

## 연질 PVC 필름에 포장된 생육류의 지방함량, 두께, 저장온도와 기간에 따른 Di-(2-ethylhexyl) Adipate의 이행량

홍 승 인 · 이 근 택\*  
강릉대학교 식품과학과

### Migration of Di-(2-ethylhexyl) Adipate into the Fresh Meat Wrapped with Plasticized PVC Film Depending on Fat Content, Thickness, Storage Temperature and Period

Seung-In Hong and Keun-Taik Lee\*

Department of Food Science, Kangnung National University

#### Abstract

The effect of fat content, thickness, and storage temperature and period of fresh meat samples on the migration of di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA) from plasticized PVC film was investigated. Pork samples were prepared to have different fat contents by mixing with pork loin and pork backfat and stored at 5°C for 2 d. The migration values of DEHA into the pork samples were increased with a high fat content. There was a gradual increase in the DEHA concentration as a function of prolonged exposure period and elevated storage temperature when the pork samples were stored at -2, 5 and 10°C for up to 7 d, respectively. The migration of DEHA into fresh pork and beef was limited only to a small depth under the meat surface( $\leq 2$  cm). The migration value was higher when the pork belly was wrapped double with plasticized PVC film compared to once after storage at 5°C for 3 d. However, when the samples was minced and repacked with new film after 2 d, and kept for a further 1 d, these showed lower migration value compared to the above two intact samples. Migration values exceeded in most cases the upper limit for DEHA migration proposed by the EU(18 mg/kg or 3 mg/dm<sup>2</sup>), even though no limitation is currently set in Korea.

**Key words** : food packaging, migration, fresh meat, di-(2-ethylhexyl) adipate

#### 서 론

외식산업이 발달하고 식품의 편의성이 강조되면서 플라스틱 포장용 식품의 저장 및 유통 시 다양하게 이용되고 있다. 플라스틱 포장재의 제조 시에는 원하는 물성을 얻기 위하여 여러 가지 첨가제가 사용된다. 이러한 첨가제는 위생적인 문제 외에도 포장된 식품으로 이행되어 식품의 관능적, 물리적

또는 화학적 품질에 영향을 줄 수 있다는 점에 유의하여야 한다.

국내 시장에서는 self service 형태의 식품의 소포장용으로 polyvinyl chloride(PVC) 랩 필름을 많이 사용한다. PVC 랩 필름의 가공성과 유연성 및 점착성을 높일 목적으로 가소제가 첨가되는데 국내에서는 주로 di-(2-ethylhexyl) adipate (DEHA)가 사용되고 있다. 국내 시장에 유통되는 PVC 랩의 DEHA 함량에 대한 보고를 보면 가정용은 2.2~17.9%, 업소용은 18.3~22.5%로서 가정용보다는 업소용 랩에 DEHA가 더 많이 함유된 것으로 나타났다(Lee et al., 2001). 이와 같이 가소제는 많은 양이 첨가되므로 다른 첨가제보다 식품으로의 이행량이 상대적으로 높게 나타날 우려가 있다. 또한 랩

\*Corresponding author : Keun-Taik Lee, Department of Food Science, Collège of Life Science, Kangnung National University, 123 Jibyun-Dong, Kangnung 210-702, Korea. Tel: 82-33-640-2333, Fax: 82-33-647-4559, E-mail: leekt@kangnung.ac.kr

필름의 가스제는 지방이 많은 음식이나 고온에서 사용할 때 식품으로의 이행량이 크게 증가될 위험이 있다.

