

멸치액젓의 위생적 품질향상을 위한 감마선 조사기술 이용

김재현 · 안현주* · 김정옥** · 류기형 · 육홍선* · 이영남*** · 변명우*†

공주대학교 식품공학파, *한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학연구팀
세종대학교 가정학과, *경희대학교 급식산업학과

Sanitation and Quality Improvement of Salted and Fermented Anchovy Sauce by Gamma Irradiation

Jae-Hyun Kim, Hyun-Joo Ahn*, Jung-Ok Kim**, Gi-Hyung Ryu,
Hong-Sun Yook*, Young-Nam Lee*** and Myung-Woo Byun*†

Dept. of Food Science and Technology, Kongju Nat'l University, Yeasan 340-800, Korea
*Team for Radiation Food Science & Biotechnology,
Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-353, Korea
**Dept. of Home Economics, King Sejong University, Seoul 143-747, Korea
***Dept. of Institutional Food Service, Kyunghee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

Gamma irradiation was used to improve sanitation and quality of salted and fermented anchovy sauce. For commercial production, comparison with currently using sterilization methods, such as micro-filtration and heat treatment were also conducted. Control was prepared without irradiation and sterilization process. Microbiological, physiochemical, and sensory qualities were analyzed to observe the quality changes during the storage. Irradiation at 5 kGy or above and microfiltration process completely eliminated microorganisms detected in this study. As irradiation dose increased, the color appeared brighter and irradiation at 5 kGy or above showed similar color L-value to that of sample treated with microfiltration. The color L, a, b-value of heat-treated sample always showed lower. The pH, salinity, and viscosity were sustained during storage. From the results of sensory evaluation, the samples treated with gamma irradiation and microfiltration obtained better scores than control or heat-sterilized. Gamma irradiation to salted and fermented anchovy sauce presented the best quality products among different sterilizing methods, especially at 5 kGy dose. Therefore, gamma irradiation can be successfully applied to commercial large scale production as a new sanitation technology with improved quality.

Key words: gamma irradiation, salted and fermented anchovy sauce, sanitation, quality

서 론

멸치액젓은 김치를 비롯한 여러 식품의 조미재료로 다양하게 이용되고 있는 우리나라의 전통 수산발효식품으로 김치산업의 성장과 더불어 육젓을 대체하여 점차 그 소비량이 증가하고 있으며 생산 형태도 과거의 재래적 소규모 생산에서 산업화된 대량생산체제로 전환되고 있는 추세이다(1,2). 액젓은 유통 중의 변질을 방지하고 저장성을 연장하기 위해서 위생화 공정으로 여과 또는 가열살균 등을 거친 후 필요에 따라 캐러멜이나 간장 등으로 색택을 조정하여 일정용기에 담아 포장한 후 시중에 판매되고 있다(3). 그러나 기존의 위생화 방법으로서 사용되어온 여과 및 열처리 공정 등에서는 각종 영양성

분의 파괴, 냄새 및 색 등과 같은 품질변화를 가져오며, 제품의 수율이 낮고, 살균처리 후 재포장하는 과정에서 2차 오염이 발생할 수 있는 등 공정상의 어려움이 있다. 지금까지 액젓에 관한 연구로는 화학성분, 저장 중 미생물의 변화 및 숙성 가공 방법 등이 연구되어 있으나 전반적인 연구들이 미흡한 실정이며(4-10), 또한 액젓의 위생적 유통기술 개발이 요구되고 있다. 현재 비가열 식품 살균법으로는 전자기 조사, 전자파 조사, 광펄스, 초고압, CO₂ 처리, 양이온 고분자 물질의 첨가, 항균제, 항균성 효소의 이용 등(11)이 제안되고 있으며, 최근에는 방사선 조사기술이 새로운 식품 위생화 및 가공법으로 관심을 모으고 있다. 방사선 조사는 투과력이 강하여 제품을 완포장한 상태로 연속처리가 가능하며 온도 상승에 따른

† To whom all correspondence should be addressed

식품성분 파괴를 최소화하며 유해성분의 생성이나 잔류성분이 남지 않는 장점이 있어(12), 액젓의 위생화 공정으로 2차 오염의 방지 및 대규모 연속처리로 경제성을 향상시킬 수 있는 새롭고 안전한 위생화 공정으로서 응용할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 방사선 조사기술을 이용하여 기존에 가장 많이 사용되고 있는 액젓의 위생화 공정인 정밀여과 및 가열살균 방법과 비교하여, 저장성과 향미 특성이 우수한 멸치액젓의 위생화 방법을 제안하고, 이에 따른 미생물학적, 이화학적 및 관능적 품질특성의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

