

## 감마선 조사가 건멸치의 이화학적 품질안정성에 미치는 영향

권중호<sup>†</sup> · 변명우\* · 김영희\*\*

경북대학교 식품공학과

\*한국원자력연구소

\*\*한국인삼연초연구원

### Physicochemical Quality of Boiled-Dried Anchovies during Post-Irradiation Period

Joong-Ho Kwon<sup>†</sup>, Myung-Woo Byun\* and Young-Hoi Kim\*\*

Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

\*Dept. of Food Irradiation, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejeon 305-600, Korea

\*\*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejeon 305-345, Korea

#### Abstract

Physicochemical changes were determined for the boiled-dried anchovies packaged in a laminated film (nylon 15 $\mu$ m/polyethylene 100 $\mu$ m) and stored for one year at ambient and cooling (5~10°C) temperatures after gamma irradiation. Lipophilic and hydrophilic browning pigments increased with storage time particularly at ambient temperature, even though initial 5 kGy irradiation did not affect the formation of pigments significantly. This results were confirmed by the instrumental color determinations, Hunter color L, a, b and  $\Delta E$ . With respect to changes in relative fatty acid compositions, storage period and temperature were more influential factors than gamma irradiation. Irradiation at 5 kGy induced insignificant changes in the total flavor profiles of stored anchovies, which were mainly composed of n-dodecanal (26.7%), n-pentadecane (22.2%), n-octanal (4.9%) and 2-pentylfuran (3.4%).

**Key words:** boiled-dried anchovy, irradiation, physicochemical quality

#### 서 론

방사선의 응용분야는 크게 근채류의 발아·발근 억제, 신선 과채류의 속도지연, 식품의 위생화 및 저장수명 연장을 위한 살균·살충 등으로 구분할 수 있다(1). 방사선 조사식품의 실용화에 있어서 소비자의 측면에서 가장 중요하게 고려되었던 점은 역시 조사식품(irradiated food)의 안전성과 기술의 타당성이라고 할 수 있다. 방사선 조사기술은 원자력을 이용하게 되는 특수성 때문에 국제기구(FAO/IAEA/WHO)의 주도로 연구개발이 진행되었고, 지난 40여년의 연구결과는 총 평균 10 kGy 이하로 조사된 식품의 독성학적, 미생물학적 및 영양학적 건전성을 뒷받침하게 되었다(2).

최근 식품의 방사선 조사에 관한 연구에서는 안전성 분야에 관련된 연구 보다는 실용화에 관한 이용조건 최적화와 처리식품의 품질평가에 중점을 두고 있다

(3). 그리고 국내·외 식품산업에서 위생적 식품생산과 원료의 안전저장을 위한 방사선 조사기술의 수요가 점차 증가됨에 따라 세계 38개국에서 사용이 허가되었고, 우리나라에서도 어패류 분말을 포함한 20여종의 식품이 감마선 처리될 수 있도록 허가되어 있다(4).

건멸치는 우리 식단에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있으므로 안정적이고 위생적인 공급이 요구된다. 전보(5-7)에 이어 건멸치의 위생적 품질과 저장조건 개선을 위한 일련의 시도으로써, 적정선량의 감마선 조사가 저장 중 건멸치의 물리적 및 화학적 품질에 미치는 영향을 검토하였다.

#### 재료 및 방법

##### 시료 및 포장

본 실험에 사용된 건멸치는 전보(7)와 동일한 시료

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

로서, 현행 포장법인 3kg 단위의 골판지 상자에 대한 문제점이 확인됨에 따라 대체 포장법으로서 접합 포장재(nylon 15 $\mu$ m/polyethylene 100 $\mu$ m ; 투습도, 4.7g/m<sup>2</sup>/24hrs ; 산소투과도, 22.5cc/m<sup>2</sup>/24hrs)를 사용하여 3kg 단위로 포장하였다.

**감마선 조사 및 저장**

포장된 시료는 Co-60 감마선원을 이용하여 전보(8)와 동일한 방법으로 5 kGy 이하로 조사하였다. 저장조건은 -18°C 이하의 현행 동결조건이 아닌 5~10°C의 냉장과 상온 조건에 각각 1년간 저장하면서 실험에 사용하였다.

