

합성수지제 주방용품의 납, 카드뮴 안전성 평가

윤미혜 · 엄미나 · 도영숙 · 정홍래 · 정일형 · 고환욱 · 손진석
경기도 보건환경연구원

Safety Evaluation of Lead and Cadmium in Colored Plastic Kitchenwares

Mi-Hye Yoon · Mi-Na Eom · Young-Sook Do · Hong-Rae Jung
Il-Heoung Jeong · Hoan-Uck Ko and Jin-Seok Son
Gyeonggi-do Institute of Health and Environment

Abstract

This study was performed to survey and evaluate contents of Pb and Cd in colored plastic kitchenwares by Korea Food Sanitation Act. The tested samples were 160 products(32 PE, 65 PP, 10 PS, 18 ABS and 35 MF) in a local market. The Pb and Cd contents range in the samples were ND~357.1mg/kg and ND~376.6mg/kg. Pb contents in 6 samples(1 PE, 1 PP, 2 PS and 2 MF) and Cd contents of 2 samples(1 PE and 1 ABS) were above the legal limits. Among the illegal samples, Pb contents were 140.8mg/kg, 283.4mg/kg, 134.0mg/kg, 329.2mg/kg, 357.1mg/kg and 218.3mg/kg, respectively and Cd contents were 123.1mg/kg and 376.6mg/kg. Pb and Cd in various food simulants were not detected in migration test for illegal samples. Simulants were tested at 25°C and 60°C for n-heptane and 4% acetic acid, and 60°C and 95°C for water.

Key Words : Plastic, Kitchenware, Pb, Cd, Migration test

I. 서 론

1938년 DuPont사에 의해 나일론이 등장한 이후 합성수지제의 사용은 급속도로 확산되어 주방용품에서도 도자기, 금속제와 더불어 큰 비중을 차지하게 되었다. 합성수지제는 가격이 저렴하면서도 목재나 금속, 세라믹 등의 단점을 보완하는 기능과 편리성을 가지고 있어 매우 광범위하게 사용되고 있으며 최근에 이르러서는 기능성 및 고성능을 갖춘 신소재의 개발로 그 사용범위를 더욱 확대해

가고 있다.^{1,2)}

그러나 합성수지제는 원하는 물성을 얻기 위해 첨가되는 활제, 가소제, 안정제 등 수많은 화학물질과 중합과정 중에 생성되는 미반응물질, 분해산물 등으로 인하여 유해성 논란이 끊임없이 제기되고 있어 각 나라에서는 유해가능 물질들의 잔류허용치를 설정하고 안전성이 입증된 재질들만 선별하여 식품용으로 사용하도록 허가하고 있다.³⁻⁵⁾

합성수지제에 잔류할 수 있는 유해물질들은 식품과 접촉했을 때 상호반응에 의하여 식품의 관능

적 품질에 영향을 주거나 인체에 해를 끼칠 가능성이 있어^{6,7)} 안전성 확보는 매우 중요하다.

특히 납과 카드뮴 등의 중금속화합물은 가공이 용이하고 가격이 저렴하여 안료 등 산업 전반에 폭 넓게 사용되고 있으며 이와 같은 중금속은 산, 알칼리성 수용액이나 유기용매에 일부가 이행되어 신체의 성장과 면역기능 등에 손상을 미칠 수 있다.

따라서 우리나라에서는 납과 카드뮴에 대한 규격을 정하여⁸⁾ 식품을 포장하고 있는 용기나 포장재는 반드시 기준에 적합한 제품만이 유통되도록 관리하고 있다.

그러나 주방용품의 경우는 식생활과 밀접한 관계가 있으면서도 대부분이 영세 제조업자에 의하여 공산품으로 생산되고 있어 원료의 안전성 검정과 품질실태 파악도 되지 않고 있는 실정이다.

