*J. Fd Hyg. Safety 21(4), 231–237 (2006)*

# 침출용 티백 포장재의 안전성에 관한 연구

엄미옥 · 곽인신 · 강길진 · 전대훈 · 김형일 · 성준현 · 최희정 · 이영자†
*식품의약품안전청 식품본부 용기포장팀*

# The Monitoring on Plasticizers and Heavy Metals in Teabags

**Miok Eom, Inshin Kwak, Kiljin Kang, Daehoon Jeon, Hyungil Kim, Junhyun Sung, Heejung Choi, and Youngja Lee†**
*Food Packaging Team, Center for Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration*
(Received October 12, 2006/ Accepted December 18, 2006)

**ABSTRACT** – Nowadays the teabag is worldwide used for various products including green tea, tea, coffee, etc. since it is convenient for use. In case of outer packaging printed, however, there is a possibility that the plasticizers which is used for improvement in adhesiveness of printing ink may shift to inner tea bag. In this study, in order to monitor residual levels of plasticizers in teabags, we have established the simultaneous analysis method of 9 phthalates and 7 adipates plasticizers using gas chromatography (GC). These compounds were also confirmed using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MSD). The recoveries of plasticizers analyzed by GC ranged from 82.7% to 104.6% with coefficient of variation of 0.6~2.7% and the correlation coefficients of each plasticizer was 0.9991~0.9999. Therefore this simultaneous analysis method was showed excellent reproducibility and linearity. And limit of detection (LOD) and limit of quantitation (LOQ) on individual plasticizer were 0.1~3.5 ppm and 0.3~11.5 ppm respectively. When 143 commercial products of teabag were monitored, no plasticizers analysed were detected in filter of teabag products. The migration into 95°C water as food was also examined and the 16 plasticizers are not detected. In addition we carried out analysis of heavy metals, lead (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As) and aluminum (Al) in teabag filters using ICP/AES. Trace~23 μg Pb per teabag and 0.6~1718 μg Al per teabag were detected in materials of samples and Cd and As are detected less than LOQ (0.05 ppm). The migration levels of Pb and Al from teabag filter to 95°C water were upto 11.5 μg and 20.8 μg per teabag, respectively and Cd and As were not detected in exudate water of all samples. Collectively, these results suggest that there is no safety concern from using teabag filter.

**Key words:** teabag filter, plasticizers, heavy metals, migration

침출용 티백은 현재 그 편리성으로 인하여 전 세계적으로 녹차, 홍차, 커피 등을 비롯하여 다양한 제품에 이용되고 있다. 티백을 포함하여 종이제는 식물성 섬유(펄프)를 주원료하며, 현재 합성수지, 금속박 등의 다른 재질과 함께 가공처리함으로써 건조 식품이외에 액체식품, 냉동식품 등의 용기로도 사용되고 있다.

일반적으로 종이제는 매우 안전한 것으로 여겨지고 있으나, 최근 식물성 섬유의 가공과정이나 종이의 생산 공정으로부터 유래한 휘발성 유기물질 및 납, 비소와 같은 중금속의 검출이 보고되고 있다. 2001년 Lee 등1)은 국내 유통중인 음료수류, 과자류, 즉석식품류 등 30종의 종이포장재에 대하여 재질 중 납 및 카드뮴의 함유량을 조사한 결과, 납은 ND~183 ppm, 카드뮴은 ND~0.1 ppm으로 보고하였다. 또한, 종이는 제조과정에서 셀룰로오즈의 섬유소 성형이나 리그닌 제거, 품질개선 또는 제조공정의 효율화를 위해 여러 가지 화학처리를 하고 있다[2]. 또한 인쇄잉크의 경우 인쇄접착성 등의 목적으로 가소제가 사용되고 있다고 알려져 있어[8-9),13)], 식품과 함께 침출시켜 사용하는 티백의 경우 티백 외포장재 표면에 인쇄된 잉크성분 등 유해물질이 침출차로 이행되지 않을까하는 소비자들의 우려가 증가하고 있는 실정이다.

