

## 컵라면 용기중의 스티렌다이머와 트리머의 분석

이광호 · 장영미 · 박인신 · 유승석 · 김기명 · 최병희 · 이철원  
식품의약품안전청 식품첨가물평가부 용기포장과

### Analysis of Styrene Dimer and Trimer in Cup Noodle Containers

Kwang Ho Lee, Young Mi Jang, In Shin Kwak, Seung Seok Yoo, Ki Myeong Kim,  
Byung Hee Choi and Chul Won Lee

Packaging Division, Korea Food & Drug Administration

#### Abstract

Styrene dimers and trimers from polystyrene cup noodle containers were analyzed by GC and GC/MS extracted with various simulants. For the quantitation of styrene dimers and trimers, 1,3-diphenylpropane (DP) and benzyl-n-butyl phthalate (BBP) were chosen as the standards. The results showed that the average of the styrene dimers in the containers was 603 ppm, and that of trimers was 5731 ppm. Four styrene dimers, including 1,2-diphenylcyclobutane, were identified as well as seven trimers such as 2,4,6-triphenyl-1-hexene. The migration of the styrene dimers and trimers, from the cup noodle containers of polystyrene into foods, was conducted using simulants including boiling water as well as soybean oil and n-heptane. In addition to, the analysis of each migrated styrene was also performed filled with boiling water into noodle and soup after certain time (5, 10, 20, 30 min). The results showed that the migration of styrene dimers and trimers from cup noodle containers was not detected in the case of using boiled water or soybean oil as a simulant, while styrene dimers and trimers were detected 1.18 ppm and 14.21 ppm, respectively, when heptane was adopted as a simulant. In the case of filling with boiled water into noodle and soup, both styrenes were not detected at 5 min and 10 min, however, some samples standing for 20 min released styrene dimers and trimers as much as 0.009 ppm, and 0.019 ppm for 30 min.

Key words: styrene dimer & trimer, polystyrene, cup noodle, simulant, migration

#### 서 론

비결정성 수지인 폴리스티렌은 에틸렌 및 벤젠의 합성에 따른 에틸벤젠을 탈수소화하여 형성되는 스티렌의 중합체를 말한다<sup>(1)</sup>. 폴리스티렌에는 스티렌의 단독 중합체인 일반용 폴리스티렌, 중합시 합성고무 등이 첨가된 내충격성 폴리스티렌, 발포제동에 의해 일반용 폴리스티렌을 발포시킨 발포 폴리스티렌 등이 있다<sup>(2,3)</sup>.

일반용 폴리스티렌은 성형성이 좋고 투명성이 우수하며 무미, 무취, 내수성이 뛰어난 반면, 충격에는 약하고 내유성이 떨어진다. 일회용 컵, 도시락, 야채팩 등의 용기로 사용되고 있다. 내충격성 폴리스티렌의 경우 투명성이 없고 충격성은 보완되었으나 강성이 약

하다. 일반적으로 일회용 컵이나 냉동식품, 유산음료, 아이스크림, 요쿠르트, 두부 등의 식품 용기에 사용된다. 한편 발포 폴리스티렌은 단열성, 내수성이 우수하며 충격흡수성은 있으나, 충격에 비교적 약하고 내열성, 내약품성, 내유성이 떨어진다. 이는 식품 용기 즉 일회용 도시락, 야채용 팩, 특히 컵라면 등의 용기로 널리 사용되고 있다<sup>(3)</sup>.

최근 정자수 감소, 생식기 이상, 면역기능 저하 등을 일으키는 물질로 알려진 내분비계 장애물질 또는 환경호르몬으로 추정되어지는 물질<sup>(4-7)</sup>의 하나인 스티렌다이머 및 트리머가 폴리스티렌으로 제조된 컵라면 용기에 잔존할 가능성이 있다는 보고가 있다<sup>(8-10)</sup>. 이는 스티렌다이머 및 트리머 등의 스티렌 올리고머가 폴리스티렌의 제조공정시, 특히 스티렌의 중합과정에서 부반응에 의해 생성되어질 수 있기 때문이다<sup>(11)</sup>.

