

감마선 이용 저염 새우젓 제조시 품질변화

이경행 · 안현주 · 이철호* · 김종근** · 신명곤*** · 변명우†

한국원자력연구소 방사선식품·생명공학기술개발팀, *고려대학교 생명공학원
세종대학교 가정학과, *우송대학교 식품생명공학과

Effects of Gamma Irradiation on Quality in the Processing of Low Salted and Fermented Shrimp

Kyong-Haeng Lee, Hyun-Joo Ahn, Cheri-Ho Lee*, Jong-Goon Kim**,
Myung-Gon Shin*** and Myung-Woo Byun†

Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea

*Graduate School of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

**Dept. of Home Economics, King Sejong University, Seoul 143-747, Korea

***School of Food Biotechnology, Woosong University, Taejon 300-718, Korea

Abstract

Irradiation technology was applied to develop low salted and fermented shrimp that has better sensory quality and a longer shelf-life without any food additives. Different levels of salt (10, 15, and 20%, w/w) were added to the salted and fermented shrimp and the samples were irradiated at 0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10.0 kGy with a gamma source (Co-60). Proximate composition, salinity, water activity (a_w), pH, total bacterial count, and general acceptance were analyzed during fermentation at 15°C after irradiation. The proximate analysis, salinity, and a_w were not affected by gamma irradiation during fermentation. However, pH and total bacteria, as well as sensory evaluation, were changed variously with processing conditions such as sodium chloride concentration and irradiation dose. The combinations of 15% salt concentration with 10 kGy irradiation dose and 20% with 5 kGy or above were effective for shelf-life enhancement of the salted and fermented shrimp by adequate suppression of microorganisms during fermentation at 15°C. The results showed that the sensory quality of the sample was maintained up to 10 weeks after fermentation. Therefore, it was considered that gamma irradiation was effective in processing low salted and fermented shrimp and extending their shelf-life without adding any food additives.

Key words: gamma irradiation, shrimp, low salt, *jeotkal*

서 론

젓갈은 다종·다양한 원료를 이용할 수 있고 전통식품으로서 국내의 안정적 소비수요를 갖고 있을 뿐 아니라 해안 인근 농어촌 지역에서 중, 소규모 지역 특산품화 품목으로 적합하여 우수한 품질의 제품 생산만 이루어 질 수 있다면 UR 대응 및 수출 상품화 품목으로 매우 유망한 수산 가공품이라 할 수 있다.

젓갈 중 대표되는 원료로 새우는 연간 전체 갑각류 생산량 중 35% 이상을 차지하며 젓갈류의 연간 생산량 중 새우젓이 차지하는 비율이 전체의 약 35% 정도로 중요한 위치를 점하고 있다(1). 또한 새우젓은 독특한 풍미와 영양가로 인하여 우리나라에서 뿐만 아니라 동남아 일대에 서도 널리 이용되고 있다(2).

새우젓의 원료로 사용되는 젓새우는 시기에 따라 개체의 성숙도가 각기 다르고, 성숙한 개체라도 육질은 껌질에 싸여 소금의 육질 침투를 어렵게 할 뿐만 아니라 내장에는 강력한 단백질 분해 효소가 들어있어 육질이 분해내지는 부패를 가속화시켜 원료의 선도유지와 저장수명의 연장이 곤란하게 된다(3) 새우는 이러한 원료특성으로 인하여 어획직후 급속히 선도저하가 일어나 향미와 색택이 불량해지기 때문에 새우젓은 어획직후 선상에서 제조되거나 30~40%에 상당하는 과량의 식염을 첨가하여 제조하고 있다(4). 그러나 젓갈은 염의 함량이 지나치게 높아 고염식품을 기피하는 소비패턴에 부응하기 어려운 현대인의 식기호에 부합한 저염 젓갈의 개발에 대한 관심이 높아지고 있다(5,6).

지금까지 젓갈의 저염화 연구로는 alcohol과 sorbitol

† To whom all correspondence should be addressed

(3,7), maltitol(8), lactic acid(9), glycerin과 xylose(10) 및 potassium chloride(11) 등의 첨가제를 이용하거나 저온 숙성(12), 수분활성 조절(13) 및 brine 방법의 개선(4) 등의 방법들에 대한 연구가 수행되었다. 그러나 이러한 각종 첨가물의 사용은 고유의 향미를 저하시키므로 전통 수산발효식품을 단순 조미식품으로 격하시킨다는 사실이 문제점으로 지적되고 있다.