식품용 용기포장재에는 보존제, 안정제 등의 첨가제 및 인쇄잉크 등 많은 물질들이 사용되고 있어, 이들 물질들이

†Author to whom correspondence should be addressed.
Youngja Lee, Food Packaging Team, Center for Food Evaluation, Korea Food and Drug Administration, 194 Tongil-no, Eunpyung-gu, Seoul, 122-704, Korea. Tel: 82-2-380-1695, Fax: 82-2-380-1361, E-mail: snoopy7@kfda.go.kr

식품으로 이행될 가능성은 항상 존재하고 있다. 미국의 경우 식품포장용 종이제에 사용할 수 있는 첨가제에 대하여 관리를 하고 있으며[14], 또한 전 세계적으로 종이제 등 식품 포장재로부터 식품으로의 이행에 대하여 많은 연구들이 수행되고 있다. 2001년 Cooper 등[3]은 Dibutyl phthalate 및 Diisopropylnaphthalene가 카톤팩, 골판지, 냅킨 등 식품 포장용 종이제품에서 식품으로 이행된다는 연구결과를 보고하였다. 또한 Lee 등[4]은 PE 코팅 종이제에 대하여 유해물질의 이행성을 연구한 결과 PE코팅이 이러한 유해물질에 대한 차단성이 없는 것으로 보고하였으며, Komolprasert 등[5]은 재활용된 종이제의 PP 코팅에 대한 유효성을 연구한 결과 유해물질에 대한 차단성이 없는 것으로 보고하였다.

최근에는 재활용되어 사용되어지는 종이제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 1998년 Vilagines 등[6]은 21개 종이제를 대상으로 한 세포독성시험결과 종이제 제조공정중 첨가제의 선택 등에 있어서 개선이 필요함을 제시하였다. Endo 등[7]은 2004년 종이제 제조에 사용되어질 수 있는 슬라임방지제 등에 대하여 모니터링하고 이들 물질로부터 기인하는 유전독성을 조사한 결과 종이제에서 검출되는 이들 물질들의 양은 독성을 유발하지 않는 것으로 보고하였다. 이와 같이 현재까지의 연구결과는 피자박스, 우유팩 등의 종이제에 한정되어 있고 침출용 티백재질에 대한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 녹차, 홍차, 커피 등 다양한 제품에 이용되고 있는 국내 유통 침출용 티백 포장재의 현황을 파악하고, Phthalate류 등 가소제 및 유해중금속에 대하여 재질중 잔류량 및 침출조건에서 이들 물질의 식품으로의 이행량 모니터링 자료를 확보하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

국내 유통 중인 침출용 티백 143개 제품을 구입하여 식품과 직접 접촉하는 내포장 재질을 분석대상 시료로 하였다. 가소제 분석을 위한 표준물질로서 DMA(Di-methyl adipate), DEA(Di-ethyl adipate), DBA(Di-butyl adipate), DIBA(Di-isobutyl adipate), BBEA(Bis-2-butoxyethyl adipate), BBEEA Bis-[2-(2-butoxyethoxy) ethyl] adpate), DEP(Di-ethyl phthalate), DPrP(Di-propyl phthalate), DBP(Di-butyl phthalate), DPP(Di-phenyl phthalate) 및 내부표준물질 (IS)인 Acetanilide는 Sigma Aldrich(미국)에서 구입하였으며, DEHA (Di-2-ethylhexyl adipate), BBP(Benzyl-n-butyl phthalate) 및 DCHP(Di-cyclo-hexyl phthalate)는 Wako(일본)로부터 구입하여 사용하였다. 또한 DEHP(Di-ethyl-hexyl phthalate) 및 DIPrP(Di-iso-propyl phthalate)는 Fluka(스위스)사 제품을 사용하였으며, DPtP(Di-pentyl phthalate)는 Kanto(일본)로부터 구입하여 사용하였다. 중금속 분석을 위한 표준물질로서 1000 ppm의 Pb, As, Cd 및 Al 표준용액을 일본 Wako사로부터 구입하여 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 용매는 모두 Merck사에서 구입하였다.

### 분석장비 및 조건

프탈레이트류 및 아디페이트류 가소제 16종을 동시에 분석할 수 있는 GC/FID 및 GC/MSD의 분석조건은 Table 1와 같다. 이 조건을 이용하여 침출용 티백 재질에 대하여 가소제 성분의 잔류량 및 용출량의 정량·확인에 이용하였다.

### 표준용액의 조제 및 검량선의 작성

GC/FID의 검량선 작성에 사용된 표준용액은 100 ppm의 내부표준물질 (IS) 을 함유하는 16종의 가소제 혼합용액으로서 16종 가소제 각각의 농도가 1, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400 ppm이 되도록 만들어 사용하였다. 또한, Pb, As, Cd 및 Al의 표준용액은 각 중금속의 원자흡광분석용 1000 ppm 표준원액(Wako Pure Chemical Industry Ltd.)으로부터 3차 증류수로 희석하여 각각의 농도가 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1 ppm이 되도록 하여 검량선 작성에 사용하였다.