따라서 본 연구에서는 비록 스티렌 다이머와 트리머

Corresponding Author: Kwang-Ho Lee, Packaging Division, Korea Food & Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-ku, Seoul 122-704, Korea

가 내분비계 장애물질로서의 작용과 영향이 규명된 것은 아니나, 컵라면 용기 중에 잔존하거나 혹은 식품으로의 이행을 확인하기 위하여, 현재 시중에 유통되고 있는 폴리스티렌 컵라면 용기에 대하여 잔존하는 스티렌다이머 및 트리머의 정량 시험과 이들 용기로부터의 용출실험을 행하였다. 또한 컵라면에 대하여 조리 후의 라면과 조리액 중의 스티렌다이머 및 트리머의 분석법을 검토하고 이행시험을 실시하였다.

**재료 및 방법**

**재료 및 시약**

본 실험에 사용한 폴리스티렌제 컵라면 용기는 컵라면 제조회사에서, 컵라면 제품은 인근 편의점에서 5개사 제품 10개 검체를 구입하여 사용하였다. 추출에 사용된 용매는 시약용 1급 cyclohexane, 2-propanol, hexane과 HPLC용 acetonitril 이었다. 표준물질로 사용된 1,3-diphenylpropane(DP)과 benzyl-n-butyl phthalate(BBP)는 동경 화성공업 주식회사에서 제조한 1급 시약을 구입하였으며, anhydrous sodium sulfate, florisil 등은 각각 Aldrich사(Milwaukee, WI, USA)와 Sigma사 (St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다.

**재질시험**

세절한 시료 2 g에 동량의 cyclohexane과 2-propanol을 혼합하여 제조한 용액 40 mL를 가하여 37°C에서 하룻밤 방치한 후 여과하였다. 질소 기류하에서 약 0.2 mL로 농축한 후 50°C의 아세토니트릴 45 mL를 가하여 충분히 교반하였다. 감압건조에 의해 용매를 제거하고 5 mL 가 되게 한 후 0.5 m의 여과지를 통과시켜 시험용액으로 하였다.

**용출시험**

용출시험을 위해 각각 물, 오일 및 유기용매를 모사 침출용매(simulant)로 선택하여 용출시험을 행하였다. 첫째, 폴리스티렌 컵라면 용기로부터 스티렌 다이머 및 트리머의 분석시 식품공전의 분류에 따라 물을 침출용매로 선택하였다. 컵라면 용기에 끓는물 100 mL를 가하여, 각각 5분과 30분간 방치한 후, 침출액을 hexane을 이용하여 2회 추출하였다. 감압농축하에서 용매를 제거한 뒤 질소가스에 의한 농축에 의해 최종 5 mL로 시험용액을 조제하였다.

컵라면 용기에 라면이 함유한 지방함량을 고려하기 위하여 각각 5%, 10%, 15%, 20%의 식용유를 가한후 끓는물 100 mL를 가하여 5분간 방치한 뒤, 위에 언급

한 실험방법과 동일하게 하였다. 단, 침출용액에 포함된 유지성분의 제거를 위해 헥산포화아세토니트릴 분배를 실시하였다. 유기용매인 heptane을 침출용매로 사용한 경우, 시료를 각각 2 cm×4 cm(표면적 16 cm<sup>2</sup>)로 절쇄하여 5 조각을 heptane 80 mL로 용출하였다. 식품공전에 의해 25°C에서 1시간 용출시킨 후 감압농축과 질소가스에 의해 최종 5 mL로 만들어 시험용액으로 사용하였다.

