

## 라면 건조 스프 재료의 방사선 조사 검지를 위한 Hydrocarbon류 검출

황금택 · 박준영\*

전북대학교 식품영양학과 및 유전공학연구소, \*전북대학교 식품공학과

### Detection of Hydrocarbons to Determine Post-Irradiation of Dry Soup Base Ingredients in Instant Noodle

Keum Taek Hwang and Jun Young Park\*

Department of Food Science and Human Nutrition and Institute for Molecular Biology and Genetics, Chonbuk National University

\*Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

#### Abstract

Hydrocarbons in dry soup base and its ingredients in instant noodle were analyzed to determine whether the analysis of hydrocarbons is a potential method to detect post-irradiation of the soup base. Soup base ingredients were irradiated individually, irradiated before mixing, or mixed after irradiation. Lipids were extracted with hexane and hydrocarbons were separated from the lipids through Florisil column. The hydrocarbons were analyzed with GC. Hydrocarbons C17:2, C16:3, C17:1, and C16:2 were detected in palm oil, red pepper powder, and sesame seeds irradiated at 10 kGy, but not in unirradiated ones. C17:2, C16:3, C17:1, and C16:2 were not detected in the soup base mixture of unirradiated ingredients. The four hydrocarbons were detected in the soup base mixture using irradiated palm oil or sesame seeds. In the mixture using irradiated red pepper powder, C17:2 and C16:3 were detected. When the soup mixture was irradiated after mixing unirradiated ingredients, C17:2, C17:1, and C16:2 were detected in the sample irradiated at 1 kGy, and C17:2, C16:3, C17:1, and C16:2 were in large amounts at 5 and 10 kGy.

Key words: hydrocarbon(s), instant noodle soup base, irradiation detection

#### 서 론

식품에 방사선 조사를 활용하고자 하는 연구는 50여년에 걸쳐 꾸준히 진행되어, FAO, WHO, IAEA 와 같은 국제 기구에서는 허용 범위 내에서 방사선 조사한 식품은 인간이 섭취하기에 안전하다고 보장하고 있으며, 국제적, 국내적으로 그 활용 범위를 확대해 나가고 있다<sup>(1)</sup>. 각국에서는 자국의 실정에 맞는 허용 기준 및 표시 방법을 정하여 적용하고자 하고 있다. 그러나 소비자들의 반응을 염려하고 더욱이 방사선 조사 식품을 검지할 수 있는 뚜렷한 방법이 없기 때문에 방사선 조사 여부를 은폐할 가능성이 있고, 이러한 맹점을 이용하여 건조 채소류 및 향신료의 경우 외국에 현지 가공 공장을 가동하고 있는 일부 식품 업체에서

는 외국내 방사선 조사 시설을 이용하여 조사 후 아무런 기준과 표시 없이 국내로 들여오므로써 국내 당국의 규제 관리를 벗어날 수 있을 것으로도 사료된다. 따라서 식품 공급자들이 방사선 조사 관련 규정을 명확히 적용하고 소비자들에게는 알 권리를 보장하는 측면에서 식품의 방사선 조사 여부를 검지하는 방법을 확립할 필요가 있다.

라면의 건조 스프는 유통 중 미생물이 번식할 우려가 있기 때문에 방사선 조사를 이용할 가능성이 크다. 라면에 사용하는 건조 스프는 각종 양념류가 혼합되어 있기 때문에 방사선 조사 여부를 검지하기가 한층 더 어렵다. 라면 건조 스프의 방사선 조사 여부 검지는 각종 양념류에서 유래될 수 있는 무기물을 분리하여 측정하는 thermoluminescence (TL) 방법<sup>(5-10)</sup>과 양념류에 함유되어 있는 지방으로부터 방사선 조사에 의하여 생성되는 hydrocarbon류를 분석하는 방법<sup>(11-19)</sup>을 고려해 볼 수 있다. 전보<sup>(10)</sup>에서 라면 스프의 방사선 조

Corresponding author: Keum Taek Hwang, Department of Food Science and Human Nutrition, Chonbuk National University, Chonju, Chonbuk 561-756, Korea

사 여부는 TL 방법에 의하여 효과적으로 검지할 수 있다고 보고하였다.