### 시험용액의 조제

**침출용 티백포장재 재질에서의 가소제 분석** – 침출용 티백 포장재의 재질 분석을 위하여 인쇄된 외포장으로부터 티백포장재를 분리하고, 속 안의 내용물을 깨끗이 털어 제거한다. 내포장을 5 mm × 5 mm로 세절한 후 Dichloromethane 100 ml를 가하여 30분간 초음파 추출한다. 가소제가 추출된 용액을 50°C에서 감압 농축 시킨 다음 아세톤으로 농축된 가소제를 녹이고, IS의 농도가 20 ppm이 되도록 내부표준용액을 첨가한다. 아세톤으로 25 ml로 정용한 액을 시험용액으로 하여 확립된 분석조건(Table 1)에 따라 GC/FID 및 GC/MSD를 이용하여 개별 가소제를 정량·확인하였다.

**침출용 티백포장재 재질에서의 중금속 분석** – 침출용 티백 제품의 내포장에서 내용물을 깨끗이 제거한 후 세절(5 mm × 5 mm)하여 도가니에 넣어 탄화시킨다. 탄화시킨 시료를 500°C 회화로에서 2시간 동안 회화시킨다. 회화된 시료를 상온으로 식힌 다음 염산 1 ml을 첨가하여 수욕상에서 건조시킨다. 건조된 도가니에 0.5 N질산 1 ml를 넣어 시료를 녹인 후 증류수를 가하여 50 ml로 희석한 액을 시험용액으로 사용하였다. 중금속으로서 Pb, As, Cd 및 Al을 유도결합플라즈마분광기(ICP/AES)로 분석하였으며, 이때 사용된 분석조건은 Table 2과 같다.

**Table 1. Analytical conditions of GC/FID (A) and GC/MSD (B) for the identification of plasticizers.**

| (A) | |
|---|---|
| Instrument | HP6890FID |
| Column | DB-1701 (30 m × 0.25 μm × 0.25 mm) |
| Oven Temp. | 120°C(10 mim) → [7°C/min] → 230°C (20 mim) → [5°C/min] → 280°C(5 mim) |
| Inlet Temp. | 240°C |
| Detection Temp. | 280°C |
| Carrier Gas | $N_2$ (1.4 μl/min) |
| Injection Vol. | 2 μl |
| **(B)** | |
| Instrument | HP5973inest |
| Column | DB-1701 (30 m × 0.25 μm × 0.25 mm) |
| Oven Temp. | 120°C(10 mim) → [7°C/min] → 230°C (20 mim) → [5°C/min] → 280°C(5 mim) |
| Inlet Temp. | 240°C |
| Solvent Delay | 5 min |
| Carrier Gas | He |
| Ionization energy | 70 eV |
| Injection Vol. | 2 μl |

**Table 2. Analytical conditions of ICP for heavy metals.**

| Classi fication | Condition |
|---|---|
| Wavelength (nm) | As 188.980 |
| | Pb 220.353 |
| | Cd 214.439 |
| | Al 167.019 |
| Sample gas flow (L/min) | 7.0 |
| Plasma gas flow (L/min) | 1.5 |
| Auxilary gas flow (L/min) | 15 |

**침출용 티백 재질로부터 식품으로의 가소제 용출 시험** – 침출용 티백 포장재로부터 식품(물)으로의 가소제 용출시험을 위하여 인쇄된 외포장으로부터 티백포장재를 분리하고, 속 안의 내용물을 깨끗이 털어 제거한 후 내포장을 95°C, 150 ml의 증류수에 30분간 용출하였다. 용출액에 Dichloromethane 150 ml를 가하여 250 rpm에서 10분간 추출하였다. 추출과정을 2회 반복하여, Dichloromethane층을 모아 50°C에서 감압 농축한다. 농축된 용액에 1000 ppm IS 용액 1 ml 및 아세톤을 가하여 25 ml로 정용한다. 이 액을 시험용액으로 하여 GC/FID 및 GC/MSD로 가소제 성분의 용출량을 정량・확인하였다.