가소제 중 많이 사용되어 온 di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)는 동물실험에서 체중감소, 간 무게 증가 및 구조적 생물학적 변화를 야기하고 과다 노출 시 간암을 유발할 수 있다는 보고로 국내에서는 현재 사용이 금지되어 있다 (JECFA, 1989). 한편 DEHP의 대체 물질로 현재 유럽, 미국 및 국내에서 많이 사용되고 있는 DEHA는 캐나다의 World Wildlife Fund(WWF)와 일본의 National Institute of Health Sciences(NIHS)에서 내분비계 장애 추정물질로 분류되고 있다. 그러나 DEHA의 내분비계 장애 여부에 대하여는 아직 정확하게 규명되어 있지 않아서 전세계적으로 이를 고려한 기준치는 마련되어 있지 않은 상태이다. European Commissions의 Scientific Committee for Food(SCF)(EEC Commission, 1993)에서는 tolerable daily intakes(TDI)를 1일 사람 체중 kg당 0.3 mg으로 하였고, EEC Commission Directive (EEC Commission, 2001)에서는 specific migration limit(SMI)를 식품과의 접촉 면적 1 dm<sup>2</sup>당 3 mg, 식품 1 kg당 18 mg으로 한계치를 정하였다.

현재 PVC 랩 필름이 식품에 다양한 형태로 접촉되는 바 DEHA의 이행량을 조사하고 이에 대한 안전성 여부를 판단하기 위하여 여러 연구 결과가 보고된 바 있다. Page 등 (1995)이 조사한 바에 따르면 육류, 가공류 및 어류에서 각각 2.9~27 µg/cm<sup>2</sup>, 최고 72 µg/cm<sup>2</sup> 및 최고 130 µg/cm<sup>2</sup>의 DEHA가 이행된 것으로 확인되었다. Castle 등(1987)은 조리하지 않은 육류와 닭고기에서 각각 2.1~36.3 mg/kg과 10.5~53.1 mg/kg이, 그리고 조리된 닭고기와 쇠고기에서는 각각 9.4~48.6 mg/kg과 2.1~7.8 mg/kg이 검출되었다고 보고하였다. 또한 Kozyrod와 Ziariaris(1989)의 연구에 의하면 신선육에서 49~151 mg/kg, 치즈에서 31~429 mg/kg, 조리한 육에서 40 mg/kg, 그리고 샌드위치와 빵에서 64~325 mg/kg이 이행되었다고 하였다.

이와 같이 외국에서도 식육류의 포장에 PVC 랩 필름의 사용에 따른 DEHA의 이행량을 조사하여 안전성 여부에 대한 검토가 활발히 이루어져 왔고 현재 국내에서도 PVC 랩 필름이 식육의 포장과 조리에 다양하게 사용되고 있는 점을 고려하여 본 연구는 국내 식육류에서의 DEHA의 이행량을 파악하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 재료의 준비

포장재는 L사의 업소용 PVC 랩을 시중에서 구입하여 시료로 이용하였다. 공시 포장재 시료 내 DEHA 함량은 26.7

%로 조사되었다. 신선육 시료로 돼지고기 삼겹살, 등심, 등지방, 쇠고기 등심과 엉덩이살을 정육점에서 구입하였다.

### 표준 물질, 시약 및 초자기구의 준비

DEHA와 내부표준물질로 사용한 benzyl benzoate는 Aldrich Chemical(Germany)사 제품이였다. 추출 단계에서 사용된 acetone, n-hexane 및 methylene chloride는 Junsei Chemical(Japan)사에서 구입하였다. 본 실험에 사용된 증류수는 3차 증류수였고, 모든 초자기구들은 사용 직전에 n-hexane을 사용하여 2회 세척하였다.

### 육으로 이행된 DEHA의 분석을 위한 시료의 조제

시료육들은 10×10×3 cm 크기의 직육면체 스테인레스제 용기에 담고 표면을 고르게 하였다. 그리고 랩 필름의 겉 부분을 3~5장 제거한 후 늘어나지 않게 조심하며 시료와 밀착 되도록 포장하였다.

