

명란젓갈 및 부재료의 미생물 오염도 및 감마선 조사를 이용한 유통안정성 향상

김빛나·장애라¹·송현파·김윤지²·고병호³·조철훈[†]
충남대학교 동물자원생명과학 전공, ¹농촌진흥청 축산과학원 축산물이용과
²한국식품연구원 식품안전성연구본부, ³한성기업

Microbiological Quality of *Myungran Jeotkal* and Its Ingredients and Improvement of Shelf-stability by Gamma Irradiation

Binna Kim, Aera Jang¹, Hyun-Pa Song, Yun-Ji Kim², Byung-Ho Ko³
and Cheorun Jo[†]

Department of Animal Science & Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea ¹National Institute of Animal Science, Suwon 441-706, Korea

²Food Safety Research Division, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-736, Korea

³Hansung Enterprize Co. Ltd., Pohang 790-804, Korea

Abstract

Myungran Jeotkal, Korean fermented seafood, and its ingredients (hot red pepper powder, ginger, garlic, and seasoning mix) were irradiated with 0, 0.5, 1.0, 2.0, and 5.0 kGy of gamma rays and stored at 4C for 4 weeks to determine changes in microbiological and sensory characteristics. Water activities of *Myungran Jeotkal*, hot red pepper powder, ginger, garlic, and seasoning mix were 0.89, 0.56, 0.98, 0.99, and 0.07, respectively. *Myungran Jeotkal* was observed to be initially contaminated. Total aerobic bacteria, yeast and mold, and coliform levels were 6.7, 4.3, and 3.6 log CFU/g, respectively. Irradiation at 2 kGy afforded approximately a 4 log reduction in total aerobic bacteria, and a 3 log drop in both yeast and mold levels and coliform bacteria ($P<0.05$). No viable microbial cells were detected in *Myungran Jeotkal* after 5 kGy of irradiation (at a detection limit of 101 CFU/g). The total aerobic bacterial level in red pepper powder was 6.3 log CFU/g and this component, of the tested ingredients, contributed most to the microbial contamination of *Myungran Jeotkal*. The initial count of total aerobic bacteria, 6.3 log CFU/g, was significantly reduced to 4.5 log CFU/g after irradiation ($P<0.05$). Sensory evaluation showed that gamma irradiation of up to 5.0 kGy did not adversely affect overall acceptability of *Myungran Jeotkal* or its ingredients during cold storage. Therefore, gamma irradiation was effective to extend the shelf-life of *Myungran Jeotkal*.

Key words : Gamma irradiation, *Myungran Jeotkal*, microbial quality, sensory, storage

서 론

젓갈은 우리나라 전통 발효 식품 중 하나로 어패류에 소금을 가하여 염장함으로써 부패균의 번식을 억제하고, 발효과정 중 생성된 유리 아미노산이나 방향성 성분으로 인해 특유의 감칠맛과 풍미를 지니고 있어 단백질, 지방, 무기질의 공급원으로서 국민 영양 공급 상 중요한 위치를

차지하고 있다(1). 그러나 전통적인 방법으로 제조되는 젓갈의 경우 보존성을 높이기 위해 고농도의 식염을 사용하므로 건강상의 문제를 일으킬 수 있고, 최근 식생활의 변화와 함께 건강 지향적인 식품의 소비가 증가하면서 고식염의 젓갈류는 저식염의 형태인 양념젓갈의 형태로 유통되고 있는 경우가 많다. 그리하여 이와 관련해 젓갈의 염농도를 낮추기 위한 연구도 많이 진행되어 있다(2,3).

명란 젓갈은 염장품에 가까우나 숙성공정이 반드시 필요한 점에서 젓갈로 분류되며, 명란젓갈은 통상 10°C 이하에서 유통되는데 시간이 경과함에 따라 내부 수분 유출로

