 따라 금속 각각의 축적량이 결정되는 것으로 보여진다.

이 연구에 대상이 된 견과류는 주로 식물의 종자(seeds)를 식용으로 하는 것이며, 수분의 함량이 곡류나 두류에 비해서도 낮아서<sup>2)</sup>, 환경적으로 오염된 지역에서 재배된 견과류인 경우는 금속류

의 함량이 여타 농작물에 비해 높아질 가능성이 상당히 있다고 할 수 있고, 실제로 측정된 결과 중금속 뿐 아니라 구리, 망간, 아연의 함량도 곡류나 두류에 비해 높게 나타났다. 이러한 견과류의 일상적 섭취량이 늘어나고 있고 정확한 금속류의 함량에 대한 기초자료가 상당히 부족한 현실에서, 보다 광범한 조사 후에 다른 식품군과 마찬가지로 일정수준의 기준을 설정하는 것이 이러한 금속류의 과다 섭취에 의한 건강에의 위해를 방지하는데 도움이 될 것이다.

## 결론

시중에 유통되고 있는 견과류와 종실류 중 호두, 땅콩, 아몬드, 피스타치오, 잣 등 10종, 총 111건의 시료에 대하여 납, 카드뮴, 크롬, 구리, 망간 그리고 아연의 함량을 측정하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 각 금속별 평균 함량을 측정한 결과, 모든 조사 대상 견과류와 종실류 중의 금속 함량은  $Zn(20.33 \text{ mg/kg}) > Mn(17.28 \text{ mg/kg}) > Cu(6.82 \text{ mg/kg}) > Cr(0.659 \text{ mg/kg}) > Pb(0.101 \text{ mg/kg}) > Cd(0.015 \text{ mg/kg})$ 의 순으로 나타났다.
2. 중금속 중에서 가장 함량이 높은 것은 크롬이었으며, 견과류와 종실류 전체의 평균함량은 0.659 mg/kg이었고 0.350 mg/kg(해바라기 씨) - 0.916 mg/kg(아몬드)의 값이 측정되었다. 납은 평균 0.101 mg/kg, 최저 0.000 mg/kg(마카다미아) 최고 0.197 mg/kg(헤이즐넛)의 함량을 나타내었다. 카드뮴은 세가지 중금속 중 가장 낮은 값을 보였으며 견과류와 종실류 전체 평균함량은 0.015 mg/kg이었고, 0.002 mg/kg(호두) - 0.158 mg/kg(해바라기 씨)의 함량이 측정되었다.
3. 구리, 망간, 아연 중에서는 아연의 함량이 가장 높게 나타났으며, 그 견과류와 종실류 전체의 평균 함량은 20.33 mg/kg이었고 9.88 mg/kg(마카다미아) - 41.67 mg/kg(잣)이 측정되었다. 망간은 전체평균함량이 17.28 mg/



kg이었으며, 피스타치오가 5.63 mg/kg의 평균함량으로 땅간에서 최저값을 나타냈고 잣에서의 함량이 62.59 mg/kg으로서 가장 높았다. 구리는 전체 대상 견과류 중의 평균 함량이 6.82 mg/kg로 측정되었으며, 2.75 mg/kg을 나타낸 피칸이 최저함량을 지닌 것으로 나타났고 캐슈너트가 평균함량 14.05 mg/kg으로서 구리에서 최고함량을 보였다.

