

전자선 조사 명란젓갈의 미생물학적, 이화학적 및 관능적 품질특성

정사무엘 · 최준호 · 김빛나 · 윤혜정 · 김윤지¹ · 조철훈[†]
충남대학교 동물자원생명과학과, ¹한국식품연구원 식품안전성본부

Microbiological, Physicochemical, and Sensory Characteristics of *Myungran Jeotgal* Treated by Electron Beam Irradiation

Samooel Jung, Jun Ho Choe, Binna Kim, Hyejeong Yun, Yun Ji Kim¹
and Cheorun Jo[†]

Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University

¹Food Safety Research Division, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

We examined the effects of electron-beam irradiation (0.5, 1, 2, or 5 kGy) on microbiological, physicochemical, and sensory quality characteristics of *Myungran Jeotgal*, Korean fermented seafood, during subsequent storage at 4°C for 2 weeks. Viable counts of total aerobic bacteria, yeasts and molds, and total coliforms fell, after irradiation, to below detection limits (10¹ CFU/g). The pH of irradiated *Myungran Jeotgal* was maintained during storage but that of the non-irradiated control decreased. Sensory quality was not affected by electron-beam irradiation, except that color scores in samples irradiated with 2 and 5 kGy were lower than that of the control. Lipid oxidation tended to rise with increased irradiation dose and longer storage periods. The results suggest that electron-beam irradiation can be used to extend the shelf-life of *Myungran Jeotgal* without apparent quality attribute deterioration. However, means of preventing lipid oxidation resulting from electron-beam irradiation need consideration if irradiation is to find further applications in the food industry.

Key words : *Myungran Jeotgal*, electron beam irradiation, microbiological, sensory, quality

서 론

젓갈은 우리나라의 전통 발효식품의 하나로 단백질, 지방, 무기질의 공급원으로서 영양학적으로 중요한 식품이다(1). 최근에는 소비자들의 건강 지표의 향상과 식품의 안전성에 대한 관심의 증가로 고혈압과 같은 질병의 원인(2)으로 여겨지는 식염의 양을 줄여 소비자 기호에 맞는 저염 젓갈을 생산하고 있는 추세이다(3). 젓갈 제조 시 첨가되는 식염은 부패미생물의 생육을 억제하고 내염성의 발효미생물이 선택적으로 성장할 수 있도록 조절을 하여 젓갈의 저장성을 연장시켜주는 중요한 역할을 한다(4). 따라서 저염 젓갈의 제조 시 대두되는 가장 큰 문제 중 하나가 젓갈의

저장성 단축이며, 이러한 문제를 해결하기 위해 다른 저염 식품의 제조에서는 식품의 부패 원인이 되는 미생물들을 사멸하기 위한 열수나 스팀 살균(5), 식품 보존제 첨가(6), 오존처리(7) 등과 같은 방법이 연구 및 사용되고 있다. 하지만 이러한 방법들은 젓갈과 같이 열처리를 할 수 없는 식품에 적용하기 어렵거나 식품의 일반 성분의 변화 및 화학성분의 잔류와 같은 문제점이 있고 미생물의 살균효과 또한 우수하지 않아 효과적인 대체 기술의 개발이 필요하다(8).

최근 이러한 문제들을 해결할 비가열 살균(non-thermal pasteurization) 방법으로서 식품고유의 특성에는 영향을 미치지 않고 미생물만 선택적으로 살균할 수 있는 방사선 조사 방법이 새로운 기술로 제시되고 있다(4). 식품에 사용이 가능한 방사선 조사선원의 형태에는 감마선, 전자선 및 엑스선의 3가지가 있으며(9), 지난 50여 년간 국제기구(FAO/IAEA/WHO)의 주도로 조사된 식품의 안전성에 관한

[†]Corresponding author. E-mail : cheorun@cnu.ac.kr,
Phone : 82-42-821-5774, Fax : 82-42-825-9754