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

인해 표면에 수분이 생기고, 효모의 발육으로 인하여 pH가 저하되고, 퇴색되어 변패가 일어나 양념 젓갈 중 보존성이 가장 낮은 품목이다(4,5). 그런데 일반 고염젓갈의 유통조건과 동일하게 유통되는 경우가 많아서 유통 중 혼란이 초래되기도 하고, 유통온도 조건별 적정 유통기한이 설정되어 있지 않은 경우가 많아 유통 중 변패가 문제시 되고 있다. 그래서 다른 젓갈의 경우 sodium lactate 및 sodium citrate 등의 식품 보존제를 첨가하거나(6), pH를 조정하여(7) 저염젓갈의 유통기한을 연장하는 연구가 진행된 바 있고, 저온숙성(8), 수분활성도(9) 등을 통한 연구도 비교적 많이 진행되어 있다. 또한 방사선 조사를 통하여 발효 숙성기에 급격히 증가하는 새우 젓갈의 미생물 및 부패균을 효과적으로 제어하여 저장성을 향상시키는 연구도 보고되어 있다(10). 이에 사용된 방사선은 감마선으로, 이는 전자선과 더불어 식품산업에서 직접 활용되고 있으며, 투과력이 강하여 제품을 포장한 상태로 연속처리 할 수 있어 살균처리 후 재포장으로 인한 2차 오염을 방지할 수 있다. 또한 제품의 품질 상승이 없어 성분의 파괴를 최소화하고 냉장, 냉동 상태에서도 살균이 가능하고 화학 보존제와는 다르게 유해성분을 생성하거나 잔류성분이 남지 않으며, 처리시 환경조건의 영향을 거의 받지 않는다는 장점 및 특징을 가지고 있다(11-13).

본 연구에서는 양념 명란 젓갈과 젓갈 제조시 사용되는 부재료에 감마선 조사를 하여 젓갈의 유통 중 변패의 원인이 되는 미생물학적 특성에 대하여 저장기간별로 조사하였고, 감마선 조사 후의 시료의 관능적 품질의 변화에 대해 검사하였다.

재료 및 방법

재료

한국 전통발효식품인 젓갈류 중 가장 많이 소비되고 있는 명란젓과 이를 제조하는데 사용된 주요부재료인 고춧가루, 생강, 마늘 및 복합시즈닝 믹스 등을 명란젓 제조회사에서 직접 제공 받아 사용하였다. 고춧가루, 생강 및 마늘은 국산 재료이며 복합시즈닝 믹스는 감초분말을 주원료로 간장분말, 마늘분말 및 텍스트린이 혼합된 형태였다.

명란젓갈의 제조 공정은 냉동된 원료가 입고된 후 -18°C 이하에서 보관되고, 냉장해동(10°C 이하, 48시간 이내) 또는 유수해동(10°C 이하, 18시간 이내) 후 계량하여 부원료와 배합하여 1차조미 후 $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 20 \pm 5일간 숙성시킨다. 그 후 세척과 선별과정을 거쳐 다시 $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 5 \pm 2일간 숙성시킨 후 다시 부원료를 배합하여 2차 조미 하게 된다. 이렇게 제조된 명란젓갈은 1차로 내포장하여 금속검출기로 검사 후 2차 외포장과 3차 박스포장을 하여 출고되는 과정을 거쳐 완제품을 제조하게 된다.

방사선 조사

감마선(gamma ray) 조사는 한국원자력연구원 방사선과학연구소(Jeongeup, Korea) 내 선원 400,000 Ci, Co-60 감마선 조사시설(point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, ON, Canada)을 이용하여 실온($14\pm 1^{\circ}\text{C}$)에서 시간당 2 kGy의 선량율로 각각 0, 0.5, 1, 2 및 5 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 흡수선량 확인은 alanine dosimeter(5 mm, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였다. Dosimetry 시스템은 국제원자력기구(IAEA)의 규격에 준용하여 표준화한 후 사용하였으며, 총 흡수선량의 오차는 2% 이내였다. 조사된 최종 젓갈 제품 및 부재료는 아이스박스에 넣어 실험실로 이동하여 4°C 에서 0, 1, 2 및 4주간 냉장저장하면서 저장기간에 따른 미생물학적 품질을 관찰하였다.