지방함량별 이행량을 측정하기 위한 시료는 돼지고기 등심과 등지방을 chopping하여 지방함량이 5.9%, 13.9% 및 23.6%가 되게 배합하여 5℃에서 2일 동안 저장하였다. 저장 온도별 이행량을 측정하기 위한 시료는 지방함량별 이행량을 측정하기 위한 시료와 동일한 방법을 이용하여 지방함량이 11.5%가 되게 배합하고 -2, 5 및 10℃의 온도조건에서 각각 1, 3, 7일, 1, 2, 3일 및 1, 2일의 기간동안 저장하였다. 포장횟수별 이행량을 측정하기 위한 시료는 지방함량이 26.0%가 되는 돼지고기 삼겹살을 이용하였다. 포장횟수의 조건은 한 겹 포장, 두 겹 포장 및 재포장하는 것이었다. 한 겹 포장과 두 겹 포장한 시료는 돼지고기 삼겹살을 지방과 살코기의 결이 보이는 면이 랩 필름과 닿도록 용기에 담아 5℃에서 3일 동안 저장하였다. 재포장한 시료는 삼겹살을 한 겹 포장한 시료와 동일한 방법으로 용기에 담아 5℃에서 2일 동안 저장한 후 시료를 분쇄하여 동일한 용기에 다시 담아 같은 종류의 새 랩 필름으로 포장하여 5℃에서 1일간 더 저장하였다. 지방함량별, 저장온도별 및 포장횟수별 실험을 위한 시료들은 표면에서 약 2 cm 두께로 시료를 채취 후 추출 과정을 거쳤다.

두께별 이행량을 측정하기 위한 시료는 돼지고기 삼겹살(지방함량: 32.2%), 돼지고기 등심(지방함량: 3.9%), 쇠고기 등심(지방함량: 17.0%) 및 쇠고기 엉덩이살(지방함량: 6.9%)을 이용하였다. 돼지고기 삼겹살은 포장횟수별 이행량 실험에서와 동일한 방법으로, 그리고 돼지고기 등심은 덩어리 고기를 용기에 담아 랩 포장한 다음 5℃에서 2일 동안 저장한 후 살짝 얼려 약 1 cm 두께로 슬라이스하여 두께별로 추출하였다. 쇠고기 등심과 엉덩이살은 약 1 cm 두께로 슬라이스한 것을 용기에 담아 랩 포장하여 5℃에서 2일 동안 저장한

후 슬라이스된 두께별로 추출하였다.

### 육에서의 DEHA 추출 및 분석

Lee 등(2001)의 방법에 따라 이행시킨 시료는 비이커에 담고 70%(v/v) acetone을 시료가 잠길 만큼 충분하게 넣은 후 10분간 상온에서 초음파 추출하였다. Acetone은 Whatman No. 1 여과지에 여과시켜 분별깔때기에 담고 acetone량의 1/3정도의 methylene chloride를 첨가하였다. 시료는 충분한 양의 n-hexane을 이용하여 상온에서 초음파로 5분간 다시 추출하여 추출한 액을 acetone으로 했던 것과 같은 방법으로 분별깔때기에 담았다. 이 과정을 3회 반복하여 시료육으로부터 DEHA가 완전히 추출되도록 하였다. 용액이 3층으로 분리되어 있는 분별깔때기를 마개로 막은 후 흔들어서 처음 2~3번 가스를 빼주면서 20분간 shaking하였다. Shaking 후 하층 액을 비이커에 옮겨 담아 n-hexane을 넣고 5분간 상온에서 초음파 추출하고 상층액만 분별깔때기에 옮겨 담았다. 이 과정 역시 3회 반복하였다. 이렇게 추출된 액은 농축하여 n-hexane으로 50 mL 정용한 후 1 mL를 취하여 2 mL vial에 옮겨 담고 완전히 농축시켜 100 mg/L의 농도로 n-hexane에 녹인 내부표준물질 benzyl benzoate 1 mL에 다시 녹였다. GC로 분석할 시료는 직경 0.45  $\mu\text{m}$ 의 PVDF membrane filter로 여과 후 vial에 담았다.

