

## 반건조 오징어의 저장성 연장을 위한 감마선 조사기술의 이용

이주운 · 조철훈 · 육홍선\* · 차보숙\*\* · 김명철\*\*\* · 변명우<sup>†</sup>

한국원자력연구소 방사선식품생명공학기술개발팀, \*충남대학교 식품영양학과  
\*\*수원여자대학 식품과학부, \*\*\*식품의약품안전청 식품평가부 식품규격과

### Application of Gamma Irradiation for Prolonging Shelf-Life of Semi-Dried Squid (*Todarodes pacificus*)

Ju-Woon Lee, Cheorun Jo, Bo-Sook Cha\*, Myung-Chul Kim\*\* and Myung-Woo Byun<sup>†</sup>

Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Reserch Institute, Daejeon 305-600, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

\*\*Dept. of Food Science, Suwon Women's College, Suwon 441-748, Korea

\*\*\*Dept. of Food Evaluation, Korean Food and Drug Administration, Seoul 122-704, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effects of gamma irradiation on the shelf-life extension of semi-dried squid (*Todarodes pacificus*). Semi-dried squid was stored at 10°C after gamma irradiation with doses of 0, 3, 5 and 7 kGy. In microbiological aspects, non-irradiated semi-dried squid was rapidly deteriorated during storage, and molds and yeasts were detected in a selective medium. The total viable cells were reduced with the increase of irradiation dose, and a dose level of 7 kGy was considered optimum and effective dose for the preservation of semi-dried squid. Increase in the content of volatile basic nitrogen was reduced by irradiation treatment depending upon doses. Thiobarbituric acid values were not significantly different in all samples regardless of irradiation. Sensory qualities of irradiated semi-dried squid were acceptable.

**Key words:** semi-dried squid, gamma irradiation, quality properties, storage stability

#### 서 론

오징어(*Todarodes pacificus*)는 독특한 조직감과 풍미로 인해 기호성이 높아 예로부터 많이 이용되어 온 주요 수산물 중의 하나이며(1), 한국, 중국 및 일본 등 동아시아인들이 즐겨 소비하는 식품 중의 하나로 유리아미노산 및 각종 영양분이 풍부한 영양기호식품이다(2). 오징어는 저장 안정성을 위해 풍건되고 마른오징어 형태로 가공되어 이용되어 왔다. 그러나 딱딱한 조직감, 갈변 및 미생물, 특히 곰팡이의 오염 등에 의한 품질저하로 건조 오징어의 이용이 제한을 받아왔으며, 최근에는 생활수준의 향상과 소비자 기호도의 다변화에 따라 향미가 부여되고 조직감이 개선된 조미 또는 훈제오징어 등 반건조 제품으로 가공되어 소비자의 선호도를 개선하고 있는 추세이며, 수요가 점차 증가하고 생산량 또한 그에 맞춰 증대되고 있다(1).

오징어는 각종 식품의 가공 및 첨가 재료로 많이 이용되고 있고, 발효, 건조, 반건조 등 다양한 형태로 가공되어 소비된다. 특히 반건조 오징어는 어획 후 내장을 분리하고 세척한

후 음지에서 약 2~3일간 자연 건조하여 제조된다. 반건조 오징어는 저장 및 유통기간 연장 등의 목적으로 냉동처리를 하게 되는데, 그에 따른 품질의 저하 및 과도한 에너지 소비로 생산성 및 경제성이 저하되고, 냉장 저장시 취약한 저장성 때문에 품질 보장을 위한 개선된 저장 및 가공방법이 요구되고 있다. 현재 반건조 오징어는 재래식 방법에 의해서 생산되고 있고, 제조 및 유통 중 병원성 미생물의 오염으로 인한 질병 유발가능성이 높아 위생 및 안전성 증대를 위한 방안이 매우 필요하다(3). 또한 반건조 오징어의 생산 및 유통에 대한 명확한 법규가 없고, 위생적인 생산, 포장 및 유통에 관한 다양한 연구가 시도되어 있지 않아 적절한 위생화 및 안전 저장을 위한 기술 개발이 요구된다(4).