수분활성도 측정

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

미생물학적 품질 분석

감마선 조사 후 저장기간에 따른 최종 젓갈제품과 부재료의 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. 미생물의 증식은 표준한천배양방법으로 일반 호기성 세균 및 대장균군은 37°C 에서 2일, 효모 및 곰팡이는 25°C 에서 5일 동안 배양한 후 계수하였다. 배지는 일반 호기성 세균의 경우 Total Plate Count agar(TPC, Difco Laboratories, Sparks, MD, USA)를 사용하였으며, 효모 및 곰팡이 검출을 위한 배지는 멸균된 Yeast and Mold agar(YM, Difco Laboratories)를 10% tartaric acid(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 pH 4로 조정하여 사용하였다. 대장균군의 경우 Eosin Methylene Blue agar(EMB, Difco Laboratories)를 사용하였다.

관능검사

최종 젓갈제품의 감마선 조사 후 발생하는 관능의 변화를 소비자 기호도를 기준으로 조사하였다. 식품가공, 분석 및 관능검사에 경험이 있는 관능검사요원 11명을 선발하여 실시하였으며, 9점 척도법을 이용하여 색, 향, 맛, 이취, 조직감, 그리고 종합적 기호도를 조사하였다. 점수는 1점이 매우 좋지 않음, 9점이 매우 좋음으로 하였으며, 이취의 경우

1점이 이취가 없음, 9점이 매우 심함으로 검사하였다. 젓갈 제조시 사용되는 부재료의 감마선 조사에 의한 관능 변화도 함께 측정하였으며 이때에는 색과 향, 그리고 종합적 기호도만을 조사하였다.

통계분석

모든 실험은 2회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SAS[®] software(14)에서 프로그램된 general linear model procedure을 수행하고 유의적인 차이가 보일 때 평균값 간 차이를 Duncan의 다중검정법을 사용하여 평가하였다 (P<0.05).

결과 및 고찰

미생물학적 품질

명란젓갈과 이를 제조하는데 소요되는 식품부재료의 수분활성도는 Table 1에 나타내었다. 명란젓갈의 수분활성도는 0.89이고, 부재료인 고춧가루, 생강, 마늘, 복합시즈닝 믹스의 수분 활성도는 각각 0.56, 0.98, 0.99 및 0.07이었다. 명란젓갈과 이를 제조하는데 이용한 부재료에 감마선 조사 후 미생물학적인 특성을 Tables 2-6에 나타내었다. 감마선 비조사 명란젓갈의 경우 초기 일반 호기성 미생물수는 6.7 log CFU/g, 효모 및 곰팡이의 수는 4.3 log CFU/g, 대장균군의 수는 3.6 log CFU/g이었으나, 2 kGy 감마선 조사 직후 호기성 세균은 4 log cycle, 효모 및 곰팡이와 대장균군은 3 log cycle의 유의적인 감소 경향을 보였다(P<0.05). 5 kGy 감마선 조사시 효모 및 곰팡이와 대장균군은 검출한계 (10¹ CFU/g) 이하 수준으로 감소하였다. 또한, 저장기간 동안에도 조사 명란젓갈의 미생물 수는 비조사 명란젓갈의 미생물 수보다 유의적으로 낮은 수준을 보였다(P<0.05). 이러한 결과는 Kim 등(15)의 연구에서 메주시료에서 저장 초기에 검출된 미생물이 저장 중 검출되지 않은 것이 감마선 조사 후 효과(post-irradiation effect) 때문이라고 보고 하였으며, 이러한 유형의 결과는 다른 연구에서도 일반적인 현상으로 보고되고 있는 것과 유사한 결과라 사료된다. 또한 식품

Table 1. Water activity(A_w) of Korean fermented seafood product (Myungran Jeotkal) and its ingredients for manufacturing

Product/Ingredients	Water activity(A _w)
Hot pepper powder	0.56±0.005
Ginger	0.98±0.007
Garlic	0.99±0.005
Seasoning mix	0.07±0.000
Myungran Jeotkal	0.88±0.009

Table 2. Effect of gamma irradiation on microorganisms of Myungran Jeotkal during storage at 4°C