연구에 의해 방사선 조사는 독성학적, 미생물학적, 영양학적으로 안전하다고 공인되었다. 이미 감마선 조사에 의한 식품의 저장성과 품질의 변화에 대한 연구는 활발하게 이루어져 왔다(10-12), 이와 더불어 최근에는 감마선 조사에 쓰이는 방사성 동위원소에 대한 미지의 불안감으로 인해 감마선 조사의 대안으로서 전자선 조사가 주목을 받고 있다. 전자선은 감마선에 비하여 투과력이 떨어지는 반면에 처리 시간이 짧고 처리 후 식품의 온도변화가 없는 친환경적이며, 전기로 발생시키기 때문에 소비자 수용성이 높은 수단이다(13,14). 전자선 처리에 의한 미생물 감소 효과로 식품의 저장성 연장에 관한 연구가 보고(15,16)되고 있지만 대상 시료가 극히 제한적이고 감마선 조사 연구에 비해 젓갈류와 같은 발효식품에 대한 전자선 조사의 영향에 관한 연구는 아직 매우 미흡한 실정이다. 게다가 이론적으로 같은 효과를 가질 수 있으나 감마선 조사를 이용한 연구 결과를 그대로 전자선 조사 시 응용하기에는 어려운 점이 있다(17,18).

따라서 본 연구의 목적은 젓갈류중 보존성이 가장 낮다고 알려진 명란젓갈(19)을 이용하여 전자선 조사가 명란젓갈의 미생물학적, 이화학적 및 관능적인 특성에 미치는 영향을 연구하고, 전자선 조사에 의한 명란젓갈의 저장성 증진 가능성을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

시 료

본 실험에 사용된 재료는 한국 전통 발효식품인 젓갈류중 명란젓갈을 제조업체(H사)로부터 제공받아 사용하였다. 사용된 명란젓갈의 제조 공정은 냉동상태로 입고되어 -18℃이하에서 보관중인 냉동명란을 냉장해동(10℃ 이하, 48시간 이내) 또는 유수해동(10℃ 이하, 18시간 이내) 과정에 의해 해동시킨 후 계량하여 부원료와 배합한 후 0±2℃에서 20±5일간 숙성시켰다. 1차 숙성 후 염분 침투에 의해 외부로 유출된 과도한 수분, 혼입된 이물질 및 외관상 파손 시료를 제거하는 선별과정을 거쳐 다시 0±2℃에서 5±2일간 숙성시킨 후 다시 부원료와 2차 배합하여 제조하였다. 이렇게 제조된 명란젓갈은 1차로 내포장하여 금속검출기로 검사 후 2차 외포장과 3차 박스포장을 하여 시중에 출고되게 된다.

실험을 위한 시료는 멸균된 폴리에틸렌 포장지에 10 g 씩 담아 진공포장하지 않은 상태로 전자선 조사를 실시하였다.

전자선 조사

전자선(electron beam) 조사는 이비테크(주)(Daejeon, Korea)의 ELV 8 Type 전자가속기를 이용하였다. 사용된 전자가속기는 2.5 MeV, 1 mA 조건이었으며 시료대(sample tray, 80 x 80 cm)에 시료를 얇게(1.5 cm 이하) 펼친 상태로

컨베이어 시스템을 이용하여 실온에서 각각 0, 0.5, 1, 2 및 5 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 흡수선량의 확인은 cellulose triacetate dosimeter로 확인하였다. 조사된 최종 명란젓갈은 아이스박스에 넣어 실험실로 이동하여 4℃에서 2주간 냉장저장하면서 저장기간에 따른 품질의 변화를 관찰하였다.

미생물학적 품질분석

전자선 조사 후 저장기간에 따른 명란젓갈의 미생물 검사는 일반 호기성 세균, 효모 및 곰팡이, 그리고 대장균군을 측정하였다. 즉, 시료 10 g에 멸균된 식염수(0.85%, NaCl) 90 mL를 첨가하여 Bag mixer[®](Model 400, Interscience, France)를 사용하여 120초 동안 혼합한 후 10진 희석법으로 희석한 후 각각의 배지에 도말하였다. 일반 호기성 세균과 대장균군의 측정은 각각 total plate count agar(TPC, Difco Laboratories, Sparks, MD, USA), eosin methylene blue agar(EMB, Difco Laboratories)를 사용하였으며, 효모 및 곰팡이 검출을 위한 배지는 멸균된 yeast and mold agar(YM, Difco Laboratories)를 10% tartaric acid(Sigma, St. Louis, MO)를 첨가하여 pH 4로 조정하여 사용하였다. 미생물의 증식은 표준천배양방법으로 형성된 colony 수를 계수하여 1 g당 colony forming unit(CFU/g)으로 나타내었다.