한편 식품의 안전한 저장 및 유통을 위한 매우 효과적인 기술로서 방사선 조사기술이 최근에 새롭게 관심을 모으고 있다(5). 방사선 조사기술은 제품의 품질특성 유지가 가능한 비열처리 살균기술로서 식품산업 전반에 걸쳐 그 응용성이 다양하여 국제적으로 이용이 증대되고 있다(6,7). 어류 및 그 가공품에 대한 WHO/FAO/IAEA, 국제식품규격위원회(CO-

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: mwbyun@kaeri.re.kr  
Phone: 82-42-868-8065, Fax: 82-42-868-8043

DEX) 등의 국제적 방사선조사 합의 기준에 따르면 병원성 미생물 및 기생충 제거와 저장성 연장을 목적으로 최대 7 kGy까지의 감마선 조사를 허용하고 있으며, 현재 전세계 약 20여 국가에서 수산물에 대한 감마선 조사를 허가하고 있다 (8). 이와 같은 세계적 추세와 함께 방사선 조사기술을 이용하면 반건조 오징어의 저장 및 유통안정성과 관련된 제반 문제점들을 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

이에 본 연구는 감마선 조사에 의한 반건조 오징어의 위생화, 품질안정성 및 저장성 확보를 위한 연구의 일환으로, 감마선 조사된 반건조 오징어의 미생물 생육 및 이화학적 품질 특성을 조사하여 감마선 조사기술의 이용 가능성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

시험에 사용한 반건조 오징어는 2001년 1월에 경북 포항시 구룡포읍에서 2~3일 자연 건조된 것으로 최종 제품에서 수분함량과 염도가 각각 약 40% 정도와 2.3% 정도되는 것을 현지에서 구입하였다. 시료는 진공포장기(Leepack, Hanguk Electronic, Kyungi, Korea)를 이용하여 진공포장기와 합기 포장기로 구분하여 감마선 조사를 위해 3마리씩 PE/nylon 6 접합포장제(2 mL O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/24h, 0°C, 20×30 cm, Sunkyoung Co., Seoul, Korea)에 넣어 처리구별로 포장한 후 감마선 조사 시료로 사용하였다.

### 감마선 조사 및 저장

감마선 조사는 Co-60 감마선 조사시설(IR-79, Nordion International Ltd., Ontario, Canada, 100 kCi)을 이용하여 실온에서 시간당 7 kGy의 선량율로 각각 3, 5, 7 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량의 확인은 Fricke dosimetry (ceric/cerous dosimeter)(9)를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 ±0.2 kGy였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사 대조시료와 함께 냉장상태인 10±1°C에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 일반성분, pH 및 수분활성도

일반성분은 AOAC법(10)에 따라 측정하였고, pH는 시료 10 g에 증류수 100 mL를 넣고 homogenizer(Diax 900, Hei-dolgh, Schwabach, Germany)로 마쇄한 후 pH meter(Orion 520A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 측정하였다. 수분활성도는 Thermoconstanter(Novasina RA/KA, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

### 저장 중 미생물 생육 시험

반건조 오징어에 존재하는 총균수 및 미생물의 분포를 확인하였고, 저장 중 감마선 조사가 반건조 오징어의 미생물 생육에 미치는 영향을 Dymysza 등(11)과 Byun 등(12)의 방법

을 사용하여 조사하였다. 시료 10 g에 90 mL의 멸균증류수를 가하여 Stomacher Lab Blender(Model 400, Tekmar Co., Cincinnati, OH, USA)로 균질한 다음, 균질액을 10배씩 단계별로 희석하여 다음의 배지에 도말하였다. 총균수는 plate count agar(PCA, Difco, Detroit, MI, USA)를 이용하여 접종 후 37°C에서 24~72시간 배양 후 집락을 계수하였고, 곰팡이와 효모는 potato dextrose agar(PDA, Difco, Detroit, MI, USA)를 이용하여 접종 후 25°C에서 72시간 정도 배양한 후에 집락을 계수하였다. 검출된 미생물수는 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)로 나타냈으며, 검출을 위한 최소 계수 한계치는 10<sup>1</sup> CFU/g이었다.

### 휘발성 염기 질소의 정량

휘발성 염기 질소(volatilic basic nitrogen, VBN) 함량은 Conway 미량확산법(13)으로 측정하였다. 즉 시료 10 g을 취하여 증류수 30 mL를 가한 후 blender를 이용하여 2분간 교반하고 여과하였다. 여액 1 mL를 Conway 수기 외실에 넣고 내실에는 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL와 conway시약 1 mL를 넣었다. 이어서 외실에는 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 빠르게 주입하고 밀폐한 다음 조심스럽게 흔들어 주고 37°C에서 120분간 정치한 후 수기에 0.01 N의 NaOH 용액으로 적정하여 측정하였다.