Micro-organisms	Storage (Week)	Irradiation dose (kGy)				
		0	0.5	1.0	2.0	5.0
Total aerobic bacteria	0	6.7±0.05 ^a	3.1±0.42 ^b	3.3±0.04 ^b	2.3±0.05 ^c	1.4±1.00 ^d
	1	6.6±0.30 ^a	5.1±0.51 ^b	4.6±0.49 ^b	2.8±0.27 ^c	2.8±0.06 ^c
	2	7.6±1.11 ^a	7.0±1.23 ^a	5.2±0.69 ^b	4.4±0.69 ^{bc}	3.5±0.20 ^c
	4	7.8±0.19 ^a	6.1±0.21 ^b	5.7±0.36 ^c	4.8±0.21 ^d	3.7±0.10 ^e
	0	4.3±0.20 ^a	3.9±0.03 ^b	2.3±0.02 ^c	1.3±0.02 ^d	ND ^{le}
Yeasts & Molds	1	6.6±0.06 ^a	4.7±2.27 ^a	1.8±0.42 ^b	0.9±0.75 ^b	ND ^c
	2	3.7±0.07 ^a	3.5±0.18 ^b	3.0±0.04 ^c	1.1±0.04 ^d	ND ^e
	4	3.7±0.05 ^a	3.3±0.20 ^b	3.0±0.03 ^c	1.0±0.05 ^d	ND ^e
	0	3.6±0.06 ^a	2.7±0.26 ^b	2.4±0.13 ^c	1.1±0.10 ^d	ND ^e
	1	3.7±0.09 ^a	3.2±0.17 ^{ab}	3.1±0.68 ^b	1.1±0.04 ^c	ND ^d
Coliform bacteria	2	4.4±0.55 ^a	3.4±0.10 ^b	2.3c±0.08 ^c	1.1±0.05 ^d	ND ^d
	4	4.5±0.15 ^a	3.1±0.10 ^b	2.1±0.04	1.0±0.07 ^d	ND ^d

^lDetection limit at <10¹.

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

내에 존재하는 초기 미생물을 제어하는 것은 식품의 위생성, 안전성 및 품질 변화 억제에 의한 저장성 확보에 있어 매우 중요한데(16), 본 실험결과 감마선 조사를 통해 명란젓갈의 초기 미생물 수를 유의적으로 감소시켜, 명란젓갈의 저장성 및 안전성 증진에 효과적인 방법이라 사료된다. 한편, Jo 등(17)의 연구에서도 감마선 비조사구 창란젓의 경우 호기성 세균의 분포가 초기에 10⁴ CFU/g 수준이었으나, 5 kGy 감마선 조사 직후 10² CFU/g를 나타내어 2 log cycle 정도의 감균 효과를 나타내어 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

Table 3. Effect of gamma irradiation on microorganisms of red hot pepper powder during storage at 4°C

Micro-organisms	Storage (Week)	Irradiation dose (kGy)				
		0	0.5	1.0	2.0	5.0
Total aerobic bacteria	0	6.3±0.08 ^a	3.2±0.45 ^b	3.4±0.17 ^b	3.2±0.21 ^b	1.8±0.40 ^c
	1	6.0±0.04 ^a	5.5±1.09 ^a	3.4±0.05 ^b	ND ^{c,1)}	ND ^c
	2	6.0±0.00 ^a	5.5±0.20 ^b	3.3±0.07 ^c	ND ^d	ND ^d
	4	6.1±0.12 ^a	5.9±0.11 ^a	4.6±0.29 ^b	4.1±1.01 ^b	ND ^c
	0	5.3±0.35 ^a	4.4±0.36 ^b	2.8±0.02 ^c	1.0±0.00 ^d	ND ^e
Yeasts & Molds	1	4.3±0.39 ^a	1.7±0.15 ^b	1.7±0.06 ^b	1.6±0.05 ^b	ND ^c
	2	4.2±0.17 ^b	4.8±0.05 ^a	3.1±0.14 ^c	2.4±0.10 ^d	ND ^e
	4	4.1±0.10 ^a	4.6±0.07 ^b	3.1±0.11 ^c	2.1±0.12 ^d	ND ^e
	0	3.5±0.19 ^a	2.7±0.10 ^b	2.6±0.11 ^b	1.5±0.16 ^c	ND ^d
Coliform bacteria	1	4.0±0.59 ^a	3.5±0.37 ^{ab}	3.2±0.53 ^b	1.8±0.07 ^c	1.0±0.07 ^d
	2	5.7±1.27 ^a	3.2±0.43 ^{ab}	3.8±1.62 ^{ab}	3.2±2.19 ^{ab}	1.2±0.04 ^b
	4	5.3±0.31 ^a	4.7±0.36 ^b	4.3±0.07 ^b	3.1±0.26 ^c	ND ^d

¹⁾Detection limit at <10¹.