**침출용 티백 재질로부터 식품으로의 중금속 용출 시험** – 침출용 티백 포장재로부터 식품(물)으로의 가소제 용출시험을 위하여 인쇄된 외포장으로부터 티백포장재를 분리하고, 속 안의 내용물을 깨끗이 털어 제거한 후 내포장을 95°C, 150 ml의 증류수에 30분간 용출하였다. 용출한 액을 시험용액으로하여 Pb, As, Cd 및 Al의 용출량을 유도결합플라즈마 분광기(ICP/AES)로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 국내 유통 침출용 티백 포장재 현황

침출용 티백은 녹차, 홍차, 커피 등 다양한 제품에 이용되고 있으므로 침출용 티백 포장재의 안전성 확보를 위한 기초 자료를 마련하기 위하여, 국내 유통중인 침출용 티백제품을 구입하여 티백 포장재를 조사, 분류하였다. 그 결과, 침출용 다류 또는 커피인 경우, 여과지 재질은 펄프가 대부분이었고 외포장은 다양한 재질이 사용되고 있는 것으로 조사되었다(data not shown). 또한 국내 침출용 티백 포장재에 유해물질의 혼입가능성을 조사한 결과, 여과지 재질인 펄프는 열처리(주로 170-220°C) 또는 물리적인 압력을 가함으로서 봉합하거나 양은환선(알루미늄 재질)을 이용하여 봉합함으로써 접착제를 사용하지 않는 것으로 파악되었다. 개별 포장된 외포장의 경우에도 접착제를 사용하지 않고 압력과 열을 가하여 봉합하는 것으로 파악되었다. 그 외 침출용 티백에는 태그지(손잡이 부분), 마일러(실 접착부분), 양은환선, 실이 사용되는데, 실은 천연사, 양은환선은 알루미늄, 태그지는 종이, 마일러는 종이/LDPE/PET/LDPE 등 다층재질이 사용되고 있었으며, 마일러는 열/압력을 이용한 봉합방식 이외에 천연소재인 라텍스를 이용하여 여과지에 접착하기도 하였다.

### 분석법 검증

Phthalate류 9종 및 Adipate류 7종을 동시에 분석할 수 있는 GC/FID 시험조건을 확립하였다(Table 1 및 Fig. 1). 이 조건에서의 개별 가소제에 대한 직선성은 0.9991~0.9999 이었고(Fig. 3), 검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ)는 각각 0.1~3.5 ppm 및 0.3~11.5 ppm 범위로 나타났다(Table 3).

침출용 티백 재질 시료 중 1제품을 선택하여 Phthalate류 9종 및 Adipate류 7종 혼합 표준용액을 첨가한 후 재질 중 가소제 추출 방법과 동일하게 전처리하여 회수율 실험을 하였다. Table 3에서와 같이 개별 가소제에 대하여 재질중 잔류량에 대한 회수율은 82.7~104.6% 범위의 값을 보였으며, 티백 포장재로부터의 이행량에 대한 회수율은 85~114.5% 범위로 나타났다.

