

전자선 조사한 아몬드(*Prunus amygdalus* L.)와 땅콩(*Arachis hypogaea*)에서 유래한 지방분해산물 분석

정인선 · 김재성 · 황인민 · 최성화 · 최지연 · 노은영 · 나임 칸 · 김병숙¹ · 김경수*
조선대학교 식품영양학과, ¹전북과학대학교 호텔조리영양제열

Detection of Hydrocarbons Induced by Electron Beam Irradiation of Almond (*Prunus amygdalus* L.) and Peanut (*Arachis hypogaea*)

In Seon Jeong, Jae Sung Kim, In Min Hwang, Sung Hwa Choi, Ji Yeon Choi, Eun Yeong Nho, Naeem Khan, Byung Sook Kim¹, and Kyong Su Kim*

Department of Food and Nutrition, Chosun University
¹Hotel Culinary Arts & Food Nutrition, Jeonbuk Science College

Abstract Food irradiation has recently become one of the most successful techniques to preserve food with increased shelf life. This study aims to analyze hydrocarbons in almonds (*Prunus amygdalus* L.) and peanuts (*Arachis hypogaea*) induced by electron beam irradiation. The samples were irradiated at 0, 1, 3, 5 and 10 kGy by e-beam and using florisil column chromatography fat, and content was extracted. The induced hydrocarbons were identified using gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). The major hydrocarbons in both irradiated samples were 1,7-hexadecadiene (C_{16,2}) and 8-heptadecene (C_{17,1}) from oleic acid, 1,7,10-hexadecatriene (C_{16,3}) and 6,9-heptadecadiene (C_{17,2}) from linoleic acid and 1-tetradecene (C_{14,1}) and pentadecane (C_{15,0}) from palmitic acid. Concentrations of the hydrocarbons produced by e-beam were found to be depended upon the composition of fatty acid in both almonds and peanuts. The C_{n-2} compound was found to be higher than C_{n-1} compound in oleic acid and palmitic acid, while in case of linoleic acid, C_{n-1} compound was higher than C_{n-2} compound. The radiation induced hydrocarbons were detected only in irradiated samples, with 1 kGy or above, and not in the non-irradiated ones. The production of 1,7-hexadecadiene (C_{16,2}), 8-heptadecene (C_{17,1}), 1,7,10-hexadecatriene (C_{16,3}) and 6,9-heptadecadiene (C_{17,2}), in high concentration gave enough information to suggest that these may be the possible marker compounds of electron beam irradiation in almonds and peanuts.

Keywords: e-beam, almond, peanut, GC/MS, hydrocarbons

서 론

견과류는 외피가 단단하고 식용 부위는 곡류나 두류처럼 딱딱으로 된 것으로 밤, 호두, 아몬드, 잣, 땅콩, 은행, 도토리, 피스타치오, 캐슈너트, 헤이즐넛, 피칸, 마카다미아 등이 이에 속한다. 그 중 아몬드(*Prunus amygdalus* L.)는 장미목 장미과에 속하는 중등(터키)이 원산지인 식물로 과육 껍질에는 주름이 잡혀 있다(1). 아몬드는 단일불포화 지방산의 조성이 높고 다가불포화 지방산인 linoleic acid의 함량이 높아 건강식으로 많이 이용하고 있으며 제과·제빵 등 가공형태로도 그 사용량이 꾸준히 증가하여 수입량도 현저히 늘고 있다(2-4). 땅콩(*Arachis hypogaea*)은 장미목 콩과로 낙화생이라고도 하며 남미(브라질)가 원산지(1) 아몬드와 같은 지방산 조성을 보인다(2).

경제발전과 수입자유화 조치에 따라 식생활 패턴도 예전과 크

게 바뀌고 위생 문제가 점차 확산되어 새로운 식품규격 및 관리가 필요하다. 수입 농·수·축산물은 대개 수확 후 장기간 저장·운송을 위해 농약 등의 화학처리와 방사선 조사 등을 거쳐 들여오게 된다. 특히 우리나라 농산 수입품의 대다수를 차지하는 중국의 경우 다수의 사설 방사선 조사시설이 운영되고 있으므로 정확한 식품운영관리 실태조사가 필요하다(5).

