

## PVC Wraps에서 지방함유 식품으로 이행되는 Phthalate esters 및 Di-(2-ethylhexyl) adipate의 동시 분석법

이광호 · 전대훈 · 정동윤 · 최병희 · 김성욱 · 이철원  
식품의약품안전청 식품첨가물평가부 용기포장과

### A Method for Simultaneous Analysis of Phthalate Esters and Di-(2-ethylhexyl) Adipate Migrated from PVC Wraps into Fatty Food

Kwang-Ho Lee, Dae-Hoon Jeon, Dong-Youn Jeong, Byung-Hee Choi,  
Sung-Wook Kim and Chul-Won Lee  
Packaging Division, Korea Food & Drug Administration

#### Abstract

A method for simultaneous quantitative determination of plasticizers such as diethyl phthalate(DEP), di-n-propyl phthalate(DprP), di-n-butyl phthalate(DBP), di-n-pentyl phthalate(DPP), butylbenzyl phthalate(BBP), di-(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP), dicyclohexyl phthalate(DCHP) and di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA), which are suspected as endocrine disruptors, in food was studied. A analysis method was optimized for the quantification of plasticizers in Jjambbong, which is a kind of fatty noodle, by using GC/FID. The detection limits of DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP and DEHA were 3.5, 5.3, 2.2, 2.2, 7.2, 1.7, 1.9 and 3.0 mg/kg, respectively. Much higher recovery was obtained by extraction with acetone/n-hexane(1 : 1) rather than hexane solvent system. The recovery of DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP and DEHA were 72.7, 85.9, 91.4, 97.1, 100.8, 103.2, 104.3 and 95.8% after 4 time extractions, respectively. The migration of plasticizers from PVC wraps into PVC wrap covered Jjambbong was conducted after shaking(120 rpm) for 30min at room temperature with chosen solvent system. It was found that the migration level of DEHA were 577, 706, 770 mg/kg into Jjambbong, respectively, while the other plasticizers were not observed.

Key words : simultaneous analysis, PVC, wrap, plasticizers, phthalate esters, DEHA

#### 서 론

가소제는 plastic의 작업성, 유연성 또는 인성을 증진시키기 위한 비휘발성 유기물질로<sup>(1)</sup> 산업용, 가정용 및 소비재용 등으로 광범위하게 사용되며, 윤활유 및 화장품에서 향성분의 전달체로서도 사용된다<sup>(2)</sup>.

European Commissions expert committee의 the Scientific Committee for Food(SCF)에서는 가소제인 di-(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP)의 독성 연구 정보를 근거로 하여 tolerable daily intakes(TDI)를 1일 사람체 중 kg당 0.05 mg으로 하였다<sup>(1)</sup>. 1987년 국제 암연구기관(IARC)에서 플라스틱 가소제로 DEHP 대신에 다른

것을 사용할 것을 권고하였으며, DEHP는 노출시 체중감소, 간의 무게 증가 및 구조적 생물학적 변화를 일으키며 과다 노출시 간암을 일으킬 수 있다고 보고하였다<sup>(3)</sup>. World Health Organization(WHO)에서는 음용수에서의 TDI를 사람체중 kg당 25 µg이라 규정 하였으며, 이는 1L의 물에 8 µg의 DEHP가 포함되는 양이다<sup>(4)</sup>. 우리나라에서는 식품위생법의 기구 및 용기·포장의 기준규격에서 식품용 기구 및 용기·포장 제조시 DEHP의 사용을 금지하고 있다<sup>(5)</sup>.

영국의 Ministry of Agriculture Fisheries and Food(MAFF)가 조사한 바에 따르면, 식품용 wraps에서 di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA)와 epoxidised soya bean oil(ESBO) 등이 plasticizer 및 tackifier로 사용되며 DEHA의 재질내의 함량이 가정용은 12~18%, 업소용은 ND(not detected)~28%이었다<sup>(6)</sup>. 또한 종이재 식품포장재에서 DEHP와 dibutyl phthalate(DBP)가 10 mg/kg 검출 되었다<sup>(7)</sup>. DEHP는 주변 환경에 폭넓게 오염되어

Corresponding author : Kwang-Ho Lee, Packaging Division, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-ku, Seoul 122-704, Korea  
Tel : 82-2-380-1695  
Fax : 82-2-380-1625  
E-mail : khlee@kfda.go.kr

