

放射線에 의한 乾魚物의 殺菌 및 貯藏에 관한 研究

Sterilization and Storage of Dried fishes by Irradiation

대전실업전문대학 식품영양과

부 교수 임 국 이

Dept. of Food & Nutrition, Daejeon Junior College

Associate Prof.; **Kook Yi Yim**

<목 차>

I. 서 론

II. 실험재료 및 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 요약 및 결론

참고문헌

<Abstract>

The effect of irradiation at dose of 3~10 kGy on the extension of the shelf-life of sliced dried squid and dried file and on its quality were investigated during nine months of storage at room temperature.

The number of microorganisms, TBA value and TMA-N content were used as objective indices concerned to the sensory evaluation. In the number of initial microbial loading, total bacterial count of sliced dried squid and dried file fish were 2.7×10^8 and 2.0×10^5 , yeast and mold were 5.7×10^5 and 6.2×10^2 and coliform group were 2.1×10^4 and above 10 per gram of the samples, respectively.

The number of total bacteria was sterilized by 99% with irradiation of 3~10 kGy and irradiation of above 7 kGy was shown to be effective for the radurization of yeast, mold and coliform group. TBA value of irradiated groups were higher than those of nonirradiated one with increasing of the irradiation dose and elaspse of storage time. The TMA-N content of nonirradiated group was markedly increased by microbial spoilage during storage, however above 8 kGy irradiated group were indicated about 10mg% after nine months storage.

In the sensory evaluation, the nonirradiated group was off favor after three months storage and was changed in color of dried fishes but 7~10 kGy irradiated group were maintained good quality compared with those of fresh samples after nine months storage at room temperature.

I. 서 론

우리나라 動物性 蛋白質의 공급 실적 중 水産物의 蛋白質 공급도가 81%이며 水産物의 生産은 세계 9위이고 수출은 세계 5위에 있다¹⁾. 우리나라 水産物 加工品の 종류를 보면 냉동품, 염장품, 해조제품, 자건품, 소건품, 연제품, 통조림, 어유및 어분, 젓갈류, 조미가공품등이 있으며 그중 냉동품이 약 30%를 차지하며 이는 魚體를 그대로 동결시켜 단순히 저장 목적으로 이용되고 있는것이 대부분이며 그 다음으로 생산량이 많은 것은 乾製品인데 이것 또한 옛부터 만들어 오던 제품들로서 漁獲物의 단순한 저장 수단으로서 대부분 天日乾燥法에 의존하고 있으며 건조도중의 미생물 및 해충(파리등)의 오염과 이들의 오염을 줄이기 위해 대부분 식품보존제(방부제)를 사용하고 있다. 특히 乾製品中 오징어포와 말린치포는 酒類의 副食으로 주로 生食되기 때문에 식품위생학적인면에서 보아 품질개선 및 저장성에 많은 문제점을 내포하고 있다. 현재 우리나라는 쥐치포로 1975년 부터 동남아(일본등)수출에 의해 상당히 외화획득을 가져왔으나 83년 수출액 70억원이 84년에는 20억원으로 70%나 격감했으며 가격이나 상품의 질에서 中共등에 밀리고 있다²⁾. 우리나라 쥐치포 가공업체는 대부분 영세성을 면치 못해 품질향상과 새상품개발에 기술투자과 정부차원의 지원이 있어야한다. 따라서 乾魚物의 위생적이고 경제적인 장기저장법의 개발은 종래에 이용되던 방법의 대체 방법으로서, 放射線 照射가 이미 FAO/IAEA/WHO 및 FDA 등의 국제기관에서 그 건전성이 공인되어 이스라엘, 비엘란드, 캐나다를 비롯한 선진여러나라에서 이미 실용화 되고 있다³⁾. 放射線 照射에 의한 식품보존은 종래 식품첨가물의 범위에 포함시켰으나 1976년 FAO/IAEA/WHO의 照射食品 건전성을 위한 공동전문위원회에서는 가열, 냉각, 전자파와의선처리등과 같은 물리적 처리로 인정하였고⁴⁾ 1980년 同위원회에서는 10kGy (1 Mrad) 이하를 照射한 어떠한 식품도 무조건 그 건전성을 허가하고 있으며⁵⁾ 최근 미국 FDA에서도 식품의 살균, 살충에 이용되는 각종 훈증제와 식품첨가물