### 티백재질중 가소제 잔류량

확립된 분석법을 적용하여 국내 유통 침출용 티백 8종 143개 제품의 티백재질에 Dichloromethane 100 ml를 가하

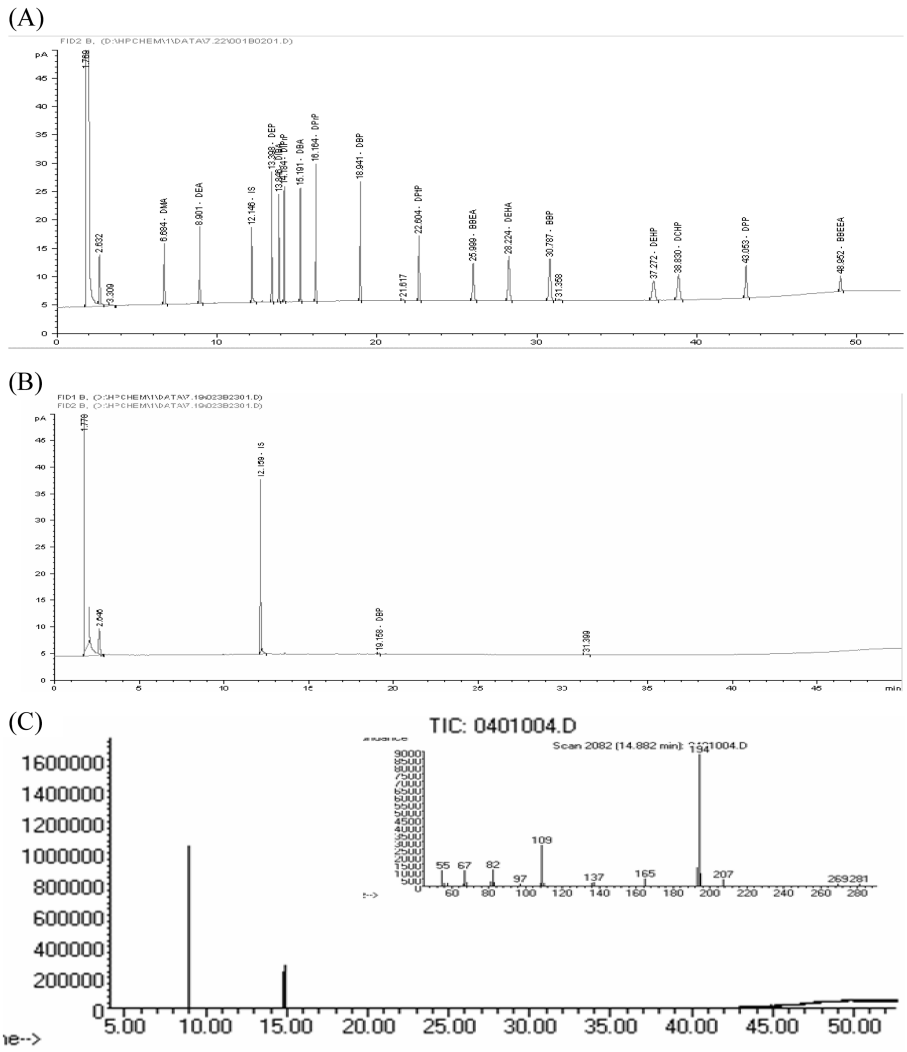


**Fig. 1. Chromatogram of 16 plasticizers analyzed in tea bag filter. (A) GC/FID Chromatogram of Standard (mixture of 16 plasticizers); (B) GC/FID Chromatogram of Sample; (C) GC/MSD Chromatogram (scan mode) of Sample.**

**Table 3. Summary on parameters of GC/FID for simultaneous analysis of plasticizers.**

| | DMA | DEA | DBA | DIBA | DEHA | BBEA | BBEEA | DEP | DIPrP | DPrP | DBP | DPtP | DEHP | DCHP | DPP | BBP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Correlation Coefficient[1)] | 0.9998 | 0.9998 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9999 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9991 | 0.9996 | 0.9996 | 0.9998 | 0.9997 |
| Limit of Detection (ppm)[2)] | 0.502 | 0.735 | 0.050 | 0.275 | 1.137 | 0.802 | 2.185 | 0.320 | 0.118 | 0.089 | 0.804 | 2.346 | 1.979 | 2.945 | 3.456 | 2.034 |
| Limit of Quantitation (ppm)[3)] | 1.676 | 2.449 | 0.166 | 0.918 | 3.790 | 2.674 | 7.285 | 1.069 | 0.394 | 0.296 | 2.523 | 7.820 | 6.486 | 9.815 | 11.521 | 6.780 |
| Repeatability (RSD%)[4)] | 2.205 | 1.679 | 1.510 | 1.535 | 1.530 | 1.136 | 1.048 | 0.793 | 0.621 | 1.060 | 1.339 | 2.794 | 1.639 | 2.306 | 2.654 | 1.583 |
| Recovery (%) for Material test[5)] | 82.7 ±3.47 | 83.7 ±6.96 | 88.6 ±4.49 | 90.2 ±3.41 | 90.4 ±2.73 | 91.9 ±2.75 | 104.6 ±2.9 | 89.8 ±3.47 | 88.5 ±5.02 | 88.3 ±4.31 | 89.7 ±3.62 | 89.7 ±2.98 | 90.6 ±2.86 | 82.5 ±3.66 | 99.0 ±6.29 | 92.2 ±3.27 |
| Recovery (%) for Migration test[5)] | 85.0 ±2.24 | 98.5 ±1.13 | 104.1 ±1.38 | 106.8 ±0.78 | 104.3 ±0.69 | 104.5 ±0.26 | 114.5 ±0.8 | 106.0 ±0.80 | 106.2 ±0.81 | 107.0 ±0.66 | 90.5 ±0.73 | 97.1 ±0.59 | 102.5 ±1.30 | 107.6 ±0.81 | 106.8 ±0.89 | 108.5 ±0.78 |

1) n=3 injections, concentration range 0~400 ppm, 9 point
2) and 3) LOD and LOQ are calculated as 5 times the standard deviation of the plasticizer levels in the blank test.
4) n=6 injections, time range up to 7 days, 4 point
5) n=7 with plasticizers-spiked samples