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

Table 4. Effect of gamma irradiation on microorganisms of garlic during storage at 4°C

Micro organisms	Storage (Week)	Irradiation dose (kGy)				
		0	0.5	1.0	2.0	5.0
Total aerobic bacteria	0	1.7±0.04 ^a	1.5±0.50 ^a	1.4±0.10 ^a	ND ^{b,1)}	ND ^b
	1	4.0±0.30 ^a	3.0±0.80 ^b	1.4±0.10 ^c	ND ^d	ND ^d
	2	4.3±0.26 ^a	3.5±0.10 ^b	2.7±0.10 ^c	2.7±0.15 ^c	1.6±0.52 ^d
	4	4.2±0.14 ^a	3.4±0.10 ^b	2.6±0.19 ^c	2.6±0.17 ^c	1.5±0.35 ^d
Yeasts & Molds	0	1.6±0.80 ^a	1.3±0.25 ^a	ND ^b	ND ^b	ND ^b
	1	2.5±0.14 ^a	2.3±0.19 ^a	1.0±0.35 ^b	1.0±0.07 ^b	1.3±0.05 ^b
	2	3.4±0.16 ^a	3.4±0.33 ^a	3.3±0.24 ^a	1.5±0.11 ^b	1.5±0.40 ^b
	4	3.3±0.03 ^a	3.3±0.10 ^a	3.0±0.03 ^b	1.4±0.10 ^c	1.2±0.13 ^d
Coliform bacteria	0	1.4±0.44 ^a	1.4±0.10 ^a	1.2±0.04 ^a	ND ^b	ND ^b
	1	1.2±0.12 ^a	1.1±0.04 ^a	1.1±0.02 ^a	ND ^b	ND ^b
	2	1.5±0.08 ^a	ND ^b	ND ^b	ND ^b	ND ^b
	4	1.5±0.16 ^a	ND ^b	ND ^b	ND ^b	ND ^b

¹⁾Detection limit at <10¹.

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

젓갈 제조시 사용된 부재료의 경우, 고춧가루의 비조사구에서 일반 호기성 세균의 수는 6.3 log CFU/g, 효모 및 곰팡이의 수는 5.3 log CFU/g, 대장균군의 수는 3.5 log CFU/g 이었으며, 감마선 조사에 따라 유의적으로 감소하였으며 5 kGy 선량의 조사로 검출한계 이하의 수준으로 감소하였다(P<0.05, Table 3). 마늘과 생강의 초기 호기성 세균은 각각 1.7과 4.4 log CFU/g였으며, 마늘의 경우 2 kGy 선량의 조사로 검출한계 이하의 수준으로 감소하였다. 복합시즈닝

Table 5. Effect of gamma irradiation on microorganisms of ginger during storage at 4°C

Micro organisms	Storage (Week)	Irradiation dose (kGy)				
		0	0.5	1.0	2.0	5.0
Total aerobic bacteria	0	4.4±0.12 ^a	3.6±1.11 ^a	2.5±0.17 ^b	2.3±0.17 ^b	1.6±0.15 ^b
	1	4.6±0.06 ^a	4.4±0.23 ^a	2.7±0.14 ^b	2.4±0.12 ^c	1.6±0.07 ^d
	2	4.8±0.05 ^a	4.8±0.05 ^a	3.0±0.06 ^b	2.9±0.04 ^b	1.7±0.06 ^c
	4	4.7±0.06 ^a	4.6±0.09 ^a	2.8±0.11 ^b	2.8±0.11 ^b	1.5±0.09 ^c
Yeasts & Molds	0	3.6±0.06 ^a	3.2±0.06 ^a	2.4±0.03 ^b	2.0±0.55 ^{bc}	1.9±0.18 ^c
	1	4.3±0.71 ^a	3.5±0.30 ^b	2.3±0.21 ^c	2.2±0.16 ^{cd}	1.5±0.10 ^d
	2	5.8±1.28 ^a	4.0±0.65 ^b	2.2±0.18 ^c	1.1±0.07 ^{cd}	ND ^{d,1)}
	4	6.0±1.06 ^a	4.3±0.15 ^b	2.2±0.14 ^c	1.1±0.04 ^d	ND ^c
Coliform bacteria	0	5.4±0.7 ^a	2.5±0.36 ^b	1.8±0.09 ^c	ND ^d	ND ^d
	1	6.8±0.03 ^a	2.7±0.04 ^b	1.7±0.37 ^c	ND ^d	ND ^d
	2	7.2±0.59 ^a	2.8±0.04 ^b	2.0±0.06 ^b	ND ^c	ND ^c
	4	6.9±0.03 ^a	2.7±0.02 ^b	2.0±0.03 ^c	ND ^d	ND ^d

