

방사선 조사 및 Ethylene Oxide 처리된 건조 수산물 (조개살, 홍합살)의 미생물 및 화학적 특성

조한옥 · 변명우 · 권중호 · 양재승 · 이재원

한국에너지연구소 식품조사연구실

Microbiological and Physicochemical Properties of Dried Fishery Treated with Ethylene Oxide(E.O) and Gamma Irradiation Products (Shucked Shellfish and Shucked Mussel Powder)

Han-Ok Cho, Myung-Woo Byun, Joong-Ho Kwon, Jae-Seung Yang and Jae-Won Lee

Division of Food Irradiation Korea Advanced Energy Research Institute, Seoul

ABSTRACT. Comparison of ethylene oxide(E.O) fumigation and gamma irradiation on the sterilization, microbiological, physicochemical and sensory quality of dried fishery products (shucked shellfish and mussel powder) were investigated. The viable cell count of mesophilic total bacteria was reduced by over 2 to 3 log cycles with irradiation of 3 to 5 kGy, and those samples were completely sterilized by irradiation dose of 7 to 10 kGy.

In view of reduction of microorganisms, D10 value of each samples were ranged from 1.36-1.46 kGy. Fungi, mesophilic spores, acid tolerant bacteria and coliforms were sterilized at 5 to 7 kGy irradiation but E.O. fumigation proved insufficient to eliminate the mesophilic total bacteria and fungi. In the physicochemical and sensory quality of samples, such as the amino acid, TBA value, TMA-N, color difference and overall acceptability irradiated sample with optimum dose was similar to those of the nonirradiated sample, while E.O. fumigated sample was remarkably deteriorated in the physicochemical and sensory quality of samples.

Keywords □ Ethylene Oxide, Gamma irradiation, sterilization, physicochemical and sensory quality

식생활의 다변화로 간편식품의 증가와 함께 수산건조가공품도 혼합조미료 및 가공식품의 원료로서 그 사용량이 매년 증가되고 있다. 대개 이들은 미생물이 높게 오염되어 식품공업에서나 위생적 견지에서 많은 문제점을 야기 시킬수 있다. 수산물의 건조가공은 감압 및 냉동건조가 좋은 방법이나 아직 국내에서는 천일건조에 의존하는 영세성을 벗어나지 못하고 있어서, 건조가공, 저장중의

불량한 기후조건과 취급이 높은 미생물 오염의 원인이다. 따라서 건조수산가공품의 위생적 유통과 식품공업의 안전성을 위하여 살균처리를 필요로 하게 되는데, 현행 살균, 살충방법인 훈증처리나 화학약품첨가(방부제등) 및 가열처리등은 살균작용의 복잡성, 살균, 살충의 불충분, 약제성분의 잔유, 유해물질의 생성, 품질저하, 처리비용 과다 등 많은 문제점을 내포하고 있어서, 수산건조가공품의 위생적이고 경제적인 살균, 저장법을 개발하기 위하여, 국제기관(FDA, FAO/IAEA/WHO 등)에서 이미 그 건전성과 경제적 타당성이 인정되어 선진 여러나라에서 실용화 되고 있는 새

Received for publication 15, October 1986 :
accepted 3 November 1986
Reprint requests; Dr. Han-Ok Cho at the above address

로운 살균방법인 방사선 照射殺菌^{2,3)}과 현행 살균법중 가장 많이 이용되는 ethylene oxide에 의한 훈증처리와의 미생물 살균 효과와 이화학적 품질에 미치는 영향을 비교 검토하였다.

실험방법

시료: 본 실험에 사용된 건조조개살과 건조홍합살은 노량진 수산시장에서 1986년 3월에 구입, 70mesh 정도로 마쇄하여 시료로 사용하였다.

본 실험에 사용된 건조조개살과 건조홍합살은 노량진 수산시장에서 1986년 3월에 구입, 70 mesh 정도로 마쇄하여 시료로 사용하였다.

