

## 레토르트 파우치 포장재의 사용조건에 따른 이행물질의 조사

이만술 · 송범호 · 박선오 · 이부영 · 이영자\* · 윤혜경\* · 엄미옥\* · 성준형\* · 전대훈\*

한국보건산업진흥원, \*식품의약품안전청 용기포장팀

### Studies on the Substance of Migration for Retort Pouch Packaging Materials for Various Condition

Mansul Lee, Beumho Song, Suno Park, Buyoung Lee, Youngza Lee\*, Heykyung Youn\*, Miok Eum\*,  
Juheung Seung\*, and Daehoon Jeun\*

Korea Health Industry Development Institute, \*Korea food and drug administration

**Abstract** The effect of microwave heat to retort pouches and microwavable packages was examined. 186 products were collected, but packages were consisted of five package materials such as PET, Aluminum foil, Nylon, EVOH, and polypropylene. The results showed that all packages did not exceed the limits of current packaging regulation on consumption weight of  $KMnO_4$ , TDI(Toluene diisocyanate), and Caprolactam. Safety control on heat resistant packages considered satisfactory, but investigation on new substances should be continued for preventing any possible migration problems of packaged foods.

**Key Words** Safety, Microwave heat, Migration, Regulation, Packaging

## 서 론

현대 식품산업에서 포장의 역할은 매우 중요시 여겨지고 있으며, 다양한 합성수지재가 식품포장용으로 사용되고 있다. 합성수지재는 종이, 목재, 유리, 금속 등 다른 재료에 비하여 다음과 같이 많은 장점을 지니고 있다. 그러나, 한 종류의 재료가 지니는 성능만으로는 포장 기능을 충족시키기 어려운 경우가 많다. 따라서 각각 특성이 있는 몇 가지 포장 재료를 복합시켜서 각 재료의 결점을 보완하고, 새로운 포장 성능을 가지는 재료로 만든 것이 복합필름이다.

복합필름의 한 종류인 retort pouch 포장의 내층 필름으로 주로 사용되는 합성수지재는 Polyethylene(PE)이다. PE는 화학적으로 안정하여 독성이 없다고 하나, 재료 중에 존재하는 저분자화합물이나 원하는 물성을 얻기 위하여 사용되는 안정제, 가소제, 산화방지제, 난연제, 충격보강제, 활제, 착색제, 정전방지제, 방담제(흐림방지제) 등과 같은 첨가제 등의 용출이 위생상의 문제가 될 수 있다.

레토르트 파우치에 사용되는 복합 필름은 식품을 충전한 후 120°C에서 30분간의 고온고압살균 과정을 거칠 뿐만 아니라 통병조림 식품과 유사한 장기간의 유통기간을 가지며 최종적으로 소비자들이 파우치 그대로 용기를 끓는 물에 넣고 직접 가열하거나 또는 전자렌지를 이용하여 조리 및 가열처리하여 섭취하므로 혹독한 가공, 저장, 조리 조건을 거치게 된다. 합성수지재에서 유래되는 식품오염성분은 그 원재료 및 모노머와 첨가제 그리고 그들의 분해산물 등을 생각할 수 있는데 그것들의 이행량은 접촉하는 식품의 성상(유성식품, 수성식품, 산성식품), 그리고 접촉조건(온도, 시간)에 크게 의존하게 된다. 복합필름의 경우 식품에 접촉하는 면뿐만 아니라 다른 층에서 잔류물질이 이행될 가능성이 있으며 특히 레토르트 파우치의 경우에는 현행 기구 및 용기포장의 재질별 규격과는 달리 별도의 가공·저장·조리 등의 가혹한 실험조건을 설정하여 전체 포장재질에 대하여 잔류량 및 이행물질을 조사할 필요성이 있다.

이와 같이 본 연구에서는 현재 우리나라에서 생산되고 있는 레토르트 파우치 및 전자렌지용 포장재의 제조 및 조리조건에서 식품으로 이행이 예상되는 물질에 대하여 온도, 시간의 변화에 따른 이행물질을 양을 용출용매별로 분석하였다.