있어 공기 중에는 0.4~132 ng/m<sup>3</sup>(8-13), 강이나 바다 등의 물에는 0.6~300 µg/L 오염되어 있다고 보고 되었다(8,9,14-17). 식품에서의 DEHP와 관련하여 어류, 우유 및 치즈에서 각각 0.2 mg/kg, 31.4 mg/L 및 35 mg/kg이 검출되었으며, plastic 포장 film으로부터 이행된 DEHP의 양은 오렌지 주스, 감자스낵, cream soup 및 tempura (flying) powder 등에서 0.05~68 mg/kg 이었다(8). 우유, 버터, 치즈중 DEHP와 총 phthalate의 오염도를 분석한 결과 원유 중 DEHP는 0.12~0.28 mg/kg 이었으며 치즈 중에는 DEHP가 17 mg/kg, 총 phthalate는 114 mg/kg 인 것으로 보고 하였으며 오염 원인은 밀키호스나 포장과 관련이 있는 것으로 추측하였다(18).

이러한 과거의 연구들을 살펴보면 대부분 DEHP, DBP 또는 DEHA 등 한 개 또는 2~3개의 가스제를 대상으로 하여 산발적으로 분석하였음을 알 수 있다. 그러나 세계 World Wildlife Fund(WWF) 및 일본 National Institute of Health Sciences(NIHS)에서 일명 환경호르몬인 내분비계장애추정물질로 분류한 가스제는 diethyl phthalate(DEP), di-n-propyl phthalate(DprP), di-n-butyl phthalate(DBP), di-n-pentyl phthalate(DPP), butylbenzyl phthalate(BBP), di-(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP) 및 dicyclohexyl phthalate(DCHP) 등 phthalate esters와 식품용으로 phthalate ester 대신에 사용량이 증가되고 있는 di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA)로 여러종류가 언급되어 있다. 따라서 상기 phthalate ester 7종 및 DEHA 1종 등 총 8종의 가스제를 동시 분석 하는 최적의 시험방법 개발이 요구되고있다.

한편, 랩으로 포장된 식품에서의 가스제 용출량 조사에서 육류에 접촉한 랩에서는 36.9~59.3 mg/dm<sup>2</sup>, 치즈에서는 40.4~52.9 mg/dm<sup>2</sup>, 과일이나 채소에서는 36.4~41.4 mg/dm<sup>2</sup>의 DEHP가 용출되었다. 이 연구 결과로부터 가스제는 지방 함유 식품과 접촉했을 때 이행이 더 잘된다는 사실을 입증하였다(19). 따라서 본 연구에서는 지방을 함유한 중국음식인 짬뽕을 그 대상식품으로 선정하여 최적의 가스제 동시분석 방법을 확립하고자 하였다. 분석방법 확립의 일환으로 GC column 등을 포함한 기기 분석조건을 검토하고 대표적인 추출용매로 많이 사용되고 있는 n-hexane 및 acetone/hexane(1:1) system을 선정하여 회수율이 좋은 추출용매를 검토 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

서울지역에서 유통중인 국내산 식품용 PVC wrap 3종을 도매점에서 각각 구입 하였으며 재질표기는

polyvinylchloride(PVC)였다. 지방함유 식품분석에 사용된 짬뽕은 중국음식점에서 공급받아 사용하였다. 회수율 시험 등 분석조건 설정시험을 위한 시료는 PVC wrap으로 덮지 않은 시료를 사용 하였으며, 가스제의 식품 이행량 조사를 위한 시료는 wrap으로 덮은채 상온에서 30분간 120 회/min으로 음식물이 wrap에 닿도록 shaking한 후 분석 대상으로 하였다.

### 분석대상 가스제

DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP 등 phthalate esters 및 DEHA를 사용하였다.

### 시약 및 시험용액

Phthalate esters 및 DEHA 분석에는 정밀분석용 특급시약을 사용하였다. 가스제 표준물질로 DEP, DprP, DPP 및 DEHP는 Kanto Chemical Co., Inc.(일본), DBP는 Junsei Chemical Co., Ltd.(일본), BBP는 Tokyo Kasei Co., Inc.(일본), DCHP 및 DEHA는 Wako Pure Chemical Industries, Ltd.(일본)의 제품을 각각 사용하였으며, 검량선 작성을 위한 용액의 농도는 acetone/n-hexane(1:1)에 대해 5, 10, 25, 50, 100, 250 및 500 mg/L이었다. Internal standard로 Hayashi Pure Chemical Industries Ltd.(일본)의 Benzyl benzoate를 사용하였으며 농도는 acetone/n-hexane(1:1)에 대해 200 mg/L이었다.

