

## 감마선 조사 건멸치의 미생물학적 및 관능적 품질안정성

권중호<sup>†</sup> · 변명우\* · 김정숙\*\*

경북대학교 식품공학과

\*한국원자력연구소

\*\*계명전문대학 식품영양과

### Microbiological and Organoleptic Qualities of Boiled-Dried Anchovies during Post-Irradiation Period

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

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

\*Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea

\*\*Dept. of Food and Nutrition, Keimyung Junior College, Taegu 705-701, Korea

#### Abstract

Storage stability was evaluated in terms of microbiological and organoleptic qualities for the boiled-dried anchovies which were packaged in a laminated film (nylon 15 $\mu$ m/polyethylene 100 $\mu$ m), followed by gamma irradiation and subsequent storage for one year at ambient and low temperatures (5~10°C). Radiosensitivity of microorganisms contaminated in the samples was higher in the order of sanitary indicative microbes, halophilic bacteria and yeasts/molds. Five kGy-irradiation combined with air-tight packaging were effective for keeping the microbiological quality of stored samples for one year both at ambient and low temperature. Whereas, immediately after 10 kGy-irradiation, organoleptic qualities such as appearance (browning) and taste palatability were significantly reduced ( $p < 0.05$ ) as compared to the control. The marketable shelf-life of boiled-dried anchovies was more than six months at ambient conditions and over one year at low temperature when 5kGy-irradiation combined with air tight laminated-film packaging was applied.

**Key words:** boiled-dried anchovy, laminated-film packaging, gamma irradiation, microbiological and organoleptic qualities

#### 서 론

최근 식품의 안전성에 대한 국민들의 관심이 높아짐에 따라 보건당국이나 식품업계에서는 위생적 식품 생산에 크게 역점을 두고 있다. 특히 가공식품의 대량 생산이나 국가간 식량교역에 있어서는 품질관리에 관련된 위생적 대체기술 개발이 요구되고 있다. 식품에 대한 감마선 이용기술은 식량의 이용률 증대, 위생적 식품생산, 식량교역에의 검역처리 방법 등으로 활용될 수 있다는 과학적 평가에 따라 현재 38개국에서 식품에 대한 방사선 조사를 허가하였고, 이들 중 한국을 포함한 28개국에서 산업적 실용화가 추진되고 있다 (1). 따라서 국내 식품산업에서는 우리 실정에 알맞는

식품조사기술(食品照射技術)개발이 요구되고 있으며, 1996년 현재 건어류 분말(max. 7kGy)의 위생화 처리를 포함한 20여개 품목에 대하여 최고 10kGy 이하의 감마선 조사가 허가된 바 있다(2).

수산 자건품 중 70% 이상을 차지하는 건멸치는 년중 소비되는 칼슘 및 단백질 공급식품으로서 비교적 고가이고 어획량이나 공급량에 따라 가격변동이 심하다(3). 지난 해에는 사상 처음 마른 멸치를 약 5천톤 수입하는 사례가 발생하기도 하였지만 년중 안정공급을 위해서는 효과적인 저장기술이 필요하고, 가공식품의 조미제나 영양강화제로 이용될 경우에는 건멸치 자체의 위생적 품질 확보가 또한 요구된다. 본 연구에서는 우수한 살균 및 저장효과를 지닌 감마선을 이용하여 건

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

멸치에 오염된 미생물을 제거하고, 동결이 아닌 보다 실용적인 조건에서 건멸치를 장기간 저장할 수 있는 기술개발을 목적으로 우선 감마선 조사후 저장된 건멸치의 미생물학적 및 관능적 품질 안정성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

본 실험에 사용된 건멸치(*Engraulis japonica*)는 1993년 10월 여수 앞바다에서 선인망으로 어획, 자숙하여 건조한 도매용 멸치이다. 본 시료는 평균 체장이 63mm, 개체당 무게가 960mg 내외였으며 수분 함량은 20% 수준이었다. 그리고 건멸치의 미생물학적 위생상태와 감마선 살균효과를 평가하기 위하여 서울 중부시장에서 소매되고 있는 소포장 시료를 아울러 구입하여 미생물학적 실험에 사용하였다.