멸치액젓의 제조

멸치액젓은 1999년도 추자도산 멸치(*Engraulis japonica*)를 구입하여 3% 식염수로 깨끗이 세척하였다. 세척이 끝난 멸치는 중량의 약 30%에 상당하는 소금을 가하여 고루 혼합한 후 숙성 발효용기에 담아 넣고, 어체가 보이지 않을 정도로 소금을 충분히 도포하였으며 비닐로 표면을 덮어 가급적 공기의 유입이 없도록 한 후 뚜껑을 덮었다. 제조 2일 후에 표면을 일정한 하중으로 눌러 염지 유출액에 멸치가 잠기도록 하였으며, 제조된 시료는 약 15°C에서 6개월간 저장하면서 숙성 및 발효를 시킨 후, 배포로 착즙하여 멸치액젓 원액으로 사용하였다.

멸치액젓의 처리방법

멸치액젓의 원액을 방사선 조사, 정밀여과 및 가열살균 공정으로 각각 나누어 처리하였으며, 대조구로는 가공처리하지 않은 멸치액젓 원액을 사용하였다.

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.

정밀여과는 pore size 0.1 µm, 막면적 945 cm² 및 hollow fiber membrane형의 tangential separation module(Mini-kros, Spectrum Laboratories Inc., Rancho Dominguez, CA, USA)을 이용하였다.

가열살균은 고온단시간살균법으로 항온수조(Thermominder EX, Taitec Co. Inc., Tokyo, Japan)내의 멸치액젓의 중심온도가 75°C가 되었을 때 15초간 살균하였다. 각 시험구는 대조구와 함께 15°C에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

미생물 검사

멸치액젓을 멸균 펌프수로 10배수로 연속 희석한 다음

선택배지에 pour plating 방법으로 접종하고 37°C에서 3일간 배양한 후 생성된 미생물의 집락을 계수하여 시험구 1 mL당 미생물 수(colony forming unit, CFU)로 나타냈다. 이 때, 각 미생물군은 Byun 등(13)의 방법을 약간 수정하여 3% NaCl을 함유한 plate count agar(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에서 검출된 것을 일반 호기성세균으로, chapman agar(Merck, Darmstadt, Germany)에서 분리된 것을 *Staphylococcus* sp.로, azide dextrose agar(Difco)에서 분리된 것을 *Streptococcus* sp.로, enterococcus agar(Difco)에서 분리된 것을 *Enterococcus* sp.로 구분하였다.

일반성분, pH 및 염도

멸치액젓의 일반성분은 상법(14)에 따라 수분, 단백질, 지방 및 회분을 정량하였고, pH는 각 시험구를 pH meter(Orion 520A, Orion Research Inc., Boston MA, USA)로 측정하였다. 염도는 Mohr법(15)으로 염소량을 측정 후 NaCl량으로 환산하였다.

색도 및 탁도 측정

저장 기간 동안 멸치액젓의 색도는 Color/color difference meter(model 1001DP, Nippon Denshoku Kogyo Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 Hunter's color value의 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 나타내었으며, 탁도는 각 시험구를 증류수로 20배 희석하여 spectrophotometer(UV-1601PC, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)로 340 nm에서 측정하였다. 각 측정은 10회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

점도 측정

저장 기간 동안 멸치액젓의 점도는 시험구 16 mL를 Viscometer(Viscometers & Rheometers model DV-III, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Stoughton, MA, USA)를 이용하여 ULA40Y jacket에 넣고, ULA spindle을 이용하여 spindle speed를 250 rpm으로 고정 한 후 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 Kim 등(16)의 방법에 따라 멸치액젓의 맛, 향, 색 및 종합적 기호도에 대하여 식별능력이 우수한 10명을 대상으로 5점 척도법을 사용하여 저장 0, 6 및 12주에 실시하였다. 멸치액젓에 대한 품질평가는 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 및 종합적 기호도(overall acceptance)로 나타내었으며, 관능검사 결과는 Statistical analysis system(version 5 edition)(17)과 Duncan's multiple range test를 사용하여 5%에서의 유의차 검정을 하였다.