지방을 방사선 조사하였을 때, 지방산의 carboxyl group이 끊어지면서 모지방산보다 탄소수가 한 개 적은 hydrocarbon과 carboxyl group과 인접 탄소가 끊어지면서 1번 탄소에 2중 결합이 생기는 hydrocarbon이 주로 생성된다<sup>(14,15)</sup>. 건조 스프에는 배합 재료의 종류 및 사용 비율에 따라 지방 함량이 다르지만 대체로 적은 양의 지방을 함유하고 있다. 라면의 건조 스프에는 소금, MSG, 당류 등이 대부분을 차지하고 있으며 지방을 상당량 함유하고 있는 재료는 팜유, 고춧가루, 참깨 등에 한정되어 있고 그 배합량도 적다<sup>(20)</sup>. 그러나 방사선 조사에 의하여 hydrocarbon류가 생성되어 검출하기에는 충분한 양의 지방을 함유하고 있을 것으로 사료된다. 라면 스프는 개별 재료를 방사선 조사한 후 배합에 사용할 수 있고, 재료를 배합한 후 조사할 수도 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 팜유, 고춧가루, 참깨를 10 kGy로 조사한 후, 생성되는 hydrocarbon류를 검출하고, 개별 재료를 조사하여 배합하여 hydrocarbon류를 분석하여, 일부 재료만 조사하였을 때 배합 스프에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다. 또한 비조사 재료를 배합한 후 방사선 조사하였을 때 생성되는 hydrocarbon류를 분석하였다. 라면 스프에는 다양한 양념류가 혼합되어 있고 혼합 비율도 다르기 때문에 표준화하기는 어려우나, 본 연구에서는 보편적으로 사용하는 재료를 혼합하여 방사선 조사에 의하여 생성 가능한 hydrocarbon류를 분석함으로써, hydrocarbon류

를 라면 건조 스프의 방사선 조사 여부 판별에 활용할 수 있는지를 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

소금과 설탕은 시중에서, 고춧가루와 참깨는 농가에서, monosodium glutamate (MSG), disodium-5'-inosinate (IMP), disodium-5'-guanylate (GMP), 포도당은 D사에서, 간장분말, 된장분말, 양파가루, 마늘가루, 후춧가루, 생강가루, 팜유는 H사에서 구입하여 사용하였다. 개별 재료는 한국원자력연구소가 보유하고 있는 <sup>60</sup>Co gamma-radiation source를 사용하여 10 kGy 조사하였다.

### 재료 배합

라면 건조 스프 재료는 가장 보편적인 배합 비율로 배합하였으며, 10 kGy 조사한 일부 재료를 배합에 사용하거나, 비조사 재료만 배합한 후 1, 5, 10 kGy 조사하였다. 배합 비율 및 재료의 방사선 조사 여부는 Table 1과 같다.

### 지방 추출

지방 추출, hydrocarbon의 분리, GC 분석 등은 전보<sup>(17,19)</sup>에 준하되 시료에 맞게 적절히 변경하였다. 시료에 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 첨가하여 분쇄하고 n-hexane을 가하여 blending한 후 Teflon 원심분리 tube에 넣어 원심분리하여 상등액을 취해 Eyla aspirator (A-3S; Tokyo

Table 1. The ratio of dry soup base mix ingredients and irradiated ingredient(s) in each mixture

Ingredients	Ratio (%)	Mixtures						
		Control	Mal-1	Mal-2	Mal-3	Mal-4	Mal-5	Mal-6
Salt	53.82							
MSG	16.15							
Glucose	7.53							
Soy sauce powder	5.38							*
Sugar	4.31							
Palm oil	3.23		*					*
Red pepper powder	2.15			*			*	*
Soybean paste powder	2.15							*
Onion powder	1.61				*		*	*
Garlic powder	1.08							*
Sesame seeds	1.08					*	*	*
Black pepper powder	0.54							*
Ginger powder	0.54							*
IMP	0.22							
GMP	0.22							
Total	100							

\*Ingredient irradiated at 10 kGy before mixing; unmarked ones unirradiated

Rikakikai Co., Ltd., Japan)가 장착된 Eyela rotary vacuum evaporator (N-N; Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan)를 사용하여 35°C에서 용매를 휘발시켜 지방을 얻었다.