방사선 조사는 1950년대부터 사용해진 방법으로 원재료 및 포장 상태에서 연속적인 처리가 가능하며 미생물 등의 이차적 오염이 없는 효과적인 위생화 기술로(6,7) 상업적 확산과 활용도가 높은 방법이다. 세계보건기구 (WHO), 국제식량농업기구 (FAO), 국제원자력기구 (IAEA), 미국 식품의약품청 (USFDA) 등에서 방사선 조사를 식품의 보존 및 위생화 수단으로 공인하였으며(8), 전 세계 56여개국에서 산업적으로 활용되고 있다(9). 우리나라의 경우 1991년 일부식품에 방사선 조사를 허용하기 시작했으며, 2004년 26개 품목으로 확대되었다(10).

방사선 조사는 물리적, 화학적 그리고 생물학적 방법으로 나뉜다. 그 중 지방을 함유한 식품의 경우 방사선 조사에 의해 지방에서 유도되는 주요 지방분해산물로 hydrocarbon류와 2-alkylcyclobutanone류가 생성된다고 보고되었고(11), 이를 통해 방사선 조사식품의 조사여부 확인방법으로 활용하고 있다(12).

최근 식품의약품안전청의 '식품의 기준 및 규격' 개정안 내용

*Corresponding author: Kyong Su Kim, Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea
Tel: 82-62-230-7724
Fax: 82-62-224-8880
E-mail: kskim@chosun.ac.kr
Received August 4, 2012; revised December 12, 2012;
accepted December 17, 2012

에 따르면 식품기준 및 규격에서 ‘방사선조사’가 ‘식품조사’로 용어가 변경되었다. 식품의약품안전청은 이 같은 내용을 담은 식품 및 첨가물 기준 및 규격 개정안을 통해 방사선 조사기준을 ‘식품조사처리 기준’으로 명칭을 개정하고 기존에 시행하고 있던 식품조사처리 선종에 전자선을 추가하였다. 이에 전자선 조사 기준을 새롭게 마련하며, 위생적으로 취급보관된 식품에 한해 식품조사처리를 허용하며, 식품조사처리 용도 이외에 식품조사를 사용하는 것을 제한하는 내용도 같이 예고하였다(13).

이와 같이 건강식품으로 소비량과 더불어 그 수입량도 증가하고 있는 아몬드와 땅콩에 식품조사선종으로 허용된 전자선을 조사하여 hydrocarbon류의 생성여부를 확인하고 정량적 비교와 개별 marker를 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용한 시료는 광주광역시 대형 마트에서 구입하여 한국원자력 연구소에 있는 전자선 조사시설 electron-beam accelerator(model ELV-4, 2.5 MeV, EB-Tech., Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 beam current 0.47 mA(0.25 kGy), 1.3 mA(0.5 kGy), 2.96 mA(1 kGy) 및 3.7 mA(3 kGy), velocity 20 m/min(0.25, 0.5, 1 kGy) 및 10 m/min (3 kGy) 선량률로 조사하였으며 흡수선량이 1, 3, 5, 및 10 kGy가 되도록 조사하였다. 이때 흡수선량은 cellulose triacetate(CTA) dosimeter로 확인 후 냉동 보관하며 실험에 사용하였다.

시약

본 실험에 사용한 시약은 미국 Sigma(St. Louis, MO, USA)사의 특급시약을 구입하여 사용하였으며, 지방분해산물인 hydrocarbon류의 standard의 구입은 독일의 TeLa사(Karlsruhe, Germany)로부터 구입하였다. 지방 추출 및 chromatography에 사용한 *n*-hexane, diethylether 등의 유기 용매는 Fisher Scientific(Waltham, MA, USA)에서 HPLC grade를 구입하여 이를 다시 wire spiral packed double distilling 장치(Normschliff, Geratebau, Germany)로 재증류하여 사용하였다.

전자선 조사한 시료의 지방 추출

비조사 시료와 조사선량별 시료 10 g을 *n*-hexane으로 추출 후 원심분리(3400 rpm)하여 상층액을 취해 무수 Na_2SO_4 로 수분을 제거한 후 rotary vacuum evaporator (Büchi R-215, Flawil, Switzerland)와 N_2 gas로 추출용매를 제거하고 냉동저장하며 실험시료로 하였다.