### 전처리 및 저장

전보(4,5)의 연구결과에서는 현행 포장방법인 3kg 용량의 골판지 상자에 대한 문제점 확인과 대체포장재로서 접합포장재(nylon 15 $\mu$ m/polyethylene 100 $\mu$ m; 투습도, 4.7g/m<sup>2</sup>·24hrs; 산소투과도, 22.5cc/m<sup>2</sup>/24hrs)의 사용에 따른 효과가 인정되었다. 따라서 본 시험에서는 접합포장재를 이용하여 현행 저장조건인 -18°C 이하의 냉동조건이 아닌 5~10°C의 냉장과 상온조건에 감마선 처리된 시료를 1년간 저장하였다.

이 때 조사선량은 건멸치의 미생물학적 품질개선에 적정선량 범위로 확인된 5kGy(4)를 중심으로 2.5kGy 및 WHO/IAEA/FAO 뿐만 아니라 국내에서도 사용이 허가된 10kGy였으며, 포장시료의 <sup>60</sup>Co 감마선 조사는 전보(6)에서와 동일한 방법으로 실시하였다

### 미생물학적 품질 평가

건멸치 시료 10g을 살균된 waring blender jar에 정확히 취하고 살균된 0.1%-peptone 수를 적당량 가하여 2분 정도 균일하게 마쇄한 다음 전량을 100ml로 하였다. 각 미생물 검사는 이 시험액을 사용하여 3회 반복 실시하고, 미생물의 수는 시료 g당 colony forming unit(CFU) 및 most probable number(MPN)로 나타내었다.

#### 호기성 세균

상기 시험액 일정량을 살균된 0.1%-peptone 수로 희석하고, APHA(7) 표준방법에 따라 plate count agar

(Difco, Lab. USA)를 사용하여 30°C에서 1~2일간 배양 시험하였다. 또한 내염성 세균(halophilic bacteria) 검사는 NaCl 농도를 10%로 한 plate count agar를 사용하여 호기성 전 세균과 동일한 방법으로 시험하였다.

#### 효모 및 곰팡이

효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco, Lab.)를 사용하여 살균된 10%-tartaric acid로 pH를 3.5로 조절한 후 평판법으로 25°C에서 5~6일간 배양한 후 계수하였다(7).

#### 대장균군

대장균군은 desoxycholate agar(Difco, Lab.)를 이용한 pour plate method(8)로 37°C에서 1~2일간 배양한 후 적색의 집락을 계수하였다.

#### 위생지표 세균

멸치에 오염된 위생지표 세균으로서 분변계 대장균(Fecal coliform)은 EC broth (Difco, Lab.), 분변계 연쇄상구균(Fecal streptococci)은 glucose azide broth (Difco, Lab.), 장구균(*Enterococci*)은 KF streptococcal broth(BBL, Lab.)를 각각 사용하여 ICMSF에서 승인된 multiple tube count인 most probable number(MPN) 방법으로 시험하였다(9).

### 관능적 품질 평가

건멸치에 대한 관능시험은 감마선 조사 직후와 저장기간 중 포장방법별 건멸치의 갈변/외관, 산패취 및 조리한 다음의 기호도(palatability)를 각각 -18°C 이하에 저장된 동일시료를 기준(가장 좋다)으로 하여 6점 체점 시험(scoring difference test; 6: 가장 좋다, 5: 매우 좋다, 4: 좋다, 3: 보통이다, 2: 나쁘다, 1: 아주 나쁘다)(10)에 의하여 2개월 간격으로 실시하였으며, 가식 한계선은 평점 2.5로 설정하였다. 검사요원은 관능검사에 경험이 있는 8명(남4, 여4)의 선발된 연구원을 대상으로 하였다. 기호도 시험을 위한 멸치장국의 조리는 끓는 물 500ml에 건멸치 20g을 넣고 15분간 끓인 뒤 식염을 2g 가하여 온도를 55°C 내외로 조정하여 검사 시료로 하였다. 관능검사 결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정으로 시료간의 유의차를 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 미생물학적 품질 안정성

본 실험에 사용된 소매 및 도매 상품의 건멸치 시료는 Table 1과 같이 호기성 전세균이 10<sup>6</sup>~10<sup>7</sup>/g, 이 중

**Table 1. Changes in microbiological qualities of gamma-irradiated anchovies packaged in a laminated film (NY/PE) during storage at ambient temperature**