#### Florisil column chromatography

Teflon stopcock가 부착된 유리 column (2.3 cm i.d., 30 cm high)에 nylon membrane filter (0.2 µm; Whatman International Ltd., Maidstone, England)를 장치하고 hexane으로 씻은 후 20 g의 Florisil을 충전하였다. 약 1 g의 지방에 약 8 g *n*-eicosane (20:0)을 internal standard로 첨가하여 1 mL hexane에 녹여 column에 가하고 hexane을 가하여 약 3 mL/min 속도로 60 mL를 받아 1 mL iso-octane을 첨가한 후 질소를 사용하여 내용물이 약 5 mL될 때까지 증발시켰다. 이 용액을 nylon membrane filter (0.2 µm; Whatman International Ltd.)를 장치한 13 mm syringe holder (Nucleopore Corp., Pleasanton, CA)에 연결된 Luer-lock syringe를 통과시킨 후, 여액을 질소를 사용하여 휘발시켜 0.5 mL가 되도록 하였다.

#### GC 분석

분리한 hydrocarbon류는 flame-ionization detector와 split injector가 장착된 영린 GC 600D (영린기기, 안양)를 사용하여 분석하였다. Column은 DB-5 (30 m, 0.25 mm i.d., 0.25 µm film; J&W Scientific, Folsom, CA)를 사용하였으며, carrier gas는 helium을 사용하였다. Injector와 detector의 온도는 각각 200°C와 250°C로 하였다. Oven 온도는 50°C에서 2분 정지 후 10°C/min으로 130°C까지, 그 후 5°C/min으로 200°C까지 올려 5분간 정지 후 25°C/min으로 250°C로 올려 5분간 정지시켰다. 분석 시료는 2 µL를 주입하였으며, 초기에는 splitless로 하였고 2분이 되었을 때 split으로 하였다. Hydrocarbon류의 각 peak는 standard의 relative retention time을 기준으로 하되 불확실한 경우에는 GC/MS로 확인하였다. 모든 시험은 3회 반복하였다.

### 결과 및 고찰

방사선 조사한 팜유, 고춧가루, 참깨에서 검출되는 Hydrocarbon류

라면 스프의 배합 비율은 회사의 비밀이며, 매우 다양하기 때문에 어려움은 있으나, 여러 양념류가 혼합되어 있을 때 hydrocarbon류 검출에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보는 것에 주안을 두어 시험하고자 하였으므로, 문헌<sup>(20)</sup>을 참고하여 가장 보편적인 배합 비

율 하나를 택하였다. 라면 스프에 사용하는 재료는 양념류나 향신료(condiments, spices, herbs) 등으로 분류될 수 있으며, 주로 미생물 생육 억제 목적으로 10 kGy 정도의 조사를 허용하고 있으며, 해충 구제 목적으로도 1 kGy 정도를 허용하고 있다<sup>(9)</sup>. 팜유는 개별적으로 조사하지는 않을 것으로 사료되나 라면 스프에 사용했을 때 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 10 kGy 조사하여 시험하였다.