결과 및 고찰

미생물학적 변화

멸치액젓의 각 시험구별 일반 호기성 세균, *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. 및 *Enterococcus* sp.의 분포는 Table 1 및 2와 같다. 저장 기간 중 5, 7.5 및 10 kGy의 감마선 조사구와 정밀여과 시험구는 일반 호기성 세균, *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. 및 *Enterococcus* sp.가 검출되지 않아, 미생물을 효과적으로 제어할 수 있는 방법인 것으로 나타났다.

일반 호기성 세균은 저장 초기 대조구가 1.1×10^4 CFU/mL로 나타난 것에 비해 감마선 조사, 정밀여과 및 가열살균 처리한 시험구에서는 검출되지 않았다. 또한 대조구는 저장 기간 동안 꾸준히 증가하여 저장 12주째에는 8.8×10^4 CFU/mL로 나타났으며, 2.5 kGy 감마선 조사구 및 가열살균 시험구의 경우 저장 4~12주차까지 10^2 수준으로 검출되었다.

Staphylococcus sp.의 경우 대조구는 10^4 수준을 유지하면서 저장 12주에는 1.2×10^5 CFU/mL로 증가하였고, 2.5 kGy 감마선 조사구의 경우에는 저장 기간 중 10^2 수준

으로 대조구에 비해 2~3 log cycle 낮게 나타났으며, 가열살균 시험구는 10^3 수준을 보였다. 그러나 5 kGy이상의 감마선 조사구 및 정밀여과 시험구는 전혀 검출되지 않아 위생적으로 안전한 것으로 사료되었다. 또한 호기성 세균에 비해 많이 검출된 것은 *Staphylococcus* sp.가 내염성 세균으로써 실험에 사용된 3% NaCl을 첨가한 선택배지 조건에서 더 많이 검출된 것으로 생각되었다.

Streptococcus sp.는 대조구에서 저장 기간 동안 10^4 수준으로 검출되었으며, 2.5 kGy 감마선 조사구는 10^2 수준으로 대조구에 비해 약 2 log cycle 낮게 나타났다. 반면 5 kGy이상 감마선 조사구, 정밀여과 및 가열살균 시험구에서는 저장 기간 동안 검출되지 않았다.

Enterococcus sp.의 경우는 대조구에서만 저장 기간 중 $10^3 \sim 10^4$ 수준으로 나타났으며, 그 외의 모든 시험구에서 검출되지 않았다.

전보(18)에 의하면 현재 유통되고 있는 시판 멸치액젓 중에는 *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. 및 *Enterococcus* sp. 등이 존재하며, 이들 미생물군 중에는 일부 병원성인 경우도 있어 장기간 유통시 위생상의 문제점을 나타낼 수 있다고 지적한 바 있다. 따라서 5 kGy이상의

Table 1. Changes in the growth of aerobic bacteria and *Staphylococcus* sp. of salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C (unit: CFU/mL)

Storage period (week)	Sample													
	0 kGy ¹⁾		2.5 kGy		5 kGy		7.5 kGy		10 kGy		MF ¹⁾		HTST ¹⁾	
	Aerobic bacteria	<i>Staph</i> sp.	Aerobic bacteria	<i>Staph</i> sp.	Aerobic bacteria	<i>Staph</i> sp.	Aerobic bacteria	<i>Staph</i> sp.	Aerobic bacteria	<i>Staph</i> sp.	Aerobic bacteria	<i>Staph</i> sp.	Aerobic bacteria	<i>Staph</i> sp.
0	1.1×10^4	1.5×10^4	- ²⁾	3.5×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7×10^3
2	1.2×10^4	1.0×10^4	-	3.8×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6×10^3
4	1.8×10^4	1.1×10^4	1.1×10^2	5.5×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0×10^2	2.3×10^3
6	2.7×10^4	7.8×10^4	1.1×10^2	6.4×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5×10^2	2.1×10^3
8	2.9×10^4	5.6×10^4	1.1×10^2	4.5×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3×10^2	1.6×10^3
10	6.9×10^4	8.0×10^4	3.0×10^2	2.9×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1×10^2	1.8×10^3
12	8.8×10^4	1.2×10^5	4.1×10^2	4.2×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0×10^2	2.9×10^3

¹⁾Gamma irradiation dose, MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization.