**갈변색소 측정**

멸치시료 중의 갈변색소 측정은 Chung과 Toyomizu (9)의 방법과 한 등(10)의 방법에 준하였다. 지질의 산화에 의한 갈변색소 획득(lipophilic brown pigment)은 chloroform-methanol(2 : 1) 용매로써, Maillard 반응에 의한 갈변획분(hydrophilic brown pigment)은 H<sub>2</sub>O-MeOH(1 : 1, v/v) 용매로써 각각 추출하여 430nm에서 최대 흡광치(O.D./g) 단위로 나타내었다.

**기계적 색도 측정**

건멸치의 색도 측정은 30 mesh로 분쇄한 시료를 사용하여 color & color difference meter(ND-1001 DP, Nippon Denshoku Kogyo Co., Japan)에 의해 Hunter 색체계의 L값(lightness, 명도), a값(redness, 적색도), b값(yellowness, 황색도)과 ΔE값(color difference, 색차)을 각각 반복 측정하여 평균값으로 나타내었고, 이때 사용된 표준백판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 90.6, 0.4 및 3.3이었다.

**지방산 분석**

건멸치의 지방산 분석은 먼저 분쇄된 시료를 사용하여 Soxhlet 장치로 디에틸에테르에 의해 조지방을 추출하였다. 추출지방질은 Metcalf 등(11)의 방법에 따라 BF<sub>3</sub>-methanol을 사용하여 methyl ester화시킨 뒤 석유에테르에 용해하여 GC(Hewlet Packard 5880 A)로 분석하고 표준지방산과 retention time이 확인된 각 peak는 조성비(%)로써 나타내었다. 이 때 사용된 분석조건은 integrator, Hewlet Packard 5880A GC terminal ; column, SP-2340 fused silica capillary(30 m×0.32mm i.d., 0.2 $\mu$ m film thickness) ; detector, FID

; column temp., 150°C(5min) → 200°C(15min)/분당 4°C 증가 ; injector/detector temp., 250°C ; split ratio, 1 : 100 ; carrier gas, N<sub>2</sub>(0.8ml/min).

**휘발성 향기성분**

건멸치의 휘발성 성분은 Schultz 등(12)에 의해 변형된 Likens & Nickerson-type simultaneous steam distillation-extraction 장치를 사용하여 상온, 상압에서 추출하였다. 추출에 사용된 시료는 감마선 조사 후 5~10°C의 저장고에서 6개월간 저장된 건멸치였으며, 분쇄된 시료 90g에 증류수 800ml를 가하여 추출장치에 연결하고 추출용매(n-pentane : diethyl ether, 1 : 1, v/v) 60ml를 사용하여 2시간 동안 연속 추출하였다. 추출된 용매층에는 내부 표준물질로서 ethyl octanoate (Fluka제) 1,440 $\mu$ g을 가하고 무수 sodium sulfate로서 탈수 여과한 다음 vigreux column을 사용하여 40°C 이하에서 100 $\mu$ l가 되게 농축한 뒤 GC(Hewlet Packard 5880 A/integrator)의 분석시료로 하였다. 이 때 분석 조건은 Supelcowax 10 fused silica capillary(30mm×0.25mm i.d., 0.25 $\mu$ m film thickness) column과 FID detector를 사용하였고, column 온도는 50°C(3min)에서 220°C(30min)까지 2°C/min으로 programming 하였다. 또한 carrier gas는 N<sub>2</sub>(1.2ml/min), split ratio는 49 : 1, injector와 detector의 온도는 모두 250°C였다. 그리고 GC-MS(Varian 3700 GC에 연결된 open-split interface의 Finnigan MAT 212 mass spectrometer)의 분석조건은 위와 동일한 column과 column 온도가 사용되었고, carrier gas He(1.0ml/min), ion source temp. 250°C, ionization voltage 70eV, emission current 1mA 등의 조건이 각각 사용되었다. 또한 추출된 성분의 확인은 준비된 표준품과의 retention time 비교와 문헌상의 mass spectrum 대조로서 실시하였고, 각 성분의 정량은 아래 식에 의하여 계산하였다.

$$\mu\text{g/g} = \frac{\text{각 성분 peak 면적} \times \text{내부 표준물질 첨가량}(1,440\mu\text{g})}{\text{내부 표준물질 peak 면적} \times \text{시료량}(g)}$$