### DEHA의 검량선

표준 물질로서 DEHA를 n-hexane에 10, 50, 100, 500과 1000 mg/L가 각각 함유되게 검량선 표준 용액을 만든 후 내부표준물질인 benzyl benzoate 100 mg/L를 각각 첨가하였다. 그리고 직경 0.45  $\mu\text{m}$ 의 PVDF membrane filter로 여과 후 GC(Shimadzu GC-14B, Japan)를 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 분석하였다. GC로 검출한 DEHA와 내부표준물질의 면적비를 y값에 대입하여 DEHA의 값, x를 mg 단위로 계산

**Table 1. Analysis conditions of GC for the determination of DEHA**

GC model	Shimadzu GC - 14B
Column	Alltech AT <sup>TM</sup> -5 (5% Phenyl-95% Methyl-polysiloxane) 30 m×0.25 mm×0.25 $\mu\text{m}$
Carrier gas & flow rate	He, 1.07 mL/min (constant flow)
Injector temperature & mode	300°C with split ratio 80:1
Detector temperature	320°C
Oven temperature	140°C(5 min) → 15°C/min → 280°C(5 min)

할 수 있었다. DEHA의 검량선은 상관 계수( $R^2$ )가 0.9997이고 기울기가 0.785로 우수한 직선성을 보였다.

### 검출 한계

미국 Environmental Protection Agency(EPA)의 Method 8061A(1996)와 Code of Federal Regulations(CFR)(1996)의 방법에 따라 각 시료를 7회 분석 후 method detection limits (MDL)를 계산하였다. 즉  $MDL = t_{(n-1, 0.99)} \times S.D.$ 로 계산되었는데, 여기서  $t_{n-1}$ 은 99% 신뢰도의 student's value, S.D.는 표준편차를 나타내었다. GC를 이용한 DEHA의 검출한계는 3.4 mg/kg으로 확인되었다.

### 육의 지방함량 측정

상기 방법을 이용하여 추출한 액을 항량시켜 놓은 비이커에 담아 100~105°C의 dry oven에서 완전 건조시켰다. 그리고 desiccator에서 하룻동안 방냉시킨 후 비이커 무게를 측정하여 시료를 담기 전에 항량시켰던 비이커 무게와의 차를 이용하여 다음과 같은 식에 따라 지방함량을 측정하였다.

$$M = \frac{M_2 - M_1}{S} \times 100$$

M : 지방 함량(%)

$M_2$  : 농축 후의 비이커 무게(g)

$M_1$  : 시료를 담기 전 비이커 무게(g)

S : 시료 무게(g)

### 시료육에서의 DEHA 회수율

시료들에서의 DEHA의 회수율 조사를 위하여 돼지고기 삼겹살과 등심, 쇠고기 등심과 엉덩이살에 DEHA를 100  $\mu\text{g/g}$ 만큼 spike하였다. 식품 시료에서의 DEHA는 상기와 같은 방법으로 추출하여 GC-FID로 정량하여 DEHA의 회수율을 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 육에서의 DEHA 회수율

육으로 이행된 DEHA를 정량하기 위하여 회수율을 조사하였으며 그 결과는 Table 2와 같았다. DEHA의 회수율은 돼지고기 삼겹살에서 91.2%, 돼지고기 등심에서 90.2%, 쇠고기 등심에서 88.9%, 그리고 쇠고기 엉덩이살에서 80.5%로 각각 나타났다. 각 시료에서의 DEHA 회수율의 상대표준편차는 0.6~7.9% 범위였다. 본 연구에서 조사된 식품에서의

**Table 2. Recovery ratio of DEHA from pork and beef samples**

Sample	Fat content(%)	Recovery ratio(%) <sup>1)</sup>	RSD (%)
Pork belly	27.4	91.2±0.9 <sup>1)</sup>	1.0
Pork loin	3.9	90.2±4.6	5.1
Beef loin	17.0	88.9±7.0	7.9
Beef round	6.9	80.5±0.5	0.6
Average		87.7±3.3	

<sup>1)</sup> Average ± S.D.

DEHA 회수율과 상대표준편차는 미국 FDA에서 정한 기준치(FDA, 2002)를 상회하는 좋은 결과였다.