시료의 살균처리 및 저장—1) 방사선 照射는 각 시료를 polyethylene 주머니에 100g 씩 포장하여 한국에너지연구소내 線源 1만 Ci의 Co-60 감마선 照射시설을 이용, 시간당 400Gy의 線量率로 3, 5, 7, 10kGy 線量을 照射하였다. 2) 훈증제 처리는 훈증제는 국내에서 가장 많이 이용되는 ethylene oxide gas를 사용, 전문업체(T gas 화학)에 의뢰하여 처리하였다. 각 시료를 5kg 씩 polyethylene 주머니에 담아 상단을 개봉한 후 처리하였는데, 처리조건은 ethylene oxide: CO₂가 30% : 70%(w/w)의 비율로 50~55°C의 온도와 30~50%의 상대습도, 0.6~1.0kg/cm²G의 압력과 1.77kg/m³의 gas 밀도의 chamber 내에서 8시간 훈증하고 수회탈기하여 무균실에서 100g 씩 포장한후 無처리군 및 방사선 照射群과 함께 실온에서 3개월 저장하면서 실험에 사용하였다.

미생물 검사—미생물 검사는 각 시료를 3 반복으로 실시하였다.

중온성 전세균은 APHA 표준방법⁴⁾에 따라 plate count agar(Dife Lab.)를 사용, 30°C에서 1~2일 배양후 계수하였고, 중온호기성 포자균은 시료 현탁액 10ml를 멸균시험관에 옮겨 80°C 수욕조에서 10분간 가열처리하고 냉각수로 냉각시킨 후 중온성 전세균과 동일한 방법으로 시험하였으며⁵⁾ 내산성 세균은 tomato juice agar(Difco Lab.)를 사용하여 plate method로 측정하였다⁶⁾. 곰팡이류는 MYG-chloramphenical agar를, 내심투압성 곰팡이는 15%-NaCl-malt agar를 사

용하여 30°C에서 5~7일간 배양한 후 계수하였다⁶⁾ 대장균은 desoxycholate agar(Difco Lab.)를 사용 plate method로 37°C에서 1~2일간 배양하여 적색의 집락을 계수하였다⁷⁾.

이화학적 특성실험—1) 일반성분 및 pH 측정은 시료의 수분, 조지방, 조단백, 회분 및 조섬유는 AOAC 방법⁸⁾에 따라 분석하였고, pH는 시료 5g을 탈이온수 25ml에 잘 혼합, 추출하고 원심분리하여 상등액을 pH meter로 3 반복 측정하였다. 2) TBA가 측정은 시료의 지방질 성분의 산패 정도를 알아보기 위하여 Turner 등의 방법⁹⁾에 준하여 지방질의 산화시 생성되는 malondialdehyde와 2-thiobarbituric acid의 정색반응을 538mm에서 표준곡선에 따라 비색정량하여 시료 kg당 malondialdehyde량(mg)으로 나타내었다. 3) TMA-N 측정은 Trimethylamine(TMA)의 함량은 Murray & Gibson의 방법¹⁰⁾에 의하여 toluene층에 포집된 TMA를 0.02%-picric acid와 반응시켜 410mm에서 표준곡선에 따라 비색정량하였다. 4) 아미노산 함량은 산 가수분해에 의한 총 아미노산을 정량하였다. 즉 시험관(φ2cm×20cm)에 시료 일정량을 칭량하여 6N-HCl 10ml를 가하고 질소가스를 충전시킨뒤 15lb, 121°C에서 3시간 가수분해 시켰다. 가수분해물은 Whatman filter paper(No.2)와 membrane filter(0.45mm)로써 각각 여과한 다음 Cartidge C₁₈을 사용하여 단백질, 지방질 및 색소등을 제거한 후 아미노산 자동분석기(Hitach model 835)에 의해 분석하였다. 5) 색도 측정은 분말자체를 시료로 하여 color and color difference meter(Model ND-1001 DP)에 의해 명도(L치), 적색도(a치), 황색도(b치) 및 색차(ΔE치)를 각각 측정하였다.