²⁾-: Not detected ($<10^2$).

Table 2. Changes in the growth of *Streptococcus* sp. and *Enterococcus* sp. of salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C (unit: CFU/mL)

Storage period (week)	Sample													
	0 kGy ¹⁾		2.5 kGy		5 kGy		7.5 kGy		10 kGy		MF ¹⁾		HTST ¹⁾	
	<i>Strep.</i> sp.	<i>Enter.</i> sp.	<i>Strep.</i> sp.	<i>Enter.</i> sp.	<i>Strep.</i> sp.	<i>Enter.</i> sp.	<i>Strep.</i> sp.	<i>Enter.</i> sp.	<i>Strep.</i> sp.	<i>Enter.</i> sp.	<i>Strep.</i> sp.	<i>Enter.</i> sp.	<i>Strep.</i> sp.	<i>Enter.</i> sp.
0	1.5×10^4	1.4×10^3	3.0×10^2	- ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.4×10^4	7.0×10^3	1.4×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1.2×10^4	5.0×10^3	1.3×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	9.8×10^3	3.6×10^3	1.6×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.3×10^3	5.2×10^3	1.8×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	9.0×10^3	8.8×10^3	1.5×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2.1×10^4	1.3×10^4	1.2×10^2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾Gamma irradiation dose, MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization.

²⁾-: Not detected ($<10^2$).

감마선 조사를 적용할 때 멸치액젓 중의 일반 호기성 미생물 및 병원성 미생물을 기존의 가열살균법보다 효과적으로 제어할 수 있어 멸치액젓의 유통시 저장성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

일반성분, pH 및 식염농도의 변화

멸치액젓의 각 시험구별 일반성분은 Table 3과 같다. 수분함량은 65.7~66.0%, 단백질은 6.2~6.5% 함유되어 있었으며, 회분함량은 26.7~27.0%로 나타났으며, 대조구 및 처리구간의 차이를 보이지 않아 멸치액젓의 일반성분은 감마선 조사, 정밀여과 및 가열살균 등과 같은 처리공정에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

저장 기간에 따른 멸치액젓의 pH 변화는 Table 4와 같으며, 각 시험구의 저장 초기 pH는 5.84~5.89로 큰 차이를 보이지 않았다. 대조구의 경우 저장 초기의 pH는 5.85를 나타내었으며, 저장 12주에는 6.03으로 저장 기간 동안 약간 증가하는 경향을 보였다. 저장 기간 중 멸치액젓의 pH증가는 미생물 증식에 의한 영향으로 사료되며, 감마선 조사, 정밀여과 및 가열살균 처리한 시험구의 경우 저장 기간 중 초기 pH수준으로부터 큰 변화가 없어 감마선 조사가 멸치액젓의 pH에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

멸치액젓 각 시험구의 초기 식염농도는 24.25~26.25%이었으며, 저장 기간에 따라 변화를 나타내지 않았다. 또한 멸치액젓의 식염농도는 살균처리방법에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

색도 및 탁도의 변화

저장 기간에 따른 멸치액젓의 각 시험구별 색도의 변화는 Fig. 1과 같다. 명도의 경우 감마선 조사 직후 조사

선량이 증가함에 따라 그 값이 증가하는 경향을 보였는데, 대조구는 4.83의 값을 나타내었고, 감마선 조사구는 6.68~8.36의 범위의 값을 보였다. 정밀여과 시험구는 여과에 의한 청징 효과로 인해 초기의 명도가 8.95로 높게 나타나, 10 kGy 감마선 조사구와 비슷한 수준을 보였다. 반면 가열살균 시험구의 경우 명도가 3.92로 가장 낮아 가열처리에 의해 색택이 저하됨을 알 수 있었다. 저장 기간 동안 명도는 감소하는 경향을 보였는데, 저장 12주째의 대조구의 명도는 2.96, 감마선 조사구 및 정밀여과한 시험구의 명도는 3.05~3.40으로 꾸준히 감소하였다. 또한 가열살균 처리구의 경우는 가열에 의한 색의 변화로 인해 전체 저장 기간 동안 가장 낮은 값을 나타내었다.