#### 다양한 조건별 DEHA의 이행량

5℃에서 2일 동안 PVC 랩 필름으로 포장하여 저장한 생육의 지방함량별 DEHA의 이행량은 지방함량 5.9, 13.9와 29.6%에서 각각 22.1, 41.9와 79.4 mg/kg으로 측정되었다(Table 3). 따라서 시료육의 지방함량이 높아질수록 DEHA의 이행량이 증가된 것을 확인할 수 있었다. Petersen 등(1998)도 지방함량이 8.8과 19.4%인 분쇄한 돼지고기를 5℃에서 하룻동안 저장하였을 때 각각 6.2와 18.0 mg/kg의 이행량을 나타내어 지방함량이 높을수록 DEHA의 이행량이 증가하였다고 보고한 바 있다.

**Table 3. Migration of DEHA from PVC wrap film into pork stored at 5℃ depending on fat content**

Sample	Storage time(day)	Fat content(%)	Migration of DEHA	
			mg/kg	mg/dm <sup>2</sup>
Minced Pork (loin+ backfat)	2	5.9	22.1	3.8
		13.9	41.9	7.1
		29.6	79.4	13.5

**Table 4. Migration of DEHA from PVC wrap film into pork depending on storage period**

Sample	Fat content (%)	Storage period (day)	Migration of DEHA					
			Storage temp.(℃)					
			-2		5		10	
			mg/kg	mg/dm <sup>2</sup>	mg/kg	mg/dm <sup>2</sup>	mg/kg	mg/dm <sup>2</sup>
Minced Pork (loin + backfat)	11.5	1	16.0	2.7	27.8	4.7	35.2	6.0
		2	-	-	37.8	6.4	71.8	12.2
		3	35.5	6.0	49.3	8.4	-	-
		7	45.3	7.7	-	-	-	-

- not determined.

지방함량이 11.5%가 되게 돼지고기 등심과 등지방을 같이 만든 시료육에 대하여 저장온도와 기간별 DEHA의 이행량을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 1일차 시료를 -2℃에 저장한 경우 16.0 mg/kg, 5℃에서는 27.8 mg/kg, 그리고 10℃에서는 35.2 mg/kg으로 나타났다. 이러한 경향은 저장 2일과 3일째에서도 유사하게 나타나서 저장온도가 높아질수록 DEHA의 이행량은 증가되는 경향이 확인되었다. 또한 -2℃에서 1일, 3일 및 7일 동안 저장하여 이행량을 조사한 결과 16.0, 35.5 및 45.3 mg/kg으로 증가하는 경향을 나타내었고, 5℃와 10℃에서도 저장기간이 길어질수록 이행량이 증가함을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과와 마찬가지로 저장온도가 높아지고 저장기간이 연장될수록 DEHA의 이행량이 증가하였다고 Startin 등(1987)과 Lee 등(1990)의 연구에서도 보고한 바 있다.

포장 횟수와 방법을 달리하여 삼겹살을 5℃에서 저장하였을 때 DEHA의 이행량을 조사한 결과는 Table 5에 나타난 바와 같다. 본 실험을 수행한 이유는 육을 두 겹으로 포장하거나 유통 기한이 가까워지는 육을 분쇄하여 재포장하는 일이 가정 또는 업계에서 간혹 이루어지고 있기 때문이다. DEHA의 이행량은 두 겹으로 랩 포장하였을 때 28.9 mg/kg으로 가장 높았고, 다음은 한 겹 포장하였을 때의 25.7 mg/kg이었으며, 2일 후 삼겹살을 분쇄한 다음 다시 랩 포장한 경우

**Table 5. Migration of DEHA from PVC wrap film into pork stored at 5℃ depending on packaging method**

Sample	Fat content (%)	Storage time (day)	No. of film layer	Migration of DEHA	
				mg/kg	mg/dm <sup>2</sup>
Pork belly	26.0	3	single	25.7	5.5
			double	28.9	6.5
			single, but repacked after 2 days	13.6	3.3