**Table 4. Residual (A) and migration (B) levels of 16 plasticizers analyzed with GC/FID and GC/MSD in tea bag filter. Each value is reported μg/1 teabag for individual sample.**

(A)

| | DMA | DEA | DBA | DIBA | DEHA | BBEA | BBEEA | DEP | DIPrP | DPrP | DBP | DPtP | DEHP | DCHP | DPP | BBP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pulp (n=111) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Nylon (n=6) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PET/PE (n=3) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PE/PP (n=2) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PP (n=5) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PE (n=16) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

(B)

| | DMA | DEA | DBA | DIBA | DEHA | BBEA | BBEEA | DEP | DIPrP | DPrP | DBP | DPtP | DEHP | DCHP | DPP | BBP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pulp (n=111) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Nylon (n=6) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PET/PE (n=3) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PE/PP (n=2) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PP (n=5) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PE (n=16) | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

고 30분간 초음파 추출하여 재질 중 가소제 잔류량을 GC/FID로 분석한 후 GC/MSD(scan mode)로 확인한 결과, 본 실험에 사용된 제품의 침출용 티백에서는 분석한 프탈레이트류 및 아디페이트류의 가소제 16종이 모두 검출되지 않았다(Table 4A 및 Fig 1). 이러한 결과는 침출용 티백 제품의 외포장 인쇄잉크에서부터 유래될 수 있는 유해물질인 가소제가 인쇄잉크에 사용되지 않거나, 인쇄잉크에 가소제가 사용된다 하더라도 외포장재의 다층재질로 인해 내포장으로 유해성분이 이행되지 않음을 말해준다.

## 가소제 이행량

**Table 5. Residual (A) and migration (B) levels of heavy metals (Cd, Pb, As and Al) analyzed with ICP in tea bag filter. Each value is reported μg/1 teabag for individual sample. ND < LOD (0.001 mg/L); Trace < LOQ (0.05 mg/L)**

(A)

| | Pulp (n=111) | Nylon (n=6) | PET/PE (n=3) | PE/PP (n=2) | PP (n=5) | PE (n=16) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| As | ND/Trace | Trace | Trace | Trace | Trace | Trace |
| Cd | Trace | Trace | Trace | Trace | Trace | Trace |
| Pb | Trace~23.0 | Trace | Trace | Trace | Trace~2.7 | Trace~2.9 |
| Al | 0.6~1718 | 2.5~75.2 | 22.0~26.9 | 17.9~26.9 | 24.4~135 | 12.4~31.8 |

(B)

| | Pulp (n=111) | Nylon (n=6) | PET/PE (n=3) | PE/PP (n=2) | PP (n=5) | PE (n=16) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| As | Trace | Trace | Trace | Trace | Trace | Trace |
| Cd | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Pb | Trace~11.5 | Trace | Trace | Trace | Trace | Trace |
| Al | Trace~14.1 | Trace | 8.6~20.8 | Trace | Trace | Trace |

구입한 침출용 티백 8종 143품목의 침출용 티백을 음용 조건인 95°C의 증류수에서 30분간 침출한 후 dichloromethane으로 추출하여 가소제 이행량을 GC/FID 및 GC/MSD(sacn mode)로 분석한 결과, 본 실험에 사용된 프탈레이트류 및 아디페이트류의 가소제 16종은 모두 검출되지 않았다(Table 4B). 또한 침출용 티백 시료 중 1개 제품을 선택하여 음용 조건인 95°C 물에서 침출시간에 따른 16종 가소제 이행량을 조사하였다. 침출시간을 3, 10, 30, 60분으로 하였을 때 시험한 16종 가소제 모두 검출되지 않아(Table 6) 침출용 티백으로부터 가소제의 이행은 없는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 Table 4A의 침출용 티백 재질분석 결과로부터 예측되어진 것으로서 제품의 외포장 인쇄잉크에서부터 유래될 수 있는 유해물질 즉, 가소제 성분은 인쇄잉크에 사용되지 않거나 침출용 티백의 내포장으로 이행되지 않기 때문에 식품에서 검출되지 않는 것으로 사료된다.