적색도의 경우 저장 초기에 대조구, 감마선 조사구 및 정밀여과 시험구는 12.09~14.01의 범위로 비슷한 수준을 보여 감마선 조사와 정밀여과에 의해 적색도는 크게 변화하지 않는 것으로 나타났으나, 가열살균 시험구는 10.11로 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 기간 중 모든 시험구의 적색도는 낮아지는 경향을 보였는데, 가열살균 시험구의 경우 저장 12주째에 5.85로 가장 낮게 나타나는 시험구와의 차이를 보였다.

황색도의 경우 저장 초기 감마선 조사구는 각 선량별로 4.67~5.85로 선량이 증가할수록 높아졌으며, 모든 시험구 중 가장 높은 값을 나타내었고, 저장 기간 동안 모든 시험구에서 황색도가 감소하였다.

저장 기간에 따른 멸치액젓의 각 시험구별 탁도변화는 Table 5와 같다. 저장 초기에 감마선 조사구의 탁도는 0.528~0.539로 선량에 따른 큰 차이를 보이지 않았고, 정밀여과 시험구의 경우에는 0.451로 가장 낮게 나타났다. 반면에 가열살균 시험구의 탁도는 0.584로 모든 시험구 중 가장 높은 값을 보여, 가열공정이 외관적 품질변화

Table 3. Proximate composition in salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C (unit: %)

Proximate composition	Sample						
	0 kGy ¹⁾	2.5 kGy	5 kGy	7.5 kGy	10 kGy	MF ¹⁾	HTST ¹⁾
Moisture	66.1	66.0	65.7	65.9	66.0	65.9	66.0
Protein	6.3	6.5	6.5	6.4	6.3	6.2	6.4
Lipid	0	0	0	0	0	0	0
Ash	27.0	26.9	26.8	27.0	26.9	26.7	26.7

¹⁾Gamma irradiation dose, MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization.

Table 4. Changes in pH of salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C

Storage period (week)	Sample						
	0 kGy ¹⁾	2.5 kGy	5 kGy	7.5 kGy	10 kGy	MF ¹⁾	HTST ¹⁾
0	5.85	5.84	5.86	5.87	5.89	5.88	5.89
2	5.88	5.90	5.95	6.00	5.99	5.95	5.95
4	5.96	5.93	5.95	5.95	5.97	5.95	5.96
6	5.96	5.98	5.90	5.91	5.92	5.95	5.92
8	5.97	5.90	5.91	5.91	5.91	5.93	5.91
10	5.99	5.90	5.91	5.92	5.92	5.93	5.92
12	6.03	5.95	5.95	5.95	5.94	5.97	5.96

¹⁾Gamma irradiation dose, MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization.

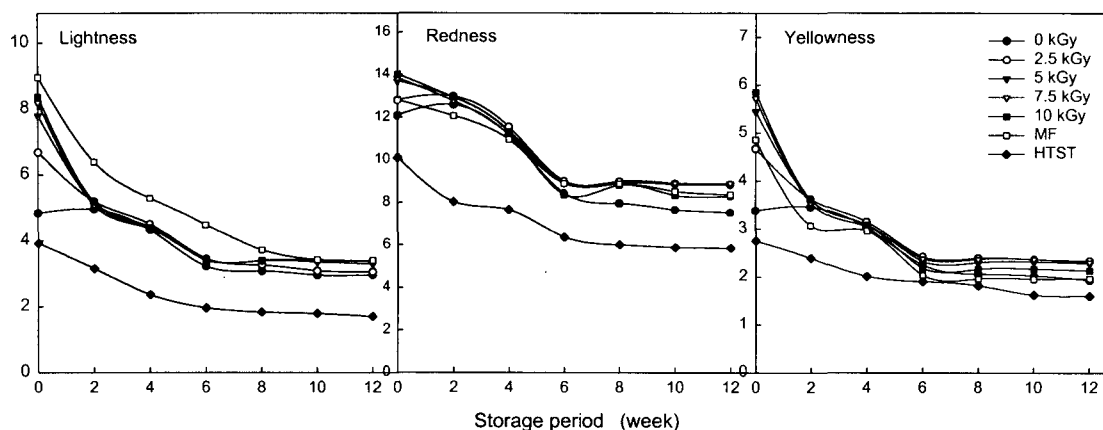


Fig. 1. Changes in Hunter's value of salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C. MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization

Table 5. Changes in turbidity of salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C (Absorbance at 340 nm)

Storage period (week)	Sample						
	0 kGy ¹⁾	2.5 kGy	5 kGy	7.5 kGy	10 kGy	MF ¹⁾	HTST ¹⁾
0	0.532	0.528	0.529	0.533	0.539	0.451	0.584
2	0.564	0.555	0.554	0.568	0.562	0.471	0.596
4	0.557	0.548	0.556	0.558	0.566	0.471	0.600
6	0.564	0.552	0.577	0.538	0.539	0.490	0.600
8	0.584	0.575	0.585	0.580	0.581	0.530	0.611
10	0.599	0.583	0.586	0.584	0.583	0.541	0.638
12	0.611	0.590	0.590	0.589	0.588	0.553	0.658

¹⁾Gamma irradiation dose, MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization.