라면 스프 배합에 사용한 팜유, 고춧가루, 참깨의 조사 및 비조사 시료에서 검출되는 hydrocarbon류는 Table 2와 같다. 팜유는 40% 이상의 palmitic acid, 30% 이상의 oleic acid, 10% 이상의 linoleic acid로 구성되어 있다<sup>(21)</sup>. 따라서 팜유의 방사선 조사에 의하여 다량의 pentadecane (C15:0)과 1-tetradecene(C14:1)이 생성될 가능성이 있으며, 다음으로 8-heptadecene (C17:1)과 1,7-hexadecadiene (C16:2), 6,9-heptadecadiene (C17:2)과 1,7,10-hexadecatriene (C16:3) 등을 기대할 수 있다. 비조사 팜유에서는 C15:0과 C14:1이 미량인 한 검출되었으며 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3는 검출되지 않았다. 10 kGy 조사한 팜유에서는 후자 4가지 hydrocarbon 모두가 검출되었고 그 중에 C16:2가 가장 많이 검출되었다. 팜유에 palmitic acid가 다량 함유되어 있기 때문에 팜유의 방사선 조사에 의하여 C15:0과 C14:1의 다량 생성이 기대되지만, 이들 peak 주변에 많은 큰 peak들이 나타나 정량하기가 어려웠다. 그러나 이 peak들은 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3의 검출에는 영향을 미치지 않았다. 비조사 고춧가루의 GC chromatogram에서는 많은 peak들이 나타났으며, 특히 C15:0과 C14:1 peak 주변에 큰 peak들이 많이 나타났는데, 이는 terpene류와 같은 다른 휘발성 성분들로 추정된다<sup>(22)</sup>. 비조사 고춧가루에서 1-hexadecene (C16:1)이 검출되었으나, C17:1, C16:2, C17:2, C16:3는 검출되지 않았다. 10 kGy 조사한 고춧가루에서는 상기 4가지 hydrocarbon류가 다량 검출되었으며, 이 중 C16:3가 가장 많았다. 참깨에는 oleic acid와 linoleic acid가 30% 이상씩 함유되어<sup>(21)</sup> 있기 때문에 예상한 바와 같이 10 kGy 조사한 참깨에서 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 다량 검출되었으며, 검출량은 전보<sup>(17)</sup>에서 검출된 양보다 낮았다. 이들 hydrocarbon류는 비조사 참깨에서는 검출되지 않았다. 비조사 및 조사 참깨 시료의 GC chromatogram은 팜유나 고춧가루에 비하여 매우 깨끗하였다. 전보<sup>(17)</sup>에서 밝힌 바와 같이 볶은 참깨의 경우 생 참깨와 큰 차이를 나타내지 않은 것으로 보아 볶은 참깨를 스프 재료로 사용할지라도 결과에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다.

**Table 2. Hydrocarbons detected in unirradiated and irradiated palm oil, red pepper powder, and sesame seeds<sup>1)</sup>**

Hydrocarbons ( $\mu\text{g/g}$ fat)	Palm oil		Red pepper powder		Sesame seeds	
	0 kGy	10 kGy	0 kGy	10 kGy	0 kGy	10 kGy
14:1	0.20 $\pm$ 0.07	12.80 $\pm$ 2.76	NQ	NQ	0.17 $\pm$ 0.06	0.86 $\pm$ 0.21
14:0	0.50 $\pm$ 0.34	0.88 $\pm$ 0.22	NQ	NQ	0.12 $\pm$ 0.05	0.17 $\pm$ 0.03
15:0	0.01 $\pm$ 0.01	NQ	NQ	NQ	0.18 $\pm$ 0.07	0.66 $\pm$ 0.15
16:3	ND	0.95 $\pm$ 0.21	ND	3.86 $\pm$ 0.73	ND	3.33 $\pm$ 0.65
16:2	ND	4.12 $\pm$ 0.80	ND	1.30 $\pm$ 0.11	ND	3.62 $\pm$ 0.68
16:1	ND	0.95 $\pm$ 0.19	0.11 $\pm$ 0.04	0.32 $\pm$ 0.02	ND	0.49 $\pm$ 0.09
16:0	0.11 $\pm$ 0.10	0.21 $\pm$ 0.03	2.17 $\pm$ 0.78	2.16 $\pm$ 0.47	ND	0.06 $\pm$ 0.01
17:2	ND	1.14 $\pm$ 0.21	ND	2.03 $\pm$ 0.33	ND	3.39 $\pm$ 0.55
17:1	ND	2.04 $\pm$ 0.35	ND	0.84 $\pm$ 0.08	ND	2.99 $\pm$ 0.47
17:0	ND	0.42 $\pm$ 0.09	2.89 $\pm$ 0.43	3.10 $\pm$ 0.56	ND	0.44 $\pm$ 0.07

<sup>1)</sup>Mean  $\pm$  standard deviation of three measurements.