수분활성도 측정

최종 젓갈제품과 부재료의 수분활성도는 수분활성도 측정기(Thermoconstanter, Novasina RA/KA, Switzerland)를 이용하여 분석하였다. 즉 시료 20 g을 시료 컵에 넣고 수치의 변화가 30분 이상 일어나지 않은 시점을 최종 수분활성도로 판정하였으며 시료 당 3회 반복 시험하여 평균값을 제시하였다.

지방산패도 및 pH 측정

시료의 저장 중 지방 산패도의 측정은 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 값으로 측정하였다(20). 시료 5 g을 증류수 15 mL에 넣은 후 butylated hydroxyanisole (BHA, 7.2%) 50 µL를 첨가하여 균질기를 사용하여 균질(1,130×g, 1분)시킨 후 균질액 1 mL을 시험관에 넣고 TBA/TCA용액(20 mM 2-thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid) 2 mL을 혼합 하였다. 혼합액을 15분 동안 90℃에서 가열한 후 10분간 냉각하여 2,090×g로 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 분광광도계(DU[®]530, Beckman Instruments Inc., Fullerton, CA, USA)로 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 지방 산패도는 mg malondialdehyde/kg sample로 표시하였다.

pH의 측정은 시료 1 g을 증류수 9 mL에 넣어 균질시킨 후 균질액을 여과지(Whatman NO.4)로 여과하여 각 시료의 여과액을 실온에서 pH meter(750P, Isted Co., Seoul, Korea)

로 측정하였다.

관능검사

전자선 조사된 명란젓갈의 관능적 특성의 변화를 소비자 기호도를 기준으로 조사하였으며 식품가공, 분석 및 관능 검사에 경험이 있는 관능검사요원 11명을 선발하여 실시하였다. 평가항목은 색, 향, 맛, 이취, 조직감, 그리고 종합적 기호도를 9점 척도법을 사용하여 1점이 매우 좋지 않음, 9점이 매우 좋음으로 하였으며, 이취의 경우 1점이 이취가 없음, 9점이 매우 심함으로 검사하였다(10).

통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SAS software(1995)에서 프로그램된 general linear model procedure을 수행하고 분산분석 후 유의적인 차이가 보일 때 평균값 간 차이를 Duncan의 다중검정법을 사용하여 평가하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

미생물학적 품질

전자선 조사에 의한 명란젓갈의 미생물학적 평가를 Table 1에 나타내었다. 전자선 조사된 명란젓갈의 저장기간에 따른 총 호기성 세균, 효모와 곰팡이 및 대장균군은 조사 선량이 증가함에 따라 미생물의 수가 감소하는 경향을 보였다. 총 호기성 세균의 경우 전자선 조사 직후 대조구에서 1.75 log CFU/g이었으나 1 kGy 이상의 조사구에서는 검출한계(10¹ CFU/g)이하의 수준을 보여 총 호기성 세균에 대한 전자선 조사의 감균 효과가 높은 것으로 나타났다. 또한 효모와 곰팡이의 경우 초기 오염수준은 대조구에서 2.87 log CFU/g을 보인 반면 1 kGy 이상의 조사구에서 1 log cycle 이상의 감균 효과가 나타났다. 대장균군 또한 조사 직후 대조구에서 2.86 log CFU/g이었으나 1 kGy의 전자선 조사에 의해 1 log cycle 이상 감소하였으며, 2 kGy 이상의 전자선 조사에 의하여 검출한계(10¹ CFU/g)이하의 수준까지 감소함을 보여 전자선 조사에 의하여 명란젓갈의 미생물 사멸효과를 확인할 수 있었다. 전자선의 미생물에 대한 살균효과는 전자선 조사를 할 경우 미생물의 세포 내 에너지가 증가하여 항상성 불균형이 발생하게 되고 이에 따른 DNA 손상에 의하여 미생물 사멸이 일어난다고 보고하고 있다(21).