이행량이 13.6 mg/kg으로 가장 낮게 나타났다. 본 결과를 보면 DEHA는 직접 접촉하지 않은 필름층으로부터도 시료육에 이행된다는 것을 추측할 수 있다. 또한 2일 후 재포장된 시료육에서 DEHA가 적게 검출된 것은 랩에 접촉되었던 시료육을 분쇄한 후 다시 랩으로 포장하였을 때 DEHA가 분쇄육의 내부로 골고루 혼합되어 상대적으로 채취된 시료육에서의 DEHA 양이 희석된 것으로 판단된다.

DEHA가 여러 시료육의 두께층별로 얼마나 이행되는지 조사한 결과를 Table 6에 나타내었다. 돼지고기 삼겹살에서는 표면에서 1 cm까지의 시료의 경우 이행량이 220.9 mg/kg으로 나타났으며 1~2 cm의 두께에서는 19.4 mg/kg이었으나 2 cm 이상 깊이의 시료에서는 검출한계 이하의 이행량을 나타내었다. 쇠고기 등심에서는 표면에서 1 cm까지의 이행량이 39.0 mg/kg이었고 1~2 cm 두께에서는 20.8 mg/kg의 이행량을 보여주었다. 그 외 돼지 등심육과 쇠고기 엉덩이육에서도 상기와 유사한 경향을 보였다. 이와 같이 PVC 랩 필름으로 포장된 돼지고기와 쇠고기에서의 DEHA 이행량은 랩 필름과 접촉된 육 표면에서 멀어질수록 이행량이 낮게 나타났으며 2 cm 이상 깊이에서는 DEHA가 검출되지 않은 것으로 확인되었다.

본 연구 결과 -2℃에서 1일 동안 저장하거나 2일 후 재포장하였던 시료들을 제외하고는 대부분의 시료에서 DEHA의 이행량이 유럽연합의 기준치인 18 mg/kg을 초과한 것으로 확인되었다. PVC 랩으로 포장된 식품류에서 DEHA의 이행량이 유럽연합의 기준치를 초과한다는 것은 외국에서도 보고된 바 있다(Kozyrod and Ziazaris, 1989; Startin et al., 1987). 비록 국내에는 현재 DEHA의 이행량에 대한 기준치가 설정되어 있지 않지만 생육의 포장시 안전성 강화 차원에서

에서 DEHA의 이행량을 감소시키기 위한 방안이 모색되어져야 할 것으로 판단된다.

## 요 약

돼지고기와 쇠고기를 다양한 조건으로 PVC 랩 필름으로 포장하고 저장하였을 때 시료로 이행된 DEHA 가소제의 양을 조사하였다. 돼지고기 등심과 등지방을 조합하여 지방 함량을 5.9, 13.9와 29.6%로 각각 만들어 랩 포장하고 5℃에서 2일간 저장한 결과 지방함량이 높을수록 이행량은 증가되는 경향을 보였다. 돼지고기를 -2, 5와 10℃에서 각각 저장하였을 때 저장 기간이 연장되고 저장 온도가 상승할수록 이행량이 증가하는 경향을 보였다. 그리고 랩 포장된 돼지고기와 쇠고기 시료육에서 필름과 접촉된 표면으로부터 멀어질수록 이행량은 낮게 나타났으며 2 cm 이상의 깊이에서는 DEHA가 검출되지 않았다. 돼지고기 삼겹살을 랩 포장 후 5℃에서 3일간 저장하였을 때 한 겹보다는 두 겹으로 포장 시 이행량이 높게 나타났다. 한편 2일 후 분쇄한 다음 새로 랩 포장하여 하루 더 저장하였던 시료에서는 앞의 두 시료들에서보다 이행량이 더 낮게 나타났다. 국내에는 DEHA 이행량에 대한 기준이 없지만 유럽연합의 기준치인 3 mg/dm<sup>2</sup> 또는 18 mg/kg에 근거하면 조사된 대부분의 시료들에서 이 기준치를 초과한 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업의 지원(HMP-00CH-18-0017)에 의하여 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Castle, L., Mercer, A. J., Startin, J. R., and Gilbert, J. (1987) Migration from plasticized films into foods. 2. Migration of di-(2-ethylhexyl) adipate from PVC films used for retail food packaging. *Food Addi. Contam.* **4**, 399-406.
2. EEC Commission (1993) Provisional compilation of the SCF opinions on materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Vol. No. 2(1991-1992) (Brussels: The Commission of the European Communities, Directorate-General Industry(III/E/1).
3. EEC Commission (2001) Directive 2001/62/EC of 9 August 2001 amending directive 90/128/EEC relating to plastic materials and articles intended to come into