주방용품에 있어서 착색은 제품의 미화, 식품의 보존성 강화, 재질의 품질보존 향상 등 여러 가지 측면에서 매우 중요하다.^{9,10,11)} 더욱이 주 소비계층이 여성인 주방용품은 제품의 색상이 소비자의 구매욕구에 미치는 영향이 막대하여 제품 선택과 결정에 큰 역할을 하게 한다. 이에 독특한 디자인과 함께 아름답고 다양한 색상의 제품들이 무수히 쏟아져 나오고 있지만 대부분의 주방용품이 식품위생차원의 아무런 제재 없이 생산·유통되고 있어 공업용 착색제 사용 등 안전성이 우려되고 있다.

이에 본 연구에서는 시중에 유통되고 있는 합성수지제 주방용품을 대상으로 재질 중의 납, 카드뮴 함량을 조사하고 아울러 재질 중의 납, 카드뮴이 식품의 종류 및 사용형태에 따라 이행되는 용출량을 파악하여 유통제품에 대한 안전성을 평가하고자 하였다.

III. 재료 및 방법

1. 재료

2003년 2월부터 11월까지 경기지역에서 유통되고 있는 합성수지제 주방용품 중 색상이 있는 제품 160건을 구입하여 재료로 하였다. 재질은 폴리에틸렌(polyethylene : PE), 폴리프로필렌(polypropylene : PP), 폴리스티렌(polystyrene : PS), 아

크릴로니트릴부타디엔스티렌(acrylonitrile-butadienestyrene resin : ABS), 멜라민수지(melamine-formaldehyde resin : MF)이었으며 재질별로는 PE 32건, PP 65건, PS 10건, ABS 18건, MF 35건이었다.

2. 분석방법

2.1 재질 중의 납, 카드뮴 함량시험

각 재질에 대한 납과 카드뮴 함량을 위한 시험용액 조제는 식품공전 기구 및 용기·포장의 기준규격 중 합성수지제 재질시험의 납 및 카드뮴 시험법에 의하였다. 분석에 사용된 기기는 Varian사의 원자흡광광도계(SpectraAA800, Australia)로 분석조건은 Table 1과 같았다.

2.2. 식품종류 및 사용형태에 따른 용출시험 위의 재질시험 결과 납, 카드뮴이 100mg/kg을 초

Table 1. AAS operating conditions for the analysis of Pb and Cd

Condition	Pb	Cd
Analysis type	Flame	Flame
Wavelength(mm)	283.5	228.8
Background	D ₂	D ₂
Gas type	Air/Acetylene	Air/Acetylene

Table 2. Food simulants and testing conditions for the migration test

Food type	Simulant	Testing condition
Fatty food	n-Heptane	25°C, 1hr
Aqueous food(pH<5)	4% Acetic acid	60°C, 30min
Aqueous food(pH>5)	Water	60°C, 30min
For high temperature use	Water	95°C, 30min

Table 3. Pb and Cd contents range in colored plastic kitchenwares

Material	No. of samples	Contents(mg/kg)	
		Pb	Cd
PE	32	ND~140.8	ND~123.1
PP	65	ND~283.4	ND~12.5
PS	10	ND~329.2	ND~0.4
ABS	18	ND~74.6	ND~376.6
MF	35	ND~357.1	ND~56.6
Total	160	ND~357.1	ND~376.6

ND : Not detected

과하여 검출된 제품을 대상으로 하였다. 식품의 종류와 사용형태는 유지 및 지방성식품, 유지 및 지방성식품외의 식품으로서 pH 5를 초과하는 식품과 pH 5 이하인 식품, 고온가열식품 등 4 종류로 구분하였고 이에 따른 침출용액과 조건은 Table 2와 같이 하였다. 시험용액은 식품공전 합성수지제 용출시험의 시험용액 조제방법에 준하였으며 각각의 시험용액 20ml를 취하여 증발건고 한 후 잔류물에 0.1N 질산 20ml를 가하여 원자흡광분석법에 의해

납과 카드뮴을 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 재질 중의 납, 카드뮴 함량

시중에서 유통되고 있는 착색 합성수지제 주방용품 160건에 대하여 재질 중의 납, 카드뮴 함량을 분석한 결과 Table 3, 4와 같이 납은 85% (136/160)에서 검출되었고 카드뮴은 68.8% (110/160)에서 검출되었다. 재질에 따른 검출율은 납의 경우 ABS가 94.4%(17/18)로 가장 높았고 PS가 70%(7/10)로 가장 낮았으며 카드뮴은 PE가 75% (24/32)로 가장 높았고 PS가 50%(5/5)로 가장 낮았다.