**결과 및 고찰**

**갈변도 및 색도**

건멸치의 저장에서는 지방질 산화와 갈변이 가장 중요한 품질요소가 된다는 보고(13)에 따라 본 항에서는 지질의 산화에 기인된 갈변(지용성 색소)과 비효소

**Table 1. Browning pigments of boiled-dried anchovies packaged in a laminated film(NY/PE) and stored for 12 months**

Storage temp.	Treatment	Hydrophilic (O.D./g, 430nm)	Lipophilic (O.D./g, 430nm)
Ambient	Control	0.055 <sup>a</sup>	0.474 <sup>a</sup>
	5 kGy-Irradiated	0.051 <sup>a</sup>	0.468 <sup>a</sup>
Cooling (5~10°C)	Control	0.025 <sup>b</sup>	0.268 <sup>b</sup>
	5 kGy-Irradiated	0.028 <sup>b</sup>	0.270 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Values within a column followed by the same superscript are not significantly different at the 1% level using Duncan's multiple range test

**Table 2. Hunter color profiles of boiled-dried anchovies packaged in a laminated film(NY/PE) and stored for 12 months**

Storage temp.	Treatment	Color parameters			
		L	a	b	$\Delta E$
Ambient	Control	55.8 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	14.4 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>
	5 kGy-Irradiated	59.8 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	15.2 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>
Cooling (5~10°C)	Control	61.6 <sup>b</sup>	1.2 <sup>b</sup>	11.5 <sup>b</sup>	3.4 <sup>b</sup>
	5 kGy-Irradiated	61.2 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	11.9 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>

L: Degree of lightness(white +100 ↔ 0 black), a: Degree of redness(red +100 ↔ 0 ↔ -80 green), b: Degree of yellowness(yellow +70 ↔ 0 ↔ -80 blue),  $\Delta E$ : Overall color difference

<sup>a,b</sup>Values within a column followed by the same superscript are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range test

적 Maillard 반응에 의한 갈변(수용성 색소)으로 구분하여 저장 12개월 까지 측정하였다. 접합포장재로 포장된 건멸치를 감마선 조사(5 kGy)하여 상온과 저온(5~10°C)에 저장하면서 갈변색소의 변화를 측정해 보면, 저장 12개월까지 색소의 함량은 계속 증가되었는데 저장온도가 높을수록 증가가 컸으며(p<0.01), 처리군 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 1).

한 등(10)은 마른 멸치의 수분활성과 비효소적 갈변에 관한 연구에서 지질산화에 의한 갈변은 시료의 수분활성이 낮을 경우 갈변반응의 주축을 이루며, Maillard 반응은 수분활성이 높을수록 높게 일어난다고 하였다. 또한 골판지에 포장된 건멸치의 갈변에서는 저장 초기 비효소적 갈변반응이 우선적으로 일어나지만 저장기간의 경과로 시료의 수분이 감소하게 되면 지질산화에 의한 갈변이 주도적으로 일어난다고 보고한 바 있다. 그러나 본 실험에서 NY/PE film 포장의 경우에는 시료의 수분활성을 안정되게 유지할 수 있으므로 갈변반응은 주로 저장온도, 기체환경 및 식품성분간의 상호작용에 의해서 일어난 것으로 예상할 수 있겠다.

한편 전보(6)의 결과에서 NY/PE 접합필름으로 포장된 시료의 지방질 산화도(carbonyl value)와 지용성 색소 함량과의 상관관계를 보면 실온(r=0.932), 저온

(r=0.935) 및 동결(r=0.982) 저장에서 각각 높은 정의 상관관계를 나타내어 시료의 지방질 산화는 갈변현상과 직접적으로 관련이 있음을 보여 주었다.

건멸치의 육색변화를 저장 12개월 까지 색차계를 사용하여 Hunter color parameter를 측정해 보았다. 전보(6)의 실험결과에서 Hunter L값(명도)은 건멸치의 저장중 관능적 품질과 거의 상관이 없었으나 Hunter a값(적색도)과 b값(황색도)은 시료의 품질변화와 고도의 상관이 있는 것으로 확인되었다. 이들 값의 저장중 변화는 L값은 증감현상, a값과 b값은 점차 증가되며, 이 같은 경향은 저장온도가 낮고 밀폐된 포장일수록 변화가 작았다. 본 연구에서는 비교적 색도의 변화가 완만했던 NY/PE film 포장시료를 상온과 저온에 12개월 동안 저장했을 경우 대조군과 5 kGy 조사군의 육색을 색차계로 측정, 비교하였다(Table 2).