¹⁾Detection limit at <10¹.

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

믹스의 경우 조사구와 비조사구 모두 일반 호기성 미생물, 효모 및 곰팡이, 대장균군 집락이 검출한계 이하 수준이었다(Data not shown). 이는 복합 시즈닝 믹스의 경우 분말상의 형태의 재료로 수분활성도가 0.07로 측정 되었는데, 미생물의 성장에 중요한 영향을 미치는 수분이 아주 낮은 수준으로 존재하기 때문인 것으로 생각되며 이 수준의 수분활성도에서는 미생물 오염은 문제가 되지 않은 것으로 보인다(Table 1).

양념젓갈의 미생물 기원은 원료를 비롯하여 고춧가루 및 생강 등의 부재료로부터 유래되며, 특히 고춧가루의 경우 산생성균, 효모, 곰팡이 등을 유발시키는 것으로 추정된다(18). 따라서 양념젓갈의 상품성 및 저장 안정성 향상을 위해서는 고춧가루의 살균이 매우 중요한 과제이다(17,19). Lee 등(20)은 고춧가루의 살균에 7.5~10 kGy의 감마선 조사

Table 6. Sensory scores of gamma irradiated Myungran Jeotkal during storage at 4°C¹

Storage period (week)	sensory parameter	Irradiation dose(kGy)				
		0	0.5	1.0	2.0	5.0
0	Color	5.4±0.732	5.4±0.73	5.4±0.73	5.4±0.73	5.2±0.67
	Odor	5.6±0.53	5.3±0.71	5.3±0.71	5.3±0.71	5.7±0.71
	Taste	5.4±0.73	5.6±0.53	5.6±0.53	5.7±0.71	5.6±0.53
	Off-flavor	5.6±1.13	5.7±1.00	5.7±1.00	5.6±1.01	5.8±0.97
	Texture	5.7±0.71	5.6±0.73	5.6±0.73	5.6±0.73	5.6±0.73
	Acceptability	5.6±0.88	5.7±0.71	5.7±0.87	5.6±0.73	5.8±0.83
	Color	5.3±0.46	5.3±0.46	5.3±0.46	5.2±0.64	5.1±0.64
1	Odor	4.9±1.25	4.8±1.28	5.4±0.92	5.3±1.04	5.1±1.25
	Taste	4.9±1.13	4.8±0.71	4.3±1.04	4.4±0.92	4.3±1.04
	Off-flavor	5.0±2.00	5.0±2.00	5.4±2.07	5.4±2.07	5.4±2.07
	Texture	4.9±1.13	4.4±1.06	5.4±2.07	4.0±1.41	4.0±1.41
	Acceptability	4.8±1.04	4.8±0.71	3.9±1.46	4.3±1.16	4.1±1.25
	Color	5.5±1.21	4.2±1.40	5.5±1.44	4.6±1.50	4.9±1.14
	Odor	5.3±1.49	5.0±1.48	5.1±1.22	5.1±1.22	4.7±1.27
2	Taste	4.9±1.30	4.9±1.14	4.9±1.45	4.2±1.33	4.7±1.27
	Off-flavor	4.9±1.66	4.6±1.75	4.6±1.86	4.6±1.86	4.5±1.81
	Texture	5.4±1.29	4.7±1.56	4.9±1.58	4.7±1.49	4.7±1.68
	Acceptability	5.4±1.50	4.7±1.35	5.1±1.51	4.9±1.30	4.9±1.51
	Color	5.4±1.26	5.4±1.26	5.5±1.18	5.4±1.26	5.2±0.92
	Odor	5.4±1.17	5.5±0.97	5.4±1.07	5.4±1.07	5.5±1.18
	Taste	5.6±1.17	5.5±1.43	5.1±1.52	5.0±1.41	5.0±1.76
4	Off-flavor	4.9±2.02	4.9±2.02	4.9±1.91	5.0±2.05	5.2±1.93
	Texture	5.5±1.18	5.4±1.43	5.4±1.43	5.3±1.70	5.3±1.70
	Acceptability	5.6±1.17	5.5±1.43	5.2±1.55	5.2±1.55	5.1±1.66