### 지질의 산패도 측정

Thiobarbituric acid(TBA)가는 Turner 등의 방법(14)을 사용하여 감마선 조사된 반건조 오징어의 지방산패도를 측정하였다. 시료 1 g에 20% TCA 용액(trichloroacetic acid in 2 M phosphoric acid) 5 mL와 0.01 M TBA용액 10 mL를 가한 후 균질화하였고 30분 동안 끓는 물에 중탕 가열한 후 10분 동안 얼음물에서 냉각시켰다. Isoamylalcohol-pyridine (2:1)을 15 mL 첨가하여 2분 동안 잘 섞은 후, 3,000×g에서 15분 동안 원심분리하였고 그 상등액의 흡광도를 538 nm의 파장에서 측정하였다.

### 관능적 품질평가 시험

Civille과 Szczesniak의 방법(15)을 사용하여 미리 훈련된 13명의 panel 요원을 구성하여 각 실험구별로 외관, 냄새, 씹힘성, 풍미 그리고 연도에 대하여 각각 10점 만점으로 평점하고 그 평균치를 구하여 비교하였다. 먼저 시료를 180°C로 예열된 oven(Stabil-Therm Gravity oven, Blue M electric Co., Blue island, IL, USA)에서 15분간 열풍으로 가열처리한 후 실온에서 10분간 방냉하고 관능요원들에게 제시하였다. 평점표의 구성은 10점은 아주 우수하고, 1점은 가장 열악한 품질 상태를 나타내는 것으로 하였다.

### 통계 분석

이상의 실험에서 얻어진 결과들은 SAS software(16)에서 프로그램된 general linear procedures, least square 평균값을 Duncan의 multiple range test법을 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분, 수분활성도 및 pH

본 시험에 사용한 반건조 오징어의 일반성분, 수분활성도 및 pH는 Table 1과 같다. 수분 함량은 40.5% 정도로 나타났으며, 상대적으로 조단백질, 조지방 및 회분 함량은 각각 19.5%, 28.4% 및 2.3%로 나타났다. 반건조 오징어의 수분활성도는 0.93이었으며, pH는 6.1로 식품특성상 건조식품에 비해 미생물이 생육하기에 좋은 조건인 것으로 나타났다. 한편, 감마선 조사 직후 일반성분, 수분활성도 및 pH는 감마선 조사에 영향을 받지 않았다.

미생물 생육 변화

감마선 조사에 의한 반건조 오징어의 포장구별 저장 중 미생물 생육변화를 Fig. 1에 나타냈다. 시료로 사용된 반건조 오징어의 초기 미생물 오염정도는 총균수가 약  $4.4 \times 10^3$  CFU/g이었으며, 포장방법을 다르게 한 후 감마선 조사한 반건조 오징어의 저장 중 미생물 생육은 조사선량이 증가할수록 저하되는 것으로 나타났다.

감마선 조사 직후 진공포장된 반건조 오징어의 총균수는 3, 5, 7 kGy로 조사된 시료에서 각각  $2.9 \times 10^2$ ,  $2.5 \times 10^2$ ,  $1.1 \times 10^2$  CFU/g으로 나타났으며, 비조사구에서는  $1.3 \times 10^3$  CFU/g

이었다. 비조사구는 저장 3주에 이미 6 log cycle까지 증가하였으며, 저장 6주에는 7 log cycle 이상을 유지하였다. 3 kGy 조사구에서도 저장 3주 이후에 급격히 증가하여 6 log cycle까지 증가하였으며, 저장 9주에는 7 log cycle을 나타냈다. 진공포장된 반건조 오징어의 총균수감소에 대한 감마선 조사의  $D_{10}$  값은 2.53 kGy이었다. 즉, 오염미생물을 90% 사멸하기 위해 소요되는 감마선의 흡수선량은 2.53 kGy가 필요하며, 이 값을 이용하여 초기미생물의 오염수준에 대한 적절한 조사선량을 지정하여 이용할 수 있다(3,7).