저장 초기 건멸치의 색도는 L 59.7, a 0.7, b 8.8이었으나 저장 12개월 후에는 상당히 변화되었다. 먼저 상온저장은 저온저장에 비해 변화가 심하였는데(p<0.05) L값은 처리군에 따라 증감하였고, a, b 값은 다같이 증가하였다. 감마선 조사군과 대조군 간에는 유의적인 색도의 차이를 보이지 않으면서 전반적으로 다소 갈변됨을 알 수 있었다.

**Table 3. Changes in fatty acid compositions of boiled-dried anchovies as influenced by gamma irradiation and subsequent storage at ambient temperature<sup>1)</sup>** (%)

Fatty acids	Storage period(months)					
	0		6		12	
	Control	5 kGy	Control	5 kGy	Control	5 kGy
Myristic(14 : 0)	5.18	5.53	5.76	6.31	— <sup>2)</sup>	5.44
Pentadecanoic(15 : 0)	1.04	1.03	0.98	1.16	—	0.97
Palmitic(16 : 0)	26.26	26.78	26.97	27.96	—	26.04
Heptadecanoic(17 : 0)	1.78	1.90	1.7	1.84	—	2.22
Stearic(18 : 0)	5.45	5.66	5.56	5.85	—	5.47
Arachidic(20 : 0)	0.30	0.37	0.36	0.42	—	0.37
Behenic(22 : 0)	0.27	0.31	tr	tr	—	0.22
Saturates	40.28	41.58	41.38	43.54	—	40.73
Palmitoleic(16 : 1)	5.30	5.51	5.06	5.48	—	6.11
Oleic(18 : 1)	11.01	11.39	11.44	11.89	—	11.2
Gadoleic(20 : 1)	2.05	2.28	2.21	2.19	—	2.17
Erucic(22 : 1)	0.09	0.11	0.08	0.08	—	2.87
Monoenes	18.45	19.29	18.79	19.64	—	22.38
Linoleic(18 : 2)	1.75	1.48	1.79	1.90	—	1.88
Linolenic(18 : 3)	0.94	0.85	2.73	2.83	—	0.75
Octadecatetraenoic(18 : 4)	0.96	0.96	0.96	0.93	—	0.79
Eicosadienoic(20 : 2)	0.34	0.41	0.17	0.15	—	0.36
Eicosatetraenoic(20 : 4)	4.35	4.37	4.19	3.60	—	1.19
Eicosapentaenoic(20 : 5)	8.10	7.21	6.87	6.19	—	7.47
Docosatetraenoic(22 : 4)	0.79	0.80	0.79	0.64	—	0.87
Docosapentaenoic(22 : 5)	0.73	0.71	0.65	0.65	—	1.04
Docosahexaenoic(22 : 6)	23.31	22.34	21.68	19.93	—	22.54
Polyenes	41.27	39.13	39.83	36.82	—	36.89

<sup>1)</sup>Sample was packaged in a laminated film(NY 15µm/PE 100µm)

<sup>2)</sup>Not determined due to spoilage of the sample

**Table 4. Changes in fatty acid composition of boiled-dried anchovies as influenced by gamma irradiation and subsequent storage at cooling temperature<sup>1)</sup>** (%)