추출, 정제 및 용출단계에서 사용된 물은 3차 증류수이며, acetone 및 n-hexane은 Merck Chemical Industry, Ltd.(독일) 제품을 각각 사용 하였다.

### 식품에서의 회수율 및 추출시험

짬뽕 시료 100 g을 취하되 전체 시료중 면의 무게는 60%를 차지하도록 하였다. 시료에 10,000 mg/L의 가스제 혼합표준용액 5 mL를 첨가하여 homogenizer로 균질화하여 사용하였다. n-Hexane 또는 acetone/n-hexane(1:1) 추출 용매 200 mL로 2, 4, 6, 또는 8회 추출한 각각의 액을 감압농축하고 10,000 mg/L의 internal standard 5 mL를 가하고 250 mL로 정용하여 시험용액으로 하였다. 각 추출용매 및 추출횟수에 따른 회수율을 비교함으로써 최적의 분석방법을 설정하였다. PVC wrap에서 식품으로 이행된 가스제의 함량 분석에서는 추출용매로 acetone/n-hexane(1:1)를 사용하여 4회 추출하였다.

### Gas Chromatograph(GC/FID) 분석

Phthalate esters 및 DEHA 분석에 사용된 GC는

Table 1. Analytical conditions of GC/FID

Model	Hewlett packard 6890
Column	HP-1701(14% cynopropyl-phenyl-86% dimethylpolysiloxane) 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm
Carrier gas & Flow rate	N <sub>2</sub> 1.0 mL/min(constant flow)
Injector temperature & Mode	250°C with split ratio 50 : 1
Detector temperature	290°C
Air/H <sub>2</sub>	9/1
Oven temperature	200°C(5 min)→10°C/min→270°C(13 min)

Table 2. Analytical conditions of GC/MSD

Model	GC8000/MD800
Column	DB-5 (5% diphenyl-95% dimethylpolysiloxane) 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm
Carrier gas & Flow rate	He, 1.0 mL/min (constant flow)
Injector temperature & Mode	280°C with splitless
Interface temperature	280°C
Oven temperature	80°C (2 min)→12°C/min→270°C (12 min)
Ionization mode	EI (70 eV)
Scan range	40-450 m/z

HP6890(Hewlett Packard Co., Ltd.(미국))로 flame ionization detector(FID)를 장착하여 사용하였다. 최적의 기기분석 조건을 위해 30 mm×0.25 mm×0.25 μm 규격을 가진 column으로 OV-1701(14% cynopropyl-phenyl-86% dimethylpolysiloxane), SE-30(100% dimethylpolysiloxane), DB-5(5% diphenyl-95% dimethylpolysiloxane) 및 HP-1701(14% cynopropyl-phenyl-86% dimethylpolysiloxane)을 교환하면서 시험하였다. 대표적인 기기분석조건을 Table 1에 나타내었다.

#### Gas Chromatograph/Mass Selective Detector(GC/MSD) 분석

시험용액으로 부터의 GC chromatogram에서 phthalate esters 및 DEHA와 internal standard인 benzyl benzoate 확인을 위하여 GC/MSD, GC는 GC8000이며 MD800 mass detector가 연결된 기기(Fision Co, Ltd. (미국))를 사용 하였으며 기기분석 조건을 Table 2에 나타내었다. 시료에서의 가스제 확인에는 표준액의 total ion chromatogram(TIC)에서의 머무름 시간과 비교하고 NIST, LIBTX 및 WILEY library에서의 mass spectrum과 일치 하는지를 확인하였다.

#### 결과 및 고찰

##### GC/FID용 Column 선정

Phthalate esters 및 DEHA를 동시에 분석할 수 있는 최적의 GC/FID 기기조건 설정을 위하여 동 물질 분석에 일반적으로 사용되는 column 4종을 선정하여 시