관능적 품질평가—시료의 무처리군, 5kGy 및 10kGy 照射群과 ethylene oxide 훈증처리군을 대상으로 시료의 전반적 기호성(풍미, 선택등)을 평가하였다. 관능검사요원은 한국에너지연구소 연구원 8명을 선정하여 선택은 외관적 관찰로써, 풍미는 sniffing 방법에 의해 순위법¹¹⁾을 실시하였으며, 검사결과는 분산분석에 의해 유의성을 검토하고, 유의성이 인정되면 Duncan의 다범위검정을 실시

Table 1. Distribution of microorganisms in shucked shellfish and shucked mussel powders.

Items	MTC*	MAS	ATB	FC	OSM	Coli
Shucked shellfish powder	2.1×10^5	1.5×10^4	1.5×10^3	2.0×10^2	1.9×10^2	6.9×10^3
Shucked mussel powder	3.7×10^6	4.0×10^3	5.1×10^5	5.0×10^2	4.0×10^2	1.2×10^5

*MTC : mesophilic total count, MAS : mesophilic aerobic spores, ATB : acid tolerant bacteria, FC : fungi, OSM : osmophilic mold, Coli : coliform group

하여 각 처리군간의 유의적 차이를 조사하였다.

실험결과 및 고찰

시료의 미생물 오염—건조조개살 및 홍합살의 각종 미생물 오염도는 Table 1과 같다. 중온성 전세균, 내열성세균, 내산성세균이 각각 $10^5 \sim 10^6/g$, $10^2 \sim 10^4/g$, $10^3 \sim 10^5/g$ 정도 혼입되었으며, 곰팡이는 $10^2/g$ 정도로 대부분이 내삼투압성 곰팡이였고, 특히 대장균이 $10^3 \sim 10^5/g$ 이상 높게 오염되어 있어서 가공처리시 위생적 환경조건이 요구된다. 이와 같이 미생물이 높게 오염된 분말가공품을 식품공업의 부 원료로 사용시 제품이 0.1~1.0%정도만 첨가하더라도 이들 단독으로부터 오는 최종제품의

미생물 오염은 $10^4 \sim 10^5/g$ 이나 되며, 이러한 문제점 해결을 위한 과도한 열처리는 미생물적 안전성은 달성되나 영양적 특성이나 기호성을 저하시킨다. 또한 독소생성 곰팡이의 오염은 병원학적 견지에서 주요하게 취급되고 있다¹²⁻¹⁴⁾

방사선 照射와 훈증처리와의 살균효과—방사선에 의한 미생물의 살균작용은 미생물의 종류와 농도, 매개체의 이화학적 특성, 조사전후의 환경조건등에 따라 살균선량이 달라지는데¹⁵⁾, 일반적인 방사선의 살균작용은 생명현상을 지배하는 DNA를 표적으로, 세포내 DNA의 공유결합이 절단되어 purine이나 pyrimidin 염기가 소실되어 치명적인

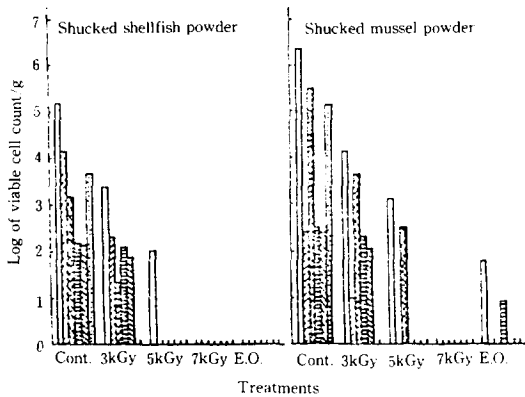


Fig.1. The comparative effect of ethylene oxide(E.O) and gamma irradiation on the microflora of suchked shellfish and shucked mussel powder.