Microorganisms	Irradiation dose(kGy)	Storage period(months)			Unit
		0	6	12	
Total aerobic bacteria	0	$6.2 \times 10^6$	$7.0 \times 10^6$	ND	CFU/g <sup>a</sup>
	5	$9.1 \times 10^2$	$8.4 \times 10^3$	$3.6 \times 10^4$	
Halophilic bacteria	0	$5.4 \times 10^6$	$6.2 \times 10^6$	ND	
	5	$6.1 \times 10^2$	$2.4 \times 10^3$	$3.1 \times 10^4$	
Yeasts & molds	0	$4.7 \times 10^3$	$4.6 \times 10^4$	ND	
	5	$2.5 \times 10^1$	$9.7 \times 10^1$	$7.6 \times 10^3$	
Coliforms <sup>c</sup>	0	$3.7 \times 10^5$	$4.0 \times 10^5$	ND	
	5	0	0	0	
	5	0	0	0	
Fecal coliform <sup>c</sup>	0	45	45	ND	MPN/g <sup>b</sup>
	5	0	0	0	
Fecal <i>Streptococci</i> <sup>c</sup>	0	14,000	15,000	ND	
	5	0	0	0	
<i>Enterococci</i> <sup>d</sup>	0	12,000	12,000	ND	
	5	0	0	0	

<sup>a</sup>CFU: colony forming unit <sup>b</sup>MPN: most probable number

<sup>c</sup>Sanitary indicative bacteria were examined for retail samples, ND: Not determined

대부분은 호염성 세균으로 확인되었고, 효모 및 곰팡이는  $10^3 \sim 10^6$ /g 수준으로 높은 오염도를 보였다. 특히 소매 상품에서는 대장균군의 높은 오염( $10^5$ /g)과 분변계 대장균, 분변계 연쇄상구균 및 장구균이 모두 오염되어 있었다. 따라서 건멸치의 위생적 장기 안전저장을 위해서는 보다 위생적인 포장관리와 효과적인 살균 처리가 필요한 것으로 나타났다.

예비시험 결과에서 5kGy 범위의 감마선 조사는 건멸치의 위생적 품질향상에 대단히 효과적이었으며, 따라서 저장중 품질안정성 유지에 효과적인 것으로 예상되었다. 그러나 지금까지 건멸치의 포장법으로 이용되어 오던 골판지상자 포장은 저장중 제품의 건조, 흡습, 미생물 오염 등의 문제점을 수반함에 따라 냉동조건에 저장할 경우를 제외하고는 실용성이 없으며, 따라서 현행 골판지상자 포장상태에서는 감마선 조사의 타당성을 인정할 수 없었다. 그러므로 본 연구에서는 계절적으로 생산되고 있는 멸치의 연중 안정공급을 위하여 보다 위생적이고 경제적인 건멸치 저장법을 개발함에 있어서 포장방법의 개선, 오염미생물의 감소, 저장조건의 완화 등을 모색하게 되었으며, Table 1은 골판지상자 포장을 대체할 수 있는 집합포장재(NY/PE)로 포장된 건멸치를 감마선 조사후 1년간 저장할 경우 미생물학적 품질변화를 나타낸 것이다.

적정선량 범위(5kGy)의 감마선 조사는 호기성 호염 세균의 경우 약 4 log cycle 정도의 감소효과를 가져왔으며, 효모 및 곰팡이도  $10^2$ /g 이하로 격감시켰다. 특히 감마선 조사는 대장균군을 포함한 위생지표 미생물을 완전 사멸시킬 수 있었고 상온에서 6개월 이상

저장 후에도 이들 미생물의 생육은 확인되지 않았다 (Table 1). 전보(4)의 결과에서 호기성 세균은 6.85 log CFU/g, 효모 및 곰팡이는 5.00 log CFU/g 수준이 변질을 일으킬 수 있는 한계 농도라고 밝힌 바 있다. 이와 같은 결과와 비교해 볼 때 5kGy의 감마선을 조사한 건멸치는 집합포장재 포장하에서 12개월 동안 상온 저장하여도 미생물학적으로 안정한 품질을 유지하였고 (Table 1), 5~10°C에 저장된 시료에서는 저장 초기 수준에서 거의 변화가 없었으므로 도표로 나타내지 않았다. 이상의 연구결과는 감마선에 의한 여러가지 건조 식품류의 살균 및 저장연구 내용과 유사한 결과로서, 화학훈증제의 사용이 제한되고 있는 현 시점에서 냉온 살균(cold sterilization)이라고 불리는 방사선 조사기법은 식품공업에서 많은 응용분야가 기대된다.