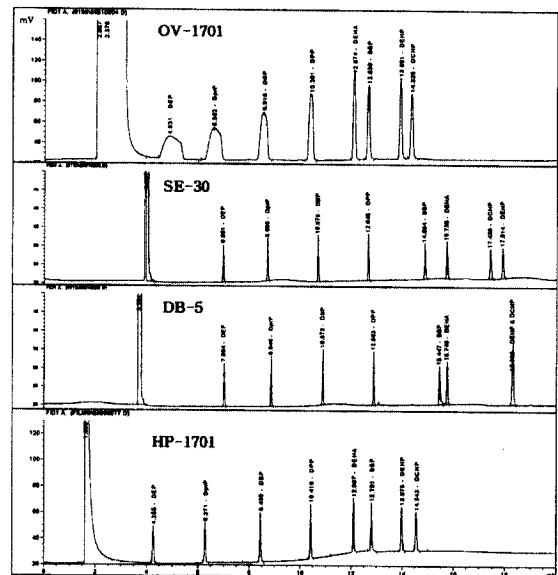


Fig. 1. Chromatograms obtained from standard solutions of diethyl phthalate(DEP), di-n-propyl phthalate(DprP), di-n-butyl phthalate(DBP), di-n-pentyl phthalate(DPP), butylbenzyl phthalate(BBP), di-(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP) and dicyclohexyl phthalate(DCHP) and di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA) according to GC columns such as OV-1701, SE-30, DB-5 and HP-1701.

험하였다. Fig. 1의 chromatogram과 같이 OV-1701 column은 감도가 우수하나 DEP, DprP, DBP peak가 broad한 단점이 있고 SE-30 column은 모든 peak가 sharp한 장점이 있으나 감도가 떨어지며 DB-5 column은 SE-30 column보다 감도는 좋으나 DEHA와 DCHP

를 각각 분리하지 못하고 혼합되어 검출되었다. HP-1701 column은 OV-1701에서의 DEP, DprP, DBP peak가 broad한 점을 개선하였고 SE-30, DB-5 column 보다 검출능력이 우수하며 DEHA와 DCHP를 분리하지 못하는 DB-5에 대비하여 phthalate esters 및 DEHA 동시분석에 적당하였다.

해서 25, 50, 100, 250 및 500 mg/L를 분석하여, 혼합 표준액 농도에 따른 혼합표준액과 internal standard의 area ratio로부터 검량선을 작성 하였다. DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP 및 DEHA의 상관계수는 각각 0.9974, 0.9969, 0.9933, 0.9970, 0.9946, 0.9947, 0.9920 및 0.9985로 우수한 직선성을 보였다.

검량선 검토

Internal standard인 benzyl benzoate(200 mg/L)와 각각 5 mg/L 농도를 갖는 phthalate esters 및 DEHA 혼합표준액을 조제하여 Table 1의 조건으로 GC/FID에서 분석하였다. 마찬가지로 이번에는 혼합표준액 5 mg/L 대신에 10 mg/L를 GC/FID로 분석하였다. 계속

검출한계

미국 Environmental Protection Agency(EPA)의 Method 8061A<sup>(20)</sup> 및 Code of Federal Regulations (CFR)<sup>(21)</sup>에 따른 Method Detection Limits(MDL) 방법을 채택하여 7회 분석후  $MDL = t_{(n-1, 0.99)} \times SD$ (여기서,  $t_{n-1}$ 은 99% 신뢰도의 student's t value, SD는 standard

**Table 3. Recovery of Phthalate esters and di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA) in Jjambong according to extraction solvent systems**

Plasticizers	Spiked(mg/kg)	n-Hexane		Acetone/n-hexane(1:1)	
		Detected(mg/kg) <sup>1)</sup>	Recovery(%) <sup>2)</sup>	Detected(mg/kg)	Recovery(%)
DEP <sup>3)</sup>	500	398	86.3 ± 5.8	334	69.5 ± 3.4
		444		341	
		444		366	
DprP <sup>4)</sup>	500	393	80.1 ± 1.3	344	67.7 ± 1.8
		402		327	
		405		343	
DBP <sup>5)</sup>	500	314	75.4 ± 10.8	327	68.9 ± 3.5
		407		345	
		410		362	
DPP <sup>6)</sup>	500	251	69.0 ± 16.1	344	76.4 ± 6.6
		392		394	
		391		407	
BBP <sup>7)</sup>	500	292	69.9 ± 9.9	324	65.8 ± 1.5
		381		326	
		374		338	
DEHP <sup>8)</sup>	500	202	55.9 ± 13.4	301	71.1 ± 9.8
		319		368	
		318		397	
DCHP <sup>9)</sup>	500	229	64.5 ± 16.1	324	69.6 ± 4.2
		367		353	
		370		366	
DEHA	500	233	55.4 ± 7.6	283	64.2 ± 6.9
		295		329	
		302		351	
Mean			69.6		69.2

<sup>1)</sup>Three independent extractions followed by three parallel GC/FID analyses of each extract.