- Mesophilic total count,
- Mesophilic aerobic spores,
- Acid tolerant bacteria,
- Fungi.
- Coliforms
- Osmophilic mold,

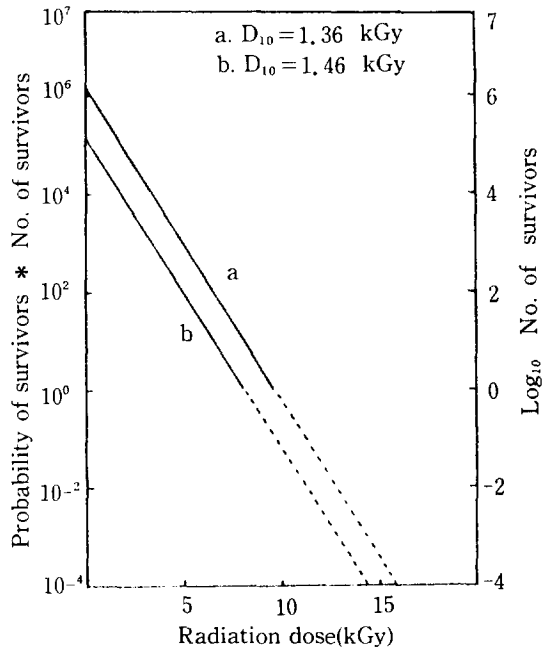


Fig.2. Idealized dose/log survival curve for a population of microganisms of suchked shellfish(a) and shucked mussel powder(b).

Table 2. Proximate compositions of selected fishery processed products.

Items	Components (%)					
	Moisture	Ash	Total sugar	Crude fiber	Crude protein	Crude fat
Shucked shellfish powder	29.2	13.0	5.2	0	50.8	2.3
Shucked mussel powder	15.4	7.2	16.5	0	54.4	8.8

돌연변이가 일어나거나 DNA 사슬이 절단되어 다시 수복이 되지 못하면 사멸하게 된다는 것이다¹⁶⁾. Fig.1은 두 시료의 혼입 미생물에 대한 방사선 照射와 혼중처리와의 살균효과를 비교한 결과이며, Fig.2는 이들에 오염된 전세균의 방사선 감수성을 D_{10} 값(미생물을 90% 사멸시키는데 필요한 선량)으로 나타낸 것이다. 중온성 전세균은 3~5kGy 照射로써 2~3log cycles 정도 감소를 보였고, 7 kGy 照射로써 검출한계 이하로 살균되었으며, 또한 이들의 D_{10} 값도 1.46kGy와 1.36kGy로써 대체로 낮았다. 곰팡이(내삼투성 곰팡이 포함), 내열성세균, 내산성세균 및 대장균군은 일반적으로 방사선 감수성이 높아 5~7kGy 照射로서 완전 사멸되었다. 한편 ethylene oxide에 의한 혼중처리군에서는 전세균과 곰팡이류의 살균이 불충분함을 알 수 있었다. 따라서 3~5kGy 정도의 방사선 照射로서 분말식품의 국제적 미생물 오염허용 기준치인 $10^3/g$ 이하로 살균하는데 충분하였으나, 혼중 처리군에서는 미생물의 살균이 불충분함을 알 수 있다. 본 실험의 결과는 Ito 등⁶⁾, Farkas 등¹⁷⁾, Torok 등¹⁸⁾과 저자등¹⁹⁾의 분말식품 및 향신료의 방사선 照射와 혼중처리와의 미생물 살균효과 실험에서의 결과와 일치하는 것으로 적정선량이라 생각되는 5~7kGy 線量 범위는 국제기관(FDA)에서³⁾ 공인된 30kGy의 3 에도 못 미치는 낮은 照射線量이다.