## 참고문헌

1. 식품유통연감, 식품저널, 373:418(2000).
2. Hourihane, J. O'B., Roberts, S.A., and Warner, J.O.: Resolution of peanut allergy : case-control study. *British Medical Journal*, 316:1271(1998)
3. Simsec, O., Arici, M., and Demir, C. : Mycoflora of hazelnut(*Corylus avellana* L.) and aflatoxin content in hazelnut kernels artificially infected with *Aspergillus parasiticus*. *Nahrung*, 46:194(2002)
4. Phan, T.G., Strasser, S.I., Koorey, D., McCaughan, G.W., Rimmer, J., Dunckley, H., Goddard, L., and Adelstein, S. : Passive transfer of nut allergy after liver transplantation. *Arch Intern. Med.*, 163:237(2003)
5. 농촌진흥청, 식품성분표, 244(1991)
6. Hu, F. B., Mason, J. E., Colditz, G. A., Speizer, F. E., and Willett, W.C. : Frequent nut consumption and risk of coronary heart disease in women : prospective cohort study. *British Medical Journal*, 317:1341(1998)
7. Albert, C.M., Gaziano, J.M., Willett, W. C., and Manson, J.E. : Nut consumption and decreased risk of sudden cardiac death in the Physicians' Health Study. *Arch Intern. Med.*, 24:162(2002)
8. Ellsworth, J.L., Kushi, L.H., and Folsom, A.R. : Frequent nut intake and risk of death from coronary heart disease and all causes in postmenopausal women: the Iowa Women's Health Study. *Nur. Metab. Cardiovasc.*, 11362(2001)
9. Ascherio, A., Rimm, E.B., Giovannucci, E.L., Spiegelman, D., Stampfer, M.J., and Willett, W.C. : Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States. *BMJ*, 313:84(1996)
10. Jenkins, D.J., Kendall, C.W., Marchie, A., Parker, T.L., Connelly, P.W., Qian, W., Haight, J.S., Faulkner, D., Vidgen, E., Lapsley, K.G., and Spiller, G.A. : Circulation, 106:1327(2002)
11. Iwamoto, M., Imaizumi, K., Sate, M., Hirooka, Y., Sakai, K., Takeshita, A., and Kono, M. : Serum lipid profiles in Japanese women and men during consumption of walnuts. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 56:629(2002)
12. 정문식, 정문호, 이진현, 김영규 : 환경화학. 신광문화사(1993)
13. 강주성, 박석환, 정문식 : 서울시 일부지역에서 재배한 야채류 및 토양 중 중금속 함량에 관한 연구. *한국환경위생학회지*, 20:55(1994)
14. 홍사욱, 박승희 : 토양 및 채소 중의 중금속 오염에 관한 연구. *한국환경위생학회지*, 10:33(1984)
15. Motto, H.L., Daines, R.H., Chiko, D.M., and Motto, C.K. : Lead in soils and plants : Its relationship to traffic volume and proximity to highways. *Environmental Science and Technology*, 4:231(1970)
16. 이종섭, 유일수 : 금강유역의 수중, 토양, 쌀 및 주민의 뇨중 중금속 함량에 관한 연구. *한국환경위생학회지*, 18:69(1992)



17. 박권우, 황선구, 김영식 : 도시근교 지역에 채소에 대한 중금속 오염에 대한 연구. 한국환경농학회지, 2:13(1983)
18. 이서래, 이미경 : 국내 식품의 중금속 오염과 위해성 분석. 한국식품위생안전성학회지, 16:324(2001)
19. 류홍일, 김인기, 김학준, 전성환 : 농경지 및 유해물질 오염에 관한 연구(2). 국립환경연구원보, 8:231(1986)
20. 유순호, 김철훈, 현해남 : 아연광산 주변 토양 중 카드뮴, 아연, 구리 및 납의 화학적 형태별 함량. 한국환경농학회지, 3:71(1985)
21. 김교봉, 황동진, 성시경, 손병목, 이정자, 박상현 : 서울시 일원의 토양 중 중금속 오염도 조사. 서울시보건환경연구원소보, 20:468(1984)
22. 이인숙, 조영채, 김동현 : 공단지역과 청정지역에서 재배되는 농작물과 토양 중 중금속함량 비교. 충남대학교 환경연구보고, 13:33(1995)
23. 정용, 최윤호 : 토양오염과 위해성 평가 및 관리. 화학세계, 36:23(1996)
24. Casarett and Doull : Toxicology 6th Ed. Mcgrow-Hill Companies, 822(2001)
25. Pieri, L. A., Buckley, W. T., and Kowalenko, C.G. : Cadmium and lead concentrations of commercially grown vegetables and of soils in the lower fraser vally of british columbia. Canadian Journal of Soil Science, 51(1996)
26. 김연천, 전옥경, 양혜란, 최영희, 한선희, 이강문 : 한강둔치에서 재배된 농작물 중의 미량금속 함량에 관한 연구. 한국식품위생안전성학회지, 15:209(2000)
27. Stefanov, K., Seizova, K., Yanishlieva, N., Marinova, E., and Popov, S. : Accumulation of lead, zinc and cadmium. Food Chemistry, 54:311(1995)