**관능적 품질안정성**

건멸치의 미생물학적 품질개선을 위하여 이용된 감마선 조사가 처리 직후 시료의 갈변, 산패취 및 맛의 기호성에 미치는 영향을 8명의 검사원에 의해 6점 채점법으로 평가하였다. 5kGy 이하에서는 시료의 관능적 품질에 영향을 미치지 않았으나, 10kGy 조사군은 비조사 대조군 보다 결모양과 맛 기호성이 나쁜 것으로 나타났다( $p < 0.05$ )(Table 2). 본 관능검사에서는 6점 채점시험을 채택하여 건멸치의 가식한계점을 평점 2.5로 정했을 때 저장기간 중 각 온도별, 포장방법별 감마선 조사군과 비조사군 간의 관능적 특성변화를 경시적으로 측정, 도시하여 보았다(Fig. 1). 상온저장의 경우

Table 2. Mean sensory score and F-value by the analysis of variance and Duncan's multiple range test for boiled-dried anchovies immediately after gamma irradiation<sup>1)</sup>

Organoleptic parameters	Irradiation dose(kGy)				F-value
	0	2.5	5	10	
Browning	5.75 <sup>a</sup>	5.00 <sup>ab</sup>	5.13 <sup>ab</sup>	4.63 <sup>b</sup>	4.73
Rancid flavor	5.50	4.75	5.00	4.38	2.78
Taste	5.63 <sup>a</sup>	5.13 <sup>ab</sup>	5.25 <sup>ab</sup>	4.75 <sup>b</sup>	4.00

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by eight members of panel using scoring difference test and sensory scores were : 6, excellent ; 5, very good ; 4, good ; 3, fair ; 2, poor ; 1, very poor

<sup>abc</sup>Mean scores within a row followed by the same superscript are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range test

Table 3. Mean sensory score and F-value by the analysis of variance for organoleptic properties of boiled-dried anchovies packaged in a laminated film(NY/PE) and stored for 12 months<sup>1)</sup>

Organoleptic parameters	Ambient temp.			Cooling(5~10°C)			F-value
	Control	2.5kGy	5kGy	Control	2.5kGy	5kGy	
Browning	2.28 <sup>a</sup>	3.25 <sup>ab</sup>	3.50 <sup>b</sup>	4.88 <sup>c</sup>	4.88 <sup>c</sup>	4.74 <sup>c</sup>	11.31
Rancid flavor	2.63 <sup>a</sup>	3.13 <sup>ab</sup>	3.38 <sup>b</sup>	4.65 <sup>c</sup>	4.60 <sup>c</sup>	4.70 <sup>c</sup>	41.00
Taste	3.25 <sup>a</sup>	3.38 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>b</sup>	4.43 <sup>c</sup>	4.46 <sup>c</sup>	4.63 <sup>c</sup>	10.16

<sup>1)</sup>Sensory evaluation was conducted by eight members of panel using scoring difference test and sensory scores were : 6, excellent ; 5, very good ; 4, good ; 3, fair ; 2, poor ; 1, very poor

<sup>abc</sup>Mean scores within a row followed by the same superscript are not significantly different at the 1% level using Duncan's multiple range test

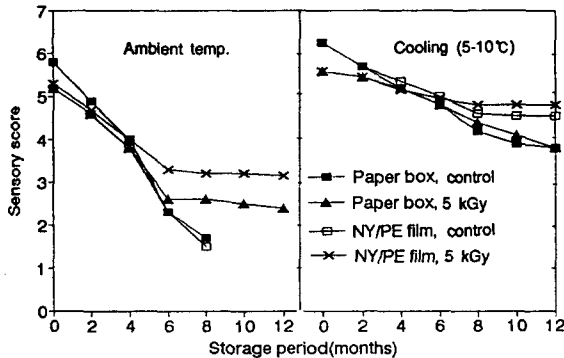


Fig. 1. Changes in organoleptic properties on overall palatability of boiled-dried anchovies during storage as influenced by packaging methods and gamma irradiation.

Sensory scores were : 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

에는 저장기간의 경과로 관능평점이 급격히 저하되어 대조시료는 포장재에 관계없이 곰팡이의 발생 등으로 저장후 6개월 경에 상품가치를 상실하였다.