에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 저장 12주째에 대조구, 감마선 조사구, 정밀여과 시험구 및 가열살균 시험구는 각각 0.611, 0.588~0.590, 0.553 및 0.658로 탁도가 증가하였는데, 이는 위의 색도 변화와 유사한 경향을 나타내었다.

이상의 결과에서 멸치액젓의 감마선 조사시 색도개선 효과가 있는 것으로 나타나, 기존의 정밀여과방법이 갖는 시설장비 및 비용 등의 문제점을 해결할 수 있을 것으로 사료되었다. 그러나 저장 기간이 경과함에 따라 모든 시험구 및 대조구의 색이 점차적으로 어두워지는 경향을

보였는데, Lee 등(19)에 의하면 액젓류 및 간장은 저장 중 maillard 반응으로 melanoidine이 생성되어 점차 색택이 어두워진다고 보고한 바 있다. 따라서 멸치액젓의 저장 기간 중 수반되는 색도 저하를 방지할 수 있는 기술 개발이 시급히 요구된다.

점도의 변화

저장 기간에 따른 멸치액젓 각 시험구의 점도 변화는 Table 6과 같다. 저장 초기에는 정밀여과 시험구를 제외한 대조구 및 감마선 조사구와 가열살균 시험구가 4.12~

Table 6. Changes in viscosity of salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C (unit: cP)

Storage period (week)	Sample						
	0 kGy ¹⁾	2.5 kGy	5 kGy	7.5 kGy	10 kGy	MF ¹⁾	HTST ¹⁾
0	4.12	4.14	4.14	4.14	4.16	3.92	4.15
2	4.14	4.15	4.14	4.16	4.17	3.91	4.16
4	4.14	4.15	4.15	4.15	4.16	3.92	4.18
6	4.23	4.15	4.14	4.15	4.16	3.93	4.19
8	4.25	4.16	4.15	4.16	4.15	3.91	4.18
10	4.29	4.18	4.15	4.16	4.17	3.92	4.19
12	4.34	4.19	4.15	4.16	4.17	3.93	4.20

¹⁾Gamma irradiation dose, MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization.

4.16 cP 범위의 점도를 나타내었다. 정밀여과 시험구의 경우 막의 pore size보다 큰 물질은 여과되지 않기 때문에 밀도가 낮아지므로 상대적으로 점도가 낮은 것으로 판단되었다. 저장 6주째부터 대조구의 점도는 4.23 cP로 증가하여, 12주째에는 4.34 cP까지 증가하였다. 감마선 조사구의 경우 선량에 관계없이 저장 기간 중 기존의 정밀여과 및 가열살균 시험구와 마찬가지로 점도의 변화가 일어나지 않는 것으로 나타나 물성학적인 품질이 안정하게 유지되는 것으로 나타났다.

관능적 품질의 변화

저장 기간에 따른 멸치액젓 각 시험구의 관능적 품질 변화는 Table 7과 같다. 색(color)의 경우 유의적 차이를 보였는데 저장 초기에 5 kGy 조사구 및 정밀여과 시험구를 가장 선호하는 것으로 나타났다. 또한 다른 감마선 조사구들도 대조구에 비해 유의적으로 높아 관능적 외관이 우수한 것으로 나타났고, 가열살균 시험구의 경우 가장 낮은 점수를 보였다. 저장 6주째에도 5 kGy 감마선 조사구 및 정밀여과 시험구의 점수가 높게 나타났으며, 저장 12주째까지 비슷한 경향을 나타내었다. 일반적으로 정밀여과한 멸치액젓의 경우 청징 효과에 의한 영향으로 소비자들에게 선호되는데, 감마선 조사에 의한 액젓의 살균시 색택 개선 효과로 인하여 관능적으로 우수한 색을 나타내는 것으로 사료되었다.