**라면 조리방법에 의한 시험**

폴리스티렌 컵라면 용기로부터 컵라면으로 이행되는 스티렌다이머와 트리머의 분석을 위해 Fig. 1과 같이 전처리를 하여 GC 및 GC/MS의 시험용액으로 조제하였다. 조리전의 라면과 스프를 컵라면 용기에 넣고 표시선까지 끓는 물(250~600 mL)을 부은 후, 실온에서 각각 5, 10, 20, 30분간 방치했다. 면과 조리액을 분리하여 따로 비이커에 넣고 실온까지 냉각한 후, 각각의 중량을 측정하였다. 조리후의 면을 비이커에 넣고 충분히 잠길 정도의 hexane을 가하여 초음파 추출을 5분간 2회 실시하였다. 조리액을 분액여두에 넣고, 면을 추출한 hexane층을 가하여 완만하게 진탕한 후, hexane층만을 취하여 탈수, 농축했다. 유지성분의 제

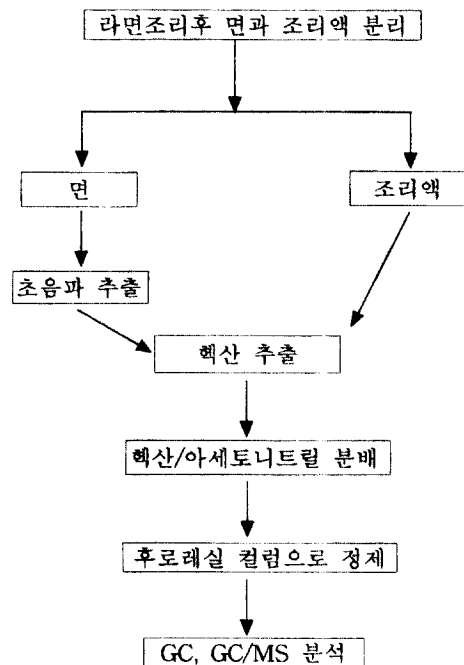


Fig. 1. Extraction of styrene dimers and trimers from cup noodle.

거를 위해 hexanoperoxidase 토니트릴 분배와 florasil 칼럼을 추가로 행하였다.

hexanoperoxidase 토니트릴 분배

각 방법에 따라 얻은 hexane 층은 무수황산나트륨을 가하여 탈수하고 감압농축 후 증발 건조한 후 잔사에 hexane을 가하여 용해했다. 이 용액을 분액여두에 옮기고, hexane 포화 아세토니트릴을 동량 가하여 완만하게 흔들어 방치시킨 뒤 acetonitrile 층을 취했다. Hexane 포화 아세토니트릴을 가하여 같은 조작을 반복했다. 아세토니트릴층을 합하여 농축, 건조하고 잔사를 소량의 hexane에 용해했다.

Florisil column

직경 1.5 cm의 column관에 hexane을 넣고 glasswool을 column관 밑에 채웠다. Florisil 10 g을 hexane으로 습식충전하고 상부에 무수황산나트륨 5 g을 충전했다. 여기에 추출농축액을 가하고 5% ether/n-hexane 50 mL로 용출했다. 용출액은 농축건조한 후 소량의 hexane으로 용해하여 최종 시험용액으로 하였다.

첨가회수시험

조리전의 면과 스프를 유리용기에 넣고 이행시험에 따라 조리를 행하였다. 실온까지 식힌 후 조리 후의 면과 조리액을 취하여 styrene dimer 및 styrene trimer의 표준용액을 첨가했다. 면과 조리액을 분리하여 위에 언급한 방법에 따라 회수실험을 진행하였다.

GC 분석

폴리스티렌 컵라면 용기에서 각각의 침출용매에 의해 용출된 시험용액은 HP 6890 GC System(Hewlett Packard Co., USA)을 사용하여 분석하였다. 검출기는 flame ionization detector(FID)를 사용하였으며, column은 HP-5(30 m × 0.25 mm × 0.25 m film thickness, Hewlett Packard Co., USA)를 선택하였다. Carrier gas로는 질소를 1.0 mL/min의 유속으로 흘려주었으며, split ratio는 10:1로 하였다. 주입부와 검출기의 온도는 각각 290°C와 300°C였다. 오븐 온도 설정은 처음 1분 동안 160°C를 유지하다가 분당 5°C씩 상승시켜 230°C에 도달한 후 8분간 유지시키고, 다시 20°C/min의 상승률로 270°C에서 5분간 머무르게 하였다.