Table 6. Penetration of DEHA from PVC wrap film into pork and beef stored at 5℃ for 2 days

Sample	Fat content (%)	Sample depth (cm)	Migration of DEHA	
			mg/kg	mg/dm <sup>2</sup>
Pork belly	32.2	0~1	220.9	17.0
		1~2	19.4	1.8
		2~3	n.d	n.d
Pork loin	3.9	0~1	30.0	3.4
		1~2	17.2	1.5
		2~3	n.d	n.d
Beef loin	17.0	0~1	39.0	3.4
		1~2	20.8	1.8
		2~3	n.d	n.d
Beef round	6.9	0~1	35.0	2.9
		1~2	12.8	1.2
		2~3	n.d	n.d

n.d : not detectable.

- contact with foodstuffs. *Official Journal of the European Communities* L221/18.
4. Environmental Protection Agency (1996) Phthalate esters by gas chromatography with electron capture detection (GC/ECD), Method 8061A.
  5. Environmental Protection Agency (1996) Definition and procedure for the determination of the method detection limit-revision 1.11, 40 CFR. Part 136. Appendix B.
  6. FDA (2002) Guidance for industry, Preparation of food contact notifications and food additive petitions for food contact substances: Chemistry recommendations, Final Guidance, Center for Food Safety & Appli Nutrition.
  7. Harte, B. R., Brzozowska, A., Giacini, J. R., and Mannheim, C. (1985) Harmful effects of packaging on food products. Symposium proceeding presented at the Korea International Packaging Exhibition('85 KORPACK), Seoul, Korea.
  8. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) (1989) Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants (WHO Food Additives Series 24), pp. 222-265, Cambridge University Press, Cambridge.
  9. Kozyrod, R. P. and Ziariaris, J. (1989) A survey of plasticizer migration into foods. *J. of Food Protection* **52**, 578-580.
  10. Lee, K. T., Gyoung, Y. S., and Park T. K. (1990) Studies on the Analysis of DOA in PVC Wrap Film and its Migration into Foodstuffs, *Korean. Food Sci. Technol.* **22**, 145-149.
  11. Lee, K. H., Kwak, I. S., Jeong, D. Y., Jeon, D. H., Choi, J. C., Kim, H. I., Choi, B. H., Lee, C. H., Koo, E. J., and Lee, C. W. (2001) A study of phthalate and adipate esters in food packaging and packaged foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 479-485.
  12. Page, B. D. and Lacroix, G. M. (1995) The occurrence of phthalate ester and di-2-ethylhexyl adipate plasticizers in Canadian packaging and food sampled in 1985-1989: A survey. *Food Addi. Contam.* **12**, 129-151.
  13. Petersen, J. H. and Naamansen, E. T. (1998) DEHA-plasticized PVC for retail packaging of fresh meat. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **206**, 156-160.
  14. Startin, J. R., Sharman, M., Rose, M. D., Parker, I., Mercer, A. J., Castle, L., and Gilbert, J. (1987) Migration from plasticized films into foods. I. Migration of di-(2-ethylhexyl) adipate from PVC films during home-use and microwave cooking. *Food Addi. Contam.* **4**, 385-398.
- 
- (2003. 2. 17. 접수 ; 2003. 4. 22. 채택)