(방부제)로 사용하고 있는 化學藥品은 인체에 대한 잠재적 장애와 환경공해 때문에 전면적으로 放射線照射로 대체할 것을 권장하고 있으며⁶⁾ 1985년 현재 28개국에서 45개 照射品目이 法的으로 허가되어 산업화 되었거나 특수목적에 이용되고 있다⁷⁾

따라서 본 실험은 內需나 輸出量이 많은 오징어포 및 말린치포의 저장성 향상과 위생적인 식품생산 및 공급을 위해 여러 線量의 감마線을 照射하고 실온에 저장하면서 오염된 미생물의 살균효과와 품질에 관련된 몇가지 화학성분 및 기호성을 관능적으로 調査하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 試 料

본 실험에 사용된 乾魚物은 內需 및 輸出量이 많은 오징어포(강원도 곡호産 1983년 5월에 식품보존제를 첨가하지 않고 調味加工된 것으로 5kg)와 말린치포(전남 여수産, 1983년 6월에 식품보존제를 첨가하지 않고 調味加工된 것으로 15kg)을 각각 구입하여 적량씩 polyethylenebag 에 완포장한후 放射線 照射 試料로 하였다.

2. 放射線 照射 및 저장

완포장한 試料를 한국에너지연구소內 線源 10,000Ci의 ⁶⁰Co 감마線源으로 부터 거리를 달리하고 照射時間을 같게하여 시간당 400Gy의 線量率로 3, 7, 10kGy를 照射한 후 실온에 저장하였다.

3. 미생물 검사

일반세균은 APHA의 standard method⁷⁾에 따라 plate count agar (Difco, Lab.)를 사용하였고 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar (Difco, Lab.), 대장균군은 desoxycholate agar (BBL, Lab.)를 이용한 plate method 로 측정하였다⁸⁾.

4. 화학성분 분석

水分은 105°C 건조법⁹⁾, 脂肪은 soxhlet 추출법¹⁰⁾ pH는 AOAC 공정법¹¹⁾에 준하였고, 저장기간중

乾魚物의 산패도 즉 TBA價(2-thiobarbituric acid)는 Turner 등의 방법¹²⁾에 준하여 538nm에서의 흡광도로 나타내었으며, TMA-N(trimethylamine nitrogen)의 정량은 picrate를 이용한 Murray의 방법¹³⁾에 준하였다.

5. 관능검사

照射後 저장동안 외관, 냄새 및 조직을 15명의 훈련된 관능원에 의해 가장 좋다는 6점, 대단히 나쁘다를 1점으로 하여 채점시험을 수행하였다¹⁴⁾.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 微生物 殺菌效果

일반적으로 乾製品들은 乾燥, 加工, 저장동안 자연조건에서 취급되기 때문에 미생물, 자기소화효모, 공기 및 일광등의 작용으로 魚肉이 분해되어 부패되고 식품위생상 많은 문제를 일으킨다. Table 1은 조미오징어포와 조미말치포의 미생물 오염정도와 放射線 살균효과를 나타낸 것으로 먼저 조미오징어포에 있어서 非照射區의 일반세균 오염은 g당 2.7×10^7 마리로 매우 높게 나타났으나 3kGy, 7kGy 照射區에서는 2.5×10^3 마리와 5.0×10^2 마리로 4~5log cycle 만큼의 격감을 보였고 10kGy 照射로서 완전사멸 되었으며 저장말기까지도 일반세균의 생육은 전혀 없었다. 효모 및 곰팡이의 오염도 非照射區는 g당 5.7×10^6 마리였던 것이 3kGy 照射로 약 3 log cycle 정도 감소되었고 7kGy 이상 照射로는 거의 사멸되었다. 한편 대장균군은 일반적으로 放射線 감수성이 높아서 非照射區가 g당 2.1×10^4 마리 정도였던 것이 7kGy 이상 照射區에서는 음성으로 완전살균되었다.

