감마선 조사 오징어 순대의 상온저장성 및 품질

정다현 · 김꽃봉우리 · 김동현 · 선우찬 · 정슬아 · 김현지 · 정희예 · 김재훈¹ · 이주운¹ · 도상룡² · 변명우³ · 안동현*부경대학교 식품공학과/식품연구소, ¹한국원자력연구원 첨단방사선연구소, ²바다식품, ³우송대학교 외식조리영양학부Shelf-Life and Quality of Gamma Irradiated Squid *Sundae*
(a Traditional Korean Sausage)Da-Hyun Jeong, Koth-Bong-Woo-Ri Kim, Dong-Hyun Kim, Chan Sunwoo, Seul-A Jung,
Hyun-Jee Kim, Hee-Ye Jeong, Jae-Hun Kim¹, Ju-Woon Lee¹, Sang-Ryong Do²,
Myoung-Woo Byun³ and Dong-Hyun Ahn*

Department of Food Science & Technology/Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea,

¹Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongseup 580-185, Korea,²Sea Food, Busan 604-845, Korea,³Department of Culinary Nutrition, Woosong University, Daejeon 300-718, Korea

This study was investigated the effect of gamma irradiation (GI) on the shelf-life and quality improvement of squid *sundae* (a traditional Korean sausage) stored at room temperature after 0 (control), 10 and 20 kGy doses of irradiation. The total viable cells decreased with increasing irradiation dose, and no viable cells were detected with the doses of 20 kGy. There were no significant changes in pH compared to the control. The volatile basic nitrogen (VBN) and thio-barbituric acid reactive substance (TBARS) values of GI (20 kGy) squid *sundae* were significantly lower than those of the control. In addition, the induction period for the GI (20 kGy) squid *sundae* measured by the Rancimat method was higher level than that of the control. In a sensory evaluation, there were no significant differences between the control and GI samples during storage.

Key words: Squid *sundae*, Gamma irradiation, Room temperatures

서 론

오징어(*Todarodes pacificus*)는 오징어과에 속하는 동물의 총칭으로 세계 전 해역에는 약 450-500종, 북태평양에는 약 90-100종, 우리나라 전 해역에는 약 10여종이 분포하고 있으며(Kim et al., 2007), 독특한 조직감과 풍미로 인해 기호성이 높아 예로부터 많이 이용되어 왔다(Yang et al., 1999). 오징어의 수출입 동향을 살펴보면, 수출량이 2000년도 약 117,439 톤에서 2011년 약 65,284 톤으로 그 양이 감소한 것에 비해, 수입량은 2000년 약 18,479 톤에서 2011년 약 54,161 톤으로 그 양이 증가하는 추세로(KATI., 2010), 오징어는 한국인의 기호에 적합하여 마른 오징어, 조미 오징어, 조미 냉동 식품 및 젓갈 등과 같이 다양한 형태로 가공되어 그 수요가 증가하고 있다(Cho et al., 2000).

식품의 안전성에 대한 소비자의 관심이 증가하면서 안전성을 확보하고 보존을 하기 위한 제한적 열처리 또는 비열처리 기술에 대해 많은 연구가 진행되고 있다(Park., 2000). 일반적으로 식품의 안전성을 확보하기 위해서 가열처리 기술을 이용하고 있으나 식품의 조직감 및 풍미를 저하시키기 때문에, 최근에는 품질에 영향을 미치지 않으면서 살균, 가공 및 조리가 가능한 비열처리 기술이 주목 받고 있는 것이다. 비열처리 기술에는 저온저장 및 냉동을 비롯하여 염소화합물 등에 의한 화학적 살균, UV 조사, 오존살균, 마이크로파 이용 등이 있다(Park and Park., 2000). 한편 식품의 안전한 저장 및 유통을 위한 효과적인 기술로서 방사선 조사 기술이 있는데(Thayer., 1994a), 제품의 품질 특성 유지가 가능한 대표적인 비열처리 살균기술로서 식품산업 전반에 걸쳐 그 응용성이 다양하여 국제적으로 이용이 증대되고 있다(WHO., 1981). 그 중 감마선 조사는 살균

Article history;

Received 11 August 2012; Revised 2 October 2012; Accepted 10 October 2012

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5831 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: dhahn@pknu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(5) 438-444, October 2012

http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0438

pISSN:0374-8111

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

공정 상 온도, 습도, 압력의 영향을 받지 않고 연속처리가 가능하여 에너지 효율을 높일 수 있을 뿐 아니라 제품을 완전 포장한 상태로 연속 살균처리가 가능하여 2차 오염을 방지할 수 있으며, 제품의 품질개선, 저장 기간의 연장, 비용 절감, 시장 확대 등 안전하고 위생적인 식품의 대량 공급이 가능하다(Diehl, 1990, Thayer, 1994b)

2009년 방사선 조사식품을 허가한 국가는 56개국이며, 253개 식품에 대해 방사선 조사를 허용하고 있으며(Kang et al., 2011), 우리나라에서는 2010년 감자, 양파, 마늘, 환자용 음식과 된장, 고추장 분말과 고춧가루 홍삼 등 26개 식품에 허용되고 있다(IAEA, 2009). 그리고 방사선 조사한 식품의 건전성은 이미 세계보건기구(WHO), 국제식량농업기구(FAO), 국제원자력기구(IAEA)와 국제기관 및 학술단체 등에서 식품의 보존 및 위생화 수단으로 안전성을 공인하였다(FAO/IAEA/WHO Study group, 1999). 방사선 조사 식품에 대한 관련 연구로는 오징어 젓갈(Kim et al., 1999), 고춧가루(Kim et al., 2009), 분쇄 돈육과 돈육 패티(Song et al., 2000), 고추장 굴비(Kang et al., 2011), 타락죽(Han et al., 2011), 화닭 덮밥 소스(Kim et al., 2010) 등에 관한 품질 및 저장에 대한 연구가 보고되어 있다.