## 티백재질중 중금속 잔류량

티백 재질중의 중금속 As, Cd, Pb, Al를 분석하기 위한 ICP/AES 분석조건은 Table 2에 나타내었으며, 개별 중금속 Cd, Al, Pb 및 As에 대한 직선성은 0.05~1.0 ppm의 농도 범위에 대해 각각 0.9999, 1.0000, 0.9999, 0.9963이었다. 0.01 ppm 농도에서는 직선성이 나타나지 않아 직선성이 얻어진 0.05 ppm을 정량한계로 하였으며, 이때 검출한계는 0.001 ppm으로 나타났다(data not shown).

침출용 티백 재질중 카드뮴 및 비소의 잔류량은 재질의 종류에 관계없이 모두 정량한계 이하로 검출되었다. 납의 경우, pulp 재질에서는 티백당 27 μg까지 검출되었으며, PP

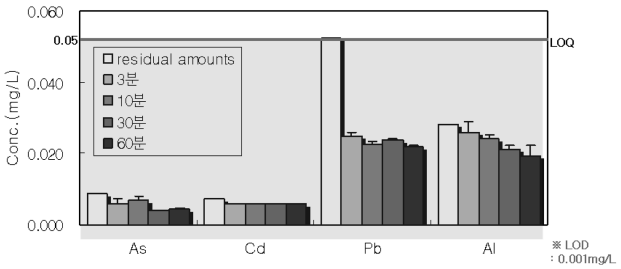


**Fig. 2. Migration levels of heavy metals (Cd, Pb, As and Al)**

및 PE재질에서는 각각 티백당 2.7 μg 및 2.9 μg까지 검출되었고, nylon, PET/PE 및 PE/PP 재질에서는 정량한계 이하로 검출되었다. 알루미늄은 모든 시료에서 검출되었고 이때 재질중 잔류량은 티백당 0.6~1718 μg 범위로 나타났다(Table 5A). 그러나 이러한 재질중 중금속 잔류량은 식품(차)이 담긴 제품으로부터 분리한 티백재질에 대한 연구결과임을 고려하여야 할 것으로 사료된다.

### 중금속 이행량

침출용 티백을 95°C의 증류수에서 30분간 용출한 결과, 모든 시료에 대해 카드뮴 및 비소는 침출용 티백으로부터 이행되지 않았다. 납의 경우 pulp 재질의 티백에서는 5 μg까지 검출되었으나, 기타 재질인 경우에는 정량한계이하로 이행되는 것을 관찰하였다. 또한, pulp 재질의 티백 및 PET/PE 재질의 티백인 경우 알루미늄이 각각 14.1 μg 및 20.8 μg까지 검출되었으나, 기타 재질인 경우에는 정량한계이하로 이행되었다(Table 5B). 납 및 알루미늄의 경우 이행량이 trace에서 각각 11.5 μg/1 티백(0.077 mg/L) 및 20.8 μg/1 티백(0.139 mg/L)로 검출되었으나, 이러한 결과는 식품(차)이 담긴 제품으로부터 분리한 티백재질에 대한 연구결과임이 고려되어야 하며, JECFA에서 정한 납 및 알루미늄의 주간허용섭취량(PTWI, Provisional Tolerable Weekly Intake)[14] 0.025 mg/kg b.w./week 및 7 mg/kg b.w./week에 대해 침출용 티백으로부터 납 및 알루미늄의 최대 이행량은 각각 5.3% 및 0.03% 수준이었다. 또한, 침출용 티백 시료 중 1개 제품을 선택하여 음용 조건인 95°C 물 150 ml에서 3, 10, 30, 60분간 침출시켜 티백에서 용출되는 중금속을 분석하였다. 분석 결과는 Fig. 2과 같이 정량한계(0.05 ppm) 이하로 검출되었으며, 또한 Cd, Pb, As 및 Al의 이행량이 침출시간에 따른 차이를 보이지 않아, 차를 음용하는 시간동안 침출용 티백으로부터 중금속의 이행에 따른 문제점은 없는 것으로 사료된다.