NQ: not quantifiable.

ND: not detected.

일부 재료를 방사선 조사하여 배합한 스프에서 검출되는 Hydrocarbon류

방사선 조사한 일부 재료를 Table 1에서와 같이 배합하였을 때 검출되는 hydrocarbon류는 Table 3과 같다. 방사선 조사하지 않은 재료만 배합한 스프(control)의 GC chromatogram에 많은 peak가 나타났으며, 특히 C15:0와 C14:1 GC peak 주변에 많은 큰 peak들이 나타났다. 비조사 시료에서 C16:1도 검출되었다. 그러나 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3는 검출되지 않아 이러한 hydrocarbon류의 검출을 통하여 배합 스프의 방사선 조사 여부를 검지에 활용될 수 있는 가능성을 보여 주었다. 배합 재료 중 팜유(3.23%)만을 10 kGy 방사선 조사하여 배합에 사용하였을 때(Mal-1), C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 다량 검출되었다. 고춧가루(2.15%)만을 방사선 조사하여 배합했을 경우(Mal-2), 소량의 C17:2와 C16:3가 검출되었으나 C17:1과 C16:2는 검출되지 않았다. 고춧가루에서 유래하는 지방이 전체 스프 지방에서 차지하는 비율이 낮기 때문에 검출되는 양도 낮은 것으로 보인다. 참깨(1.08%)만을 방사선 조사하여 배합한 스프의 경우(Mal-4)에는 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 모두 검출되어 고춧가루만을 방사선 조사하였을 때보다는 검출량이 높았으나, 팜유만을 방사선 조사한 것보다는 현저히 낮았다. 지방 함유량이 낮은 재료를 방사선 조사하여 배합하였을 때 hydrocarbon 검출에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 방사선 조사한 양파가루(1.61%)를 배합에 사용하여(Mal-3) hydrocarbon류를 분석해 본 결과 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 모두 검출되지 않았다. 따라서 스프에 지방을 함유하지 않은 재료를 방사선 조사하여 배합에 사용하였을 때는 hydrocarbon에 의한 라면 재료의 방사선 조사 여부를 검지하기가 어려움을 알 수 있다. 고춧가루, 참깨, 양파가루를 방사선 조사하여 스프 재료에 배합하였을 때(Mal-5)는 고춧가루나 참깨만을 방사선 조사한 것을 사용했을 때보다 다소 많

프 지방에서 차지하는 비율이 낮기 때문에 검출되는 양도 낮은 것으로 보인다. 참깨(1.08%)만을 방사선 조사하여 배합한 스프의 경우(Mal-4)에는 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 모두 검출되어 고춧가루만을 방사선 조사하였을 때보다는 검출량이 높았으나, 팜유만을 방사선 조사한 것보다는 현저히 낮았다. 지방 함유량이 낮은 재료를 방사선 조사하여 배합하였을 때 hydrocarbon 검출에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 방사선 조사한 양파가루(1.61%)를 배합에 사용하여(Mal-3) hydrocarbon류를 분석해 본 결과 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 모두 검출되지 않았다. 따라서 스프에 지방을 함유하지 않은 재료를 방사선 조사하여 배합에 사용하였을 때는 hydrocarbon에 의한 라면 재료의 방사선 조사 여부를 검지하기가 어려움을 알 수 있다. 고춧가루, 참깨, 양파가루를 방사선 조사하여 스프 재료에 배합하였을 때(Mal-5)는 고춧가루나 참깨만을 방사선 조사한 것을 사용했을 때보다 다소 많