조사대상 제품의 납, 카드뮴 함량범위는 ND~357.1mg/kg, 카드뮴 ND~376.6mg/kg이었으며 이 중에서 식품공전 기준치 100mg/kg을 초과한 제품은 납 6건, 카드뮴 2건으로 총 8건이 식품을 취급하기에 부적합한 제품으로 나타났다.

각 재질별 납, 카드뮴 함량범위는 PE의 경우 납이 ND~140.8mg/kg, 카드뮴이 ND~123.1mg/kg 검출되었으며 100mg/kg 이상 검출된 제품은 납 1건, 카드뮴 1건으로 2건이었다. PP에서는 납 함량이 ND~283.4mg/kg, 카드뮴 함량이 ND~12.5mg/kg으

Table 4. Pb and Cd contents distribution in colored plastic kitchenwares

Material	No. of samples	Contents(mg/kg)									
		Pb					Cd				
		ND	<10.0	10.0~49.9	50.0~100.0	>100.0*	ND	<10.0	10.0~49.9	50.0~100.0	>100.0*
PE	32	5	18	5	3	1	8	22	1	-	1
PP	65	10	39	12	3	1	19	45	1	-	-
PS	10	3	4	-	1	2	5	5	-	-	-
ABS	18	1	8	8	1	-	6	11	-	-	1
MF	35	6	22	5	-	2	12	21	1	1	-
Total	160	24	92	30	8	6	50	104	3	1	2

ND : Not Detected

* Above the legal limits by Korean Food Sanitation Act

Table 5. Pb and Cd contents of illegal colored plastic kitchenwares

Sample No.	Material	Type	Color	Contents(mg/kg)		Country
				Pb	Cd	
1	PE	Mortar	Pink	140.8	0.5	Korea
2	PE	Mortar	Purple	63.7	123.1	Korea
3	PP	Spoon case	Green	283.4	0.2	Korea
4	PS	Bowl	Yellow	134.0	ND	Korea
5	PS	Bowl	Yellow Green	329.2	0.1	Korea
6	ABS	Egg cutter	Yellow	7.3	376.6	China
7	MF	Rice scoop	Yellow	357.1	0.2	Vietnam
8	MF	Pan spoon	Yellow Green	218.3	0.5	Vietnam

ND : Not Detected

로 카드뮴은 매우 낮은 수준으로 검출되었으나 납은 1건에서 기준을 초과하였다. PS에서는 납이 ND~329.2mg/kg의 범위로 검출되어 2건이 기준을 초과하였으나 카드뮴은 ND~0.4mg/kg만이 검출되어 조사대상 재질 중 가장 낮은 함량을 나타내었고 ABS에서는 납 함량이 ND~74.6mg/kg로 각 재질 중 가장 낮게 검출되었으며 카드뮴 함량은 ND~376.6mg/kg으로 100.0mg/kg을 초과한 제품이 1건으로 나타났다. MF의 경우에는 납이 ND~357.1mg/kg, 카드뮴이 ND~56.6mg/kg의 검출범위를 보여 PP와 마찬가지로 카드뮴은 모두 낮은 수준으로 검출되었으나 납은 2건에서 기준을 초과하였다.

Table 5는 납과 카드뮴이 기준치보다 높게 검출되어 재질규격에 부적합한 제품들로서 PE 2건, PP 1건, PS 2건 등 5건은 국내생산품이고 ABS 1건, MF 2건 등 3건은 수입품이었다. PE는 마늘이나 깨 등을 찌는 '절구'로 색상이 자주색인 제품은 123.1mg/kg의 카드뮴이, 분홍색 제품은 140.8mg/kg의 납이 검출되었으며 PP는 녹색 '수저통'으로 납이 283.4 mg/kg 검출되었고 PS는 황색과 녹색색의 '그릇'으로 134.0mg/kg, 329.2mg/kg의 납이 검출되었다. ABS는 삶은 계란을 자를 때 사용하는 '계란커

터기'로 중국에서 만든 황색 제품이었으며 카드뮴이 376.6mg/kg 검출되었고 MF는 베트남산 황색의 '주걱'과 녹색색의 '뒤집기'로 각각 납이 357.1mg/kg, 218.3mg/kg 검출되었다.