## 국문요약

현재 침출용 티백은 그 편리성으로 인하여 전 세계적으로 녹차, 홍차, 커피 등에 다양하게 이용되고 있어 안전성 측면에서 침출용 티백에서 유래될 수 있는 가소제와 유해중금속의 잔류실태 및 식품으로의 이행정도를 조사하였다. 먼저 GC/FID를 이용하여 DEHA, DEHP 등 총 16종의 가소제를 동시 분석할 수 있는 분석조건을 확립하였다. 이때 각 가소제 성분에 대한 회수율은 82.7%~104.6% 범위였으며, RSD 0.6%~2.7%, 상관계수 0.9991~0.9999로서 우수한 재현성 및 직선성을 나타내었다. 동 시험법을 적용하여 국내 유통 중인 침출용 티백 재질 143품목에 대하여 재질중에 함유된 가소제를 분석한 결과, 16종 모두 불검출이었고 침출용 티백 재질을 95°C 물에서 30분간 침출시켜 식품으로 이행되는 양을 분석한 결과에서도 16종의 가소제가 모두 불검출이었다. 또한, 티백 재질중 유해중금속인 납, 카드뮴, 비소 및 알루미늄의 함유량을 ICP/AES를 이용하여 분석한 결과, 티백 재질당 납은 trace~23 μg, 알루미늄은 0.6~1718 μg으로 검출되었고, 카드뮴 및 비소는 모두 trace로 검출되었다. 티백 재질을 95°C 물에서 30분간 침출한 액에서는 티백당 납 및 알루미늄은 각각 trace~11.5 μg 및 trace~20.8 μg으로 검출되었고, 카드뮴 및 비소는 모두 불검출이었다. 따라서 차를 음용하는 시간동안 침출용 티백으로부터 가소제 및 중금속의 이행에 따른 문제점은 없는 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Yukari Tsumura, Susumu Ishimitsu, Akiko Kaihara, Kimihiko Yoshii and Yasuhide Tonogai; Phthalates, Adipates, Citrate and some of the other plasticizers detected in Japanese retail foods : a Survey. *J. Health Science* **48**(6), 493-502 (2002).
2. Asako Ozaki, Yukihiko Yamaguchi, Tadao Fujita, Koichi Kuroda and Ginji Endo; Chemical analysis and genotoxicological safety assessment of paper and paperboard used for food packaging. *Food and Chemical Toxocology* **42**, 1323-1337

(2004).
3. Owen Horn, Sandro Nalli, David Cooper and Jim Nicell; Plasticizer metabolites in the environment. *Water Research* **38**, 3693-3698 (2004).
4. Jinok Choi, F. Jitsunari, F. Asakawa, Hyunjin Park and Dongsun Lee; Migration of surrogate contaminants in paper and paperboard into water through polyethylene coating layer. *Food Additives and Contaminants* **19**(12), 1200-1206 (2002).
5. Y. Song, T. Begley, K. Paquette and V. Komolprasert; Effectiveness of polyproplene film as a barrier to migration from recycled paperboard packaging to fatty and hi-gh-moisture food. *Food Additives and Contaminants* **20**(9), 875-883 (2003).
6. K. Korhonen, T. Liukkonen, W. Ahrens, G.Astrakianakis, P. Boffetta, A. Burdorf. D. Heederik, T. Kauppinen, M. Kogevinas, P. Osvoll. B. A. Rix, A. Saalo, J. Sunyer, I. Szadkowska-Stanczyk, K. Teschke, H. Westberg and K. Widerkiewicz; Occupational exposure to chemical agents in the paper industry. *Int. Arch. Occup. Envion. Health* **77**, 451-460 (2004).
7. C. Fauris, H. Lundstrom and R. Wilagines; Cytotoxicological safety assessment of papers and boards used for food packaging. *Food Additives and Contaminants* **15**(6), 716-728 (1998).
8. Yoon S. Song, Hong J. Park and Vanee Komolprasert; Analytical procedure for quantifying five compounds suspected as possible contaminants in recycled paper/ paperboard for food packaging. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 5856-5859 (2000).
9. B. Denis Page and Gladys M. Lacroix; The occurrence of phthalate ester and di-2-ethylhexyl adipate plasticizers in Canadian packaging and food sampled in 1985-1989: a Survey. *Food Additives and Contaminants* **12**(1), 129-151 (1995).
10. Wendy summerfield and Ian Cooper; Investigation of migration from paper and board into food-development of methods for rapid testing. *Food Additives and Contaminants* **18**(1), 77-88 (2001).
11. Ioannis Arvanitoyannis and Loulouda Bosnea; Migration of substances from food packaging materials to foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **44**(2), 63-76 (2004).
12. Seungseok Yoo, Sunhee Lee, Dae Hoonjeon, Inshin Kack and Kwangho Lee; Analysis of metals from recycled papers and paper products for food packaging. *Food Sci. Biotechnol.* **10**(2), 178-182 (2001).
13. 김기철, 고환욱: 식품 용기포장재중 내분비계장애물질에 관한 연구, 경기도보건환경연구원 보고서, 2000.
14. http://www.inchem.org/