Fatty acids	Storage period(months)					
	0		6		12	
	Control	5 kGy	Control	5 kGy	Control	5 kGy
Myristic(14 : 0)	5.18	5.53	5.90	5.58	4.57	5.01
Pentadecanoic(15 : 0)	1.04	1.03	1.06	0.99	0.78	0.88
Palmitic(16 : 0)	26.26	26.78	27.51	29.35	24.68	24.49
Heptadecanoic(17 : 0)	1.78	1.90	1.85	1.81	2.26	2.35
Stearic(18 : 0)	5.45	5.66	5.57	6.03	5.34	5.57
Arachidic(20 : 0)	0.30	0.37	0.12	0.33	0.41	0.52
Behenic(22 : 0)	0.27	0.31	0.07	0.17	0.16	0.14
Saturates	40.28	41.58	42.08	43.26	38.20	38.96
Palmitoleic(16 : 1)	5.30	5.51	5.20	4.75	5.43	5.73
Oleic(18 : 1)	11.01	11.39	11.55	12.11	11.69	11.00
Gadoleic(20 : 1)	2.05	2.28	2.10	2.04	2.52	2.18
Erucic(22 : 1)	0.09	0.11	0.10	0.08	3.35	2.44
Monoenes	18.45	19.29	18.95	18.98	22.99	21.35
Linoleic(18 : 2)	1.75	1.48	1.94	1.87	1.77	1.71
Linolenic(18 : 3)	0.94	0.85	2.88	3.19	0.77	0.85
Octadecatetraenoic(18 : 4)	0.96	0.96	1.06	1.37	0.94	1.00
Eicosadienoic(20 : 2)	0.34	0.41	0.19	0.11	0.38	0.40
Eicosatetraenoic(20 : 4)	4.35	4.37	3.71	2.00	1.29	1.28
Eicosapentaenoic(20 : 5)	8.10	7.21	6.96	6.61	7.41	7.59
Docosatetraenoic(22 : 4)	0.79	0.80	0.75	0.76	1.01	0.96
Docosapentaenoic(22 : 5)	0.73	0.71	0.69	0.63	0.79	0.91
Docosahexaenoic(22 : 6)	23.31	22.34	20.79	21.45	24.45	24.99
Polyenes	41.27	39.13	38.76	8.8	8.8	36.69

<sup>1)</sup>Sample was packaged in a laminated film(NY 15µm/PE 100µm) and stored at 5~10°C

### 지방산 조성

수산식품의 가공 및 저장중 지방산 조성변화에 대한 보고는 비교적 많으나 멸치에 대한 연구는 이 등(14), 차 등(15), Roldan 등(16)의 시판 마른 멸치와 멸치 발효과정 중의 보고가 있었다. 본 실험에서는 건멸치에 대하여 20종의 지방산을 감마선 조사(5 kGy)와 저장조건에 따라 GC에 의하여 분석해 보았다.

시료의 지방산 조성은 포화산이 40.28%, 모노엔산이 18.45%, 폴리엔산이 41.27%였으며, 주요 구성지방산으로는 16 : 0(26.26%), 22 : 6(23.31%), 18 : 1(11.01%), 20 : 5(8.10%)의 순으로 이 등(14)의 중멸치에 대한 보고와 매우 유사한 패턴을 보였다.

감마선 조사시 시료의 지방산 조성은 폴리엔산의 감소와 포화산의 증가현상이 부분적으로 나타났으나 각 지방산에서는 유의적인 변화가 나타나지 않았다. 그리고 저장기간의 경과와 저장온도에 따라 지방산 함량은 다소 증감하였는데 모노엔산은 증가한 반면 폴리엔산은 감소되었다. 감마선 조사에 따른 영향은 저온 저장된 시료에서 나타난 바와 같이 12개월 저장 후에 대조군과 유의적인 차이가 없었다(Table 3, 4).

이상과 같이 저장된 각 시료에서 확인된 폴리엔산의 감소와 포화산 및 저급산의 증가현상은 환경조건에 영향을 받기 쉬운 고도불포화지방산이 산화 등 분해반응에 의해서 저급의 지방산을 생성하기 때문으로 생각되며, 최 등(17)의 저장홍삼에 대한 보고와 잘 일치하였다.

### 휘발성 향기성분

건멸치의 위생적 품질과 저장 안정성 향상을 위하

여 이용된 감마선 에너지는 5 kGy 이하의 선량범위가 적당한 것으로 나타난 바 있다(5,6). 따라서 이 범위의 감마선 조사가 건멸치의 휘발성 향기성분에는 어떠한 영향을 미치는 지를 확인하기 위하여 SDE 장치를 이용하여 추출한 시료를 GC에 의하여 분리하였다. 이 때 얻어진 GC chromatogram에는 100개 이상의 비교적 많은 peak가 나타났으며(Fig. 1), 이들 peak들을 표준품과의 retention time 및 문헌상의 mass spectrum(18-20)에 의해 비교 검토한 결과, 비교적 함량이 높은 30개의 성분을 확인할 수 있었다. 이상과 같이 확인된 각 성분군에 대하여 5 kGy까지의 감마선 조사시 flavor profile 및 주요 성분의 함량 변화를 비교해 보았다(Table 5).