이화학적 특성변화—시료의 살균처리 직후와 저장 3개월후의 품질변화에 미치는 영향을 조사해 본 결과는 다음과 같다. 1) 일반성분은 각 시료의 일반성분은 Table 2와 같이 조단백질이 50%이상으로 단백질 급원 식품임을 알 수 있고, 수분이 15%와 29%로 상당히 높았으며, 건조혼합물은 조지방이 9%정도였다. 2) TBA가 및 pH 변화는

시료의 지방산패도를 나타내는 TBA가는 Table 3에서와 같이 무처리군에 비해 照射線量의 증가와 ethylene oxide 處理로써 다소 높게 나타났으며, 저장기간이 경과됨에 따라 처리군간의 차이는 줄어들었으나 전반적으로 증가되었는데 이와 같은 현상은 savagaon 등²⁰⁾의 연구결과와 일치하는 내용으로서 혼합분말에 비해 수분함량이 높은 조개 살분말에 있어서 보다 현저하게 나타났다. 시료의 pH는 두 시료 모두 ethylene oxide 처리군에서 다소 높은 값을 보였을 뿐 전반적으로 큰 변화가 없었다. 3) TMA-N 함량의 변화는 수산식품의 변패시 생성되는 trimethylamine의 함량은 Fig. 3과 같다. 살균 직후에는 처리군간에 유의적인 차이가 없었으나 저장기간이 경과됨에 따라 모든 처리군에서 증가되는 경향이었는데 이같은 현상은 두 시료 모두 5~10kGy의 감마선 조사군 보다 무처리군과 ethylene oxide 처리군에서 다소 현저하

Table 3. Quality changes in powdered shucked shellfish and mussel treated with ethylene oxide (E.O) and gamma irradiation.

Treat-ments	Storage period (month)	TBA (MA mg/kg)		pH	
		Shellfish	Mussel	Shellfish	Mussel
Control	0	6.96	4.79	6.94	6.96
	3	9.21	6.92	6.84	6.83
5 kGy	0	7.07	4.85	6.93	6.94
	3	8.95	6.59	6.80	6.86
10kGy	0	7.37	5.09	6.90	6.92
	3	9.00	6.80	6.83	6.79
E. O.	0	7.20	4.89	7.02	6.97
	3	9.28	7.10	6.98	6.69

a The value is the mean of triplicate experiments and is expressed on the basis of dry weight

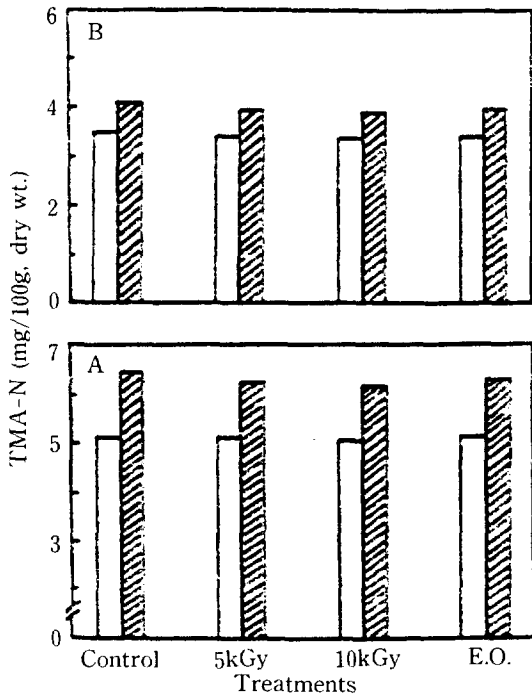


Fig.3. The comparative effects of ethylene oxide(E.O) and gamma irradiation on the trimethylamine-titrogen content of powdered shucked shellfish(A) and shucked mussel(B).

□ : Immediately after treatments
 ▨ : After 3 months of storage

The value is the mean of triplicate experiments, kGy is a unit used to measure an absorbed dose of radiation and E.O. treatment conditions are given in the text.

었다. 이는 방사선 照射群과 미생물 및 기타 효소 등에 의한 변질이 억제되었음을 나타낸다. 4) 아미노산함량의 변화는 총 아미노산의 조성과 살균 처리에 따른 함량변화를 조사해 본 결과는 Table 4, 5와 같다. 먼저 조개살의 경우 glutamic acid (7.94%), aspartic acid(4.98%), alanine(4.56%) 및 glycine(4.22%)의 순으로 높은 함량을 보였으며, 함유아미노산인 cysteine은 照射群과 ethylene oxide군에서 검출되지 않았다. 또한 혼합시료에서는 glutamic acid, aspartic acid 및 proline 등이 높은 함량이었으며, methionine과 isoleucine, lysine 등은 낮은 함량이었으나 照射線량의 증가와 ethylene oxide 처리로써 다소 증가

Table 4. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide fumigation on the amino acid content of powdered shucked shellfish^a.