합성수지재 재질 중의 납과 카드뮴 함량은 첨가제로 사용되는 안정제와 착색제인 무기안료에 기인하는 것으로 추정된다. 무기안료는 유기안료에 비해 내열성, 내후성, 내이행성이 우수하여 산업용 합성수지재의 착색에 폭넓게 사용되고 있다.^{11,12)}

본 연구에서도 납과 카드뮴 함량이 다량 검출된 제품들의 색상이 대부분 황색과 적색계열로 나타났는데 이는 황연, 카드뮴옐로우, 카드뮴레드 등과 같은 납과 카드뮴계 무기안료의 사용에 기인하는 것으로 추정된다.

이로써 시중 유통 합성수지재 주방용품에 대한 납과 카드뮴 함량분석 결과 대다수의 제품이 식품을 취급하기에 문제가 없는 것으로 나타났으나 식품공전 재질규격을 초과한 8건과 같이 일부제품은 위해요소가 잠재되어 있는 것으로 나타났다.

따라서 합성수지재 주방용품의 안전성 확보를 위해서는 공산품으로 유통되고 있는 주방용품도 식품위생 행정제도권내에 포함시켜 제품 생산단계에서부터 모든 위해요소를 차단해야 할 것으로 사료된다.

Table 6. Results of migration test in illegal colored plastic kitchenwares for Pb and Cd

Sample No.	Material test		Migration test								
	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb(mg/ℓ)				Cd(mg/ℓ)				
			60℃ D.W.	95℃ D.W.	4% HAC.	n-Hep.	60℃ D.W.	95℃ D.W.	4% HAC.	n-Hep.	
1	140.8	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	63.7	123.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	283.4	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	134.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	329.2	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	7.3	376.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	357.1	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	218.3	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

D.W. : Distillation Water, HAC.: Acetic Acid, n-Hep.: n-Heptane

2. 식품종류에 따른 납, 카드뮴 용출량

합성수지제 주방용품 재질에 함유된 납과 카드뮴이 식품과 접촉할 때 이행되는 정도를 확인하기 위하여 위 재질시험 결과 식품공전 규격을 초과한 제품 8건을 대상으로 식품의 종류 및 사용형태에 따른 용출시험을 실시하였다.

그 결과 Table 6과 같이 각각의 용출용매와 용출조건에서 납과 카드뮴은 모두 검출되지 않았다. 이는 김등¹³⁾이 조사한 결과와 비슷한 결과로서 재질 중에 납과 카드뮴이 다량 함유되어 있더라도 식품으로 잘 이행되지 않는다는 것을 알 수 있었다. 그러나 합성수지제 내열온도 이상에서 사용하거나 지방성 식품과 산도 및 염도가 높은 식품의 장기간 보관 시에는 재질 중의 납, 카드뮴이 용출될 가능성^{14,15)}을 배제할 수 없다. 따라서 합성수지제의 안전성 확보를 위해서는 소비자들이 유지 및 고지방식품, 고염도나 산성식품의 접촉을 최소화하고 고온가열식품, 전자렌지 사용 등은 반드시 정해진 제품을 사용하도록 홍보를 강화하고 관련단체 등은 생산자가 우수한 제품을 생산함은 물론 제품에 관한 정보를 정확히 표시하도록 관리하여 안전

한 식생활이 되도록 노력해야 할 것이다.

IV. 결론

시중 유통 착색 합성수지제 주방용품 160건(PE 32건, PP 65건, PS 10건, ABS 18건, MF 35건)에 대하여 납, 카드뮴 함량과 식품의 종류 및 사용형태에 따라 이행되는 용출량 분석으로 납, 카드뮴의 안전성을 평가한 결과 다음과 같았다.