본 실험에 사용된 건멸치의 주요 휘발성 향기성분으로는 n-dodecanal(23.41 $\mu$ g/g) 및 n-pentadecane(19.44 $\mu$ g/g)이 대부분을 차지하였고, 그 다음이 n-octanal(4.27 $\mu$ g/g), 1-penten-3-ol(3.64 $\mu$ g/g), n-hexanal(3.41 $\mu$ g/g), 2-pentyl furan(2.94 $\mu$ g/g), cis-3,5-octadienone (2.55 $\mu$ g/g) 등의 순으로 높게 함유되어 있었다. 이들 구성성분들은 주로 탄소수가 많은 탄화수소와 알데히드류, 케톤류 및 알콜류로 나타났다. 한편 5 kGy까지의 감마선 조사시 각 성분의 변화를 보면 선량에 따라 다소의 증감은 있었으나 전반적으로 비교적 안정하였으며, 특히 전체 향기성분의 절반을 차지하는 n-dodecanal과 n-pentadecane의 경우 대조군과 조사군 간에 유의적인 차이가 없었으며, 이와 같은 결과는 동일시료의 풍미 및 맛에 대한 관능적 평가 내용과도 일치하였다(5).

지금까지 수산식품의 휘발성 성분에 관한 보고는 많지 않으나 새우 및 새우젓(21)에는 pyrazine류와 thio-

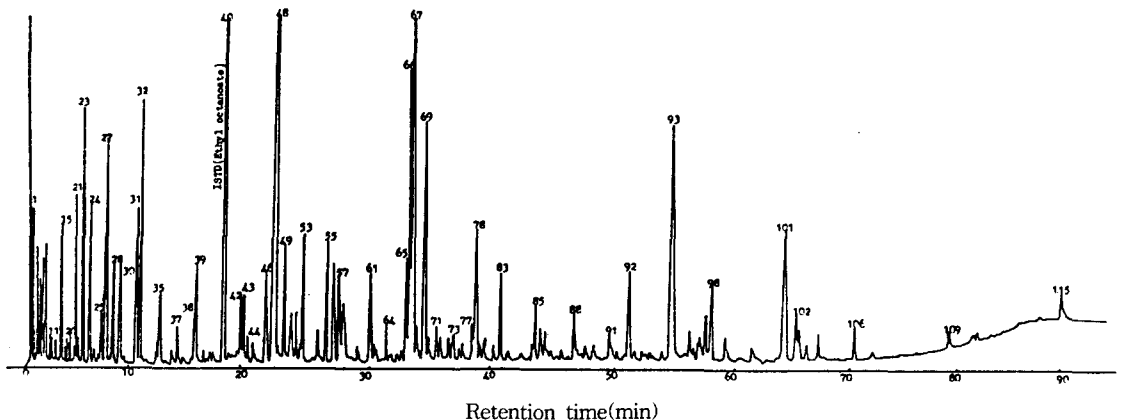


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile components of boiled-dried anchovies.

Hewlett-Packard 5880A GC/Integrator, Supelcowax 10 fused silica capillary column(30m $\times$ 0.25mm, film, thickness; 0.25 $\mu$ m) : 50 $^{\circ}$ C(3min) 2 $^{\circ}$ C/min 220 $^{\circ}$ C(30min), Injector/detector temp.; 250 $^{\circ}$ C, carrier gas(N<sub>2</sub>); 1.2ml/min, split ratio; 49 : 1.