최근 식품의 새로운 위생화 방법으로 대두되고 있는 방사선 조사는 완포장한 상태로 연속처리가 가능하고 살균 처리 후 재포장에 따른 2차 오염의 방지, 에너지의 효율 증진 및 냉온살균·살충방법으로 유해성분의 생성이나 잔류성분이 남지 않는다는 장점(14)이 있어 수산물을 비롯한 식품에서의 방사선 조사가 이용되고 있으나 이를 이용한 저염 것갈의 개발 및 위생화 연구(15-17)는 본 연구팀 이외에는 국내외적으로 전혀 이루어진 바 없다.

따라서, 본 연구에서는 식품 첨가제의 사용없이 저장성과 품질이 우수한 저염 새우젓을 개발하기 위하여 새우젓의 발효에 미치는 방사선 조사의 영향을 살펴보고, 방사선 이용 저염 새우젓의 제조기술을 개발하기 위한 조건을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

새우젓의 제조 및 방사선 조사

새우(shrimp, *Acetes japonicus*)는 전북 군산어시장에서 어획 즉시 빙장한 선도 좋은 것새우를 구입하여 3% 식염수로 깨끗이 세척하였다. 세척이 끝난 새우는 각각 10%, 15% 및 20%의 식염농도가 되도록 식염을 혼합하여 4°C에서 12시간동안 침적하고 유리병(500 mL)에 각각 병입한 뒤 방사선을 조사하였다. 대조구로는 30%의 식염농도가 되도록 식염을 첨가하여 새우젓을 제조하였다.

방사선 조사는 한국원자력연구소 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설을 이용하여 실온(12±1°C)에서 분당 70 Gy의 선량율로 각각 2.5, 5, 7.5 및 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량 확인은 ceric cerous dosimeter를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 ±0.2 kGy였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사 시료와 함께 15°C에서 발효시키면서 저장기간별로 일반특성을 조사하였다.

총균수 검사

총균수 측정은 새우젓 발효여액을 3% NaCl을 함유한 멸균 펩톤수를 이용하여 희석하였으며, 3% NaCl을 함유한 plate count agar(Difco, Co, USA)를 사용하여 pour plate method로 접종하고 25°C에서 배양후 집락을 계수하고 시료 1 mL당 colony forming unit(CFU)로 나타냈다.

일반성분, pH, 염도 및 Aw

일반성분은 상법(18)에 따라 새우젓의 고형물 표면에

있는 수분을 제거한 후 수분, 단백질, 지방 및 회분을 정량하였고, pH는 시료 10 g에 증류수 100 mL를 넣고 homogenizer(Diax 900, Heidolgh, Germany)로 마쇄한 후 pH meter(Orion 520A, USA)로 측정하였다. 염도는 Mohr법(19)으로 염소량을 측정한 후 NaCl량으로 환산하였고, 수분활성은 시료를 잘게 잘라 조밀하게 채우고 Thermoconstanter(Novasina RA/KA, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

관능검사

관능검사는 Kim 등(20)의 방법에 따라 것갈의 맛, 향, 색, 조직감 및 종합적 기호도에 대하여 식별능력이 우수한 10명을 대상으로 5점 척도법으로 실시하였다. 새우젓에 대한 품질평가는 개별적 항목에 의존하기보다는 종합적 기호도에 의존하는 것으로 판단되어 종합적 기호도만 나타내었다. 관능검사결과는 Statistical Analysis System (Version 5 edition)(21)과 Duncan's multiple range test를 사용하여 5%에서의 유의차 검정을 하였다.

결과 및 고찰

총균수의 변화

염농도를 각각 10, 15 및 20%로 조절한 새우젓의 감마선 조사후 발효기간에 따른 총균수의 변화는 Fig. 1과 같다. 감마선 조사 직후 새우젓의 총균수는 식염함량과 감마선 조사선량이 증가할수록 낮게 나타났다. 즉, 식염에 의한 영향으로 대조구(0 kGy, 30% 식염첨가)의 경우, 과량의 염에 의하여 미생물의 생육을 저해시켜 담금직후 7.0×10^4 CFU/mL로 낮게 나타났다. 그러나 10, 15 및 20% 식염첨가 시험구는 대조구에 비하여 약 1 log cycle 정도 높은 2.0×10^5 , 1.0×10^5 및 9.7×10^4 CFU/mL로 염의 첨가량이 많을수록 미생물수가 낮게 나타났다.

또한, 감마선 조사에 의한 영향으로 2.5, 5, 7.5 및 10 kGy 조사시 동량 염농도의 비조사구에 비해 1~3 log cycle 정도 감소한 것으로 나타나 감마선 조사직후의 총균수는 식염함량에 비해 감마선의 영향이 더욱 컸으며 5 kGy 이상의 감마선 조사는 대조구에서의 총균수보다 낮게 나타났다.