GC/MS 분석

GC에 의해 분석된 각 시료로부터 얻어진 농축된 시험용액을 각 성분의 동정을 위해 GC/MS를 통해 분

석하였다. HP 6890 GC에 연결시킨 HP 5988 MS(Hewlett Packard Co., USA)를 사용하였다. 이때 column은 GC 분석시와 동일한 HP-5(30 m × 0.25 mm × 0.25 m film thickness, Hewlett Packard Co., USA)를 사용하였다. 헬륨을 carrier gas로 1.0 mL/min의 유속으로 흘려주었다. 오븐의 온도 프로그램도 앞서 행한 GC 분석과 동일하게 유지하여 주었다.

스티렌다이머, 트리머의 동정 및 정량

폴리스티렌 컵라면 용기에서 분리한 각 성분의 동정은 GC/MS의 결과로 얻어진 스펙트럼을 기준으로 하였다. 각 스펙트럼은 컴퓨터의 data base에 있는 Wiley library와 기존의 발표문헌<sup>(11,12)</sup> 등을 통해 구조확인을 하였다. 시료에 포함되어 있는 스티렌다이머 및 트리머의 함량은, 스티렌다이머와 트리머의 표준물질이 시판되고 있지 않으므로 예비실험을 통해 각각의 다이머 및 트리머와 구조가 가장 유사하며, GC-FID에서의 반응정도(response)가 가장 유사한 물질인, 다이머는 1,3-diphenylpropane(DP), 트리머는 benzyl-n-butyl phthalate(BBP)를 표준물질로 하여, 표준물질과 각 성분 피크의 면적비에 의하여 계산하였다.

결과 및 고찰

폴리스티렌 재질의 컵라면 검체로부터 얻은 GC 크로마토그램과 이에 상응하는 MS의 Total ion chromatogram(TIC)의 각 피크에 대한 spectrum으로부터 스티렌다이머와 트리머를 확인하였다(Fig. 2). GC 크로마토그램에서는 스티렌다이머의 경우 5분에서 8분 사이에서, 스티렌트리머는 18분에서 25분에 특징적인 스티렌다이머 및 트리머의 피크가 존재하며 기타에도 몇 개의 피크가 검출되었다<sup>(11)</sup>. 이것의 피크에 대해 GC/MS로 동정한 결과 스티렌다이머의 경우 4종이, 트리머의 경우 7종을 확인 또는 추정할 수 있었다. 폴리스티렌 용기로부터 재질시험에 의해 확인된 스티렌다이머와 트리머의 종류는 Table 1과 같다<sup>(11,12)</sup>.

피크 1에서 피크 4까지의 mass 스펙트럼은 스티렌다이머로, 피크 5에서 피크 11까지의 mass 스펙트럼은 스티렌트리머로 각각 확인되었다. 이때 피크 1은 m/z 196에서, 피크 2와 피크 4는 m/z 208에서 molecular ion이 보여졌고, m/z 104에 특징적인 base 이온피크가 나타났다. 스티렌트리머의 경우 m/z 312에 M<sup>+</sup>이 m/z 91에 base ion이 주로 나타나는 특징을 보여 주었다<sup>(4)</sup>. 이 화합물들은 폴리스티렌의 열분해에 의해 생성하는 것으로 보고되어 있으며, 열에 의한 성형 또

**Table 1. List of styrene dimers and trimers from cup noodle**

No.	Compounds	Mw <sup>1)</sup>
D-1	1,3-Diphenylpropane	196
D-2	cis-1,2-Diphenylcyclobutane	208
D-3	2,4-Diphenyl-1-butene	208
D-4	trans-1,2-Diphenylcyclobutane	208
T-1	2,4,6-Triphenyl-1-hexene	312
T-2	1-Phenyl-4-(1'-phenylethyl)tetralin (isomer)	312
T-3	1-Phenyl-4-(1'-phenylethyl)tetralin (two isomers)	312
T-4	1-Phenyl-4-(1'-phenylethyl)tetralin (isomer)	312
T-5	Triphenylcyclohexane	312
T-6	Styrene trimer (unknown isomer)	312
T-7	Styrene trimer (unknown isomer)	312