합기포장구의 경우 감마선 조사 직후 총균수는 3, 5, 7 kGy로 조사된 시료에서 각각  $2.5 \times 10^2$ ,  $1.5 \times 10^2$ ,  $1.25 \times 10^2$  CFU/g으로 나타났으며, 비조사구에서는  $7.6 \times 10^3$  CFU/g이었다. 비조사구는 저장 3주 이후에 6 log cycle까지 증가하였으며, 저장 6주 이후에 7 log cycle을 유지하였다. 3, 5, 7 kGy 조사구에서는 저장 7일 이후부터 급격히 증가하여 저장 5주 이후부터는 5 log cycle 정도를 나타냈으며, 이때  $D_{10}$  값은 2.39 kGy이었다.

선택배지를 이용한 실험에서 곰팡이와 효모가 반건조 오징어에서 주요 오염미생물로 나타났다(Table 2, 3). 합기포장에서 곰팡이는 저장 2주에  $1.6 \times 10^3$  CFU/g, 9주에  $1.8 \times 10^3$  CFU/g이었고, 진공포장에서는 저장 4주 이후에 나타났는데,

Table 1. Proximate composition, water activity and pH of gamma-irradiated semi-dried squid

Dose (kGy)	Proximate composition (%)				Aw	pH
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash		
0	40.5±1.2 <sup>1)</sup>	19.5±0.4	28.4±1.0	2.3±0.4	0.93±0.03	6.11±0.12
3	41.3±1.3	19.8±1.5	29.4±1.0	2.1±0.7	0.92±0.04	6.13±0.15
5	41.4±1.5	18.9±1.8	30.2±1.2	2.4±0.4	0.93±0.02	6.15±0.13
7	40.3±1.9	19.7±0.9	29.4±1.0	2.3±0.7	0.94±0.03	6.34±0.11

<sup>1)</sup>Mean ± SD.

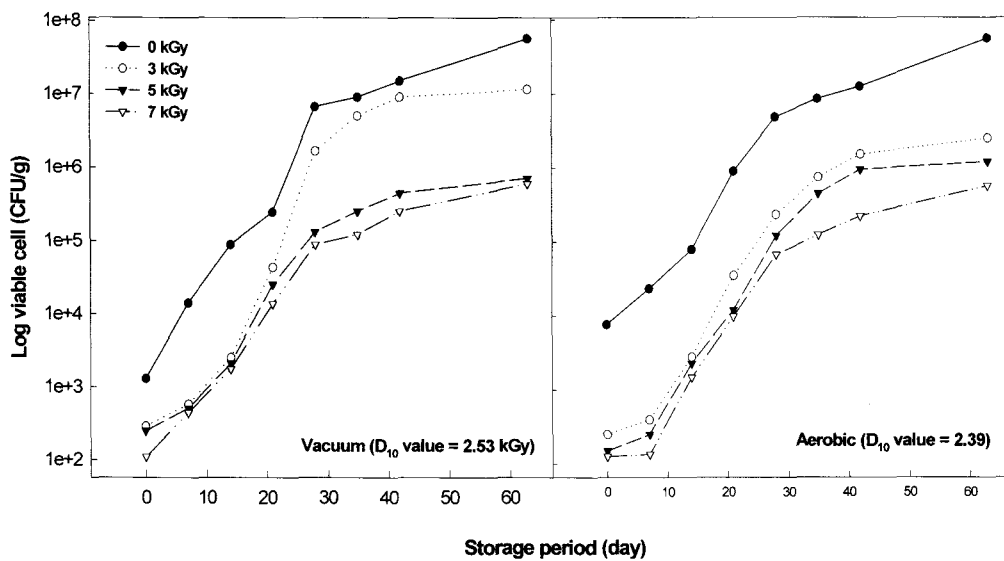


Fig. 1. Changes in total viable cells of gamma-irradiated semi-dried squid in vacuum (left) and aerobic (right) packaging and storage at 10°C.

Table 2. Growth of molds in irradiated semi-dried squid in different packaging and storage at 10°C (CFU/g)

Packaging	Irradiation (kGy)	Storage period (week)							
		0	1	2	3	4	5	6	9
Aerobic	0	ND <sup>1)</sup>	ND	1.6×10	3.2×10	7.1×10	3.4×10 <sup>2</sup>	7.2×10 <sup>2</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>
	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vaccum	0	ND	ND	ND	ND	1.2×10	2.5×10	6.3×10	1.0×10 <sup>2</sup>
	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>ND indicates not-detected at less than 10 CFU/g.