발효기간 중 총균수는 전반적으로 식염농도에 따라 변화하는 경향이었으나, 같은 식염농도의 처리구들은 감마선 조사선량에 따라 서로 다른 생육을 보였다. 즉, 10% 식염첨가 시험구의 경우, 비조사구를 비롯한 2.5 kGy 감마선 조사구는 약 10^5 CFU/mL에서 서서히 증가하여 발효 4주째 1.5×10^7 CFU/mL 정도의 총균수를 보였고 그 후 계속 비슷한 수준으로 유지하는 경향이였다. 식염 10% 첨가한 새우젓 중 5 kGy 이상의 감마선 조사구의 경우, 담금직후의 총균수는 달랐지만 발효 10주까지 계속 증가

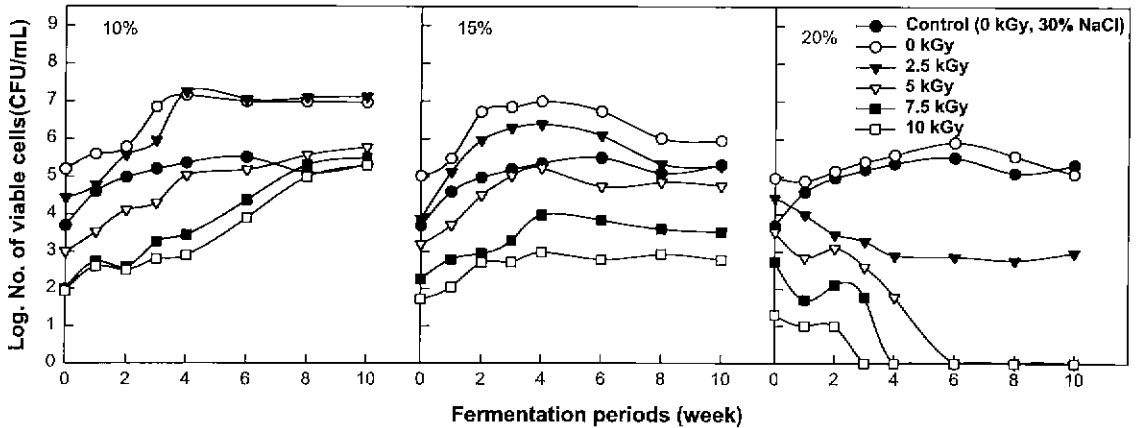


Fig. 1. Changes of total bacteria counts in the gamma irradiated and salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C.

하여 $10^5 \sim 10^6$ CFU/mL의 총균수를 나타내어 10% 정도의 저식염 조건하에서는 감마선을 조사하여도 총균수의 변화에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다.

식염함량을 15%로 한 새우젓의 발효기간 중 총균수의 변화에 있어서 10% 식염첨가 시험구에 비해 비교적 감마선 조사에 의한 영향을 많이 받는 것으로 나타났다 즉, 15% 식염농도의 비조사구 및 2.5와 5 kGy 조사구는 10% 식염첨가 시험구와 비교할 때 발효초기의 미생물 증식 속도가 약간 느리지만 유사한 경향을 보였으나, 7.5 및 10 kGy 조사구는 발효기간 내내 완만하게 증가하여 발효 10주째 각각 5.3×10^3 및 7.8×10^2 CFU/mL의 총균수를 보였다. 또한 7.5 kGy 이상의 감마선 조사는 발효 전기간 동안 대조구의 총균수보다 낮았다.

한편, 20% 식염첨가 시험구의 경우, 비조사구는 담금 직후 대조구보다 1 log cycle 정도 높은 총균수를 나타내었고 발효가 진행될수록 서서히 증가하였으며 발효 1주부터는 대조구와 비슷한 경향의 총균수를 보였다. 그러나 2.5 kGy 조사구는 발효 중 계속 감소하다가 발효 10주에는 약간 증가하는 경향이였다 5 kGy 이상의 감마선 조사구는 조사후 총균수가 계속 감소하여 발효 2~6주 후에는 총균수가 검출한계 이하로 나타났다. 이는 비교적 고농도의 식염첨가 및 감마선의 병용처리로 감마선 조사에 의한 손상된 미생물들이 발효기간 중 회복되지 못함이 그 원인

으로 사료되었다

Byun 등(15)은 감마선 이용 오징어 저염 젓갈 제조시 감마선 조사에 의해 젓갈의 미생물 생육을 저해시켜 오징어 젓갈을 약 10% 정도 저염화 할 수 있었으며 감마선 조사에 의해 저장기간도 연장시킬 수 있었다고 하여 시료는 다르지만 본 결과와 비슷한 경향이였다