**Table 3. Hydrocarbons detected in dry soup base mixtures containing irradiated ingredient(s)<sup>1)</sup>**

Hydrocarbons ( $\mu\text{g/g}$ fat)	Sample <sup>2)</sup>						
	Control	Mal-1	Mal-2	Mal-3	Mal-4	Mal-5	Mal-6
16:3	ND	0.87 $\pm$ 0.37	0.36 $\pm$ 0.38	ND	0.66 $\pm$ 0.11	0.88 $\pm$ 0.12	1.57 $\pm$ 0.43
16:2	ND	2.87 $\pm$ 1.06	ND	ND	0.62 $\pm$ 0.04	0.67 $\pm$ 0.10	3.79 $\pm$ 1.01
16:1	0.26 $\pm$ 0.22	0.82 $\pm$ 0.28	0.20 $\pm$ 0.07	ND	0.22 $\pm$ 0.00	0.17 $\pm$ 0.03	0.81 $\pm$ 0.23
16:0	0.62 $\pm$ 0.19	0.44 $\pm$ 0.07	0.52 $\pm$ 0.16	0.32 $\pm$ 0.08	0.45 $\pm$ 0.01	0.38 $\pm$ 0.05	0.47 $\pm$ 0.12
17:2	ND	0.92 $\pm$ 0.29	0.17 $\pm$ 0.18	ND	0.58 $\pm$ 0.04	0.65 $\pm$ 0.16	1.65 $\pm$ 0.43
17:1	ND	1.64 $\pm$ 0.51	ND	ND	0.42 $\pm$ 0.02	0.47 $\pm$ 0.10	2.03 $\pm$ 0.52
17:0	0.47 $\pm$ 0.08	0.64 $\pm$ 0.15	0.55 $\pm$ 0.18	0.24 $\pm$ 0.05	0.43 $\pm$ 0.06	0.42 $\pm$ 0.14	0.65 $\pm$ 0.16

<sup>1)</sup>Mean  $\pm$  standard deviation of three replicates.<sup>2)</sup>See Table 1.

ND: not detected.

**Table 4. Hydrocarbons detected in irradiated dry soup base mixture<sup>1)</sup>**

Hydrocarbons ( $\mu\text{g/g fat}$ )	Irradiation dose (kGy)			
	0	1	5	10
16:3	ND	ND	$0.82 \pm 0.19$	$1.51 \pm 0.29$
16:2	ND	$0.21 \pm 0.18$	$1.39 \pm 0.35$	$3.21 \pm 0.40$
16:1	$0.26 \pm 0.22$	$0.24 \pm 0.04$	$0.47 \pm 0.09$	$0.82 \pm 0.18$
16:0	$0.62 \pm 0.19$	$0.66 \pm 0.12$	$0.54 \pm 0.11$	$0.59 \pm 0.08$
17:2	ND	$0.20 \pm 0.18$	$0.96 \pm 0.21$	$1.69 \pm 0.45$
17:1	ND	$0.17 \pm 0.08$	$0.77 \pm 0.20$	$1.61 \pm 0.43$
17:0	$0.47 \pm 0.08$	$0.66 \pm 0.25$	$0.64 \pm 0.16$	$0.81 \pm 0.29$

<sup>1)</sup>Mean  $\pm$  standard deviation of three replicates

ND: not detected

은 양의 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 검출되었으며, 소금, 당류, 조미료 등을 제외한 모든 재료를 방사선 조사한 것을 사용한 배합 스프(Mal-6)에서는 방사선 조사한 팜유만을 사용했을 때보다 다소 많은 양의 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 검출되었다. 또한 팜유, 참깨, 고춧가루를 개별적으로 방사선 조사하여 배합하였을 때 검출되는 양을 각각 더한 값과 비슷한 것을 볼 때, 본 연구에서 배합한 라면 스프의 방사선 조사에 의하여 생성되는 hydrocarbon류는 주로 팜유, 참깨, 고춧가루에서 유래한다고 볼 수 있다.