전자선 조사가 미생물 생육에 끼치는 영향을 알아보기 위하여 저장 기간에 따른 미생물의 변화를 측정하였다. 전자선 조사된 명란젓갈의 총 호기성 세균은 저장 2주후 대조구에서 4.48 log CFU/g 수준으로 3 log cycle 정도 증가하였으며 0.5 kGy 조사구의 경우 2.64 log CFU/g 로 조사 직후에

비하여 1 log cycle 정도의 증식을 보였으나, 1 kGy 이상의 조사구에서는 검출한계(10¹ CFU/g)이하의 수준을 보여 전자선 조사에 의해서 총 호기성 세균의 증식이 억제되었음을 확인하였다. 효모와 곰팡이의 경우 저장 2주후 대조구에서는 3.65 log CFU/g까지 증식하였지만 2 및 5 kGy의 조사구에서 각각 2.03 및 1.07 log CFU/g으로 대조구에 비하여 1 log cycle 이상 증식이 억제됨이 확인되었다. 하지만 대장균군의 경우 저장 2주후 1 kGy 조사구에서는 검출한계(10¹ CFU/g)이하의 수준을 보여 전자선 조사에 의해 대장균군의 증식이 억제됨이 확인되었지만 다른 선량의 조사구에서는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전자선 조사에 의한 미생물 증식 억제에 관한 이전의 연구에 따르면 건조 오징어와 계육 가슴살에 전자선 조사를 하였을 때 총 호기성 세균, 효모와 곰팡이 및 대장균군의 증식이 효과적으로 억제되었다고 보고하고 있으며(22,23), 명란젓갈의 저장성을 높이기 위한 선행 연구(10)에서 감마선 조사에 의해 미생물의 유의적인 감균 효과가 확인되었는데, 이는 본 연구의 결과 전자선 조사 또한 감마선 조사와 유사한 미생물 감균 효과가 있음이 확인되었다. 그러나 Song 등(17)과 Waje 등(18)은 각각 바지락 젓갈과 새싹 채소에 미생물 접촉 후 감마선 및 전자선 조사를 하여 D_{10} value를 측정한 결과 전자선 조사가 감마선 조사에 비하여 미생물 살균 효과가 떨어진다고 보고하고 있어 다른 식품조건에서의 추가적인 증명이 필요한 부분이라 생각된다.

Table 1. Effect of electron beam irradiation on the number of microorganisms (log CFU/g) of Myungran Jeotgal during storage at 4°C for 2 weeks

Micro organism	Storage (period)	Irradiation dose (kGy)				
		0	0.5	1.0	2.0	5.0
Total aerobic bacteria	0	1.75±1.194 ^{1a}	1.81a±1.209	ND ^b	ND ^b	ND ^{2b}
	1	3.77±0.461 ^a	2.86±0.703 ^{ab}	1.48±1.181 ^{bc}	1.25±1.500 ^{bc}	ND ^c
	2	4.48±0.476 ^c	2.64±0.510 ^b	ND ^c	ND ^c	ND ^c
Yeast & Mold	0	2.87±0.257 ^a	2.49±0.289 ^a	1.87±0.194 ^b	ND ^c	ND ^c
	1	2.92±0.830 ^a	2.90±0.437 ^a	1.83±2.133 ^{ab}	ND ^b	ND ^b
	2	3.65±0.781 ^a	3.11±0.54 ^{a1}	2.86±0.587 ^{ab}	2.03±0.691 ^{bc}	1.07±0.725 ^c
Coliform	0	2.86±0.281 ^a	2.06±1.457 ^{ab}	1.67±0.471 ^b	ND ^c	ND ^c
	1	2.99±0.367 ^a	2.18±1.563 ^a	ND ^b	ND ^b	ND ^b
	2	2.77±0.223 ^a	2.04±1.371 ^a	ND ^b	1.15±1.333 ^{ab}	1.5±1.868 ^{ab}

¹⁾ Values are mean ± SD (n=3).

²⁾ Viable cells was not detected with detection limit at <10¹.