Table 3. Growth of yeasts in irradiated semi-dried squid in different packaging and storage at 10°C (CFU/g)

Packaging	Irradiation (kGy)	Storage period (week)							
		0	1	2	3	4	5	6	9
Aerobic	0	ND <sup>1)</sup>	7.8×10 <sup>2</sup>	8.0×10 <sup>3</sup>	1.5×10 <sup>4</sup>	3.1×10 <sup>4</sup>	5.2×10 <sup>4</sup>	1.0×10 <sup>5</sup>	3.2×10 <sup>5</sup>
	3	ND	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	2.2×10 <sup>2</sup>	7.0×10 <sup>2</sup>	1.0×10 <sup>3</sup>	1.2×10 <sup>4</sup>
	5	ND	ND	ND	8.5×10	1.4×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>2</sup>	8.3×10 <sup>2</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>
	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.6×10 <sup>2</sup>	3.0×10 <sup>2</sup>
Vaccum	0	3.0×10	4.7×10	3.0×10 <sup>2</sup>	3.7×10 <sup>2</sup>	9.4×10 <sup>3</sup>	4.0×10 <sup>4</sup>	4.6×10 <sup>4</sup>	1.1×10 <sup>5</sup>
	3	ND	ND	ND	4.0×10	6.7×10	2.4×10 <sup>2</sup>	8.0×10 <sup>2</sup>	4.4×10 <sup>3</sup>
	5	ND	ND	ND	ND	ND	1.5×10	6.2×10	1.1×10 <sup>2</sup>
	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.3×10

<sup>1)</sup>ND indicates not-detected at less than 10 CFU/g.

저장 9주에는 1.0×10<sup>2</sup> CFU/g으로 나타나, 장기간의 냉장저장에서도 곰팡이의 생육으로 상품성이 상실될 수 있음을 알 수 있었으며(17), 진공포장은 합기포장에 비해서 1~2 log cycle정도 적게 나타났으며, 감마선 조사구에서는 발견되지 않았다. 합기포장에서 효모는 비조사구의 경우 저장 1주에 7.8×10<sup>2</sup> CFU/g, 저장 9주에는 3.2×10<sup>5</sup> CFU/g으로 나타났다. 진공포장구에서는 저장 9주에 1.1×10<sup>5</sup> CFU/g으로 포장방법에 의한 큰 차이는 발견되지 않았다. 7 kGy 조사구를 보면 합기포장구에서는 저장 초기에는 발견되지 않다가 저장 6주에 1.6×10<sup>2</sup> CFU/g 정도로 나타났으며, 진공포장구에서는 저장 9주에 2.3×10 CFU/g이 발견되어 반건조 오징어에 오염된 효모의 완전사멸을 위해서는 7 kGy 이상의 선량이 요구되었다.

전반적으로 진공포장된 시료가 합기포장된 시료보다 미생물 생육이 억제되는 것을 알 수 있었으며, 현재 유통되고 있는 반건조 오징어의 위생적 품질이 냉장유통(10°C)에도 불구하고 30일 이상 유지하기가 어렵다는 것을 알 수 있다. 국내에 유통되고 있는 반건조 오징어는 저장성이 매우 낮은 것으로 판단된다. 현재 반건조 오징어의 위생화 및 저장성 확보를 위한 방법이 마련되지 않은 시점에서 반건조 오징어의 위생화를 위한 기술은 반드시 필요함을 보여주며, 특히 감마선 조사기술은 제품의 품질변화를 최소화하며 미생물의 살균이 가능하며 반건조 오징어를 포함한 건조 및 반건조 식품의 위생화에 아주 효과적이며 현재까지 연구된 결과들(18-21)도 이를 뒷받침하고 있다.

#### 휘발성 염기 질소(VBN)의 함량변화

감마선 조사된 반건조 오징어를 10°C에서 저장하며 VBN의 함량변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 감마선 조사 직후 진공포장된 반건조 오징어의 VBN 함량은 4.26~4.51 mg %이었고, 합기포장구는 3.26~3.78 mg%로 감마선 조사에 의한 차이는 나타나지 않았다. 비조사구는 저장 3주부터 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 감마선 조사구는 저장 4주 이후에 다소 증가하는 경향을 보여 감마선 조사구에서 VBN 함량의 증가가 억제되는 것으로 나타났다. 어패류의 저장시 미생물 생육으로 인해 VBN이 증가되는 것은 미생물 결과(Fig. 1, Table 2, 3)에서와 같이 비조사구의 미생물 생육이 조사구보다 빠르게 진행되기 때문이다(3,8,18). VBN에 의한 품질저하를 막기 위해서는 적절한 오염미생물의 제어가 필요하다. 이 결과는 감마선 조사에 의해 부패미생물의 사멸로 VBN의 발생이 억제되기 때문이며, 포장에 따른 함량변화가 유의적인 차이를 나타내지 않아 통성혐기성균에 의한 부패로 VBN 함량이 증가되는 것으로 사료된다(19).