일반성분, 수분활성 및 식염농도의 변화

염농도를 각각 10%, 15% 및 20%로 조절한 새우젓의 감마선 조사직후와 대조구(0 kGy, 30% 식염첨가)의 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 원료 새우의 수분함량은 77.5%이었으나, 감마선 조사직후의 새우젓과 대조구에 존재하는 수분은 식염 첨가에 따른 탈수현상으로 크게 감소하여 60.2~68.7%로 식염첨가량이 증가할수록 탈수량이 많았으며 동량의 염 첨가시 감마선 조사에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다 단백질 및 지방의 함량은 염 농도 및 감마선 조사선량에 관계없이 거의 일정한 함량이었고 회분의 함량은 식염의 첨가량과 비례적으로 증가하였으며 감마선 조사에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다. 발효기간 중 수분함량을 비롯한 일반성분의 변화는 감마선 조사 직후인 발효초기와 비슷한 수준으로 발효기간 중 변화가 거의 일어나지 않았다

염농도를 달리하여 제조한 새우젓의 감마선 조사후 발

Table 1. Changes of proximate composition in salted shrimp irradiated by gamma ray (unit : %)

Composition	Raw Shrimp	10% ¹⁾					15%					20%					30% (Control)
		0 ²⁾	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0
Moisture	77.5	68.7	67.9	68.3	68.6	68.0	66.3	66.7	65.9	66.1	65.6	62.0	62.5	62.6	62.8	62.1	60.2
Protein	15.4	15.2	16.1	16.2	15.4	16.0	15.6	15.7	15.8	16.7	16.0	16.2	16.2	15.4	15.7	16.1	15.8
Lipid	2.1	1.8	1.8	2.0	2.1	1.9	1.9	2.1	2.2	2.2	1.7	2.2	1.8	1.9	1.7	2.0	1.9
Ash	4.1	12.7	12.5	12.9	13.1	12.8	15.4	15.7	15.2	14.9	15.6	19.1	19.0	18.7	19.2	19.6	22.0

¹⁾Sodium chloride concentration

²⁾Gamma irradiation dose (unit : kGy).

효기간에 따른 수분활성의 변화는 Table 2와 같다. 대조구(0 kGy, 30% 식염첨가)의 수분활성은 담금직후 0.73이었으며 10주 후에는 0.55로 감소하였다. 식염농도가 10%, 15% 및 20%가 되도록 조절한 새우젓의 수분활성은 감마선 조사직후 각각 0.86~0.88, 0.82~0.85 및 0.77~0.80으로 나타났으며, 대조구와 마찬가지로 새우젓의 수분활성은 발효 1~2주까지는 빠르게 감소하였고 그 후에는 서서히 감소하여 각각 0.73~0.75, 0.66~0.69 및 0.60~0.63 사이를 유지하는 것으로 나타나 식염의 첨가량은 수분활성과 밀접한 관계가 있고 삼투작용에 의해 발효 중 서서히 감소하며 감마선 조사에 의한 영향은 없음을 알 수 있었다.

새우젓의 식염침투에 대한 감마선 조사의 영향을 알아보기 위하여 발효기간 중 식염농도의 변화를 관찰한 결과는 Table 3과 같다. 대조구(0 kGy, 30% 식염첨가)의 경우 담금직후의 염도는 22%에서 발효기간 중 서서히 증가하여 발효 10주에는 23.2%로 나타났으며 발효 6주부터는 거의 비슷한 수준의 염도를 유지하였다. 식염농도가 10%, 15% 및 20%가 되도록 첨가한 새우젓은 감마선 조사직후 각각 8.6~9.0, 13.6~14.0 및 16.8~17.0% 사이로 나타나 새우젓의 식염침투는 식염을 첨가한 후 감마선을 조사하기 전인 12시간 동안 빠른 속도로 진행되는 것을 알 수 있었다.

한편, 발효기간 중 새우젓의 식염농도는 발효 1~2주까지 빠른 속도로 증가하다가 이후 10주까지 서서히 증가하여 거의 일정한 수준을 유지하는 경향이였다. 즉, 10%, 15% 및 20%의 식염을 첨가한 새우젓은 각각 9.6~10.0, 14.0~15.0 및 17.6~18.0% 정도로 발효 4주에서 10주까지 거의 비슷한 수준이었고 또한 동량의 염을 첨가한 감마선 조사구의 식염 함량 차이는 없어 감마선 조사에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다.