^{a-c)} Different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

지방 산패도

명란젓갈의 전자선 조사선량에 따른 저장 중 지방 산패도(TBARS)의 변화를 Table 2에 제시하였다. 전자선 조사 직후 1 kGy 조사구에서 대조구와 다른 선량의 조사구에

비하여 유의적으로 높은 TBARS값이 측정되었다. 저장기간에 따른 TBARS값은 저장기간이 증가함에 따라, 그리고 전자선 조사선량이 증가함에 따라서 유의적으로 증가함이 확인되었다. 젓갈류의 전자선 조사 시 지방산패도의 변화를 관찰한 연구는 거의 없었으나, Alm 등(24)의 연구에 따르면 전자선 조사된 돈육의 TBARS값이 대조구에 비하여 유의적으로 높았다고 보고하였으며, 전자선 조사된 계육 또한 대조구에 비하여 TBARS값이 증가하였다고 보고하고 있다(25). 이러한 보고들은 본 실험의 결과와 일치하였으며 이는 전자선 조사에 의해 식품 내에 과산화물이나 자유기 (free radical)들이 생성되기 때문이라고 생각된다(26,27).

따라서 전자선 조사를 식품에 적용하기 위해서는 감마선과 마찬가지로 지방산화의 축진이 가장 큰 문제점이라고 할 수 있는데, 현재 전자선 조사된 식품에 천연 항산화제 등의 처리와 다른 기술적인 방법을 이용하여 지방 산패의 증가를 억제하기 위한 많은 연구(28-30)가 이루어지고 있어 효율적인 이용방법이 곧 실용화될 수 있으리라 판단된다.

Table 2. Effect of electron beam irradiation on TBARS (mg malondialdehyde/kg sample) of Myungran Jeotgal during storage at 4 °C for 2 weeks

Storage (period)	Irradiation dose (kGy)				
	0	0.5	1.0	2.0	5.0
0	1.37±0.190 ^{1)bc}	1.52±0.168 ^b	1.94±0.281 ^a	1.36±0.108 ^b	1.37±0.138 ^b
1	0.93±0.075 ^d	1.12±0.025 ^c	1.39±0.026 ^b	1.46±0.070 ^b	1.61±0.011 ^a
2	1.18±0.046 ^c	1.35±0.158 ^c	2.04±0.142 ^b	3.10±0.121 ^a	3.28±0.240 ^a

¹⁾Values are mean ± SD (n=3).

^{a-d)}Different letters within the same row differ significantly (p <0.05).

수분활성도 및 pH

전자선 조사된 명란젓갈의 수분활성도는 0.89로 나타났으며 전자선 조사선량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다(data not shown). 전자선 조사가 과일 수분활성도에 영향을 끼치지 않음이 보고되고 있으며(31,32) 이는 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

일반적으로 명란 젓갈은 저장 기간에 증가함에 따라 발효와 함께 미생물의 성장으로 인하여 pH가 저하 한다고 알려져 있다(19). 본 실험에서 전자선 조사에 의한 명란젓갈의 저장기간에 따른 pH의 변화를 측정된 결과 특히 5 kGy 조사구에서 대조구에 비하여 유의적으로 높은 pH를 보였으며, 저장기간 중에도 전자선 조사구가 대조구에 비하여 pH가 높은 경향을 보였다(Table 3). 하지만 저장 2주차에서 대조구와 전자선 처리구 모두에서 pH가 떨어지는 것이 확인되었다. 이러한 결과는 전자선 조사에 의해 미생물이 사멸하여 pH가 높게 유지되다가 저장기간이 증가함에 따라 미생물의 재 증식이 일어나 pH가 떨어진 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of electron beam irradiation on pH of Myungran Jeotgal during storage at 4 °C for 2 weeks

Storage (period)	Irradiation dose (kGy)				
	0	0.5	1.0	2.0	5.0
0	5.60±0.005 ^{1)bc}	5.57±0.005 ^d	5.60±0.010 ^c	5.61±0.005 ^{ab}	5.61±0.005 ^a
1	5.59±0.000 ^c	5.58±0.005 ^c	5.51±0.005 ^d	5.61±0.005 ^b	5.62±0.005 ^a
2	5.45±0.000 ^c	5.51±0.005 ^b	5.42±0.005 ^d	5.41±0.005 ^d	5.56±0.005 ^a

¹⁾Values are mean ± SD (n=3).

^{a-d)}Different letters within the same row differ significantly (p <0.05).