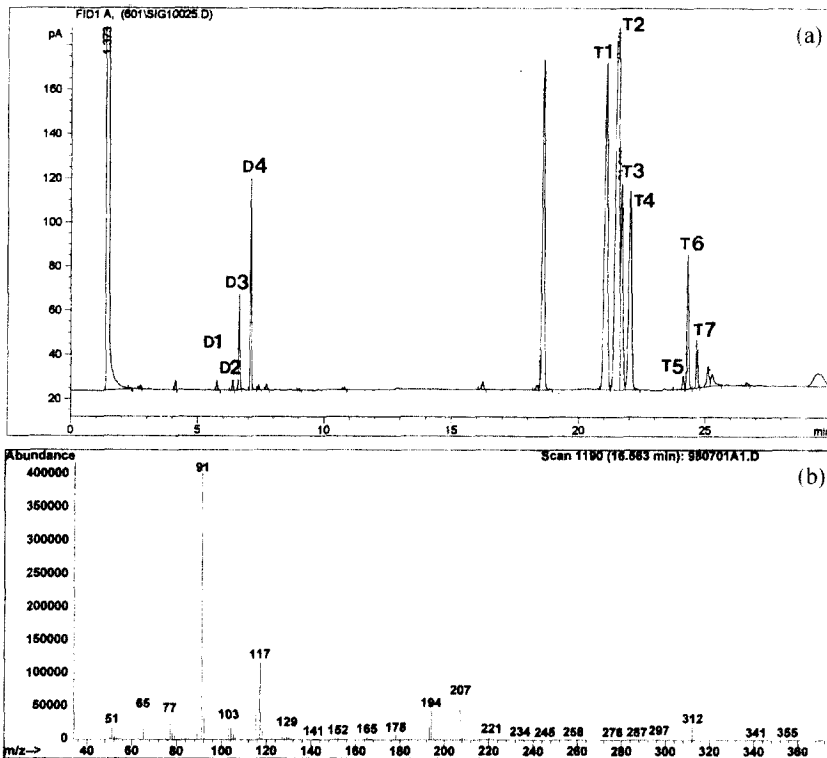
<sup>1)</sup>molecular weight

는 중합과정에서 부산물로 생성되는 것으로 추정되었다.<sup>(2,13)</sup>

위와같은 방법에 의해 발포성 폴리스티렌 컵라면 용기에 잔존해 있는 스티렌 올리고머 중 확인된 4종류의 스티렌다이머 및 7종류의 스티렌트리머에 대하여,

스티렌다이머의 경우 DP를, 스티렌트리머의 경우 BBP를 표준물질로하여 재질 중에 함유된 스티렌다이머와 트리머의 함량을 분석하였다(Table 2).

컵라면 제조회사에서 제공받은 5개사 10개 제품의 컵라면 용기에 대하여 재질 시험한 결과, Table 2와 같이 재질 중에 함유된 스티렌다이머의 경우 D-1 과 D-2는 상대적으로 미량이었지만, D-3 및 D-4는 수십 ppm에서 수백 ppm의 범위로 확인되었다. 한편 트리머에서는 T-2, T-1, T-3 혹은 T-4의 순으로 매우 높은 잔존량을 표시하였다. 폴리스티렌 용기에 함유된 스티렌올리고머의 대부분은 트리머이고, 그 중에도 1-phenyl-4-(1'-phenylethyl)tetralin이 점유하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 스티렌다이머와 트리머의 재질 중 함량과 특정 제조회사와의 특별한 연관성은 보이지 않았으며 총량의 차이는 약 1.7배 이내였다. 각 제품에 따른 스티렌다이머와 트리머의 종류별 분포 및 총량의 차이는 폴리스티렌의 제조 조건에서 유래한 원료에 있는 폴리스티렌 수지 중의 잔존량에서 기인한다.<sup>(13,14)</sup>



**Fig. 2. Gas chromatogram of styrene dimers and trimers (a) and the mass spectrum of a styrene trimer (T1) (b) from polystyrene cup noodle.** D1, 1,3-diphenylpropane; D2, cis-1,2-diphenylcyclobutane; D3, 2,4-diphenyl-1-butene; D4, trans-1,2-diphenylcyclobutane; T1, 2,4,6-triphenyl-1-hexene; T2, 1-phenyl-4-(1'-phenylethyl)tetralin (isomer); T3, 1-phenyl-4-(1'-phenylethyl) tetralin (two isomers); T4, 1-phenyl-4-(1'-phenylethyl) tetralin (isomer); T5, triphenylcyclohexane; T6, styrene trimer (unknown isomer); T7, styrene trimer (unknown isomer).