지방산 조성 분석

아몬드 및 땅콩의 지방산 조성을 분석하기 위하여 $\text{BF}_3\text{-MeOH}$ 에 의한 methylester화 방법을 이용하였다. 추출 지방 25 mg에 0.5 N NaOH 1.5 mL를 가하여 100°C에서 5분간 가열하여 가수분해한 후 2 mL $\text{BF}_3\text{-MeOH}$ 용액을 가하여 다시 100°C에서 30분간 가열하여 methylester화 하였다. 여기에 isoctane 1 mL를 가하여 교반하였고 포화 NaCl 용액 5 mL를 가하여 혼합한 후 방치하였으며 isoctane 층을 분리하여 무수 Na_2SO_4 로 수분을 제거하고 여과한 후 N_2 gas 기류하에서 농축하여 분석하였다.

Florisil 불활성화

조사시료에서 추출한 지방으로부터 전자선 조사에 의해 생성된 지방분해 산물인 hydrocarbon류를 분리하기 위하여 florisil

column chromatography를 수행하였다. Florisil (Waltham, MA, USA)은 구입 후 550°C 회화로(Thermolyne F-48000, Dubuque, Iowa, USA)에서 하룻저녁 태워 오염물을 제거하고 밀봉 저장하였다. Chromatography에 사용하기 위하여 저장된 florisil 을 5시간 이상 130°C에서 탈수하여 상온에서 식힌 후 hydrocarbon류를 분리하기 위해 3%의 물을 가하여 균질화하고 12시간 저장하여 불활성화시켜 충전제로 사용하였다.

Hydrocarbon류의 분리

불활성화시킨 florisil 25 g을 200×20 mm chromatography column에 충전한 후, 재증류한 *n*-hexane을 이용하여 3 mL/min의 유속으로 conditioning 하였다. 추출한 지방 0.5 g에 internal standard *n*-eicosane(4 µg/mL *n*-hexane) 1 mL를 첨가하여 column에 가한 뒤 60 mL *n*-hexane을 용리용매로 하여 hydrocarbon류를 분리하였다. 이 용리용매는 335 mBar와 40°C 조건하에서 rotary vacuum evaporator를 이용하여 2 mL까지 농축한 후 다시 N_2 gas로 0.5 mL까지 농축하여 GC/MS로 분석하였다.

Hydrocarbon류의 GC/MS 분석

GC/MS 분석기기는 QP-5050(Shimadzu, Tokyo, Japan)을 사용하였으며 시료의 이온화는 electron impact ionization(EI)방법으로 하였다. GC/MS 분석 조건은 ionization voltage를 70 eV로 하고, ion source와 injector 온도는 각각 250°C로 하였다. Carrier gas는 helium을 사용하여 유속은 1.0 mL/min으로 하였다. 또한 분석할 분자량의 범위(*m/z*)는 40-350°C로 설정하였다. Capillary column은 DB-5(30 m×0.32 mm i.d., 0.25 µm film thickness, J&W Scientific, Santa Clara, CA, USA)를 이용하였고, 온도 프로그램은 60°C에서 170°C까지 25°C/min 속도로, 205°C까지 2°C/min 속도로 승온시키고, 다시 270°C까지 10°C/min 속도로 승온시켰다. Hydrocarbon류 분석을 위해 시료 1 µL를 주입하고 split ratio는 20:1로 하였다.

Hydrocarbon류는 total ion chromatogram에 분리된 각 peak의 성분분석과 결과와 표준물질인 1-tetradecene($\text{C}_{14:1}$), pentadecane($\text{C}_{15:0}$), 1-hexadecene($\text{C}_{16:1}$), 1,7-hexadecadiene($\text{C}_{16:2}$), 1,7,10-hexadecatriene($\text{C}_{16:3}$), heptadecane($\text{C}_{17:0}$), 8-heptadecene($\text{C}_{17:1}$) 및 6,9-heptadecadiene($\text{C}_{17:2}$)의 분석에 의한 GC/MS full scan mode mass spectrum을 비교하여 확인하였으며, internal standard로 첨가된 *n*-eicosane(4 µg/mL *n*-hexane)을 이용하여 정량하였다.

결과 및 고찰

지방산을 전자선 조사시키면, 중성지방의 carbonyl group의 α 탄소와 β 탄소 위치에 결합이 끊어져 원래의 지방산보다 탄소수가 1개(C_{n-1}) 적거나, 2개(C_{n-2}) 적으면서 첫 번째 탄소 위치에 새로운 이중결합을 가진 hydrocarbon류가 생성된다. 이렇게 Nawar(14)에 의해 제시된 전자선 조사에 의한 지방분해 원리와 같이 아몬드와 땅콩에 hydrocarbon류가 생성됨을 확인하고 이를 정성, 정량적으로 측정하였다. 아몬드와 땅콩의 지방산 조성분석 결과는 Table 1에 나타내었다.