Byun 등(15)은 감마선 이용 저염 오징어 젓갈 제조시 일반성분, 수분활성 및 식염농도의 변화는 식염의 첨가량에 따른 차이로 감마선 조사에 의한 영향은 전혀 없다고 하여 본 결과와 일치하였다

pH의 변화

염농도를 달리하여 제조한 새우젓의 감마선 조사후 발효기간에 따른 pH의 변화는 Fig. 2와 같다. 감마선을 조사하지 않은 대조구의 경우, 담금직후의 pH는 7.85로 발효 초기에는 약간씩 감소하다가 발효 3주 이후부터 서서히 증가하여 발효 10주에는 pH 8.08이었다. 그러나 10% 식염첨가 시험구의 경우 비조사구와 감마선 조사구간의 pH의 차이가 없었고 감마선 조사직후 pH는 8.09~8.15로 대조구에 비하여 높은 pH에서 시작하여 발효 10주에

Table 2. Changes of water activity in the gamma irradiated and salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C

Fermentation periods (week)	10% ¹⁾					15%					20%					30% (Control)
	0 ²⁾	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0
	0	0.88	0.86	0.87	0.86	0.88	0.83	0.82	0.85	0.84	0.82	0.80	0.77	0.78	0.79	0.79
1	0.82	0.83	0.81	0.80	0.82	0.77	0.78	0.77	0.76	0.76	0.72	0.74	0.73	0.74	0.73	0.69
2	0.80	0.80	0.79	0.79	0.80	0.73	0.74	0.72	0.71	0.72	0.69	0.71	0.70	0.70	0.69	0.65
3	0.78	0.79	0.77	0.77	0.75	0.69	0.70	0.71	0.70	0.70	0.67	0.68	0.67	0.68	0.67	0.62
4	0.77	0.76	0.78	0.78	0.76	0.68	0.71	0.71	0.70	0.71	0.65	0.67	0.65	0.63	0.64	0.61
6	0.76	0.75	0.75	0.78	0.75	0.68	0.70	0.70	0.69	0.70	0.62	0.64	0.63	0.62	0.63	0.59
8	0.75	0.74	0.74	0.74	0.74	0.65	0.69	0.70	0.68	0.69	0.61	0.65	0.62	0.61	0.63	0.57
10	0.75	0.73	0.74	0.74	0.75	0.67	0.69	0.69	0.66	0.68	0.60	0.63	0.62	0.62	0.61	0.55

¹⁾Sodium chloride concentration

²⁾Gamma irradiation dose (unit : kGy).

Table 3. Changes of salinity in the gamma irradiated and salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C (unit : %)

Fermentation periods (week)	10% ¹⁾					15%					20%					30% (Control)
	0 ²⁾	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0
	0	8.8	8.8	8.6	8.8	9.0	13.6	13.8	13.6	14.0	13.8	16.8	17.0	17.0	16.8	16.8
1	9.2	9.2	9.0	9.2	9.4	14.0	14.2	13.8	14.4	14.2	17.2	17.4	17.4	17.2	17.2	22.6
2	9.4	9.2	9.2	9.2	9.4	14.0	14.4	14.0	14.4	14.2	17.4	17.4	17.2	17.2	17.2	22.6
3	9.4	9.4	9.0	9.2	9.4	14.0	14.4	14.2	14.4	14.0	17.2	17.4	17.4	17.2	17.4	22.6
4	9.6	9.6	9.6	9.6	9.8	14.2	14.6	14.6	14.4	14.4	17.6	17.2	17.6	17.4	17.6	23.0
6	9.8	9.6	9.6	9.6	9.6	14.2	14.6	14.6	14.4	14.2	17.6	17.4	17.8	17.4	17.6	23.2
8	9.6	9.8	9.4	9.8	9.8	14.4	14.6	14.4	14.6	14.4	17.8	17.6	17.8	17.4	17.8	23.2
10	9.8	9.6	9.6	9.8	10.0	14.4	14.8	14.6	15.0	14.4	17.8	17.6	18.0	17.6	17.8	23.2

¹⁾Sodium chloride concentration.

²⁾Gamma irradiation dose (unit : kGy).

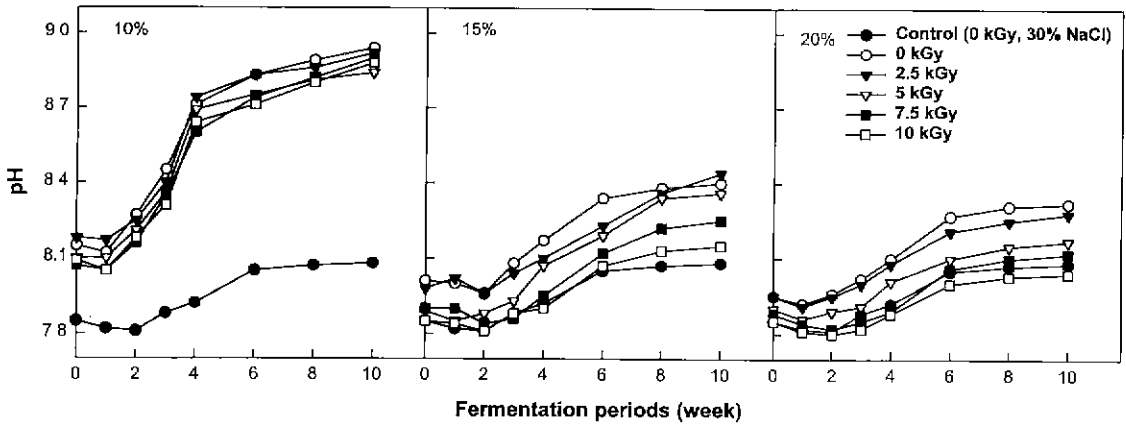


Fig. 2. Changes of pH in the gamma irradiated and salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C

는 8.88~8.92로 아주 높게 나타났다.