고 추정되어진다.

컵라면 용기 중에 잔존하는 스티렌다이머와 트리머의 식품으로의 이행을 알아보기 위하여, 물을 포함한 각종 침출용매를 사용하여 각각의 이행량을 시험하였다<sup>(14-15)</sup>. 그 결과 Table 3의 용출시험 결과와 같이, 모든 검체에 대하여 용출용매로서 끓는 물을 이용한 경우와 지방함량을 5% 에서 20% 까지 변화시켜 준 경우에는 스티렌다이머 및 트리머의 용출은 확인되지 않았다. 그러나 침출용매를 heptane과 같은 유기용매를 사용한 경우 각 스티렌다이머의 경우 0.0-0.9 ppm, 스티렌트리머는 0.32-3.96 ppm 의 범위로 이행되었다. 각

각의 폴리스티렌 컵라면 용기의 재질에 함유되어 있는 스티렌다이머와 트리머의 함량과 하나의 침출유기용매인 heptane에 의한 이행량과의 연관성을 살펴보기 위하여 Fig. 3과 같이 상관그래프를 그린 결과, 침출용매에 의한 이행량은 각 재질에 함유되어 있는 잔류 스티렌다이머 혹은 트리머에 비례하는 것으로 나타났다<sup>(11,12)</sup>.

한편, 실제로 컵라면을 조리하여 시식할 때, 컵라면 용기 중에 잔존하는 스티렌다이머와 트리머가 식품(라면 및 국물)으로 이행되는 경향을 알아보기 위하여, Fig. 1과 같이 각각의 폴리스티렌 컵라면 용기에 라면과 스프를 넣고 끓는 물을 표선까지 가득 부은 후, 뚜

**Table 2. Residues of styrene dimers & trimers in polystyrene cup noodle containers**

Maker No.	Residue (µg/g)											Sum of residues (µg/g)			
	D-1	D-2	D-3	D-4	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	Dimers	Trimers	Total	
A	1	29.03	29.63	173.95	360.86	1580.0	2101.5	960.5	1205.8	54.1	473.6	157.6	593.4	6533.2	7126.6
	2	22.46	24.64	115.30	236.70	1191.9	1470.1	668.4	820.8	40.5	339.6	111.3	399.1	4642.5	5041.6
B	3	18.07	74.21	69.07	488.53	1304.7	2116.7	947.7	1174.9	80.2	487.8	157.2	649.9	6269.2	6919.1
	4	31.71	23.88	235.54	295.89	2524.3	1319.4	586.7	712.5	39.9	286.4	93.7	587.1	5562.8	6149.9
C	5	26.92	62.85	150.96	497.79	1510.6	1816.1	838.1	1013.4	54.2	404.9	134.8	738.5	5771.9	6510.4
	6	17.21	37.73	85.83	271.98	1081.2	1396.2	625.8	763.1	37.2	311.1	102.6	412.9	4317.3	4730.2
D	7	20.97	14.45	28.41	19.63	221.6	22.9	5.7	18.7	8.8	147.2	9.1	83.5	434.0	517.5
	8	12.19	56.52	63.23	402.82	1117.1	1785.1	802.1	984.2	68.6	413.9	133.8	534.8	5304.8	5839.6
E	9	18.54	75.32	71.46	500.42	1221.8	1962.2	867.9	1079.7	75.2	445.8	144.9	665.8	5797.4	6463.2
	10	12.19	56.91	100.50	544.81	1550.1	1825.3	846.6	1039.2	65.9	429.7	139.9	714.4	5896.6	6611.0
Average		20.93	45.63	109.43	361.94	1330.33	1581.55	714.95	881.23	52.46	374.00	118.49	537.94	5052.97	5590.91