†Corresponding Author : Lee, Man-sul  
Korea Health Industry Development Institute, 57-1, Norangjin,  
Dongjak, Seoul, Korea  
E-mail : <leems@khidi.or.kr>



· 표준원액의 조제

이소시아네이트 모노머로서 TDI(Toluene diisocyanate)를 사용하였다. TDI 약 100 mg을 정밀하게 취하여 100 ml 메스플라스크에 정확하게 취한 후 빙초산 60 ml을 가하여 녹이고 증류수를 가하여 100 ml로 하였다.

· 표준용액의 조제

표준원액 0.5 ml을 100 ml 메스플라스크에 취하여 빙초산 1.9 ml, 염산(35%) 3.5 ml 및 증류수를 가하여 100 ml로 부피를 맞추었다.

3) 카프로락탐

식품공전의 2. 합성수지제 시험방법 2) 용출시험 (10)카프로락탐의 방법을 따랐으며 용출용매는 20% 알콜을 사용하였다. 사용된 기기는 FID GC를 사용하였으며 기기의 조건은 아래와 같다.

- Column : HP INNOWAX 0.32 mm × 30 M; 0.5 μm
- Oven Temp.: 140°C → 240°C (10°C/min)
- Detector Temp.: 250°C

**결과 및 고찰**

제품의 재질의 구성은 제품의 종류에 따라 다르지만 레토르트 용 포장재의 경우는 대부분 PET/잉크/접착제/AL/접착제/NY, EVOH/접착제/PP로 구성되어 있다.

**1. 과망간산칼륨소비량**

과망간산칼륨소비량의 측정은 시험용액중에 함유되어 있는 산화되기 쉬운 물질의 양을 측정하는 것으로서 총 이행량과 관계가 깊다. 식품공전의 규격은 10 mg/L 이하로 규정되어 있으며 본 실험의 결과가 기준치를 초과하는 것은 없었다. 다만, 100°C에서 2시간 용출시험과정이 밀봉이 파괴되는 경우가 많아서 시료5번을 제외하고는 실험결과치를 내지 못하였다.

전자렌지의 경우 사용시간을 5분으로 하면 대부분의 용매가 증발하여 실험이 용이하지 아니하여 4분을 최대 시간으로 하였다. 과망간산칼륨소비량 또한 전자렌지에서 일반

**표 4.** 레토르트용 포장재의 온도별 과망간산칼륨소비량 (mg/L)

| 시간 시료번호<br>(레토르트) | 60°C×30분 | 95°C×30분 | 100°C×2hr | 비고 |
|-------------------|----------|----------|-----------|----|
| 1)                | 2.5      | 3.4      | -         |    |
| 2)                | 0.3      | 2.5      | -         |    |
| 3)                | 0.6      | 1.4      | -         |    |
| 4)                | 0.2      | 0.6      | 0.1       |    |
| 5)                | 0.1      | 0.2      | -         |    |
| 6)                | 0.1      | 5.6      | -         |    |

**표 5.** 전자렌지용 포장재의 전자렌지에 의한 가열 시간에 따른 과망간산칼륨소비량 (mg/L)

| 시간시료번호<br>(전자렌지) | 2분  | 4분  | 비고 |
|------------------|-----|-----|----|
| 1                | 0.0 | 0.2 |    |
| 2                | 0.4 | 0.7 |    |
| 3                | 0.2 | 0.0 |    |
| 4                | 0.5 | 1.4 |    |
| 5                | 0.1 | 0.4 |    |
| 6                | 0.3 | 0.0 |    |
| 7                | 0.1 | 0.2 |    |
| 8                | 0.5 | 1.5 |    |
| 9                | 0.0 | 3.8 |    |
| 10               | 1.5 | 2.6 |    |
| 11               | 0.0 | 1.4 |    |

적인 사용시간을 훨씬 초과하는 매우 가혹한 조건이었지만 식품공전의 규격을 초과하는 것은 하나도 없었다.

**2. 이소시아네이트**

레토르트, 전자렌지용 포장재 등 대부분의 포장재에는 접착제가 사용되고 있다. 미국 FDA에서 레토르트파우치에 사용되는 접착제가 가혹한 가열에 의해서 식품 내에 침출될 우려가 있다는 우려가 대두었으며, 현재 우리나라에서 레토르트 파우치의 제조 과정에서 가장 널리 사용되고 있는 것은 우레탄계통의 접착제로서, 현재 우리나라에서 주로 사용되는 이소시아네이트 모노머는 TDI(Toluene diisocyanate)와 IPDI (Isoporon diisocyanate)이다. TDI, MDI(diphenylmethane diisocyanate)와 같은 aromatic diisocyanate는 HDI(hexamethylene diisocyanate), IPD(isophorone diisocyanate) 또는 hydrogenate MDI 와 같은 aliphatic diisocyanate보다 가격이 저렴하기 때문에 전체시장에서 약 95% 정도를 차지하고 있다.