또한 조미말치포에 있어서 일반세균은 g당 2.0×10^6 마리가 검출되었으나 3kGy 照射로서 1.5×10^3 마리로 감소되었으며 7kGy 이상의 照射로서 거의 사멸되었고, 효모 및 곰팡이는 6.2×10^2 마리 대장균군은 양성이었으나 3kGy 이상의 照射로서 거의 살균되었음을 나타내었다. 한편 본 실험에 사용된 試料는 調味加工하지 않은 乾魚物에 비해 높은 미생물 오염을 보였는데 이는 調味加工中の 미생물 오염이 그 원인으로 생각된다.

이상의 결과는 Vibulsreth¹⁵⁾의 염장후 건조한 sepetsiam의 非照射區는 곰팡이와 세균의 오염으로 단지 3주일 정도밖에 좋은 품질을 유지할 수 없었으나 1~2kGy 照射로 3개월이상 저장성을 향상시켰으며 이 선량에서 모든 腸內細菌이 사멸되었고, 乾魚物의 가장 경제적이고 효과적인 장기저장 방법은 天日乾燥後 放射線 照射라고 한 보고와 Pablo¹⁶⁾등의 건조된 줄무늬 고등어의 저장성 연장을 위해 1kGy의 감마線 照射는 g당 10⁷정도의 세균을 80~90% 감소시켰으며, $6 \pm 2^\circ\text{C}$ 저장에서 시료가 50% 부패될 때까지는 照射區는 136일이 걸렸으나 非照射는 단지 35일만에 50%이상의 부패를 보였다고 보고한 바 있으며, Guevara¹⁷⁾도 건조염장된 고등어를 0.08mm polyethylene bag에 넣어 3.25kGy를 照射하고 실온에 저장했을때 照射區는 非照射區에 비하여 수정도 밖에 腐敗를 보이지 않았다고 하였다. 또한 乾製品는 微生物에 의한 품질저하뿐만 아니라 害虫에 의한 피해가 다른 변화보다도 피해가 큰데 특히 하절기에 심하다 Ahmed¹⁸⁾는 乾魚物의 放射線照射後 포장방법에 따른 害虫侵入 실험에서 polythylene bag으로 포장한 非照射區는 실온이나 10°C 이하의 저장온도에서도 해충의 出沒이 없으나 그 이상 장기저장을

Table 1. Effect of gamma irradiation on the microorganisms of dried fishes

Dose (kGy)	Sliced dried squid			Dried file fish		
	Total count	Yeast & mould	Coliform	Total count	Yeast & mould	Coliform
0	2.70×10^7	5.70×10^6	2.1×10^4	2.00×10^5	6.20×10^2	++
3	2.50×10^3	3.40×10^2	+	1.50×10^3	>10	—
7	5.00×10^2	>10	—	>10	—	—
10	—	—	—	—	—	—

Table 2. Changes in moisture and crude fat of irradiated dried fishes^a(unit: %)

Components	Dose(kGy)							
	0		3		7		10	
	S ^b	D ^b	S	D	S	D	S	D
Moisture	34.66	16.59	34.98	16.44	34.68	16.58	35.02	16.34
Crude fat	2.32	1.20	2.44	1.34	2.45	1.27	2.53	1.54

^bS: Sliced dried squid, ^bD: Dried file fish

^aSample was analyzed immediately after irradiation

Table 3. Changes in pH of irradiated dried fishes during storage

Storage period (months)	Dose(kGy)							
	0		3		7		10	
	S*	F*	S	F	S	F	S	F
0	6.21	6.48	6.15	6.37	6.20	6.28	6.11	6.45
3	5.31	6.08	5.20	6.20	5.22	6.21	5.34	6.50
6	5.20	6.11	5.40	6.13	5.45	6.15	5.50	6.31
9	—	5.80	5.40	6.01	5.50	6.08	5.58	6.10

*S: sliced dried squid, *F: dried file fish

위해서는 tin 容器가 저장 및 輸送에 안전성을 보였다고 하였다. 따라서 감마線 照射後 長期間의 안전 저장을 위해서는 포장방법의 시험이 수행되어야 할 것이다.