<sup>2)</sup>All values are represent mean ± S. D. (n=3).

<sup>3)</sup>DEP: diethyl phthalate.

<sup>4)</sup>Dpr: di-n-propyl phthalate.

<sup>5)</sup>DBP : di-n-butyl phthalate.

<sup>6)</sup>DPP: di-n-pentyl phthalate.

<sup>7)</sup>BBP: butylbenzyl phthalate.

<sup>8)</sup>DEHP: di-(2-ethylhexyl) phthalate.

<sup>9)</sup>DCHP: dicyclohexyl phthalate.

**Table 4. Recovery of phthalate esters and di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA) in Jjambong according to the number of extractions with acetone/n-hexane(1:1) solvent system**

Plasticizer	Spiked (mg/kg)	Number of extraction							
		2		4		6		8	
		Detected (mg/kg) <sup>1)</sup>	Recovery (%) <sup>2)</sup>	Detected (mg/kg)	Recovery (%)	Detected (mg/kg)	Recovery (%)	Detected (mg/kg)	Recovery (%)
DEP <sup>3)</sup>	500	287		3073		368		379	
		279	59.2±4.7	993	72.7±10.0	410	78.2±4.3	419	80.1±4.0
		323		86		397		404	
DprP <sup>4)</sup>	500	367		376		425		427	
		352	75.3±6.1	465	85.9±9.5	469	89.6±4.4	470	89.9±4.3
		411		449		452		452	
DBP <sup>5)</sup>	500	385		404		459		459	
		381	80.5±6.9	487	91.4±9.3	499	96.1±4.1	500	96.1±4.1
		442		481		484		483	
DPP <sup>6)</sup>	500	366		422		498		499	
		395	80.7±8.6	527	97.1±11.2	528	102.5±3.0	529	102.6±3.0
		451		508		512		512	
BBP <sup>7)</sup>	500	428		454		515		514	
		446	91.2±6.9	571	104.3±12.2	565	108.2±5.0	562	107.6±4.8
		495		541		544		539	
DEHP <sup>8)</sup>	500	298		389		545		583	
		377	73.8±13.5	572	100.8±20.1	602	115.1±5.7	614	118.3±4.0
		432		551		580		578	
DCHP <sup>9)</sup>	500	401		451		564		525	
		422	87.3±9.0	559	103.2±11.5	561	109.5±2.5	562	108.5±3.7
		487		539		545		542	
DEHA	500	272		357		503		531	
		377	70.1±13.8	564	95.8±21.7	571	108.0±6.9	573	109.2±4.6
		403		517		546		535	

<sup>1)</sup>Three independent extractions followed by three parallel GC/FID analyses of each extract.

<sup>2)</sup>All values are represent mean ± S. D. (n=3).

<sup>3)</sup>DEP: diethyl phthalate.

<sup>4)</sup>DprP: di-n-propyl phthalate.

<sup>5)</sup>DBP: di-n-butyl phthalate.

<sup>6)</sup>DPP: di-n-pentyl phthalate.

<sup>7)</sup>BBP: butylbenzyl phthalate.

<sup>8)</sup>DEHP: di-(2-ethylhexyl) phthalate.

<sup>9)</sup>DCHP: dicyclohexyl phthalate.

deviation)에 따라 계산하였다. Phthalate esters 및 DEHA 검량선으로 부터 DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP 및 DEHA의 검출한계는 각각 3.5, 5.3, 2.2, 2.2, 7.2, 1.7, 1.9 and 3.0 mg/kg이었다.

#### 추출용매에 따른 회수율

잠뿔에 phthalate esters 및 DEHA 혼합용액 500 mg/kg를 첨가하여 추출용매에 따라 1회 추출하여 회수율 시험을 수행하였다. 비교 대상 추출용매인 n-hexane 또는 acetone/n-hexane(1:1)을 각각 사용하여 시험한 결과를 Table 3에 나타내었다. 추출용매에 따라 각기 다른 회수율을 보여 n-hexane 및 acetone/n-

hexane(1:1)에서의 평균 회수율은 각각 69.6 및 69.2% 이었다. 두 용매의 평균 회수율이 유사한 값을 보였으나 표준편차 값을 비교해 볼 때 acetone/n-hexane(1:1) 용매가 작은 편차의 안정된 회수율을 보였다. 또한 추출용매 내에서 phthalate esters인 DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP 및 DEHA의 회수율을 비교할 때 n-hexane 용매에서는 55.4~86.3%, acetone/n-hexane(1:1) 용매 system에서는 64.2~76.4%의 범위로 acetone/n-hexane(1:1) 용매 system의 편차 범위가 좁기 때문에 동시분석을 위한 추출용매 system으로 적합하였다.