관능적 품질

전자선 조사된 명란젓갈을 냉장 저장하면서 전자선 조사가 명란젓갈의 색, 향, 맛, 이취, 조직감 그리고 종합적 기호도에 끼치는 영향을 조사하였다(Table 4). 조사 직후와 저장 1주차 에서는 대조구와 전자선 조사구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 저장 2주차 색도에서 2 및 5 kGy 조사구가 대조구에 비하여 유의적으로 낮은 선호도를 보이는 것이 확인되었다. 그러나, 종합적 기호도에 있어서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. Song 등(17)의 연구결과 바지락 젓갈에 전자선 조사를 하였을 때 종합적인 관능적 품질에 있어 영향을 끼치지 않았다고 보고하고 있는데 이 결과는 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

Table 4. Effect of electron beam irradiation on sensory scores of Myungran Jeotgal during storage at 4 °C for 2 weeks

Storage (period)	Sensory parameter	Irradiation dose (kGy)				
		0	0.5	1.0	2.0	5.0
0	Color	5.75±1.055	5.66±0.887	5.50±1.314	5.16±1.403	5.00±1.348
	Odor	5.83±1.114	5.58±1.164	5.58±1.164	5.50±1.445	5.58±1.378
	Taste	5.66±1.073	5.83±0.937	5.66±1.073	5.25±1.288	5.25±1.288
	Off-flavor	4.75±1.959	4.91±1.975	4.91±1.975	5.00±1.758	5.25±1.544
	Texture	5.58±0.996	5.58±0.996	5.16±1.267	5.41±1.378	5.33±1.230
	Acceptability	5.83±1.029	6.00±0.852	5.91±0.792	5.50±1.087	5.58±1.164
1	Color	5.30±1.567	5.10±1.728	4.50±1.715	4.40±2.011	3.60±1.712
	Odor	5.10±1.523	5.10±1.523	4.90±1.197	5.30±1.636	5.10±1.197
	Taste	5.20±1.229	5.10±1.286	4.80±1.475	4.50±1.900	4.10±1.523
	Off-flavor	5.40±1.429	5.30±1.494	5.10±1.197	5.40±1.837	5.00±1.632
	Texture	5.00±1.490	5.00±1.490	5.00±1.490	4.70±2.002	4.40±1.837
	Acceptability	5.10±1.197	5.00±1.247	4.90±1.370	4.60±1.646	4.10±1.370
2	Color	5.70±1.766 ^{1)ab}	5.50±1.433 ^a	5.00±1.333 ^{ab}	3.70±1.251 ^b	3.80±1.475 ^b
	Odor	5.00±1.154	5.10±1.100	5.00±0.942	4.20±1.398	4.40±1.897
	Taste	5.20±1.549	5.10±1.595	4.70±1.059	4.30±1.494	4.50±1.581
	Off-flavor	5.20±0.788	5.20±0.788	4.80±1.032	4.50±1.354	4.60±1.646
	Texture	5.00±1.632	4.90±1.663	4.70±1.494	4.60±1.505	4.80±1.686
	Acceptability	5.20±1.135	5.20±1.229	4.70±0.823	4.10±1.197	4.10±1.449

¹⁾Values are mean ± SD (n=3).

^{a-b)}Different letters within the same row differ significantly (p <0.05).

본 실험의 결과 전자선 조사는 식품 고유 성분에 변화를 주지 않으면서, 미생물의 증식을 효과적으로 억제할 수 있음이 확인 되었다. 따라서 전자선 조사는 식품의 저장성 증대를 가져와 식품 산업에 이용이 가능할 것으로 사료된다.