2. 化學成分 變化

1) 水分, 脂肪 및 pH

감마線 照射된 시료의 水分 및 脂肪 含量은 Table 2에서와 같이 照射區나 非照射區 모두 別유의성없는 증감을 보였고, pH 변화는 Table 3과 같이 저장기간의 경과에 따라 모든시험구에서 다소 낮은 수치를 나타냈으며, 특히 조미오징어포는 말취치포에 비해 낮은 pH를 보였으며 저장기간의 경과에 따라 산패가 촉진된 것으로 생각된다.

2) TBA 價

TBA 價는 peroxide 價와 마찬가지로 유지나 지방질 식품이 산패도를 나타내는데 사용되며 저장중 乾魚物의 TBA 價 변화는 Fig. 1과 같다. 일반적으로 시료자체의 지방함량이 높은 것일수록

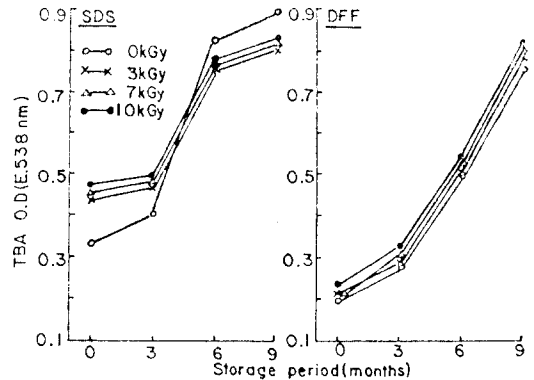


Fig. 1. Change in TBA Value of irradiated dried fishes during storage.

SDS: Sliced dried squid,
DFF: Dried file fish

TBA 價가 높아 조미오징어포가 말취치포에 비해 높았으며, 감마線 照射에 의한 TBA 價의 영향은 저장초기에는 두 시료 모두 非照射區에 비해 照射區가 線量의 증가와 더불어 다소 증가하는 경향을 보였는데 이는 放射線·照射가 지방산패를 촉진하

여 malonaldehyde와 glycoxal 등을 생성, TBA와 적색복합체를 많이 형성한다는 보고¹⁹⁾와 Chipault²⁰⁾등의 산소존재하에 지방질에 高線量의 放射線 照射는 상당량의 peroxid와 carbonyl 化合物이 생성된다는 보고와 거의 일치한다.

또한 저장기간의 경과에 따른 영향은 모든 시험구에서 증가되었으며 특히 조미오징어포에서는 저장 6개월 이후부터는 非照射區가 照射區에 비하여 오히려 높은 TBA 價를 보였다. 이때의 非照射區는 심한 곰팡이들의 발생을 보였는데 이는 lipase나 lipoxidase를 분비하는 세균이나 곰팡이의 왕성한 번식으로 인해 지방질의 가수분해에 의한 산패는 물론이며 산화에 의한 산패가 촉진된 것으로 생각된다. 또한 조미말쭉치포는 조미오징어포보다, 50%정도의 낮은 수분함량과 지방함량으로 미생물의 성장 및 산패역제로 조미오징어포에 비해 변화가 적었다.

3) TMA-N

Fig. 2은 TMA-N 함량의 변화를 나타낸 것으로서 두 시료 모두 감마線 照射區가 非照射區에 비해 照射線量의 증가와 더불어 낮은 함량을 나타냈다. 이는 감마線 照射는 오염된 미생물이 감소 또는 사멸되어 건어물의 성분 분해가 적은 것이 그 원인으로 생각되며, 저장기간의 경과에 따라 TMA-N 함량이 증가하였고, 특히 조미오징어포는 非照射區에서 저장 3개월 23mg%에 달하는 높은 함량을 보였는데, 이는 미생물 살균에서 본 바와

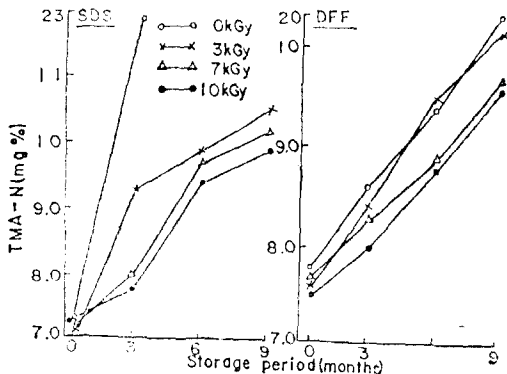


Fig. 2. Change in TMA-N Content of irradiated dried fishes during storage.