Table 5. Volatile flavor components of gamma-irradiated anchovies<sup>1)</sup>

Peak number <sup>2)</sup>	Compounds identified (GC/MS)	Content(μg/g, moisture free basis)		
		Control	2.5 kGy	5 kGy
11	2-Pentanone	0.10	0.09	0.12
15	n-Hexanal	3.41	3.37	3.36
21	n-Butanol	2.22	2.19	2.19
22	3-Heptanone	0.31	0.31	0.28
23	1-Penten-3-ol	3.64	3.88	3.88
24	n-Heptanol	1.88	2.03	1.91
25	trans-2-Hexenal	0.94	0.97	0.90
27	2-Pentyl furan	2.94	3.01	3.22
28	trans-4-Heptenal	1.24	1.44	1.38
30	n-Pentanol	1.33	1.42	1.27
31	2-Octanone	2.29	2.58	2.56
32	n-Octanal	4.27	4.05	4.05
35	5-Nonanone	1.37	1.62	1.41
37	n-Hexanol	0.54	0.67	0.59
38	2-Nonanone	1.04	1.11	1.01
39	n-Nananal	1.65	1.81	1.89
42	1-Octen-3-ol	1.12	1.22	1.21
43	n-Heptanol	1.00	1.18	1.18
44	2,4-Heptadienal	0.58	0.62	0.59
46	n-Decanal	1.32	1.85	1.80
48	n-Pentadecane	19.44	19.73	19.82
49	cis-2-Nonenal	2.33	2.31	2.49
53	n-Octanol	2.18	2.19	2.28
55	cis-3,5-Octadienone	2.55	2.80	2.76
57	2-Undecanone	1.82	1.96	1.97
67	n-Dodecanal	23.41	22.56	22.00
73	n-Decanol	0.50	0.63	0.41
77	n-Octadecane	0.86	0.83	0.86
87	n-Tetradecanal	0.87	0.94	0.86
90	n-Dodecanol	0.45	0.33	0.35
Total		87.60	89.90	88.60

<sup>1)</sup> Analysis was conducted with the sample stored at 5~10°C for 6 months after irradiation

<sup>2)</sup> For peak numbers refer to Fig. 1

lane, thialdin 등의 함황화물이 주된 가열 향기성분을 이루고 있다. 또한 오징어 가공품(22), 말취치(23) 및 다랑어(24)에는 멸치와 유사한 탄화수소, 알데히드, 케톤, 알콜류 등이 대부분 함유되어 있으며, 그 밖에 함황 및 함질소 화합물도 수종 포함된 것으로 확인되어 특히 가열 등 가공조건에 따른 향기성분의 다양한 변화가 예상된다 하겠다. 식품에 대한 방사선 조사는 풍미에 관련될 수 있는 극소량의 휘발성 성분을 생성시킬 수 있으며, 이는 식품의 산화, 열분해, 효소작용 등에 의한 성분변화와 같은 현상이라고 볼 수 있다(25). 지금까지 방사선 조사식품의 휘발성 성분에 대한 보고는 식품의 종류, 성상, 조사선량 등에 따라 다소 상이한 경우도 있으나 공통된 결과는 조사식품에서 가장 쉽게 생성되는 화합물로서 C<sup>1</sup>-C<sup>17</sup> alkane류나 carbonyl 화합물 등이 있는데 이들은 커피, 사과, 치즈, 육류, 생선

등 여러가지 식품에서도 자연상태에서 발견되고 있다(25).

본 실험에서는 건멸치에 5 kGy까지의 감마선을 조사하였을 경우 일부 휘발성 성분의 변화를 확인하였으나, 보다 구체적인 성분의 안정성을 확인하기 위해서는 고선량의 방사선을 조사한 시료를 대상으로 미량 성분의 생성 등을 정량적으로 검토함이 필요할 것으로 사료된다.

### 요 약

건멸치의 품질안정성 연구의 일환으로 접합필름(nylon 15μm/polyethylene 100μm)으로 포장된 시료에 5 kGy 이하의 감마선을 조사한 뒤 상온과 저온(5~10°C)에 각각 1년간 저장하면서 이화학적 품질에 관련된 특성을

평가하였다. 저장기간 중 건멸치의 육색은 점차 갈변되면서 지용성 및 수용성 색소의 함량이 증가되었다. 이 같은 현상은 5 kGy 감마선 조사의 영향은 받지 않았으나 상온저장군에서 현저하였으며, Hunter 색차계에 의한 L, a, b 및 ΔE 값의 측정에서도 확인되었다. 건멸치 지방산 조성의 상대적 함량 변화는 감마선 조사 보다는 저장기간 및 저장온도에 민감하였다. 감마선 조사 후 저온에서 6개월간 저장된 건멸치의 휘발성 향기 성분은 n-dodecanal(26.7%), n-pentadecane(22.2%), n-octanal(4.9%), 2-pentylfuran(3.4%) 등이 주성분을 이루었으며, 대조군, 2.5 및 5 kGy 처리군간에는 유의적인 차이없이 유사한 패턴을 나타내었다.