향(flavor)의 경우 저장 초기에는 2.5 및 5 kGy 감마선 조사구가 대조구 및 정밀여과 시험구와 함께 유의적으로 높은 점수를 나타내었다. 저장 6주 및 12주째에도 감마선 조사구 및 정밀여과 시험구가 유의적으로 높은 점수를 보인 반면에, 가열살균 시험구 경우는 저장 기간 동안 가장 선호도가 낮은 것으로 나타났다. 감마선 조사구의 경우 대조구 및 가열살균 시험구보다 액젓 특유의 비린 냄새가 감소되어 감마선 조사가 풍미향상에도 기여하는

것으로 사료되었다.

맛(taste)의 경우 저장 초기 2.5 kGy 감마선 조사구가 유의적으로 가장 높은 점수를 보였으며, 가열살균 시험구는 맛의 관능적 품질에서도 선호도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 저장 6주째에서도 이와 같은 경향을 보였으며, 저장 12주째에는 5 kGy 감마선 조사구가 가장 우수한 것으로 나타났다.

종합적 기호도(overall acceptance)의 경우 저장 초기 2.5 kGy 감마선 조사구가 유의적으로 가장 높게 나타났다. 가열살균 시험구의 경우 다른 관능적 평가항목들의 결과와 같은 경향으로 가장 낮은 점수를 나타내었다. 저장 6주째에도 2.5, 5 kGy 감마선 조사구 및 정밀여과 시험구가 유의적으로 높은 점수를 보였으며, 저장 12주째에도 2.5 및 5 kGy 감마선 조사구가 선호되는 것으로 나타났다.

멸치액젓의 감마선 조사시 관능적으로 선호되는 것으로 나타났고 저장 기간 동안에도 그 품질이 유지되는 것으로 나타났다. 따라서 5 kGy 감마선 조사는 멸치액젓의 관능적 품질을 향상시켜 우수한 품질을 나타내는 것으로 사료되었다.

요 약

멸치액젓의 새로운 위생화 방법으로 감마선 조사기술을 이용하였고, 산업적 생산에 응용하고자 기존의 가열살균 및 정밀여과방법과 비교하여 미생물학적, 이화학적 및 관능적 품질변화를 조사하였다. 감마선을 조사한 멸치액젓은 미생물 제어에 효과적인 것으로 나타났으며 조사선량이 증가함에 따라 색이 밝아지는 등 외관적으로 긍정적인 효과를 보였다. 또한 저장 기간 중 pH, 염도 및 점도 등의 변화 없이 품질이 유지되었고, 색, 향, 맛 및 종합적 기호도 등 관능적 측면에서도 대조구와 가열

Table 7. Changes in sensory evaluation of salted and fermented anchovy sauce during storage at 15°C

Storage period (week)	Sensory parameter	Sample						
		0 ¹⁾	2.5	5	7.5	10	MF ¹⁾	HTST ¹⁾
0	Color	3.00 ^{b2)}	3.33 ^{ab}	3.83 ^a	3.50 ^a	3.33 ^{ab}	3.80 ^a	2.17 ^c
	Flavor	3.33 ^a	3.67 ^a	3.33 ^a	3.17 ^{ab}	3.00 ^b	3.75 ^a	3.17 ^{ab}
	Taste	3.65 ^{ab}	4.00 ^a	3.75 ^a	3.75 ^a	3.50 ^{ab}	3.65 ^a	2.50 ^b
	Overall acceptance	3.25 ^b	4.00 ^a	3.75 ^a	3.25 ^b	3.50 ^{ab}	3.75 ^a	1.75 ^c
6	Color	2.95 ^b	3.40 ^{ab}	3.75 ^a	3.52 ^{ab}	3.28 ^{ab}	3.82 ^a	1.93 ^c
	Flavor	3.15 ^{ab}	3.56 ^a	3.42 ^a	3.43 ^a	3.11 ^{ab}	3.63 ^a	3.02 ^b
	Taste	3.32 ^{ab}	3.75 ^a	3.68 ^a	3.66 ^a	3.50 ^a	3.72 ^a	2.50 ^b
	Overall acceptance	3.00 ^b	3.82 ^a	3.77 ^a	3.20 ^{ab}	3.33 ^{ab}	3.72 ^a	1.66 ^c
12	Color	3.00 ^b	3.25 ^{ab}	3.62 ^a	3.43 ^{ab}	3.25 ^{ab}	3.67 ^a	1.72 ^c
	Flavor	2.95 ^b	3.54 ^a	3.45 ^a	3.26 ^a	3.20 ^a	3.54 ^a	2.86 ^b
	Taste	3.30 ^b	3.60 ^{ab}	3.72 ^a	3.47 ^b	3.50 ^{ab}	3.46 ^b	2.36 ^c
	Overall acceptance	3.04 ^b	3.55 ^a	3.75 ^a	3.40 ^{ab}	3.25 ^b	3.50 ^{ab}	1.23 ^c