전자선 조사된 아몬드에서 생성된 hydrocarbon류

아몬드의 주 지방산 조성은 oleic acid(71.2%), linoleic acid(19.2%), palmitic acid(6.4%)로 oleic acid의 함량이 가장 높았으며 전자선을 1, 3, 5, 10 kGy의 선량으로 조사하여 hydrocarbon류의 생성량을 확인하였다. 비조사 시료와 10 kGy의 선량으로 조사된

Table 1. Total fatty acid of almond (*Prunus amygosalus* L.) and peanut (*Arachis hypogaea*)

Fatty acid	Almond		Peanut	
	g/100 g	%	g/100 g	%
Myristic acid	0.12	0.23	-	-
Palmitic acid	3.28	6.40	5.07	11.68
Stearic acid	0.97	1.87	1.25	2.88
Arachidic acid	0.12	0.23	0.58	1.33
Palmitoleic acid	0.27	0.53	-	-
Oleic acid	36.45	71.94	22.10	51.91
Linoleic acid	9.87	19.21	13.86	31.93
Linolenic acid	0.31	0.60	0.55	1.27
Total	51.38	100	43.41	100

시료 각각의 chromatogram은 Fig. 1에 나타내었고 생성된 hydrocarbon류와 생성량은 Table 2과 3에 나타내었다.

전자선 조사에 의해 아몬드에서 유도된 hydrocarbon류는 조사 선량에 따라 증가하였으며 동일 선량으로 조사되었을지라도 hydrocarbon류 함량이 각각 다르게 동정되었으며 이는 아몬드의 지방산 조성차이에 의한 것이라 여겨진다. 전자선 조사된 아몬드의 hydrocarbon류인 1-tetradecene($C_{14:1}$), pentadecane($C_{15:0}$), 1,7-hexadecadiene($C_{16:2}$), 8-heptadecene($C_{17:1}$), 1,7,10-hexadecatriene($C_{16:3}$), 6,9-heptadecadiene($C_{17:2}$)는 전자선을 조사한 시료의 모든 선량에서 확인 되었다. 이는 밤에 감마선을 조사하여 얻은 지방산 분해산물과 같은 결과를 나타내었다(15).

아몬드의 주요 hydrocarbon류는 oleic acid에서 유도된 1,7-hexadecadiene($C_{16:2}$)과 8-heptadecene($C_{17:1}$)이었으며 C_{n-1} hydrocarbon류보다 C_{n-2} hydrocarbon류가 더 높은 함량을 나타내었다. Linoleic acid로부터 유도된 hydrocarbon류인 1,7,10-hexadecatriene($C_{16:3}$)과 6,9-heptadecadiene($C_{17:2}$)은 C_{n-1} hydrocarbon류의 높은 생성률을 확인하였다. Palmitic acid에서 유도된 hydrocarbon류는 1-tetradecene($C_{14:1}$) 및 pentadecane($C_{15:0}$)으로 C_{n-1} 보다 C_{n-2} 화합물이 높은 함량을 나타내어 oleic acid와 비슷한 경향을 보였다.