우레탄결합은 활성 수산기(-OH)를 갖고 있는 알콜과 이소시아네이트기(Isocyanate Group, -N=C=O)를 갖고 있는 이소시아네이트(Isocyanate)가 부가 중합반응 (Addition Polymerization Reaction)에 형성된다. 접착제로 사용하는 것은 주로 이소시아네이트를 가공한 prepolymer의 형태로 사용되는데 prepolymer는 단량체(모노머)를 미리 어느 정도 까지 중합하여 얻어지는 중간적인 중합도를 지닌 polymer를 뜻한다. 식품공전에서는 폴리우레탄의 용출규격에서 잔존하고 있는 이소시아네이트의 양을 0.1 mg/l 이하로 규정하고 있다. 이와 같은 이유로 레토르트 및 전자렌지용 포장재에 대한 이소시아네이트의 함량을 조사하였다.

표준품으로는 TDI를 사용하였다. 사용된 표준용액의 TDI의 농도는 5.77 μg/ml이다. 검량선에서 가장 낮은 농도인 0.01 mg/L(규격의 1/10배)이하를 불검출로 처리하였다.

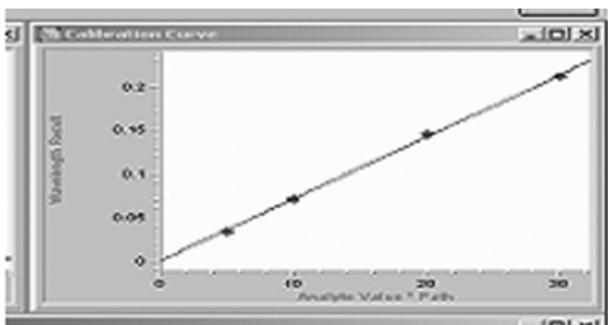
시료의 스펙트럼이 위의 그림과 같이 안정한 baseline을

**표 6.** 다층포장재의 가열온도에 따른 각 침출용매별 이소시아네이트 용출농도 (mg/L)

| 시료번호 (레토르트) | 시간 침출용매의 종류 | 60°C × 30분 | 95°C × 30분 | 100°C × 2시간 | 비고 |
|-------------|-------------|------------|------------|-------------|----|
| 1)          | 물           | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 4%초산        | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 20% 알콜      | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | n-헵탄        | 불검출        | 불검출        | -           |    |
| 2)          | 물           | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 4%초산        | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 20% 알콜      | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | n-헵탄        | 불검출        | 불검출        | -           |    |
| 3)          | 물           | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 4%초산        | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 20% 알콜      | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | n-헵탄        | 불검출        | 불검출        | -           |    |
| 4)          | 물           | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 4%초산        | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 20% 알콜      | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | n-헵탄        | 불검출        | 불검출        | -           |    |
| 5)          | 물           | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 4%초산        | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 20% 알콜      | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | n-헵탄        | 불검출        | 불검출        | -           |    |
| 6)          | 물           | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 4%초산        | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | 20% 알콜      | 불검출        | 불검출        | 불검출         |    |
|             | n-헵탄        | 불검출        | 불검출        | -           |    |

**표 7.** 다층포장재의 전자렌지에서 가열시간에 따른 각 침출용매별 이소시아네이트의 용출농도 (mg/L)

| 용매     | 가열 시간 | 시료번호(전자렌지) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|-------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        |       | 1          | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
| 물      | 2분    | 불검출        | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
|        | 4분    | 불검출        | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 4% 초산  | 2분    | 불검출        | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
|        | 4분    | 불검출        | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
| 20% 알콜 | 2분    | 불검출        | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |
|        | 4분    | 불검출        | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 | 불검출 |



**그림 1.** 이소시아네이트 모노머 (TDI)의 calibration curve

형성하지 않아서 측정과장인 550 nm에서 전후로 150 nm를 가감하여 400 nm와 700 nm에서 얻어진 흡광치의 평균을 baseline으로 하여 흡광치를 계산하였다. 이와 같이 표준용액 과 검액에 대하여 계산을 한 결과 표준용액의 검량선이 직선성을 나타냈으며 모든 시료에서는 이소시아네이트의 함량은 검출한계 이하였다.