**Table 3. Migration of styrene dimers and trimers from polystyrene cup noodle containers into food simulants**

Simulants	Test Conditions	Residues (ug/g)											Total (ug/g)	
		D-1	D-2	D-3	D-4	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	Dimers	Trimers
water	100°C, 5 min	nd*	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
	100°C, 30 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
soybean oil	5 % 100°C, 5 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
	10 % 100°C, 5 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
	15 % 100°C, 5 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
	20 % 100°C, 5 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
heptane	25°C, 60 min	nd	0.11	0.16	0.90	3.02	3.96	1.89	2.43	1.21	1.38	0.32	1.17	14.21

\*nd: not detectable

**Table 4. Migration of styrene dimers and trimers from polystyrene cup noodle containers into cup noodles**

Type	Test Conditions	Residues (ppm)											Total (ppm)	
		D-1	D-2	D-3	D-4	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	Dimers	Trimers
cup noodles	100°C, 5 min	nd*	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
	100°C, 10 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-
	100°C, 20 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	≤0.014	≤0.007	nd	nd	-	0.009
	100°C, 30 min	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	≤0.007	≤0.037	nd	nd	0.009	0.019

\*nd: not detectable

경을 덮고 각각 5분, 10분, 20분, 30분 후에 용매로 추출하여, 각각의 스티렌다이머와 트리머에 관한 이행량을 시험하였다. 컵라면의 추출액에 포함된 지방성분의 제거는 Fig. 1과 같이 진행하였다<sup>(15)</sup>. 실제 컵라면을 조리 후 용출시험한 결과, Table 4와 같이 조리시간이 20분 미만인 경우 모든 검체에서 스티렌다이머 및 트리머가 검출되지 않았다. 그러나 조리시간이 20분인 경우 스티렌다이머는 이행이 없었던 반면, 한개의 검체에서 스티렌트리머가 평균 0.009 ppm 검출되었다. 또한 조리시간이 30분인 경우는 일부의 검체에서 스티렌다이머는 0.009 ppm, 트리머는 0.019 ppm 검출된 것으로 확인하였다<sup>(16)</sup>.

결론적으로 폴리스티렌 컵라면 용기의 스티렌다이머와 트리머의 식품으로의 이행량은, 재질에 함유되어 있는 양에 비례할 뿐만 아니라<sup>(10,13)</sup>, 용출시간과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 용출시간이 길면 길수록 이행량이 증가함을 알 수 있었다. 또한 침출용매에 의한 실험을 통하여 식품의 지방성 정도도 이행에 영향을 미치는 것으로 추정되었다<sup>(10,16)</sup>. 따라서 폴리스티렌 제품으로부터 이행이 의심되는 스티렌다이머와 트리머가 비록 내분비계 장애물질<sup>(7)</sup>로 규명된 것은 아니나, 스티렌다이머 및 트리머의 유해성 여부를 규명하기 위해서는 독성연구 등의 포함한 전반적인 검토가 추후 계속되어야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

발포 폴리스티렌 컵라면 용기로부터 스티렌다이머와 스티렌트리머를 침출용매로 용출하여 GC와 GC/MS를 이용하여 정성 및 정량실험을 하였다. 표준물질로 1,3-diphenylpropane(DP)과 benzyl-n-butyl phthalate(BBP)가 정량에 사용되었다. 각 검체의 재질 중에는 스티렌다이머가 평균 603 ppm, 스티렌트리머는 평균 5731 ppm으로 분석되었다. 스티렌다이머는 1,2-diphenylcyclobutane 등의 4종, 스티렌트리머는 2,4,6-triphenyl-1-hexene 등 7종이 확인되었다. 컵라면 용기에 끓는 물을 침출용매로 5, 30분 후의 용출과, 또다른 침출용매인 식용유 및 헵탄을 각각 사용하여 식품으로의 이행 실험을 행하였다. 또한 라면을 넣고 끓는 물을 부은 후, 각각 5, 10, 20, 30분 경과 후의 스티렌다이머 및 트리머의 분석도 병행하였다. 라면을 조리 후 n-hexane으로 초음파 추출한 후, 추출액은 헥산/아세토니트릴 분배, florisil 칼럼을 통해 불순물을 제거하였다.