식염 15% 첨가 시험구의 경우, 조사직후의 pH는 7.85~7.98 정도였으며 발효 10주까지 서서히 증가하는 경향이었고 10% 식염첨가 시험구보다는 낮은 pH를 유지하였다. 특히 10 kGy의 감마선 조사는 발효 10주까지 30%의 식염을 첨가한 대조구와 비슷한 경향을 나타내었다.

식염 20% 첨가 시험구의 경우는 조사직후 pH 7.85~7.95 정도로 대조구와 비슷한 수준으로 시작하여 발효가 진행됨에 따라 완만하게 증가하는 경향으로 5 kGy 이상의 감마선 조사는 대조구와 비슷한 수준을 유지하였으며 감마선 조사선량이 증가할수록 pH의 변화가 적은 것으로 나타났다.

이와 같이 새우젓의 발효 중 다양한 pH 변화의 결과는 식염농도 및 감마선 조사선량에 따른 발효기간 중 미생물의 양상에 영향을 받았기 때문으로 사료된다.

관능적 품질의 변화

발효기간 중 새우젓의 관능적 품질의 평가 결과는 Ta-

ble 4와 같다. 감마선 조사직후 새우젓의 종합적 기호도는 모든 식염첨가 시험구에서 비조사구와 감마선 조사구 간에 유의적 차이를 나타내지 않았다 또한, 식염첨가량을 달리한 시험구간 중 10%와 15% 식염첨가 시험구는 유의적인 차이가 없었으며, 20% 식염첨가 시험구와 대조구(0 kGy, 30% 식염첨가)는 이들보다 낮은 점수를 얻었다 이러한 이유는 새우젓의 식염함량 분석결과(Table 3)에서도 알 수 있듯이 10%와 15% 식염첨가 시험구의 식염함량은 각각 8.6~9.0 및 13.6~14.0% 정도로 비교적 낮은 식염함량에서는 짠맛의 정도가 관능적 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 그러나, 20% 식염첨가 시험구의 경우 16.8~17.0%, 대조구의 경우 22.0%로 매우 높은 식염함량을 나타내 염함량이 높을수록 관능적 품질이 바람직하지 않았음을 알 수 있었다.

식염첨가량에 따른 발효기간 중 관능적 품질의 변화로서 10% 식염첨가 시험구는 전반적으로 발효 초기부터 부패로 진행되어 3주안에 부패되는 것으로 나타났으며, 10 kGy에서도 6주안에 새우젓이 부패되는 것을 알 수 있었

Table 4. Changes of general acceptance in gamma irradiated and salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C

Fermentation periods (week)	10% ¹⁾					15%					20%					30% (Control)
	0 ²⁾	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0	2.5	5	7.5	10	0
0	2.6 ^{d3)}	2.7 ^{cd}	2.5 ^d	2.7 ^{cd}	2.5 ^d	2.6 ^d	2.5 ^d	2.6 ^d	2.5 ^d	2.7 ^{cd}	2.5 ^d	2.4 ^d	2.3 ^d	2.4 ^d	2.2 ^d	2.2 ^d
1	2.5 ^d	2.1 ^{de}	2.2 ^d	2.5 ^d	2.6 ^d	2.9 ^{cd}	2.7 ^{cd}	2.9 ^{cd}	2.7 ^{cd}	2.7 ^{cd}	2.9 ^{cd}	2.8 ^d	2.8 ^{cd}	3.0 ^c	2.9 ^{cd}	1.9 ^e
2	2.0 ^{de}	1.8 ^e	2.0 ^{de}	2.3 ^d	2.4 ^d	3.1 ^c	3.2 ^c	3.0 ^c	3.3 ^{bc}	3.2 ^c	3.2 ^c	3.0 ^c	3.2 ^c	3.0 ^c	3.0 ^c	2.3 ^d
3	- ⁴⁾	-	-	1.7 ^e	2.0 ^{de}	2.9 ^{cd}	3.2 ^c	3.1 ^c	3.2 ^c	3.4 ^{bc}	3.3 ^{bc}	3.4 ^{bc}	3.6 ^b	3.1 ^c	3.2 ^c	2.5 ^d
4	-	-	-	-	1.5 ^f	3.9 ^b	3.5 ^{bc}	3.4 ^{bc}	3.4 ^{bc}	3.3 ^{bc}	3.8 ^b	3.5 ^{bc}	3.9 ^b	3.5 ^{bc}	3.1 ^c	2.7 ^{cd}
6	-	-	-	-	-	3.5 ^{bc}	3.6 ^b	3.6 ^b	3.4 ^{bc}	3.7 ^b	4.0 ^{ab}	4.0 ^{ab}	3.7 ^b	3.8 ^b	3.8 ^b	3.2 ^c
8	-	-	-	-	-	2.1 ^{de}	2.5 ^d	2.9 ^{cd}	2.9 ^{cd}	3.8 ^b	3.1 ^c	3.2 ^c	3.7 ^b	4.2 ^a	4.0 ^{ab}	3.6 ^b
10	-	-	-	-	-	-	1.3 ^f	2.2 ^d	2.4 ^d	3.6 ^b	1.9 ^e	1.8 ^e	3.8 ^b	4.0 ^{ab}	4.2 ^a	3.4 ^{bc}