**3. 카프로락탐**

니일론은 아민(NH<sub>2</sub>)과 카복실산(-COOH)이 결합하여 분자중에 아미드기(-NH-CO-)라 불리는 분자결합을 지닌 선

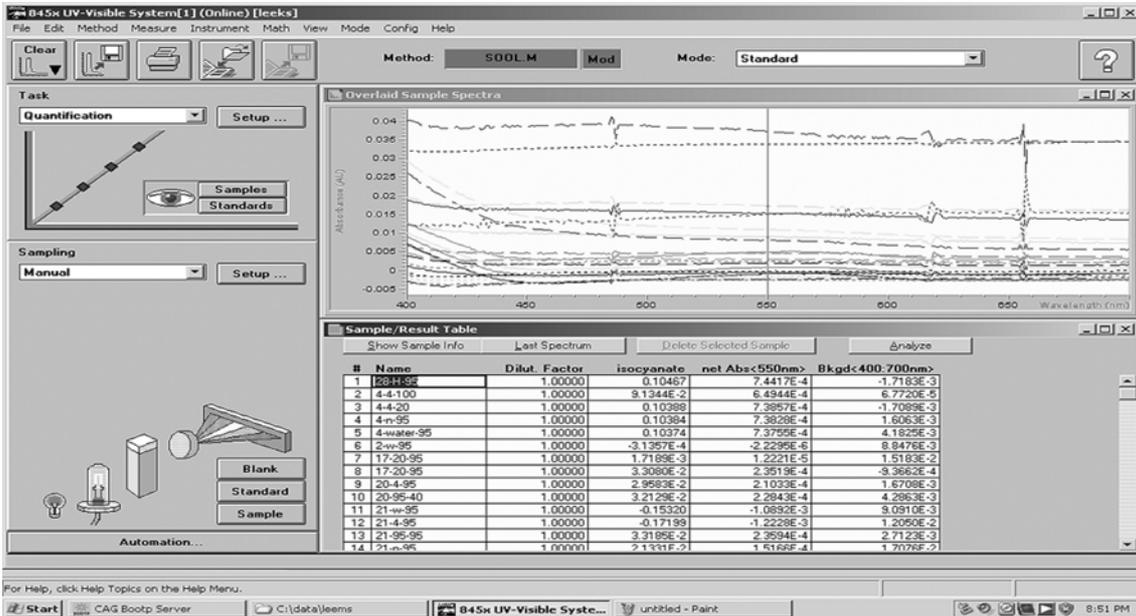


그림 2. 시료중의 이소시아네이트의 spectrum(400~750 nm)

표 8. 레토르트 파우치에서 가열온도 및 시간에 따른 카프로락탐의 용출량 (mg/L)

| 시료번호(레토르트) | 시간 | 60°C × 30분 | 95°C × 30분 | 100°C × 2 hr | 비고 |
|------------|----|------------|------------|--------------|----|
| 1)         |    | 불검출        | 불검출        | 불검출          |    |
| 2)         |    | 불검출        | 불검출        | 불검출          |    |
| 3)         |    | 불검출        | 불검출        | 불검출          |    |
| 4)         |    | 불검출        | 불검출        | 불검출          |    |
| 5)         |    | 불검출        | 불검출        | 불검출          |    |
| 6)         |    | 불검출        | 불검출        | 불검출          |    |

표 9. 전자렌지에서 가열시간에 따른 카프로락탐의 용출량 (mg/L)

| 시료번호<br>(전자렌지) | 시간  |     |  | 비고 |
|----------------|-----|-----|--|----|
|                | 2분  | 4분  |  |    |
| 1              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 2              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 3              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 4              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 5              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 6              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 7              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 8              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 9              | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 10             | 불검출 | 불검출 |  |    |
| 11             | 불검출 | 불검출 |  |    |

시험용액으로 하여 GC로 분석한 결과 모든 시료에서 불검출이었다.