요 약

명란젓갈을 0.5, 1, 2 및 5 kGy로 전자선 조사 후 2주간 4°C 냉장 저장하면서 전자선 조사가 명란젓갈의 미생물학적 변화와 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 저장 중 전자선 조사(약 2 kGy)에 의해 명란젓갈에 존재하는 총 호기성 세균, 효모와 곰팡이 그리고 대장균군의 수가 유의적으로 검출한계(10^1 CFU/g) 이하까지 감소함이 확인되었고, 전자선 조사에 의한 미생물의 사멸에 따라 전자선 조사구에서 pH가 유의적으로 높게 유지되었다. 관능적 품질에서 저장 2주째 2와 5 kGy 조사구의 색도가 대조구에 비하여 유의적으로 낮은 결과를 보였으나 종합적 기호도에 있어서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 전자선 조사는 전통발효식품인 명란젓갈의 저장성 증대의 목적으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 전자선 조사에 의하여 지방의 산패가 촉진되었는데, 전자선 조사가 식품 산업에 효과적으로 적용되기 위해서는 이러한 문제를 고려해야만 할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 한국식품연구원 전문연구사업(과학기술부)의 지원으로 수행되어 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Yoon, J.H., Lee, W.D., Kang, J.H., Lee, J.S. and Lee, M.S. (2003) Manufacture of *Squid-Jeotgal* by the improved process. *J. Korean Fish. Soc.*, 36, 333-339
2. McNaughton, S.A., Ball, K., Mishra, G.D. and Crawford, D.A. (2008) Dietary patterns of adolescents and risk of obesity and hypertension. *J. Nutr.*, 138, 364-370
3. Kim, Y.M., Kang, M.C. and Hong, J.H. (1995) Quality evaluation of low-salt fermented seafoods. *J. Korean Fish. Soc.*, 28, 301-308
4. Park, B.J., Jang, K.S., Kim, D.H., Yook, H.S. and Byun, M.W. (2002) Changes of microbiological and physicochemical characteristics of *Doenjang* prepared with low salt content and gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*,

- 34, 79-84
5. Dorsa, W.J., Cutter, C.N., Siragusa, G.R. and Koochmaria, M. (1996) Microbial decontamination of beef and sheep carcasses by steam, hot water spray washes, and a steam vaccum sanitizer. *J. Food Prot.*, 59, 127-135
6. Unda, J.R., Molins, R.A. and Walker, H.W. (1990) Microbial and some physical and chemical changes in vacuum packaged beef steaks treated with combination of potassium sorbate, phosphate, sodium chloride and sodium acetate. *J. Food Sci.*, 55, 323-326
7. Youm, H.J., Jang, J.W., Kim, K.R., Kim, H.J., Jeon, E.H., Park, E.K., Kim, M.R. and Song, K.B. (2004) Effect of chemical treatment with citric acid or ozonated water on microbial growth and polyphenol oxidase activity in lettuce and cabbage. *J. Food Sci. Nutr.*, 9, 121-125
8. Van calenberg, S., Van haelewyn, G., Van cleemput, O., Callens, F., Mondelaers, W. and Huyghebaert, A. (1998) Comparison of the effect of X-ray and electron beam irradiation on some selected spices. *LWT-Food Sci. Technol.*, 31, 252-258
9. Jongen, Y., Abs, M., Genin, F., Nguyen, A., Capdevila, J.M. and Defrise, D. (1993) The rhodotron, a new 10 Mev, 100 Kw, cw metric wave electron accelerator. *Nucl. Instrum. Meth.*, 79, 865-870
10. Kim, B., Jang, A., Song, H.P., Kim, Y.J., Ko, B.H. and Jo, C. (2008) Microbiological quality of *Myungran Jeotkal* and its ingredients and improvement of shelf-stability by gamma irradiation. *Korean J. Food Preserv.*, 15, 606-611
11. Kim, D.H., Yook, H.S. and Byun, M.W. (2004) Gamma irradiation on fermented foods. *Food Ind. Nutr.*, 9, 18-26
12. Yun, H.J., Lim, S.Y., Hur, J.M., Lee, B.Y., Choi, Y.J., Kwon, J.H. and Kim, D.H. (2008) Changes of nutritional compounds and texture characteristics of peaches (*Prunus persica* L. Batsch) during post-irradiation storage at different temperature. *Korean J. Food Preserv.*, 15, 377-384
13. Johnson, J. and Marcott, M. (1999) Irradiation control of insect pests of dried fruits and walnuts. *Food Technol.*, 53, 46-51
14. Thayer, D.W., Boyd, G., Fox, J.B., Lakritz, L. and Hampson, J.W. (1995) Variations in irradiation sensitivity of foodborne pathogens associated with the suspending meat. *J. Food Sci.*, 60, 63-67
15. Lee, M.K., Lee, M.H. and Kwon, J.H. (1998) Sterilizing effect of electron beam on ginseng powders. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1362-1366