¹⁾Gamma irradiation dose, MF: Microfiltration, HTST: High temperature short time sterilization.

²⁾Mean value of scores followed by different alphabet in same row means significantly different at p<0.05.

살균 시험구에 비해 높은 선호도를 나타내어 정밀여과 시험구와 마찬가지로 우수한 품질을 나타내었다. 감마선 조사구 중 5 kGy의 선량을 적용할 때 미생물학적 및 관능적 품질이 가장 적합한 것으로 나타났다. 따라서 멸치액젓에 감마선을 조사함으로써 가열살균 및 정밀여과 방법과 비교할 때 품질의 변화 없이 우수한 멸치액젓을 생산할 수 있었으며, 산업적 대규모 생산에 새로운 위생화 기술로서 이용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

감사의 글

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

문헌

- Lee, E.M. : Clarification and storage characteristics of fermented sandlance using by ultrafiltration. *M.S. thesis*, Chungnam National Univ., Daejeon, Korea, p.1-3 (1998)
- Kim, Y.M. : Processing technique and quality control of fermented seafood. *Bull. Food Technol.*, **9**, 65-86 (1996)
- Park, Y.H., Chang, D.S. and Kim, S.T. : *Seafood processing*. 2nd ed., Hyung Seol Publisher, Seoul, Korea, p.771-788 (1997)
- Fuji, T. and Sakai, H. : Chemical and microbiological analysis of putrid fish sauce *Shotttsuru*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50**, 1067-1070 (1984)
- Fuji, T. and Sakai, H. : Chemical composition and microflora of fish sauce *Shotttsuru*. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **50**, 1061-1066 (1984)
- Fuji, T. and Sakai, H. : Effect of pH and temperature on spoilage of fish sauce *Shotttsuru*. *Bull. Tokai Reg. Lab.*, **119**, 9-13 (1986)
- Fuji, T., Nikkuni, S. and Iida, H. : Chemical composition and putrescible potential of commercial *Shotttsuru*, Japanese fish sauce. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **39**, 702-706 (1992)
- Oh, K.S. : The comparison and index components in quality of salted-fermented anchovy sauces. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 487-494 (1995)
- Oh, K.S. : Studies on the processings of sterilized salted-fermented anchovy sauces. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1038-1044 (1996)
- Park, C.K. : Extractive nitrogenous constituents of anchovy sauce and their quality standardization. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 471-477 (1995)
- Mertens, B. and Knorr, D. : Developments of nonthermal processes on food safety and quality. *Food Technol.*, **46**, 124-133 (1992)
- WHO : Wholesomeness of irradiated food. Report of joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Technical Report Series-659, p.34 (1981)
- Byun, M.W., Lee, K.H., Kim, D.H., Kim, J.H., Yook, H.S. and Ahn, H.J. : Effects of gamma radiation on sensory qualities, microbiological and chemical properties of salted and fermented squid. *J. Food Protection*, **63**, 934-939 (2000)
- AOAC : *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA (1984)
- Chae, S.K. : Analysis of sodium chloride. In *Standard food analysis*. Ji-Gu Publishing Co., Seoul, p.460-461 Korea (1997)
- 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)
- SAS : *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, USA (1990)
- Kim, J.H., Ryu, K.H., Ahn, H.J., Lee, K.H., Lee, H.J. and Byun, M.W. : Quality evaluation of commercial salted and fermented anchovy sauce. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**, 837-842 (2000)
- Lee, Y.S., Homma, S. and Aida, K. : Characterization of melanoidin in soy sauce and fish sauce by electrofocusing and high performance gel permeation chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34**, 313-319 (1997)

(2000년 8월 26일 접수)