또한 골판지상자에 포장하여 5kGy의 감마선을 조사한 시료는 외관적으로는 6개월 이상 품질유지가 가능하였으나 제품의 건조, 흡습 등에 따른 물리적 특성 변화가 문제점으로 지적되었다. 저온저장군에서는 저장 6개월까지는 처리군 간에 유의적인 차이가 없었으

나 저장 8개월 이후부터는 차이가 나타나기 시작하여 12개월 이후에는 골판지 포장군이 평점 4 내외, 접합필름 포장군이 4.4~4.7 범위의 관능평점을 보여 포장방법과 감마선 처리에 따른 영향이 나타났다(Fig. 1). 한편 접합필름 포장된 시료를 5kGy 이하로 조사하여 상온과 저온에 1년간 저장한 뒤 관능적 품질특성을 조사해 본 결과 저장온도에 따라 유의적인 차이가 나타났으며( $p < 0.01$ ), 저온저장에서는 대조군과 조사군간에 유의차가 인정되지 않았으나 상온저장에서는 5kGy 조사군이 대조군 보다 1% 수준에서 양호한 관능적 특성을 나타내었다(Table 3).

조 등(11)은 건멸치의 저장연구에서 골판지로 포장된 시료는 상온에서 4~6개월, 5°C에서는 8~10개월, 그리고 -3°C 이하에서는 12개월 이상 각각 가식할 수 있는 품질을 유지하였다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 내용이었으나, 저장기간 중 건멸치의 상품가치를 높게 유지시키기 위해서는 투습성과 가스투과성을 고려한 포장법의 이용이 필요하며, 위생적인 제품생산과 저장 중 품질안정성 향상을 위해서는 효과적인 살균기법의 활용도 요구되었다.

## 요 약

건멸치의 품질안정성 연구를 위하여 접합필름(nylon

15 $\mu$ m/polyethylene 100 $\mu$ m)으로 포장된 시료에 감마선을 조사한 다음 상온과 저온(5~10°C)에 1년간 저장하면서 미생물학적 및 관능적 품질을 평가하였다. 건멸치에 오염된 미생물의 방사선감수성은 위생지표 미생물>호염성세균>효모 및 곰팡이의 순으로 나타났으며, 5kGy 범위의 감마선 조사는 저온 및 상온에서도 미생물학적 품질을 1년 이상 유지할 수 있었다. 관능적 품질에 있어서 시료의 겉모양(갈변)과 맛 기호성은 10 kGy의 고선량 조사시 대조군 보다 유의적으로 저하되었다(p<0.05). 접합필름 포장시료를 5kGy 조사하여 상온과 저온에 1년간 저장하였을때 관능적 품질은 저장온도별로 유의적인 차이가 나타났으며(p<0.01), 상온에서는 6개월 이상, 저온에서는 1년 이상 상품성 유지가 가능하였다.

문 헌

1. IAEA : Clearance of item by country. *Food Irradiation Newsletter*, **19**, 2(1995)
2. 대한민국 보건복지부 : 방사선조사기준 및 규격개정. 보건복지부고시 제1995-34('95. 5. 19)
3. 대한민국 농림수산부 : 통계연보(1988~1994)

4. 권중호, 이기동, 변명우, 조한옥 : 저장온도 및 포장방법이 건멸치의 미생물학적 및 관능적 품질에 미치는 영향. *한국식품위생·안전성학회지*, **10**, 103(1995)
5. 권중호, 정형욱, 변명우, 김정숙 : 저장온도 및 포장방법이 건멸치의 이화학적 품질에 미치는 영향. *한국식품위생·안전성학회지*, **10**, 97(1995)
6. 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)
7. American Public Health Association : *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Speck, M.(ed.), APHA, Washington, D.C., p. 75(1992)
8. Harrigan, W. F. and McCance, M. E. : *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic Press, London, p.139(1976)
9. Thatcher, F. S. and Clark, D. S. : *Microorganisms in foods, Their significance and methods of enumeration*. University of Toronto Press, Canada, p.234(1968)
10. Larmond, E. : *Methods for sensory evaluation of food*. Canada Department of Agriculture, Publication 1284, p.27(1970)
11. 조길석, 김영명, 김현구, 강통삼 : 건멸치의 저장안정성에 미치는 포장방법의 영향. *한국식품과학회지*, **19**, 195(1987)

(1996년 1월 17일 접수)