¹⁾Sodium chloride concentration.

²⁾Gamma irradiation dose (unit : kGy).

³⁾Means with same letters are not significantly different (p<0.05).

⁴⁾Sensory evaluation could not be done due to spoilage.

Score: 5, excellent; 4, good; 3, acceptable; 2, unacceptable; 1, poor.

다. 즉, 10% 식염첨가 시험구는 감마선 조사에 의한 영향보다도 식염의 첨가량에 따른 영향이 큰 것으로 총균수의 결과(Fig. 1)에서도 알 수 있듯이 10%의 식염농도에서는 감마선 조사에 의해 발효 초기에 미생물의 생육 억제가 어느 정도 가능하나 일정기한이 지나면 잔존하던 미생물에 의해 빠른 속도로 부패되는 것으로 판단되었다.

식염 15% 첨가 시험구는 비조사구의 경우 4주에 최적의 관능적 품질을 나타내었으나 빠르게 부패가 진행되어 10주에는 관능검사를 할 수 없을 정도로 부패하여 15%의 저식염으로는 새우젓 제조가 부적합한 것으로 사료되었다. 그러나 감마선을 조사한 경우 부패를 어느 정도 방지할 수 있었으며 선량이 증가할수록 관능적 품질변화가 적은 것으로 나타났다. 특히 10 kGy의 감마선 조사의 경우 발효 6주부터 높은 종합적 기호도값을 나타내고 그 값을 계속 유지하는 것으로 나타나 15%의 낮은 식염 첨가라도 10 kGy의 감마선 조사를 병용처리 하면 저염의 새우젓을 제조할 수 있을 것으로 사료되었다.

식염 20% 첨가 시험구의 관능검사 결과는 조사 직후 비교적 높은 염 함량으로 낮은 기호도를 보였으나 발효가 진행됨에 따라 기호도가 서서히 증가하는 경향이였다. 식염 20% 첨가 시험구 중 2.5 kGy의 감마선 조사구에서는 발효 10주째 1.8의 낮은 종합적 기호도 수치를 나타내어 20%의 식염함량에서도 저선량의 감마선 조사는 새우젓의 부패를 가져왔다. 그러나 5 kGy 이상 감마선 조사의 경우, 발효가 진행될수록 종합적 기호도가 증가하였고, 조사선량이 증가할수록 품질 유지기한이 연장되고 관능적 품질이 적합하게 유지되어 본 실험에서 가장 좋은 시험구로 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 15%의 식염첨가와 10 kGy의 감마선 조사 및 20% 식염첨가와 5 kGy 이상의 감마선 조사를 병용처리할 경우 각종 식품 첨가제 및 식염에만 의존하던 기존 것갈에 비해 관능적 품질에 영향을 미치지 않으면서도 우수한 저염의 품질을 유지할 수 있어 저염 새우젓의 제조에 적합할 것으로 판단되었다.