SDS: Sliced dried squid,
DFF: Dried file fish

같이 proteus나 morganii 등 일반세균의 오염이 매우 높아 TAMO의 환원이 많았던 것으로 생각된다. Spinellie²¹⁾등도 照射線量의 증가와 TMA-N 함량은 逆비례 한다고 하였으며 Pablo²²⁾등도 저장 동안 非照射區가 1kGy 照射區에 비해 TMA-N 함량이 상당량 증가되었다고 하였다.

3. 외관 및 품질변화

放射線 照射後 실온에서 9개월 동안 저장하면서 외관, 냄새 및 조직감을 관능실험한 결과는 Table 4와 같다. 두 시료의 모든 시험구에서 저장기간의 경과에 따라 전반적인 score가 감소하였으며, 조미오징어포에서 非照射區는 저장 3개월에 score가 2 정도로 식용불가능 하였으나 관능검사 score의 3 이상을 식용가능 범위로 볼때 3kGy 照射區는 저장 6개월, 7kGy 이상 照射區는 9개월까지도 다소의 갈변현상과 품질저하는 있었으나 非照射區에 비해 현저히 양호한 품질을 나타내어 식용가능하였다. 조미말쭉치포에 있어서도 조미오징어포와 거의 비슷한 경향을 나타냈으며, Guevara¹⁷⁾, Ahmed¹⁸⁾, Pablo²²⁾, Kumata²³⁾등도 건어물의 감마線照射는 건어물의 품질 즉 조직, 再水和性, 색력 등에 있어서 저장기간의 경과와 더불어 非照射區에 비해 매우 양호하다고 하였다.

IV. 요약 및 결론

放射線 照射가 乾魚物(오징어포, 말쭉치포)의 저장성과 그 품질에 미치는 영향을 검토하기 위하여 시료에 3~10kGy의 감마線을 照射하고 실온에서 9개월간 저장하면서 오염된 미생물의 살균효과와 化學成分變化 및 관능실험을 수행한 결과는 다음과 같다.

오징어포와 말쭉치포의 일반세균의 오염은 g당 2.7×10^7 과 2.0×10^5 마리로 나타났으며, 효모 및 곰팡이는 5.7×10^8 , 6.2×10^2 마리 대장균군은 2.1×10^4 마리 이상이 검출되었다. 放射線 殺菌效果에서 일반세균은 3~10kGy 照射로서 99%이상 멸균되었고, 7kGy 이상의 照射는 효모 및 곰팡이 대장균군을 완전사멸 시켰다.

살균線量에서 시료의 水分, 脂肪 및 pH는 거의 변화가 없었고, TBA는 照射線量의 증가와 저

Table 4. Effect of gamma irradiation on the organoleptic properties of dried fishes

Storage period (months)	Organoleptic properties	Dose(kGy)							
		0		3		7		10	
		S ^b	F ^b	S	F	S	F	S	F
0	Appearance	6.0	6.0	5.8	5.9	5.6	5.9	5.6	5.7
	Odour	5.9	5.9	5.9	5.9	5.5	5.8	5.3	5.7
	Texture	5.7	5.8	5.7	5.8	5.9	5.9	5.6	5.9
3	Appearance	2.2	5.5	4.5	5.7	5.3	5.8	5.4	5.6
	Odour	2.3	5.0	3.5	5.4	5.3	5.5	5.3	5.2
	Texture	2.0	5.0	4.0	5.5	5.4	5.4	5.5	5.5
6	Appearance	— ^c	3.1	3.2	4.3	4.9	5.0	5.0	5.1
	Odour	—	2.8	3.0	4.0	4.7	4.8	4.5	4.7
	Texture	—	3.3	3.0	4.5	5.0	5.1	5.1	5.2
9	Appearance	— ^c	— ^c	— ^c	— ^c	3.7	4.8	4.1	4.4
	Odour	—	—	—	—	3.4	4.2	3.9	4.0
	Texture	—	—	—	—	3.9	4.9	4.3	5.0