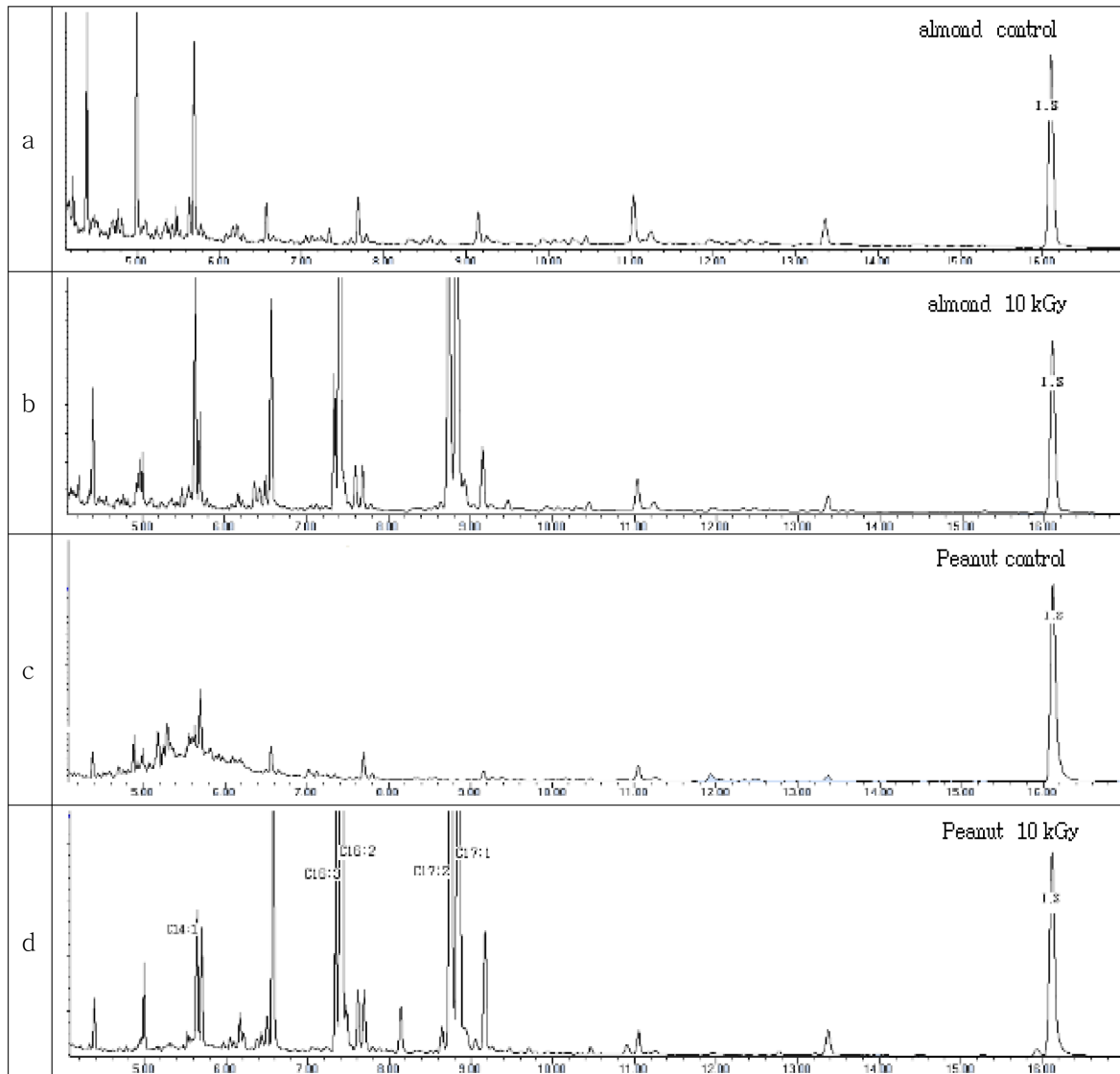


Fig. 1. GC/MS chromatograms of radiation-induced hydrocarbons in non- and 10 kGy irradiated almond (*Prunus amygosalus* L.) and peanut (*Arachis hypogaea*). a. almond control, b. almond electron-beam 10 kGy, c. peanut control, d. peanut electron-beam 10 kGy

Table 2. Parameters of regression analysis of hydrocarbons in irradiated almond (*Prunus amygdalus* L.) and peanut (*Arachis hypogaea*)

		Hydrocarbons	Linear regression equation	r ² ¹⁾
Almond (<i>Prunus amygdalus</i> L.)		1,7-hexadecadiene (C _{16:2})	y=3E ⁺⁰⁶ x-987328	0.9915
		8-heptadecene (C _{17:1})	y=3E ⁺⁰⁶ x-3E+06	0.9548
		1,7,10-hexadecatriene (C _{16:3})	y=358872x+56230	0.9719
		6,9-heptadecadiene (C _{17:2})	y=1E ⁺⁰⁶ x-953551	0.9620
Peanut (<i>Arachis hypogaea</i>)		1,7-hexadecadiene (C _{16:2})	y=0.6368x-0.3148	0.9890
		8-heptadecene (C _{17:1})	y=0.5904x-0.4764	0.9726
		1,7,10-hexadecatriene (C _{16:3})	y=6.904x-10.022	0.9345
		6,9-heptadecadiene (C _{17:2})	y=1.732x-1.706	0.9849