¹Sensory analysis was performed using 9 point hedonic scale (strongly unacceptable, 1; strongly acceptable, 9) with 11 sensory panelists. For off-flavor score was used as 1, no off-flavor, 9, very strong off-flavor.

²Mean ± standard deviation.

가 고춧가루에 오염된 미생물을 완전 사멸할 수 있었다고 보고하고 있다. 이는 본 연구에서 5 kGy의 감마선 조사로 미생물 수를 현저히 낮춘 것을 뒷받침해주는 연구결과라 할 수 있겠다.

관능적 품질

식품의 품질에 있어서 관능적 품질은 소비자가 직접 인식하여 구매에 가장 큰 영향을 주는 측면이다. 따라서 감마선 조사로 미생물학적 품질이 향상된 명란젓과 명란젓 제조에 사용되는 부재료를 감마선 조사 후 4주간 냉장저장하면서 관능적 품질을 관찰하였다(Table 6).

감마선 조사 직후 젓갈의 관능적 품질에는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 6). Kim 등(21)의 연구에서 멸치액젓에 감마선 조사를 했을 경우 2.5 및 5 kGy에서 향과 맛 및 종합적 기호도에서 유의적으로 높은 점수를 보였다고 하였으며, 저장 기간 동안에도 그 품질이 유지되는 것으로 나타났다. 또 Jo 등(17)의 연구에서도 창란젓갈에 2.5 및 5 kGy 조사구는 종합적 기호도에서 비조사구와 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 이에 따라 제조된 양념젓갈에 2.5 kGy 의 감마선 조사는 양념 창란젓갈의 유통 안전성을 개선시키는데 효과적이라 하였다.

따라서, 명란젓갈에 감마선 조사를 하는 것은 관능적 품질의 변화 없이 안전하게 유통기한을 연장시키는데 효과적일 것이라 사료된다.

요 약

명란젓갈은 한국 전통 발효 식품중 하나로, 본 연구에서는 명란젓갈의 유통기한 연장방안으로 감마선 조사를 적용하여 미생물학적, 관능적 품질 실험을 행하였다. 명란젓갈과 고춧가루, 생강, 마늘, 복합시즈닝 믹스 등의 부재료에 각각 0, 0.5, 1.0, 2.0 및 5.0 kGy의 선량으로 감마선 조사를 하여 4°C에서 4주간 저장하며 관찰하였고, 이들의 수분활성도는 각각 0.89, 0.56, 0.98, 0.99 및 0.07 이었다. 명란젓갈의 초기 호기성 세균, 효모 및 곰팡이, 대장균군의 수는 각각 6.7, 4.3, 3.6 log CFU/g 이었으며, 2 kGy 의 감마선 조사 직후 호기성 세균은 4 log cycle, 효모 및 곰팡이와 대장균군은 3 log cycle의 유의적인 감소 경향을 보였다(P<0.05). 5 kGy 감마선 조사시 효모 및 곰팡이와 대장균군은 검출한계(10¹ CFU/g) 이하 수준으로 감소하였다. 부재료 중 고춧가루에서 5 kGy 감마선 조사 후 일반 호기성 미생물의 경우 5 log cycle 정도 감소하였다. 관능적 품질의 경우 감마선 조사 후에도 종합적 기호도에 있어서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 감마선 조사는 명란젓갈의 미생물 제어에 효과적이고 관능적 품질을 유지하며 유통 안정성을 개선시킬 수 있으리라 사료된다.