*Sensory scores were rated using a scale of 1 to 6; where

6: excellent, 5: very good, 4: good, 3: fair, 2: poor, 1: very poor

^bS: sliced dried squid, F: dried file fish

^cNot recorded because the samples were completely unacceptable

장기간의 경과에 따라 증가하였으며, TMA-N 함량은 두시료 모두 非照射區는 저장 기간이 경과함에 따라 미생물적 부패로 상당히 높았으나 照射區에서는 저장 9개월까지도 10mg%이하의 낮은 함량을 나타냈다.

외관 및 품질에 있어서도 非照射區는 저장 3개월에 부패로 불쾌臭와 외관이 변화되기 시작하는데 반해 7~10kGy 照射區는 저장 9개월 까지도 좋은 품질을 유지할 수 있었다.

이상에서와 같이 乾魚物을 polyethylen으로 완포장한 후 방사선 照射함으로써 제품에 오염된 일반세균, 효모 및 곰팡이, 대장균군을 감소 또는 완전살균 할 수 있고 품질에 관련될 理化學的 特性에서도 照射區가 우수하며, 실온에서 위생적으로 1년 이상 장기저장이 가능하여 국민 보건 향상과 물가안정에 기여할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 한국식품연구문헌총람편찬위원회, 한국식품연

구문헌총람(3), 한국식품과학회, p.175(1984)

2. 한국일보, 10면, 1985년 3월 19일자.

3. DOE/USDA/AIBS Workshop on Low-Dose Irradiation Treatment of Agricultural Commodities, *Food Irradiation Technology in the United States*, Washington, D.C., April 19~21(1982).

4. 松山晃, 食品照射, 12,9(1977)

5. IAEA Press Release, IAEA PR 84/8 for Immediate Release, Vienna, March 16 (1984).

6. *Department of Health and Human Services*, FDA 21 CFR. Ch. I (Docket No. 81N-0004), Federal Register, 46, 18992, March 27 (1981).

7. APHA, *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, 14th ed., American Public Health Association(1978).

8. 서울시 보건연구소, 병원미생물 검사요원교재 (1976).

9. AOAC, *Official Methods of Analysis*, 13th ed., Washington, D.C. (1980).
10. Kohara, *Handbook of Food Analysis*, Kinnpakusha, Japan(1977).
11. Turner, E.W., Paynter, W.D., Montie, E. J., Bessert, M.W., Struck, G.M. and Olson, F.C., *Food Technol* 8, 326(1954).
12. Murray, C.K. and Gibson, D.M., *J. Food Technol.*, 7, 35(1972).
13. 이철호, 채수규, 이진근, 박봉상, 식품공업품질관리론, 유림문화사, p.173 (1982).
14. Vibulsreth, P., *Report on RCA Workshop on Food Irradiation*, Japan, Oct. 15~19 (1979).
15. Pablo, I.S., *Report on RCA Workshop on Food Irradiation*, Japan, Oct. 15~19 (1979).
16. Guevara, G., *Report on RCA Workshop on Food Irradiation*, Japan, Oct. 15~19 (1979).
17. Ahmed, M., *Report on RCA Workshop on Food Irradiation*, Japan, Oct. 15~19 (1979).
18. Smith, N.L., *Food Technol.*, 14, 317 (1960).
19. Chipault, J.R., Mizuno, G.R. and Lundberg, W.O., *Food Technol.*, 10, 209 (1956).
20. Spinellie, J., *Food Technol.*, 19, 126(1965).
21. Pablo, I.S., Rosemarie, T.F. and Violeta, D.C., *Radiation Preservation of Food*, No. 4, IAEA-SM-166/60, p.457(1973).
22. Kumata, U.S., Savagaon, K.A., Ghadi, S. V., Doke, S.N., Gore, M.S., Venugopal, V., Madhavan, V.N., Sreenivasan, A., *Radiation Preservation of Food*, IAEA-SN-166/10, p.403(1973).