¹⁾Regression coefficient**Table 3. Concentrations of Radiation-induced Hydrocarbons in Almond (*Prunus amygdalus* L.) and Peanut (*Arachis hypogaea*) using LC column (mg/kg fat)**

Irradiation dose (kGy)	Oleic acid		Linoleic acid		Palmitic acid	
	C _{17:1} ¹⁾	C _{16:2}	C _{17:2}	C _{16:3}	C _{14:1}	
Almond (<i>Prunus amygdalus</i> L.)	0	-	-	-	-	
	1	1.57	6.79	1.32	1.82	1.81
	3	6.58	18.27	3.95	1.84	3.40
	5	19.86	32.56	9.29	3.84	4.64
	10	47.53	61.63	21.96	6.76	7.90
Peanut (<i>Arachis hypogaea</i>)	0	-	-	-	-	
	1	0.84	3.46	2.32	2.06	2.66
	3	3.21	9.27	7.012	3.32	5.30
	5	10.01	16.72	16.88	4.76	7.83
	10	25.54	40.15	27.24	7.31	11.41

¹⁾Radiation-induced hydrocarbon

1-Tetradecene(C_{14:1}) 및 pentadecane(C_{15:0})은 palmitic acid로부터 생성되는 주요 hydrocarbon류로서 조사선량에 따라 비교적 같은 수준으로 증가하였지만, 아몬드의 지방산 조성 중 소량 존재하므로 이에 기인하여 적은 양의 화합물들이 확인되었고 특히, pentadecane 경우 용매의 간섭이 있는 것으로 판단되나 아몬드의 이러한 hydrocarbon류는 전자선 조사여부를 검지하는데 적합하지 않았다. 아몬드의 지방산 조성 중 가장 높은 함량을 차지하고 있는 oleic acid로부터 전자선 조사에 의해 생성된 1,7-hexadecadiene(C_{16:2})이 다량 검출되었고 hydrocarbon류 생성량의 regression 상수(r²)는 0.99로 가장 높게 나타났다. Linoleic acid로부터 유도된 6,9-heptadecadiene(C_{17:2})과 1,7,10-hexadecatriene(C_{16:3}) 또한 모 지방산인 linoleic acid가 아몬드의 지방에 다량 함유되어 있는 것에 기인하여 높은 함량이 확인되었으며 C_{n-1} 화합물인 6,9-heptadecadiene(C_{17:2})이 C_{n-2} 화합물인 1,7,10-hexadecatriene(C_{16:3})보다 비교적 높은 함량을 차지하였다.

아몬드의 지방산 조성고 전자선 조사에 의한 분해기전을 토대로 하여 전자선 조사에 의해 생성된 주요 hydrocarbon류는 8-heptadecene(C_{17:1}), 1,7-hexadecadiene(C_{16:2}), 6,9-heptadecadiene(C_{17:2})과 1,7,10-hexadecatriene(C_{16:3})이었다.

전자선 조사된 아몬드에서 생성된 hydrocarbon류의 함량은 조사선량에 따라 증가하였으며 특히 아몬드의 주된 지방산인 oleic acid에서 유도된 1,7-hexadecadiene(C_{16:2})과 8-heptadecene(C_{17:1})이 모든 시료에서 가장 많이 확인되어 전자선 조사여부를 판단할 수 있을 것으로 사료된다. 전자선 조사선량과 생성량의 regression 상수(r²)는 0.96 이상으로 높은 상관성을 나타내었다(Table 2).

따라서 0, 1, 3, 5 및 10 kGy로 전자선 조사시킨 아몬드의 hydrocarbon류를 GC/MS로 분석하여 수출입 아몬드의 전자선 조사여부를 확인 가능하였다.

전자선 조사된 땅콩에서 생성된 hydrocarbon류

땅콩의 주 지방산 조성은 oleic acid(51.0%), linoleic acid(32.0%), palmitic acid(11.7%)로 oleic acid의 함량이 가장 높아 아몬드와 같은 조성을 보였다. 1, 3, 5, 10 kGy의 선량으로 전자선을 조사하여 hydrocarbon류의 생성량을 확인하였다. 비조사 시료와 10 kGy의 선량으로 조사된 시료 각각의 chromatogram은 Fig. 1에 나타내었고 생성된 hydrocarbon류와 생성량은 Table 2와 3에 나타내었다.