## 문 헌

- Satin, M. : Food irradiation. Technomic Publishing Co., Inc., p.27(1993)
- WHO : Wholesomeness of irradiated food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Tech. Rep. 651. World Health Organization, Geneva, p.4(1981)
- Kwon, J. H., Byun, M. W. and Cho, H. O. : Development of food irradiation technology and consumer attitude toward irradiated food in Korea. *Radioisotopes*, **41**, 654(1992)
- 대한민국 보건복지부 : 방사선 조사기술 및 규격개정. 보건복지부고시 제 1995-34(95. 5. 19)
- 권중호, 이기동, 변명우, 조한욱 : 저장온도 및 포장방법이 건멸치의 미생물학적 및 관능적 품질에 미치는 영향. *한국식품위생·안전성학회지*, **10**, 103(1995)
- 권중호, 정형욱, 변명우, 김정숙 : 저장온도 및 포장방법이 건멸치의 이화학적 품질에 미치는 영향. *한국식품위생·안전성학회지*, **10**, 97(1995)
- 권중호, 변명우, 김정숙 : 감마선 조사 건멸치의 저장중 미생물학적 및 관능적 품질에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **25**, 283(1996)
- Kwon, J. H., Byun, M. W., Warriar, A. S., Kamat, M. D., Alur, M. D. and Nair, P. M. : Quality changes in irradiated and nonirradiated boiled-dried anchovies after inter-country transportation and storage at 25°C. *J. Food Sci. Technol.*, **30**, 256(1993)
- Chung, C. Y. and Toyomizu, M. : Studies on the browning of dehydrated foods as a function of water activity. 1. Effect of Aw on browning in amino acid-lipid systems. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **42**, 697(1976)
- 한성빈, 이종호, 이강호 : 마른멸치 저장중의 수분활성과 비효소적 갈변반응. *한국수산학회지*, **6**, 37(1973)
- Metcalf, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514(1966)
- Schultz, T. H., Flath, R. A., Richard, M. T., Eggling, S. B. and Teranishi, R. : Isolation of volatile components from model system. *J. Agric. Food Chem.*, **25**, 446(1977)
- 김부남, 최호연, 이강호 : 마른명태 저장중의 수분활성과 갈변반응. *한국영양식량학회지*, **2**, 41(1973)
- 이종호, 오광수, 이태현, 정영훈, 김세권, 박희열 : 시판 마른멸치의 종류에 따른 지방산 함량. *한국수산학회지*, **19**, 183(1986)
- 차용준, 이용호, 김희연 : 저식염 멸치저속성 중의 휘발성 성분 및 지방산 조성의 변화. *한국수산학회지*, **18**, 511(1985)
- Roldan, H. A., Barassi, C. A. and Trucco, R. E. : Increase on free fatty acids during ripening of anchovies(*Engraulis anchoita*). *J. Food Technol.*, **20**, 581(1985)
- 최강주, 이광승, 고성룡, 김경희 : 장기 저장된 홍삼의 품질안정성. *한국생약학회지*, **19**, 201(1988)
- Heller, S. R. and Milne, G. W. A. : EPA/NIH mass spectral data base. U. S. Department of Commerce, Washington, D. C., p.5(1987)
- Jennings, W. and Shibamoto, T. : Quantitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. Academic Press, New York, p.6(1980)
- Stenhagen, E., Abrahamsson, S. and McLafferty, F. W. : Registry of mass spectral data. John Wiley & Sons, Inc., New York, p.12(1974)
- 최성희 : 새우 및 새우젓의 향기성분. *한국식품과학회지*, **19**, 157(1987)
- Koiumi, C., Ohshima, T. and Lee, E. H. : Volatile constituents of processed squid product. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **19**, 547(1990)
- 이종호, 최병대, 이강호, 이근태, 김태수 : 말취치 가공중 향기성분에 관하여. *한국수산학회지*, **22**, 121(1989)
- Human, J. and Khayat, A. : Quality evaluation of raw tuna by gas chromatography and sensory methods. *J. Food Sci.*, **46**, 868(1981)
- Merritt, C. : Qualitative and quantitative aspects of volatile components in irradiated foods substances. *Radiation Res. Rev.*, **3**, 353(1972)

(1996년 1월 17일 접수)