Table 5. The migration level of phthalate esters and di-(2-ethylhexyl) adipate from PVC wraps into Jjambong

Sample No	Phthalate esters (mg/kg) <sup>1)</sup>	di-(2-ethylhexyl) adipate (mg/kg)	Comments
1	nd <sup>2)</sup>	706 ± 92 <sup>3)</sup>	
2	nd	770 ± 23	commercial wraps
3	nd	577 ± 27	

<sup>1)</sup>Phthalate esters: diethyl phthalate(DEP), di-*n*-propyl phthalate(DprP), di-*n*-butyl phthalate(DBP), di-*n*-pentyl phthalate(DPP), butylbenzyl phthalate(BBP), di-(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP) and dicyclohexyl phthalate(DCHP).

<sup>2)</sup>nd: not detected (limit of detection: diethyl phthalate(DEP) 3.5 mg/kg, di-*n*-propyl phthalate(DprP) 5.3 mg/kg, di-*n*-butyl phthalate(DBP) 2.2 mg/kg, di-*n*-pentyl phthalate(DPP) 2.2 mg/kg, butylbenzyl phthalate(BBP) 7.2 mg/kg, di-(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP) 1.7 mg/kg, dicyclohexyl phthalate(DCHP) 1.9 mg/kg and di-(2-ethylhexyl) adipate(DEHA) 3.0 mg/kg).

<sup>3)</sup>All values are represent mean ± S. D. (n=3)

### 추출횟수에 따른 회수율

최적의 추출횟수를 찾기위해 짬뽕에 phthalate esters 및 DEHA 혼합용액 500 mg/kg를 첨가하며 시험하였다. Table 4에 결과를 나타내었는데 추출횟수 4회 이후부터는 더 이상의 회수율 증가 없이 평형을 이루었다. 따라서 이후의 짬뽕에서의 가소제 동시분석을 위한 시험에서는 추출횟수는 4회가 적절하였다.

### PVC wraps에서 식품으로 이행된 Phthalate esters 및 DEHA 함량

분석 대상 가소제는 phthalate esters 및 DEHA이고 PVC wrap 3종은 업소용 이었으며, 이행량 측정은 짬뽕에 wrap이 덮인 상태로 상온에서 30분간 120회/min으로 하되 음식물이 wrap에 닿도록 shaking 하는 방법을 설정하여 이행시킨 후 분석하였다. 분석결과 DEHA가 PVC wrap에서 짬뽕으로 이행되어 검출되었는데 검출량은 577, 706 및 770 mg/kg로 Table 5와 같다. 이번 검출량은 본 시험의 이행 조건이 격렬하기 때문에 실제 섭취하는 양보다 훨씬 많을 수 있다. Phthalate esters는 검출되지 않았는데 그 이유로는 최근 식품용에서 DEHP의 위해성 논란으로 대체물질로 DEHA가 주로 사용되고 있기 때문이라 추정된다<sup>6)</sup>. 검출된 DEHA는 WWF 및 일본 NIHS에서 내분비계장애추정물질로 분류한 가소제이긴 하지만 국제적으로 기준규격이 설정되어 있지 않으며 내분비계 장애작용에 대해서도 현재 연구중에 있다.

## 요 약

식품에서 내분비계장애추정물질로 의심되는 DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP 및 DCHP 등과 같은 phthalate esters와 DEHA를 동시 정량 분석하였다. GC/FID를 사용하여 지방 함유 식품의 일종인 짬뽕에서 가소제를 정량하기 위한 최적의 분석방법을 검토하였

다. Phthalate esters인 DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP와 DEHA의 검출한계는 각각 3.5, 5.3, 2.2, 2.2, 7.2, 1.7, 1.9 와 3.0 mg/kg이었다. Acetone/*n*-hexane(1:1) 추출용매 system을 사용하여 4회 추출하고 HP-1701 column이 장착된 GC/FID를 사용했을때의 phthalate esters인 DEP, DprP, DBP, DPP, BBP, DEHP, DCHP 와 DEHA의 회수율이 각각 72.7, 85.9, 91.4, 97.1, 100.8, 103.2, 104.3 및 95.8% 이었다. 3종의 업소용 PVC wrap으로 짬뽕을 각각 덮은채 30분간 shaking(120회/분)한 후 이행되는 가소제 함량을 조사하였다. 3종의 PVC wrap에서 짬뽕으로 DEHA가 각각 577, 706, 770 mg/kg 이행되어 검출되었으며 다른 phthalate esters는 검출되지 않았다.