GC를 이용하여 DP와 BBP를 사용하여 정량한 결과,

컵라면 용기에 끓는 물과 식용유를 침출용매로 사용한 경우 스티렌다이머 및 트리머는 검출되지 않았으나, 라면을 넣고 조리한 검체의 이행시험의 경우 5분, 10분에서는 검출되지 않았으나, 20, 30분 조리한 일부의 검체에서는 스티렌다이머와 트리머가 각각 평균 0.009 ppm, 0.019 ppm 검출되었으며, 헵탄의 경우 각각 평균 1.18 ppm, 14.21 ppm으로 확인되었다.

## 문 헌

1. Holdsworth, S.D. Packaging materials, pp. 4-7. In: Thermal Processing of Packaged Foods. Blackie Academic & Professional, New York, USA (1997)
2. Park, Y.H. Polystyrene, pp. 78-82. In: Food Packaging. Soohak Publishing Co., Seoul, Korea (1998)
3. Park, M.H., Lee, D.S. and Lee, K.H. Packaging material for plastics, pp. 87-89. In: Food Packaging. 2nd ed. Heongseol Publishing Co., Seoul, Korea (1997)
4. EPA Special report on environmental endocrine disruption, pp. 116-120. In: Risk Assessment Forum. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA (1997)
5. Colborn, T., Dumanoski, D. and Myers, J.P. Hormone disruptors, pp. 68-75. In: Our Stolen Future. The Penguin Books Ltd., New York, USA (1996)
6. Kim, C. Environmental issues and endocrine disruptors, pp. 208-227. In: The Story of Plastics. Packaging Industry, Inc., Seoul, Korea (1999)
7. Kang, K.S., Lee, Y.S. and Shin, K.S. Estrogenicity of genistein and bisphenol A. J. Food Hyg. Safety. 13: 139-150 (1998)
8. Durst, G.L. and Laperle, E.A. Styrene monomer migration as monitored by purge and trap gas chromatography and sensory analysis for polystyrene containers. J. Food Sci. 55: 522-524 (1990)
9. Harmati, Z. Safety of foods by packaging, pp. 23-30. In: Foods and Packaging Materials; Chemical Interactions. Ackermann, P., Jagerstad, M. and Ohlsson, T. (eds.). Athenaeum Press Ltd., Gateshead, UK (1997)
10. Varner, S.L. and Breder, C.V. Headspace sampling and gas chromatographic determination of styrene migration from food-contact polystyrene cups into beverages and food simulants. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. Inter. 64: 1122-1130 (1981)
11. Kawamura, Y., Sugimoto, N., Takeda, Y. and Yamada, T. Identification of unknown substances in food contact polystyrene. J. Food Hygin. Soc. Japan 39: 110-119 (1998)
12. Kawamura, Y., Kawamura, M., Takeda, Y. and Yamada, T. Determination of styrene dimers and trimers in food contact polystyrene. J. Food Hygin. Soc. Japan. 39: 199-212 (1998)
13. Tawfik, M.S. and Huyghebaert, A. Polystyrene cups and

- containers: styrene migration. Food Addit. Contam. 15: 592-599 (1998)
14. Varner, S.L., Breder, C.V. and Fazio, T. Determination of styrene migration from food contact polymers into margarine, using azeotropic distillation and head space gas chromatography. polystyrene cups into beverages and food simulants. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. Inter. 66: 1067-1073 (1983)
15. Kawamura, Y., Nishi, K., Sasaki, H. and Yamada, T. Determination method of styrene dimers and trimers in instant noodles contained in polystyrene cups. J. Food Hygin. Soc. Japan 39: 310-314 (1998)
16. Kawamura, Y., Nishi, K., Maehara, T. and Yamada, T. Migration of styrene dimers and trimers from polystyrene containers into instant foods. J. Food Hygin. Soc. Japan 39: 390-398 (1998)
- 
- (1999년 3월 30일 접수)