방사선 조사한 배합 스프에서 검출되는 Hydrocarbon류

상기한 바와 같이 라면 스프는 유통 중 미생물 생육 억제 목적으로 재료를 배합한 후에 방사선 조사할 가능성이 있으며, 조사선량은 10 kGy 정도가 될 것이다<sup>6)</sup>. 본 연구에서는 10 kGy와 더불어 조사 가능 선량보다 낮은 1 kGy와 5 kGy 조사하여 생성되는 hydrocarbon류를 분석하였다. 1 kGy 조사한 배합 스프에서 비조사 시료에서 검출되지 않은 C17:1, C16:2, C17:2가 소량 검출되었으나, C16:3는 검출되지 않았다. 5 kGy 조사한 스프에서는 C17:1, C16:2, C17:2, C16:3가 모두 검출되었고, 10 kGy에서는 그 양이 배 정도로 증가하였으며, 이 중 C16:2가 가장 많이 검출되었다.

본 연구 결과, 라면의 배합 스프 재료에 지방이 상당량 함유되어 있는 팜유, 고춧가루, 참깨 등이 사용되었을 경우에 방사선 조사에 의하여 생성되는 hydrocarbon류를 분석하여 이를 라면 스프의 방사선 조사 여부 검지에 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서 사용하지 않은 재료를 배합에 사용할 경우에는 더 검토해 볼 필요가 있겠으나, 간장 분말, 된장 분말, 고춧가루, 양파가루, 마늘가루, 참깨, 후춧가루, 생강가루 등과 같이 다양한 양념류를 배합한 스프에서 hydrocarbon류 검출에 의하여 스프의 방사선 조사 여

부를 검지할 수 있기 때문에 다른 재료들이 추가될지라도 큰 영향을 미치지지는 않을 것으로 사료된다. 그러나 지방이 상당량 함유된 재료를 스프 배합에서 모두 제외할 경우 이 방법은 적합한 방법이 될 수 없기 때문에 TL과 같은 다른 방법을 적용할 필요가 있다고 사료된다.

## 요 약

방사선 조사한 라면 건조 스프에서 hydrocarbon류를 검출하여 이를 라면 스프의 방사선 조사 여부를 검지하는 데 활용하고자 하였다. 스프 재료를 개별, 또는 배합 전후에 방사선 조사하여, hexane으로 지방을 추출하고 Florisil column으로 분리한 hydrocarbon류를 GC를 사용하여 분석하였다. 10 kGy 조사한 팜유, 고춧가루, 참깨에서 비조사 시료에서는 검출되지 않는 hydrocarbon C17:2, C16:3, C17:1, C16:2 등이 검출되었다. 비조사 재료만을 사용하여 배합한 스프에서는 C17:2, C16:3, C17:1, C16:2가 검출되지 않았다. 팜유 또는 참깨만을 방사선 조사한 것을 사용한 배합 스프에서는 C17:2, C16:3, C17:1, C16:2이 검출되었으며, 고춧가루만 방사선 조사한 것을 사용한 배합 스프에서는 C17:2와 C16:3이 검출되었다. 비조사 재료를 배합한 후 방사선 조사하였을 때, 1 kGy 조사 시료에서 C17:2, C17:1, C16:2가 검출되었고, 5 kGy 및 10 kGy 조사한 시료에서 C17:2, C16:3, C17:1, C16:2가 다량 검출되었다.