요 약

식품첨가제의 사용없이 저장성과 품질이 우수한 저염의 새우젓을 개발하기 위한 방법으로 방사선 조사기술을 이용하였다. 식염농도를 각각 10%, 15%, 20%로 조절한 새우젓에 감마선을 조사한 후 15°C에서 발효시키면서 일 반성분, 염함량, 수분활성도, pH, 총균수 및 관능적 품질 변화를 조사하였다. 감마선 조사직후 및 발효기간 중 일 반성분과 식염함량 및 수분활성은 감마선 조사에 의해 영향을 받지 않았다. 새우젓의 총균수와 pH는 식염농도와 감마선 조사선량이 높을수록 변화가 적었다. 관능검사 결과, 15%의 식염 첨가와 10 kGy의 감마선 조사 및 20%의 식염첨가와 5 kGy 이상의 감마선 조사를 병용처리한 새

우젓을 발효시킨 경우 비조사구에 비해 적절한 미생물의 생육 억제로 저장기간 연장 효과를 보였고, 발효 10주까지도 관능적 품질이 적합하게 유지되었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

- 1 Kim, Y.M. : Processing technique and quality control of fermented seafood. *Bull. Food Technol.*, **9**, 65-86 (1996)
2. van Veen, A.G. : *Fish as food*. Academic Press, London, Vol. 3, p.277 (1965)
- 3 Kang, H.L., Kang, T.J., Kim H.J. and Choi, O.S. : Improvement of processing condition for keeping quality of fermented shrimp. *Bull. Mar. Sci., Yosul Nat'l Fish Univ.*, **3**, 97-104 (1994)
4. Ministry of Agriculture and Forestry ' Technology development on low-salted and fermented seafoods and hygienic packaging. Ministry of Agriculture and Forestry Final Report, G1228-0889 (1997)
- 5 US . Senate select committee on nutrition and human needs. In *Dietary Goals for the United States*. 2nd ed., Washington, D.C. (1977)
- 6 USDA & USDHHS : *Nutrition and your health: Dietary guideline for Americans*. 2nd ed., Home and Garden Bull. No 232, Washington, D.C. (1985)
7. Bac, T.J, Kang, H.L., Kang, T.J., Kim, H.J. and Choi, O. S. : Changes of chemical components and fatty acid compositions of fermented shrimp. *Bull. Mar. Sci., Yosul Nat'l Fish Univ.*, **3**, 105-111 (1994)
8. Uno, T. : Studies on the fermental fishery product-III. Effect of maltitol on the shelf-life of "ika-shiokara". *Monthly report of Hokkaido fisheries experimental station*, **31**, 22-23 (1974)
9. Uno, T. : Studies on the fermental fishery product-V Effect of lactic acid on the quality of "ika-shiokara". *Monthly report of Hokkaido fisheries experimental station*, **31**, 23-27 (1974)
10. Uno, T. : Studies on the fermental fishery product-VII. Effect of glycerin and xylose on the shelf-life of "ika-shiokara" *Monthly report of Hokkaido fisheries experimental station*. **33**, 19-25 (1976)
- 11 Lee, E.H., Ahn, C.B., Oh, K.S., Lee, T.H., Cha, Y.J and Lee, K.W. : Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 9. Processing conditions of low salt fermented small shrimp and its flavor components. *Bull. Kor. Fish Soc.*, **19**, 459-468 (1986)
- 12 Kim, Y.M., Lee, W.J., Jeong, Y.M., Hur, S.H. and Chio, S.H. Processing conditions of low-salt fermented squid and its flavor components-2 Effects of temperature, salinity and pH on the growth of bacteria from isolated low salt fermented squid. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, **24**, 631-636 (1995)
- 13 Jo, J.H., Oh, S.W., Kim, Y.M. and Chung, D.H. . Conditions of water activity of raw material and adding level of papain and glucose for processing fermented squid with low salt concentrations *Kor. J. Food Sci. Technol.*,

- 30, 62-68 (1998)
- 14 WHO : Wholesomeness of irradiated food. Report of joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Technical Report Series-659, p 34 (1981)
 15. Byun, M.W., Lee, K.H., Kim, D.H., Kim, J.H., Yook, H.S and Ahn, H.J . Effects of gamma irradiation on sensory qualities, microbiological and chemical properties of salted and fermented squid. *J. Food Prot.* **63**, in press (2000)
 16. Lee, K.H., Kim, J.H., Lee, J.W., Lee, E.M., Kim Y.J and Byun, M.W.. Effects of gamma irradiation on taste compounds in processing of low salted and fermented squid. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 1051-1057 (1999)
 - 17 Lee, K.H., Kim, J.H., Ahn, H.J., Cha, B.S and Byun, M. W : Effects of gamma irradiation on microbiological and sensory qualities in processing of low salted and fermented squid. *Kor. J. Food Sci Technol.*, **31**, 1050-1056 (1999)
 - 18 AOAC . *Official Methods of Analysis* 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1984)
 19. Chae, S.K : Analysis of sodium chloride In *Standard food analysis*. Ji-Gu Publishing Co., Seoul, Korea, p.460-461 (1997)
 20. Kim, Y.M., Kang, M.C and Hong, J.H : Quality evaluation of low-salt fermented seafoods. *J. Kor. Fish Soc.*, **28**, 301-306 (1995)
 21. SAS : *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990)

(2000년 3월 8일 접수)