#### 지질 산패도(TBA) 변화

반건조 오징어의 감마선 조사와 저장 중의 TBA의 변화는 Table 4와 같다. 합기포장구의 경우 감마선 조사구와 비조사구 모두 저장기간이 경과함에 따라 TBA의 증가가 관찰되었으나, 진공포장구는 저장 중에 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 선량에 따른 차이도 나타나지 않았다. 반건조 오징어에 대한 감마선 조사는 TBA에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 감마선 조사는 일반적으로 지방함량이

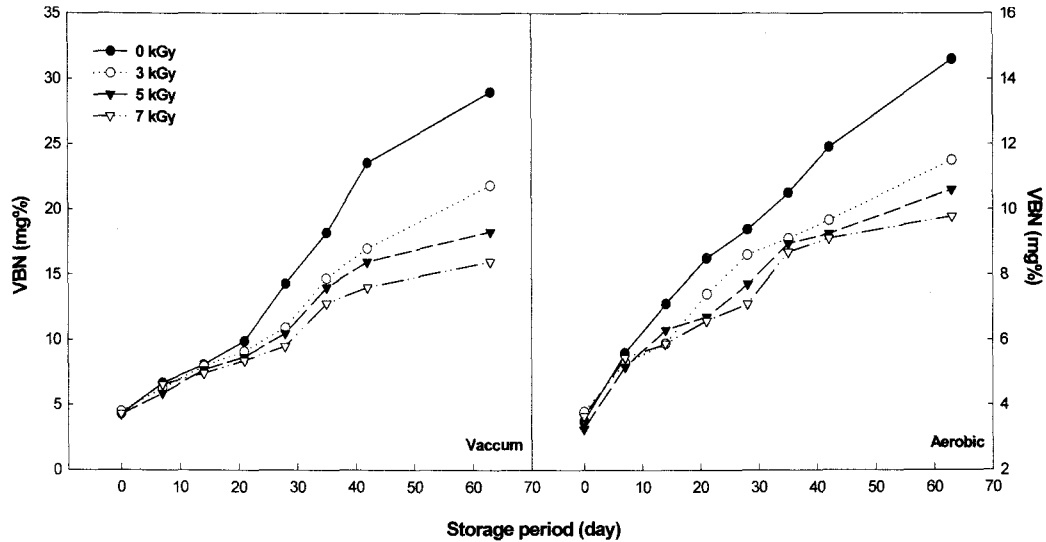


Fig. 2. Changes in volatile basic nitrogen (VBN) content of gamma-irradiated semi-dried squid in vacuum (left) and aerobic (right) packaging and storage at 10°C.

Table 4. TBA values (OD at 538 nm) of semi-dried squid in different packaging and storage at 10°C

Packaging	Irradiation (kGy)	Storage period (wk)				SEM <sup>1)</sup>
		0	1	2	3	
Aerobic	0	1.25 <sup>by</sup>	1.50 <sup>ab</sup>	1.47 <sup>aby</sup>	1.70 <sup>a</sup>	0.041
	3	1.45 <sup>by</sup>	1.59 <sup>ab</sup>	1.61 <sup>aby</sup>	1.78 <sup>a</sup>	0.085
	5	1.58 <sup>y</sup>	1.69	1.62 <sup>y</sup>	1.65	0.024
	7	1.58 <sup>bx</sup>	1.60 <sup>b</sup>	2.09 <sup>ax</sup>	2.11 <sup>a</sup>	0.029
	SEM <sup>1)</sup>	0.03	0.064	0.031	0.101	
Vacuum	0	1.47 <sup>xy</sup>	1.51 <sup>y</sup>	1.57	1.50	0.030
	3	1.31 <sup>y</sup>	1.65 <sup>x</sup>	1.44	1.50	0.087
	5	1.45 <sup>xy</sup>	1.60 <sup>x</sup>	1.57	1.54	0.077
	7	1.78 <sup>ax</sup>	1.62 <sup>ax</sup>	1.42 <sup>b</sup>	1.47 <sup>b</sup>	0.078
	SEM <sup>1)</sup>	0.068	0.031	0.108	0.066	

<sup>a,b</sup>Different letters within a same row differ significantly.