## 감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다. 방사선 조사에 협조해 주신 한국원자력연구소 방사선식품공학연구팀에 감사드립니다.

## 문헌

1. FDA: Irradiation in the production, processing, and handling of food. *Federal Register*, **51**, 13376 (1986)
2. FSN: Announcement of amendment in food standards and regulations (Korean Ministry of Health and Welfare Announcement No. 1995-34) (in Korean). *Food and Sanitation News*, **52**(3), 3-7 (1995)
3. IAEA: *Supplement to Food Irradiation Newsletter*, **19**(2), 1-35 (1995)
4. ICGFI: *Facts about Food Irradiation*, International Consultative Group on Food Irradiation, Vienna, Austria (1991)
5. Heide, L. and Bögl, K. W.: The identification of irradiated spices with thermo- and chemiluminescence measurements. *Int. J. Food Sci. Technol.*, **22**, 93-103 (1987)
6. Schreiber, G.A., Ziegelmann, B., Quitzsch, G., Helle, N., and Bögl, K.W.: Luminescence techniques to identify the treatment of foods by ionizing irradiation. *Food Structure*, **12**, 385-396 (1993)
7. Schreiber, G.A., Hoffmann, A., Helle, N., and Bögl, K. W.: Methods for routine control of irradiated food: determination of the irradiation status of shellfish by thermoluminescence analysis. *Radiat. Phys. Chem.*, **43**, 533-544 (1994)
8. Schreiber, G.A., Helle, N., and Bögl, K.W.: An interlaboratory trial on the identification of irradiated spices, herbs, and spice-herb mixtures by thermoluminescence analysis. *JAOAC International*, **78**, 88-93 (1995)
9. Hwang, K.T., Uhm, T.B., Wagner, U., and Schreiber, G. A.: Application of thermoluminescence to detecting post-irradiation of onion and garlic (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 63-68 (1998)
10. Hwang, K.T., Byun, M.W., Wagner, U., and Dehne, L.I.: Detection of post-irradiation of dry soup base ingredients in instant noodle by thermoluminescence technique (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 759-766 (1998)
11. Champagne, J.R. and Nawar, W.W.: The volatile components of irradiated beef and pork fats. *Food Science*, **34**, 335-339 (1969)
12. Morehouse, K.M., Ku, Y., Albrecht, H.L., and Yang, G.C.: Chromatographic and electron spin resonance investigations of gamma-irradiated frog legs. *Radiat. Phys. Chem.*, **32**, 61-68 (1991)
13. Lesgards, G., Raffi, J., Pouliquen, I., Chaouch, A.A., Giamarchi, P., and Prost, M.: Use of radiation-induced alkanes and alkenes to detect irradiated food containing lipids. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **70**, 179-185 (1993)
14. Schreiber, G.A., Schulzki, G., Spiegelberg, A., Helle, N., and Bögl, K.W.: Evaluation of a gas chromatographic method to identify irradiated chicken, pork, and beef by detection of volatile hydrocarbons. *JAOAC International*, **77**, 1202-1217 (1994)
15. Spiegelberg, A., Schulzki, G., Helle, N., Bögl, K.W., Schreiber, G.A.: Methods for routine control of irradiated food: optimization of a method for detection of radiation-induced hydrocarbons and its application to various foods. *Radiat. Phys. Chem.*, **43**, 433-444 (1994)
16. Schulzki, G., Spiegelberg, A., Bögl, K.W., and Schreiber, G.A.: Detection of radiation-induced hydrocarbons in camembert irradiated before and after the maturing process-comparison of Florisil column chromatography and on-line coupled liquid chromatography-gas chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 372-376 (1995)
17. Choi, C.R. and Hwang, K.T.: Detection of hydrocarbons in irradiated and roasted sesame seeds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **74**, 469-472 (1997)
18. Hwang, K.T., Park, J.Y., and Kim, C.K.: Application of hydrocarbons as markers for detecting post-irradiation of imported meats and fish (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 1109-1115 (1997)
19. Hwang, K.T., Park, J.Y., and Kwon, Y.J.: Hydrocarbons Detected in Irradiated Soybeans (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 517-522 (1998)
20. Chang, Y.S.: Seasoning and blending techniques of food flavors (in Korean). *Food Science and Industry*, **30**(2), 52-61 (1997)
21. Hands, E.S.: Lipid composition of selected foods. In *Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Vol. 1. Edible Oil and Fat Products: General Applications*, 5th ed., Hui, Y.H. (Ed.), John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 441-504 (1996)
22. Schulzki, G., Spiegelberg, A., Bögl, K.W., and Schreiber, G.A.: *Detection of Radiation-Induced Hydrocarbons in Fat Containing Foods of Vegetal and Animal Origin by GC/MS*. Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, Berlin, Germany (1997)

(1998년 4월 30일 접수)