땅콩에서 유도된 hydrocarbon류는 조사선량에 따라 증가하였으며 땅콩의 지방산 조성차이에 의해 동일선량일지라도 hydrocarbon류의 함량이 다르게 동정되었다. 전자선 조사된 땅콩의 hydrocarbon류인 1-tetradecene(C_{14:1}), pentadecane(C_{15:0}), 1,7-hexadecadiene(C_{16:2}), 8-heptadecene(C_{17:1}), 1,7,10-hexadecatriene(C_{16:3}), 6,9-heptadecadiene(C_{17:2})는 전자선을 조사한 시료의 모든 선량에서 확인 되었다. 이는 땅콩에 감마선을 조사하여 얻은 지방산 분해산물과 같은 결과를 나타내었다(16,17).

땅콩의 주요 hydrocarbon류는 oleic acid에서 유도된 1,7-hexadecadiene(C_{16:2})과 8-heptadecene(C_{17:1})이었으며 C_{n-1} hydrocarbon류보다 C_{n-2} hydrocarbon류가 더 높은 함량을 나타내었다. Linoleic acid로부터 유도된 hydrocarbon류인 1,7,10-hexadecatriene(C_{16:3})과 6,9-heptadecadiene(C_{17:2})은 C_{n-1} hydrocarbon류의 높은 생성률을 확

인하였다. Palmitic acid에서 유도된 hydrocarbon류는 1-tetradecene ($C_{14:1}$) 및 pentadecane($C_{15:0}$)으로 C_{n-1} 보다 C_{n-2} 화합물이 높은 함량을 나타내어 oleic acid와 비슷한 경향을 보였다.

Palmitic acid로부터 생성되는 주요 hydrocarbon류인 1-tetradecene($C_{14:1}$) 및 pentadecane($C_{15:0}$)은 조사선량에 따라 증가하였지만, 아몬드와 같이 땅콩의 지방산 조성 중 소량 존재하므로 이에 기인하여 적은 양의 화합물들이 확인되었고 특히 pentadecane ($C_{15:0}$)의 경우 용매의 간섭으로 인해 전자선 조사여부를 감지하는데 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 땅콩의 지방산 조성 중 가장 높은 oleic acid로부터 전자선 조사에 의해 생성된 1,7-hexadecadiene($C_{16:2}$)의 regression 상수(r^2)는 0.98로 가장 높게 나타났다(Table 2). Linoleic acid로부터 유도된 6,9-heptadecadiene($C_{17:2}$)과 1,7,10-hexadecatriene($C_{16:3}$) 또한 높은 함량이 확인되었으며 C_{n-1} 화합물인 6,9-heptadecadiene($C_{17:2}$)이 C_{n-2} 화합물인 1,7,10-hexadecatriene($C_{16:3}$)보다 비교적 높은 함량을 차지하였다.

땅콩의 전자선 조사에 의해 생성된 주요 hydrocarbon류는 8-heptadecene($C_{17:1}$), 1,7-hexadecadiene($C_{16:2}$), 6,9-heptadecadiene($C_{17:2}$)과 1,7,10-hexadecatriene($C_{16:3}$)으로 0, 1, 3, 5, 10 kGy로 전자선 조사시킨 땅콩에서 화학적 판별법인 hydrocarbon류를 이용한 GC/MS 분석법이 적용 가능하였고 수출입 땅콩의 전자선 조사여부 또한 확인 가능하였다.