### 요 약

시중에서 유통되고 있는 레토르트 및 전자렌지용 식품을 조사하여 이들 식품에 주로 사용하고 있는 포장재에 대하여 가혹한 조건을 설정하여 용출시험을 수행하였다.

시중에서 판매되고 있는 레토르트 및 전자렌지용 식품 186품목은 모두 그 구성이 PET, 알루미늄, 나일론, 에틸렌 비닐알콜 및 폴리프로필렌 등 5개 품목으로 구성되어 있으며 식품과 접촉하는 면은 모두 폴리프로필렌으로 되어 있었다. 재질에 따른 이행물질을 검사하기 위하여 가장 널리 사용되고 있는 레토르트용 포장재 6종, 전자렌지용 포장재 11종에 대한 용출시험항목인 과망간산칼륨소비량, 이소시아네이트 및 카프로락탐을 검사하였다. 용출용매는 물, 4%초산, 20%알콜 그리고 n-헵탄을 사용하였으며 레토르트용 포장재의 경우 25°C × 30분, 60°C × 30분, 95°C × 30분, 100°C × 2시간의 온도와 시간을 사용하였다. 전자렌지용 포장재의 경

상고분자의 충칭으로서 포장을 튼튼하게 하기 위하여 다층 포장재에 빈번하게 사용된다. 카프로락탐은 폴리amide나 일론의 용출항목에 수록되어 있는 항목으로서 20% 알콜을

우 그 사용조건을 고려하여 2분, 4분을 가열시간으로 하였다.

본 연구의 결과 과망간산칼륨소비량의 경우 식품공전에 의한 기준을 초과한 것은 하나도 없으며 이소시아네이트, 카프로락탐에서도 가혹한 용출조건임에도 불구하고 그 결과는 모두 불검출로 나타났다. 이러한 결과를 고려하면 현재의 규격은 내열성 플라스틱 용기에 대한 충분한 안전관리가 이루어질 수 있다는 것을 알 수 있다. 다만, 새로운 위해요소로 떠오를 수 있는 물질에 대한 관심은 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청에서 시행한 용역연구사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. “Kangshin Plastic Newsletter” Resin 자료 No.7, 강신산업 (주) 대구사무소, 김사곤.
2. “包裝關聯法 및 標準原價 計算方法” (社)韓國包裝協會.
3. “2005 식품유통연감”, 2005.4, 식품저널 편집부.
4. “食品衛生法”, 昭和57年 厚生省告示20.
5. “Adhesives in food contact materials and articles” proceedings from a Nordic seminar, 2001.6, Kettel Svensson, Mona-Lisa Binderup, Cato Brede 외 5명.
6. “식품산업과 포장기술”, (社)韓國包裝協會.
7. “食品包装材料用接着劑などに關する自主規制” 第4版, 平成6年4月1日, 日本接着劑工業回.
8. “식품공전”.
9. “European Union Legislation”.
10. “Adhesives in food contact materials and articles” proceedings from a Nordic seminar, 2001.6, Kettel Svensson, Mona-Lisa Binderup, Cato Brede 외 5명.
11. “포장기술편람” 한국디자인포장센터..
12. “식품산업과 포장기술”, (社)韓國包裝協會
13. “食品包装材料用接着劑などに關する自主規制” 第4版, 平成6年4月1日, 日本接着劑工業回.
14. “食品用器具及び容器包裝の規格(その1)” No.29, 2002.9, Japan Food Research Laboratories .
15. “레토르트식품” 1982, 敎學研究士, 박무현.
16. “Code of federal regulations” 1996.1, the Office of the Federal Register National Archives and Records Administration.
17. “食品包裝と衛生規格” 1989.1, 食品包裝法規研究員編.
18. “접착제 기술의 이론과 실제” 2002.1, 한국계면활성제접착제 공업협동조합.
19. “包裝이란 무엇인가” 2003.1, 일본포장기술협회編, 이성호著.
20. “식품과 용기포장재의 위해물질 안전성 평가 및 관리방안” 2003, 보건복지부.
21. “접착제관련 정보자료집(최신 일본 및 구미 문헌 초록집)” 2005.4, 한국계면활성제접착제 공업협회.
22. migration of primary aromatic amines from multilayer films for food packaging; ND1FC004/01; date:21 May 2002; INSPECTORATE FOR HEALTH PROTECTION AND VETERINARY PUBLIC HEALTH, Netherlands.