1. 납과 카드뮴의 검출율은 85%(136/160), 68.8%(110/160)이었고 함량범위는 ND~357.1mg/kg, ND~376.6mg/kg이었으며, 납과 카드뮴 함량이 식품공전 규격 100mg/kg을 초과한 제품은 6건(PE 1건, PP 1건, PS 2건, MF 2건), 2건(PE 1건, ABS 1건)으로 나타났다.
2. 부적합한 제품의 납 함량은 140.8mg/kg(PE, 절구, 분홍색), 283.4mg/kg(PP, 수저통, 녹색), 134.0mg/kg(PS, 그릇, 황색), 329.2mg/kg(PS, 그릇, 녹색), 357.1mg/kg(MF, 주걱, 황색), 218.3mg/kg(MF, 뒤집기, 녹색)이었고 카드뮴 함량은

123.1mg/kg(PE, 질구, 자주색), 376.6mg/kg(ABS, 계란커터기, 황색)이었다.

3. 재질 중에 납과 카드뮴이 100mg/kg 이상 함유된 제품에 대한 식품의 종류 및 사용형태에 따른 용출시험에서는 n-헵탄(25℃, 1시간), 4% 초산(60℃, 30분), 물(60℃, 30분), 물(95℃, 30분)의 모든 용출용매 및 용출조건에서 납과 카드뮴이 검출되지 않았다.

시중에 유통되고 있는 주방용품 중 합성수지제에 대한 안전성 조사결과 8건을 제외하고 안전한 것으로 나타났으나 대다수의 제품이 공산품으로 유통되고 있어 무기안료 사용 등 위해요소가 잠재되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 주방용품의 안전성 확보를 위해서는 식품위생 제도권내에 포함되어 관리가 되어야 한다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 진병석 : 생활용품 소재용 고분자, 고분자과학기술, **13**(4), 421, 2002
2. 김청 : 플라스틱이야기, 포장산업, 서울, 1999
3. Seo, T. K., Park, S. H., Lee, Y. S., Kim, J. H. and Kwon, I. B. : Analysis of Residual Solvents in Food Packaging Materials Using Solid Phase Microextraction Method. *J. Fd Hyg. Satety*, **14**(1), 76-83, 1999
4. 하영선 : 식품의 포장과 물류. 도서출판 효일, 서울, pp. 290-291, 2002
5. 이근택 : 식품용기 · 포장재의 안전성과 규제현황, 소비자를 위한 식품 의약품정보지, 식품의약품안전청, 봄, 34-38, 1999
6. 이근택, 김동주 : 각 국가 권역별 이행 실험방법에 따른 고온가열 식품포장재의 시플란트별 총이행량 비교, 한국식품위생안전성학회지, **16**(4) 333-341, 2001
7. Risch, S.J. : Migration of toxicants, flavors and odor-active substances from flexible packaging materials to food. *Food Technology*, **7**, 95-102, 1988
8. 식품의약품안전청 : 식품공전, 2004
9. 과학기술편집부 : 최신플라스틱핸드북, 과학기술, 서울 pp791-798, 2000
10. 重森義浩 : 色と着色のはなし, 日刊工業新聞社, 1988
11. 이종승 : 합성수지의 착색제, 플라스틱 실용화 기술 포럼, 한국고분자학회, **3**, 365-375, 1996
12. 이기만 : 알기쉬운 플라스틱 배합제, 한국플라스틱기술정보센터, 서울, pp44-59, 2001
13. 김상엽, 이광수, 장미란, 김우성, 홍무기 : 비닐봉지 및 용기류의 유해물질에 관한 조사연구, 식품의약품안전청연구보고서, **5**, 253-261, 2001
14. McGuinness, J.D. : Migration from packaging materials into foodstuffs-A need for more fundamental information. *Food Additives and Contaminants*, **3**, 95-102, 1986
15. Scott, G. : Migration and loss of antioxidants from polyethylene, *Food Additives and Contaminants*, **5**, 421-432, 1988