요 약

아몬드와 땅콩의 비조사 시료와 1, 3, 5, 10 kGy로 전자선을 조사한 시료에서 유도된 hydrocarbon류의 생성량을 분석하기 위하여 지방을 *n*-hexane으로 추출하여 florisil column으로 분리 및 GC/MS로 분석하였다. 전자선 조사된 아몬드와 땅콩에서 유래한 hydrocarbon류는 oleic acid에서 1,7-hexadecadiene($C_{16:2}$)과 8-heptadecene($C_{17:1}$), linoleic acid에서 1,7,10-hexadecatriene($C_{16:3}$)과 6,9-heptadecadiene($C_{17:2}$), 그리고 palmitic acid에서 1-tetradecene($C_{14:1}$) 및 pentadecane($C_{15:0}$) 생성되었고, oleic acid와 palmitic acid에서는 C_{n-2} , linoleic acid에서는 C_{n-1} 화합물이 보다 더 높게 생성되었다. 전자선을 1, 3, 5, 10 kGy의 선량별로 조사한 시료에서 생성된 hydrocarbon류의 함량은 조사선량에 따라 증가하였고 비조사 시료에서는 확인되지 않았다. 특히, oleic acid와 linoleic acid에서 유래한 1,7-hexadecadiene($C_{16:2}$), 8-heptadecene($C_{17:1}$)과 1,7,10-hexadecatriene($C_{16:3}$) 및 6,9-heptadecadiene($C_{17:2}$)의 경우 아몬드와 땅콩 모두에서 다른 hydrocarbon류에 비해 전자선 조사에 의한 생성량이 높게 나타남에 전자선 조사유무 판별 marker로 사용 가능함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 농림수산물식품기술기획평가원(110123-03-3-HD120)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. No BS, Lee SJ, Bak HH, Yoon HK, Lee JH, Jeong SH, Lee HS. Food Materials Science. Sooshaksa, Seoul, Korea. p. 84 (2011)
2. Heimo S, Friedrich S. Souci expert herb. 5th edition. Medpharm GmbH Science Publishers, Birkenwaldstraße 44, D-70191 Stuttgart, Germany p. 936, 947 (1994)
3. Paul R, Ramesha CS, Ganguly J. On the mechanism of hypocholesterolemic effects of polyunsaturated lipids. Adv. Lipid Res 17: 155-171 (1980)
4. Lee YJ, Oh KO, Kim SY. The fatty acid intake present condition and improvement direction of Korean: The physiological function of the unsaturated fatty acid and the health symposium. Food Indus. Nutr. 1(2): 19-22 (1996)
5. Korea Agro-Fisheries Trade Corporation. Chinese import production and the export difficulty investigation-China agricultural and marine product import and export status. Korea Agro-Fisheries Trade Corporation, Seoul, Korea. p. 4 (2010)
6. Kwon OJ, Yook HS, Kim AS, Byun MW. Effect of Gamma ray and heat treatment on sterilization of *Escherichia coli* O157:H7. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1016-1020 (1997)
7. Kim JK, Jo C, Kim HJ, Lee JW, Hwang HJ, Byun MW. Microbiological safety of minimally processed white radish in modified atmosphere packaging combined with irradiation treatment. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 11-14 (2005)
8. ICGFI, Summary report. Eleventh Meeting of the International Consultative Group on Food Irradiation. 2-4 Nov FAO/IAEA/WHO. Amsterdam, Netherlands (1994)
9. IAEA(International Atomic Energy Agency). Irradiation to ensure the safety and quality of prepared meals. Joint FAO/IAEA programme, Vienna, Austria (2009)
10. KFDA. Food Code. Korean Food and Drug Administration, Cheongwon, Korea (2004)
11. Nawar WW. Volatiles from food irradiation. Food Rev. Int. 2: 45-78 (1986)
12. Lee HJ and Kim KS. Analysis of radiolytically produced hydrocarbons and 2-alkylcyclobutanones from irradiated pinenut. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 37-42 (2001)
13. Standard of food and standard some revised inside administrative notice. Korea Food & Drug Administration announcement, 2012-58 p. 2, 9, 57-58 Cheongwon, Korea (2012)
14. Nawar WW, Champagne JR, Dubravic MF, LeTellier PR. Recovery and measurement of volatiles from lipid: Hydrocarbons in irradiated fats. J. Agr. Food Chem. 17: 645-648 (1969)
15. Amilcar LA, Márcio C, Albino B, Begoña QM, Luisa B, Isabel CFRF. Effects of radiation on the biological, physico-chemical, nutritional, and antioxidant parameters of chestnuts-A review. Food Chem. Toxicol. 50: 3234-3242 (2012)
16. La WM, Li A, Ha YM, Wang F, Zhang YL. Detection of Gamma-irradiated peanuts by ESR spectroscopy and GC analysis of hydrocarbons. Radiat. Phys. Chem. 80: 501-504 (2011)
17. Lee EY, Kim MO, Lee HJ, Kim KS, Kwon JH. Detection characteristics of Hydrocarbons from irradiated legumes of Korean and Chinese origins. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 770-776 (2001)