<sup>x,y</sup>Different letters within a same column with the same packaging differ significantly.

<sup>1)</sup>SEM: Standard errors of the mean (n=8).

Table 5. Sensory evaluation of gamma-irradiated semi-dried squid in different packaging

Packaging	Irradiation (kGy)	Sensory parameter				
		Apperance	Odor	Chewiness	Taste	Tenderness
Aerobic	0	7.99 <sup>a</sup>	7.85	7.32	7.01	8.35
	3	8.47 <sup>a</sup>	6.88	7.85	7.21	7.65
	5	4.59 <sup>b</sup>	5.06	7.65	7.06	7.90
	7	3.96 <sup>b</sup>	6.68	6.04	6.77	6.90
	SEM <sup>1)</sup>	0.92	1.00	0.91	0.99	0.91
Vacuum	0	6.30 <sup>b</sup>	9.76 <sup>a</sup>	6.62	7.14	7.27
	3	8.54 <sup>ab</sup>	6.80 <sup>b</sup>	8.47	8.74	8.67
	5	10.97 <sup>a</sup>	4.44 <sup>b</sup>	6.94	6.98	8.01
	7	9.06 <sup>ab</sup>	5.34 <sup>b</sup>	7.09	6.61	7.80
	SEM <sup>1)</sup>	0.84	0.93	0.93	0.85	0.90

<sup>a,b</sup>Different letters within a same column with the same packaging differ significantly.

<sup>1)</sup>SEM: Standard errors of the mean (n=8).

높은 식품에서 산패를 촉진하는 것으로 보고되고 있다(5). 반건조 오징어의 경우 약 29% 내외의 지방함량을 갖고 있어 (Table 1), 감마선 조사로 지방산패가 심하게 발생할 것으로

기대되었으나, 포장별, 선량별 차이가 크게 나타나지 않아 5 kGy 정도의 감마선 조사는 다른 연구보고(4,20)에서와 같이 TBA에 영향이 없는 것으로 판단된다. 그러나 7 kGy로 조

사된 합기포장구의 TBA가 높게 유지되었다.

### 관능적 품질

관능평가 결과, 감마선 조사로 인한 반건조 오징어의 관능적 품질에서 큰 손상이나 차이는 없었고, 포장구별 차이도 없었다(Table 5). 그러나 통계적으로 살펴볼 때, 합기포장구에서는 외관상 0, 3 kGy가 5, 7 kGy보다 유의적으로 우위를 나타낸 반면, 진공포장구에서는 외관과 냄새가 유의적인 차이를 보였는데, 외관상으로 5 kGy 감마선 조사구가 비조사구보다 유의적으로 우위를 나타냈다. 그리고 냄새에서는 비조사구가 조사구보다 우위를 나타냈다. 이 결과는 다른 보고들(8,17,21)에서와 같이 감마선 조사에 의한 조사취(이취, off-odor)의 발생으로 고선량에서 낮은 점수를 받은 것으로 판단된다. 그러나 이전 보고된 콩치과매기의 연구에서는 감마선 조사가 생선비린내를 없애는 것으로 나타나(4), 감마선 조사가 이취의 발생을 억제시키는 방법으로 사용될 수 있었으나, 반건조 오징어의 경우는 오히려 조사취에 의해 평가가 낮게 나타나는 것으로 볼 때, 감마선 조사시 적절한 조사취의 억제가 필요하다고 판단된다.