Amino acid	Treatments			E. O. ^c
	Control	5kGy ^b	10kGy	
Aspartic acid	5.95	5.48	5.35	4.73
Threonine	1.82	2.01	1.95	1.55
Serine	2.53	2.67	2.30	1.92
Glutamic acid	7.94	7.66	7.26	6.10
Glycine	4.22	4.24	3.71	3.47
Alanine	4.56	4.28	4.22	3.49
Cysteine	0.51	-	-	-
Valine	1.05	1.03	1.03	1.12
Methionine	1.26	1.21	1.19	1.17
Isoleucine	1.12	1.14	1.09	0.88
Leucine	3.09	2.94	2.97	2.67
Tyrosine	1.07	1.24	1.16	1.07
Phenylalanine	2.20	2.02	2.13	1.88
Lysine	3.18	3.14	3.12	2.60
NH ₃	0.90	0.86	0.69	0.65
Histidine	0.44	0.51	0.44	0.45
Arginine	3.63	3.06	3.15	2.95
Proline	2.57	2.26	2.26	2.47
Total	48.04	45.75	44.02	39.17

^a Total amino acid content is expressed as the percentage on the basis of dry weight

^b The unit used to measure an absorbed dose of radiation and 1kGy is equivalent to 100 krad

^c Treatment conditions are given in the text

되었고 proline과 glutamic acid 등은 高線量 照射로써 감소되었다. 이같은 경향은 여러 照射食品에서 많이 확인된 바 있으나 Ford 는 실험동물 사료의 살균을 위한 放射線 照射와 가열처리 및 ethylene oxide 처리가 시료의 단백질의 품질과 유효아미노산에 미치는 영향을 조사해본 결과 살균선량의 방사선 照射는 ethylene oxide나 autoclaving 보다 안전하였다고 보고 하였다. 5) 색도 변화는 처리군별 및 저장기간에 따른 색도 변화를 Table 6과 같다. 두 시료 모두 방사선 照射群은 무처리군과 거의 유사한 값을 보였으나 ethylene oxide 처리군에 있어서는 명도가 저하된 반면 적색도와 황색도가 상당히 증가되었으며, 실

Table 5. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide(E.O) fumigation on the amino acid content of powdered shucked mussel^a.

Amino acid	Treatments			
	Control	5kGy ^b	10kGy	E. O. ^c
Aspartic acid	4.98	4.55	4.46	4.75
Threonine	1.83	1.67	1.64	1.77
Serine	2.17	2.13	2.09	2.20
Glutamic acid	5.72	5.21	5.09	5.26
Glycine	2.84	2.53	2.45	2.57
Alanine	2.91	2.13	2.10	2.36
Cysteine	0.83	0.72	0.71	0.30
Valine	1.13	0.97	0.91	0.91
Methionine	0.79	0.96	0.95	0.53
Isoleucine	0.95	0.91	0.96	1.02
Leucine	2.72	2.32	2.28	2.38
Tyrosine	2.49	1.16	1.29	1.58
Phenylalanine	2.60	2.00	2.01	2.60
Lysine	1.45	3.04	2.93	3.20
NH ₃	0.59	0.53	0.53	0.59
Histidine	0.19	0.46	0.48	0.12
Arginine	1.18	1.95	2.84	2.25
Proline	4.13	3.49	2.87	4.03
Total	39.50	36.73	36.59	38.42

^a Total amino acid content is expressed as the percentage on the basis of dry weight

^b The unit used to measure an absorbed dose of radiation and 1kGy is equivalent to 100 krad

^c Treatment conditions are given in the text

은 저장 3 개월 후에는 전반적으로 색택이 다소 갈변화된 것으로 이같은 현상은 여러 건조수산물에서 보고되고 있다²²⁻²⁴. 이와 같은 갈변현상에는 시료에 따라서 다르겠지만 maillard 반응에 의한 갈변, tyrosine 의 효소적 산화에 의한 갈변 및 지방산 성분의 산화생성물에 의한 갈변등이 복합적으로 관여하게 되며, 본 실험에서는 시료의 지방산 함량이 상당히 높았으므로 저장기간의 경과에 따른 TBA 가의 변화는 시료의 외관적 및 관능적 품질 변화와 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다.