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. Kor. Fish. Soc., 36, 333-339
2. Kim, S.M. and Lee, K.T. (1997) The shelf-life extension of low-salted Myungran-Jeot 2. The effects of commercial preservatives on the shelf-life of low-salted *Myungran-Jeot*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26(3), 456-461
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. 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
5. Lee, W.D. (2001) Recent Development of *Jeotagal* (Traditional Korean fermented seafood) and its future. Food Industry Nutr., 6(3), 23-27
6. Kim, D.S., Kim, Y.M., Koo, J.G., Lee, Y.C. and Do, J.R. (1993) A Study on shelf-life of seasoned and fermented squid. Bull. Korean Fish. Soc., 26, 13-20
7. Kim, S.M. and Lee, K.T. (1997) The shelf-life extension of low-salted *Myungran-Jeot* 1. The effects of pH control on the shelf-life of low-salted *Myungran-Jeot*. J. Korean Fish. Soc., 30, 459-465
8. Kim, Y.M., Lee W.J., Jeong, Y.M., Hur, S.H. and Choi, S.H. (1995) Processing conditions of low-salt fermented squid and its flavor components-2. Effect of temperature, salinity and pH on the growths of bacteria from isolated low salt fermented squid. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 23, 631-636.
9. Kim, D.H., Lee, K.H., Yook, H.S., Kim, J.H., Shin, M.G. and Byun, M.W. (2000) Quality characteristics of gamma irradiated grain shape improved Meju. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 640-645.
10. Ahn, H.J., Lee, C.H., Lee, K.H., Kim, J.H., Cha, B.S. and Byun, M.W. (2000) Processing of low salted and fermented shrimp using gamma irradiation before optimum fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 1107-1113

11. Byun, M.W. and Lee, J.W. (2003) Application of irradiation technology for food safety and security. *Food Sci. Industry*, 36, 25-41
12. Kim, D.H., Yook, H.S., Ahn, H.J., Cho, C.H. and Byun, M.W. (2000) Changes of microbiological and general quality characteristics of gamma irradiation half-cooked noodle. *J. Food Hyg. Safety*, 15, 256-261
13. SAS Institute Inc., 2000. SAS User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
14. Kim, D.H., Kim, J.O., Cha, B.S., Lee, J.Y. and Byun, M.W. (2001) Effects of the gamma irradiation on composition of free amino acid, fatty acid and organic acid of soybean-based fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 777-781
15. Kim, D.H., Lee, K.H., Yook, H.S., Kim, J.H., Shin, M.G. and Byun, M.W. (2000) Quality characteristics of gamma irradiated grain shape improved *Meju*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 640-645
16. Kim, M.J., Park, J.G., Kim, J.H., Park, J.N., Lee, H.J., Kim, W.G., Lee, J.W. and Byun, M.W. (2006) Combined effect of heat treatment and gamma irradiation on the shelf-stability and quality of packaged *Kimchi* during accelerated storage condition. *Korean J. Food Preserv.*, 13, 531-537
17. Jo, C., Kim, D.H., Lee, W.D., Lee, J.J. and Byun, M.W. (2003) Application of gamma irradiation of manufacturing *Chanran Jeotgal* (aged and seasoned intestine of Alaska pollack) : Microbiological and sensory characteristics. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32, 673-678
18. Lee, H.S., Lee, W.D., Koh, B.H. and Lee, M.S. (2000) Preparation of *Squid-Jeotkal* with pasteurized red pepper I. Pasteurization of red pepper powder by ohmic heating. *J. Food Hyg. Safety*, 15, 13-17
19. Lee, K.H., Ahn, H.J., Jo, C., Yook, H.S. and Byun, M.W. (2002) Production of low salted and fermented shrimp by irradiation. *J. Food Sci.*, 67, 1772-1777
20. Lee, S.H., Lee, H.J. and Byun, M.W. (1997) Effects of ozone treatment and gamma irradiation on the microbial decontamination and physicochemical properties of red pepper powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 462-467
21. Kim, J.H., Ahn, H.J., Kim, J.O., Ryu, G.H., Yook, H.S., Lee, Y.N. and Byun, M.W. (2000) Sanitation and quality improvement of salted and fermented anchovy sauce by gamma irradiation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 1035-1041

(접수 2008년 2월 25일, 채택 2008년 6월 27일)