### 요 약

본 연구는 반건조 오징어의 저장기간 연장을 위해 감마선 조사기술의 적용 가능성을 평가하기 위해 수행되었다. 반건조 오징어를 합기 및 진공포장하여 0, 3, 5, 7 kGy로 조사한 후 10°C에서 저장하면서 실험에 사용하였다. 미생물학적 측면에서 비조사구는 저장기간 동안 급속하게 부패가 진행되었으며, 선택배지를 사용한 검사에서 곰팡이와 효모가 저장 중 반건조 오징어의 주요 오염미생물로 확인되었다. 감마선 조사로 미생물수가 감소하였으며, 반건조 오징어의 보존을 위해서는 7 kGy 이상의 선량이 요구되었다. VBN 함량은 저장 중 조사선량이 증가할수록 함량의 증가가 억제되는 것으로 나타났다. 조사 직후 TBA값은 모든 처리구에서 차이가 없었다. 감마선 조사에 의한 관능적인 차이는 관찰되지 않았다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술부 원자력증장기연구개발과제의 지원으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다

### 문 헌

1. Yang SY, Lee NH, Hong SP, Bang HA. 1999. Effects of propolis treatment on the quality of dried squid. *Korean J Food Sci Technol* 31: 356-360.
2. Tsai CH, Pan BS, Kong MS. 1991. Browning behavior of taurine and proline in model and dried squid system. *J Food Biochem* 15: 67-77.
3. Cho KH, Lee JW, Kim JH, Ryu GH, Yook HS, Byun MW. 2000. Improvement of the hygienic quality and shelf-life of *Kwamegi* from *Cololabis seira* by gamma irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1102-1106.
4. Kim DJ, Lee JW, Cho KH, Yook HS, Byun MW. 2000. Quality properties of gamma irradiated *Kwamegi* (semi-dried *Cololabis seira*). *Korean J Food Sci Technol* 32: 1128-1134.
5. Thayer DW. 1994. Wholesomeness of irradiated foods. *Food Technol* 48: 58-67.
6. Byun MW. 1998. Status on food irradiation in Korea. *Food Sci Ind* 31: 19-24.
7. WHO. 1981. Wholesomeness of irradiated food. Report of joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Technical Report Series-659. p 34.
8. IAEA. 2000. Irradiation of fish, shellfish and frog legs. A compilation of technical data for authorization and control. Technical document-1158.
9. Holm NW, Berry RJ. 1970. *Manual on Radiation Dosimetry*. Marcel Dekker Inc, New York.
10. AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC.
11. Dymsha HA, Lee CM, Saibu LO, Haun J, Silverman GL, Josephson ES. 1990. Gamma irradiation effects on shelf life and gel forming properties of washed red hake (*Urophycis chuss*) fish mince. *J Food Sci* 55: 1745-1748.
12. Byun MW, Lee KH, Kim DH, Kim JH, Yook HS, Ahn HJ. 2000. Effects of gamma radiation on sensory qualities, microbiological and chemical properties of salted and fermented squid. *J Food Prot* 63: 934-939.
13. Japanese Ministry of Hygiene. 1973. Food sanitation indices. I. Volatile basic nitrogens (in Japanese). p 30-32.
14. Turner EW, Paynter WD, Montie EJ, Bessert MW, Struck GM, Olson FC. 1954. Use of the 2-thiobarbituric acid measure rancidity in frozen pork. *Food Technol* 8: 326-330.
15. Civille GV, Szczesniak AS. 1973. Guidelines to training a texture profile panel. *J Tex Stud* 6: 19-28.
16. SAS. 1988. *SAS user's guide*. Statistics. 6th edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
17. Hammad AAI, EL-Bazza ZE. 1988. Molds contaminating smoked herrings and their control by gamma irradiation. *Az J Microbiol* 4: 10-18.
18. EL-Mongy TM, EL-Fouly MZ, Hammad AAI, Matar ZAI. 1996. Irradiation for shelf-life extension and improvement of the hygienic quality of fresh, semidried and dried *Tilapia nilotica* fish. *Egypt J Food Sci* 24: 119-134.
19. Gore MS, Sawant PL, Kumta US, Sreenivassan A. 1970. Dehydro-irradiation process for tropical shrimp. *Food Technol* 24: 1163-1169.
20. Maha MI, Sudarman H, Chosdu R, Siagian EG, Nasran S. 1980. Combination of potassium sorbate and irradiation treatments to extend the shelf-life of cured fish products. In *Combination Processes in Food Irradiation Proceeding of an International Symp*. Nov., Colombo, Sri Lanka, IAEA, Vienna.
21. Hammad AAI, El-Fouly MZ, Geggawy AH. 1988. Keeping quality of high dam lake bolti fish and elimination of food-poisoning bacteria contaminating it by gamma irradiation. *Assiut J Agric Sci* 19: 171-180.

(2002년 2월 9일 접수; 2002년 5월 2일 채택)