관능적 품질평가—각종 혼합 쓰미료의 원료로 많이 이용되고 있는 수산분말식품은 영양성분 이외에도 시료 고유의 풍미와 색택을 지니고 있어 살균처리와 저장에 따른 이들 특성의 변화는 시료의 관능적 품질에 절대적인 영향을 미친다.

시료를 살균처리하여 실온에서 3 개월 동안 저장한 뒤 무처리군과 5, 10kGy 照射群 및 ethylene oxide 처리군을 대상으로 순위법으로 전반적 기호성을 평가한 결과는 Table 7과 같다. 두 시료 모두 방사선 조사군이 가장 좋은 선호도를 보였고 그 다음이 무처리군과 ethylene oxide 처리군의 순위였으며, 분산분석 결과 두 시료가 5%와 1% 수준으로 유의적인 차이가 인정되어, 각 시료의 처리군별 유의차를 알아보기 위해 Duncan의 다범위검정을 실시한 결과 5kGy 및 10kGy 照射群이 ethylene oxide 처리군과 유의적인 기호도의 차이 ($p < 0.01$)를 보여 풍미와 외관적 품질에 있어서 기호성이 높음을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 각 시료의 이화학적 특성실험에서 나타난 살균처리군별 주요성분의 변화등과 고려해 볼때 유사한 양상임을 알 수 있다.

결론

건조수산물에 혼입된 미생물의 새로운 살균방법의 개발을 목적으로 조개살 및 홍합살을 시료로 하여 현행 살균방법인 ethylene oxide 훈증처리와 방사선 照射와의 미생물 살균효과 및 이화학적 품질에 미치는 영향을 비교한 결과는 다음과 같다. 중온성 전세균은 3~5kGy 조사로써 2~3log cycles 정도 감소되었고, 7kGy 조사로써 허용한계 이하로 살균되었으며, 이들의 D₁₀값은 1.36~1.46kGy 였다. 곰팡이, 내열성세균 내산성세균 및 내장균군은 5~7kGy 照射로서 완전 사멸되었으나, ethylene oxide 처리군은 중온성 전세균과 곰팡이의 살균이 다소 불충분하였다. 이화학적 특성 즉, 아미노산, TBA 가, TMA-N 함량, 색도는 적정 선량의 照射로는 무처리군과 거의 차이가 없었으나 ethylene oxide 처리군은 심한 손실과 변화를 보였다. 3 개월 저장후 관능적 품질평

Table 6. Comparative effects of ethylene oxide(E.O) and gamma irradiation on the color of shucked shellfish and mussel powders^a.

Treatments	Lightness (L)		Redness (a)		Yellowness (b)		Color difference (ΔE)	
	Shellfish	Mussel	Shellfish	Mussel	Shellfish	Mussel	Shellfish	Mussel
Control	61.2 (55.5) ^b	57.3 (53.0)	5.7 (6.3)	6.5 (5.8)	17.8 (18.8)	19.5 (18.3)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
5 kGy	60.9 (54.4)	57.9 (51.2)	5.7 (6.9)	5.4 (6.1)	18.4 (18.9)	18.9 (18.6)	0.6 (1.2)	1.3 (1.8)
10kGy	61.3 (54.2)	57.9 (52.1)	6.1 (6.9)	6.9 5.9 (6.9)	18.9 (19.4)	19.2 (19.0)	1.1 (1.5)	0.8 (1.4)
E. O.	59.6 (55.3)	54.4 (49.4)	6.9 (7.9)	6.6 (6.0)	21.5 (22.4)	20.0 (18.6)	4.1 (4.0)	2.8 (3.6)

^a Sample was stored at room temperature.