## 감사의 글

이 논문은 보건 의료기술연구개발사업(관리번호: HMP-99-F-06-0001, 식품중 각종 위해요인의 위해성 평가와 관리방안 수립에 관한 연구)의 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사하는 바입니다.

## 문 헌

- Steiner, I., Scharf, L., Fiala, F. and Washutl, J. Migration of di-(2-ethylhexyl) phthalate from PVC child articles into saliva and saliva simulant. Food Add. Contam. 15(7): 812-817 (1998)
- World Health Organization. Diethylhexyl phthalate (Environmental Health Criteria 131). International Programme on Chemical Safety, Geneva (1992)
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants (WHO Food Additives Series 24). pp. 222-265, Cambridge University Press, Cambridge (1989)
- World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality (Recommendations), Vol. 1, pp. 71-72,

- 2nd ed. Geneva (1993)
5. Korea Food and Drug Administration. Amendment and Establishment of Standards and Specifications of Food Contact Materials and Articles. Food Code (1999)
  6. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Phthalates in paper and board packaging. Food Surveillance Information Sheet 25, UK (1994)
  7. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Phthalates in paper and board packaging. Food Surveillance Information Sheet 60, UK (1995)
  8. International Agency for Research on Cancer. Some industrial chemicals and dyestuffs. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol. 29, pp. 269-294, Lyon, France (1982)
  9. Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe der Gesellschaft Deutscher Chemiker (BUA). Di-(2-ethylhexyl)phthalate (BUA-Stoffbericht 4). Weinheim (1986)
  10. Eisenreich, S. J., Looney B. B., and Thornton J. D. Airborne organic contaminants in the Great Lakes ecosystem. Environ. Sci. and Tech. 15: 30-38 (1981)
  11. Cautreels, W. and Van, C. K. Comparison between the organic fraction of suspended matter at a background and an urban station. Sci. Total Environ. 8: 79-88 (1977)
  12. Bove, J. L., Dalvent, L. and Kukreja, V. P. Airborne di-butyl and di-(2-ethylhexyl) phthalate at three New York City air sampling stations. Int. J. of Environ. Anal. Chem. 5: 189-194 (1977)
  13. Thomas, G. H. Quantitative determination and confirmation of identity of trace amounts of dialkyl phthalates in environmental samples. Environ. Health Pers. 3: 23-28 (1973)
  14. European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre. An assessment of the occurrence and effects of dialkyl ortho-phthalates in the environment (Technical Report No. 19), Brussels (1985)
  15. Ritsema, R. Trace-level analysis of phthalate esters in surface waters and suspended particulate matter by means of capillary gas chromatography with electron-capture and mass-selective detection. Chemosphere 18: 2161-2175 (1989)
  16. Wams, T. J. Diethylhexylphthalate as an environmental contaminant (Review). Sci. Total Environ. 66: 1-16 (1987)
  17. Rao, P., Hornsby A. G., and Jessup, R. E. Indices for ranking the potential for pesticide contamination of groundwater. Soil and Crop Science Society Proceedings 44: 1-8 (1985)
  18. Sharman, M., Read, W. A., Castle, L. and Gilbert, J. Level of di-(2-ethylhexyl)phthalate and total phthalate esters in milk, cream, butter and cheese. Food Addi. and Contam. 11: 37-395 (1994)
  19. Petersen, J. H., Lillemark, L. and Lund, L. Migration from PVC cling film compared with their field of application. Food Addi. Contam. 14(4): 345-353 (1997)
  20. Environmental Protection Agency. Phthalate esters by gas chromatography with electron capture detection(GC/ECD). Method 8061A
  21. Environmental Protection Agency. Definition and procedure for the determination of the method detection limit-revision 1.11, 40 CFR, Part 136, Appendix B

---

(2000년 11월 6일 접수)