16. Schoeller, N.P., Ingham, S.C. and Ingham, B.H. (2002) Assessment of the potential for *Listeria monocytogenes* survival and growth during alfalfa sprout production and use of ionizing radiation as a potential intervention treatment. *J. Food Prot.*, 65, 1259-1266
17. Song, H.P., Kim, B., Yun, H., Kim, D.H., Kim, Y.J. and Jo, C. (2009) Inactivation of 3-strain cocktail pathogens inoculated into Bajirak jeotkal, salted, seasoned, and fermented short-necked clam (*Tapes pilippinarum*), by gamma and electron beam irradiation. *Food Control*, 20, 580-584
18. Waje, C.K., Jun, S.Y., Lee, Y.K., Kim, B.N., Han, D.H., Jo, C. and Kwon, J.H. (2009) Microbial quality assessment and pathogen inactivation by electron beam and gamma irradiation of commercial seed sprouts. *Food Control*, 20, 200-204
19. Han, J.S., Cho, H.R. and Cho, H.S. (2005) Study for the establishment of the quality index of low-salted Myungran-jeot. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21, 440-446
20. Ahn, D.U., Olson, D.G., Jo, C., Love, J. and Jin, S.K. (1999) Volatiles production and lipid oxidation on irradiated cooked sausage as related to packaging and storage. *J. Food Sci.*, 64, 226-229
21. Clack, J.P. (2002) Processing papers and exhibits-electronic irradiation system. *Food Technol.*, 56, 101-110
22. Ko, J., Ma, Y. and Song K.B. (2005) Effect of electron beam irradiation on the microbial safety and qualities of sliced dried squid. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34, 433-437
23. Ko, J.K., Ma, Y.H. and Song, K.B. (2005) Effect of electron beam irradiation on the microbial growth and qualities of chicken breast. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 48, 120-127
24. Ahn, D.U., Olson, D.C., Jo, C., Chen, X., Wu, C. and Lee, J.L. (1998) Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production and color in raw pork patties. *Meat Sci.*, 49, 27-39
25. Kwon, J.H., Kwon, Y., Nam, K.C., Lee, E.J. and Ahn, D.U. (2008) Effect of electron-beam irradiation before an after cooking on the chemical properties of beef, pork, and chicken. *Meat Sci.*, 903-909
26. Nam, K.C., Ahn, D.U., Du, M. and Jo, C. (2001) Lipid oxidation, color, volatiles, and sensory characteristics of aerobically packaged and irradiated pork with different ultimate pH. *J. Food Sci.*, 66, 1225-1229
27. Luchsinger, S.E., Kropf, D.H., Garcia-Zepeda, C.M., Hunt, M.C., Marsden, J.L., Rubiocanas, E.J., Kastner, C.L., Kuecher, W.G. and Mata, T. (1996) Color and oxidative rancidity of gamma and electron beam irradiated boneless pork chops. *J. Food Sci.*, 61, 1000-1006
28. Ismail, H.A., Lee, E.J., Ko, K.Y. and Ahn, D.U. (2008) Effect of aging time and natural antioxidants on the color, lipid oxidation and volatiles of irradiated ground beef. *Meat Sci.*, 80, 582-591
29. Lim, D.G., Seol, K.H., Jeon, H.J., Jo, C. and Lee, M. (2008) Application of electron-beam irradiation combined with antioxidants for fermented sausage and its quality characteristic. *Radiat. Phys. Chem.*, 77, 818-824
30. Whang, K. (2003) Effect of different conveyer speed of electron beam irradiation on the oxidative and microbiological stability of ground pork during refrigeration. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 23, 50-55
31. Moreno, M.A., Castell-Perez, M.E., Gomes, C., Da-Silva, P.F. and Moreira, R.G. (2006) Effects of electron beam irradiation on physical, textural, and microstructural properties of "Tommy Atkins" mangoes (*Mangifera indica L.*) *J. Food Sci.*, 71, 80-86
32. Moreno, M.A., Castell-Perez, M.E., Gomes, C., Da-Silva, P.F. and Moreira, R.G. (2007) Quality of electron beam irradiation of blueberries (*Vaccinium corymbosum L.*) at medium dose levels (1.0-3.2 kGy) *LWT-Food Sci. Technol.*, 40, 1123-1132

(접수 2008년 11월 17일, 채택 2009년 2월 20일)