Number in parenthesis designates the value of three months of storage.

Table 7. The results of sensory evaluation for the overall acceptability of powdered shucked shellfish and mussel with ethylene oxide(E.O) and gamma irradiation by ranking difference analysis.

Items	Treatments			
	Control	5kGy	10kGy	E. O.
Shucked shellfish powder*	-0.06	3.39	2.06	-4.85
Shucked mussel powder**	-0.47	4.72	3.26	-7.51

After 3 months storage at ambient temperature

* F-value: $p < 0.05$, ** $t < 0.01$

--- Duncan's multiple range test: $p < 0.01$

가에서도 방사선 照射群이 가장 우수하였다.

참고문헌

- Byun, M.W.: Korean *J. Food Sci. Technol.*, **17**, 311(1985).
- WHO: Wholesomeness of Irradiated Food, WHO Technical Reports Series 659, Geneva (1981).
- CRA: Committee on Radiation Applications, Info., December (1985).
- APHA: Standard Methods for the Examination of Dairy Products, 14th ed., New York (1978).
- Frazier, W.C. and Foster, E.M.: Laboratory Manual for Food Microbiology, 3rd, ed., Burgess Publishing Company, U.S.A. (1961).
- Ito, H., Watanabe, H., Bagiawati, S., Muhamad, L.J. and Tamura, N.: IAEA-SM-271, p.110 (1985).
- 서울특별시 보건연구원: 병원미생물 검사요원 교재, p.18 (1976).
- AOAC: Official Method of Analysis, 13th ed., Washing to D.C. (1980).
- Turner, E.W., Paynter, W.D., Montie, E. J., Bessert, M.W., Struck, G.M. and Olson, F.C.: *Food Technol.*, **8** 326 (1954).
- Murray, C.K. and Gibson, D.M.: *J. Food Technol.*, **7** 35 (1972).
- 이철호, 채수규, 이진근, 박봉상: 식품공업 품질관리론, 유림문화사 (1982).
- Scott, P.M. and Kennedy, B.P.C.: *J. Assoc. Off. Agric. Chem.*, **56**, 1452(1973).
- Scott, P.M. and Kennedy, B.P.C.: *Inst. Food Technol. J.*, **8**, 124(1975).
- Suzuki, J.I., Dainius, B. and Kilbuck, J. H.: *J. Food Sci.*, **38**, 949(1973).
- Technical Reports Series No.114: Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques, Second Editor,

- IAEA, Vienna, p.43-60 (1982).
16. David F. Sangster: Radiation Chemistry in Food Preservation, IAEA, Vienna, p.7 (1984).
 17. Farkas, J., Beczner, J. and Incze, K.: Radiation Preservation of Food, IAEA -SM-166/66, p.389 (1973).
 18. Pruthi, J.S.: Spices and Condiments, Academic Press, Inc., New York, p.309 (1980).
 19. Cho, H.O., Byun, M.W., Kwon, J.H., Lee, J.W. and Yang, J.S.: *Korean J. Food Sci. J. Food Sci.*, 37, 151(1972).
 20. Savagaon, K.A., Venugopal, V., Kamat, S.V., Kumta, U.S. and Saeenivasan, A.: *J. Food Sci.*, 37, 151(1972).
 21. Ford, D.J.: Decontamination of Animal Feeds by Irradiation (proc. Advisory Groop Meeting, Sofia, Oct. 1977), IAEA, Vienna, p.69 (1979).
 22. Lee, K.H. and Choi, J.H.: *Bull. Korean Fish. Soc.*, 10, 11(1977).
 23. Choi, H.Y., Kim, M.N. and Lee, K.H.: *Bull. Korean Fish. Soc.*, 6, 97(1973).
 24. Kim, M.N., Choi, H.Y. and Lee, K.H.: *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 2, 41(1973).