따라서 본 연구에서는 오징어 가공 제품인 오징어순대의 품질을 유지하면서 저장성을 증진시킬 수 있는 연구의 일환으로 시판되고 있는 오징어순대에 감마선 조사 처리를 함으로써 기존 오징어순대의 품질 및 저장성의 증진 효과에 대해 살펴보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용한 오징어순대는 (주)바다식품에서 구매하여 실온($20 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 저장하며 실험에 사용하였다.

감마선 조사

감마선 조사는 한국 원자력 연구원 정읍 첨단 방사선 연구소(Jeongeup, Korea) 내 감마선 조사시설(point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co., Ltd., Ottawa, ON, Canada)에서 선원 11.1 PBq , Co-60을 이용하여 실온에서 시간당 일정 선량률로 각각 0, 10 및 20 kGy 의 총 흡수선량을 얻도록 조사하였다. 감마선 조사한 시료는 실온($20 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 7개월 동안 보관하면서 실험에 사용하였다.

생균수

각 시료 2 g을 무균적으로 취하여 10배량의 멸균 PBS(phosphate buffered saline, pH 7.4)를 첨가한 후, 1,000 rpm에서 1분간 호모제나이저(AM-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Tokyo, Ja-

pan)로 균질화한 다음 10배 희석법으로 희석하였다. 일반 세균 수는 희석액을 PCA(plate count agar)에 도말하여 37°C 에서 24시간 배양한 후 생성된 집락의 수를 측정하였다. 이 때 사용한 PCA는 Difco사(Franklin Lakes, NJ, USA)의 제품을 사용하였다.

pH

10배량의 증류수 50 mL을 가하여 균질기(AM-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)로 10,000 rpm에서 2분간 균질화 후, pH meter(HM-30V, Toa, Tokyo, Japan)로 pH를 측정하였다.

휘발성염기질소(Volatile basic nitrogen, VBN)

VBN 측정은 식품공전상의 Conway법을 이용하였다(AOAC, 2000).

TBARS (Thiobarbituric acid reactive substance)

잘게 다진 오징어 몸통 4.5 g과 야채를 제거한 오징어 순대 속 0.5 g을 취하여 10배의 3차 증류수와 7.2% BHT 50 μL 을 가하여 10,000 rpm에서 1분간 균질화(AM-7, Ace homogenizer)시켰다. 균질액 1 mL에 TBA/TCA 용액 2 mL을 가하여 끓는 물에서 15분간 중탕한 뒤에 냉각시켰다. 이를 2,090 xg에서 10분간 원심 분리하여 얻은 상층액을 531 nm에서 측정하였다. 얻어진 TBARS 값은 시료 오징어 순대 kg당 생성된 malonaldehyde 양(mg)으로 나타내었다.

Rancimat에 의한 유지 산화 안정도

유지 산화 안정도 실험을 위해 Rancimat(743, Metrohm Co., Herisau, Swiss)을 이용하였다.

관능평가

감마선 조사 처리가 오징어 순대의 관능적 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 16명의 숙달된 panel (부경대학교 식품공학과 식품자원개발실험실원, 남 5명, 여 11명, 20-29세)에 의해 색, 형태, 향, 맛, 질감 및 전체적 호감도의 6가지 항목에 대해 7점 점수법(7점:매우 그렇다, 6점:그렇다, 5점:약간 그렇다, 4점:보통이다, 3점:약간 그렇지않다, 2점: 그렇지 않다, 1점: 매우 그렇지않다)으로 평가하였다.

통계처리

각 실험에 대한 유의차 검정은 SAS software (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)에서 평균값을 분산분석 한 후, Duncan's multiple range test법에 따라 $P < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

생균수

가공식품의 저장성을 향상시키기 위해서는 미생물의 생육 억제에 필수적이며(Lee et al., 2001), 감마선조사는 미생물의 생육을 억제한다고 보고되고 있으나(Kim et al., 2010), 현재 10 kGy 이하의 조사선량이 미흡하다는 기술적 문제점이 많이 보고되었고, 완전 살균과 장기저장을 위해서는 10 kGy 이상의 고선량 조사가 필요하다고 보고됨(Roberts and Unneveerh., 1994)에 따라 처리구를 국내 감마선 조사 허용기준치인 10 kGy 및 충분한 저장성 증진 효과를 보기 위해 20 kGy 조사 처리구로 실험을 진행하였다. 10 및 20 kGy로 감마선 조사 처리하여 제조한 오징어순대를 실온에서 7개월간 저장하여 일반 생균수를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 저장 0일차에 비조사구를 제외한 모든 조사구에서 균이 나타나지 않았으며, 무처리구의 경우 6일 이후부터 10^7 CFU/g 이상의 균이 관찰되어 상당이 부패가 진행되었다. 10 kGy의 경우, 15일차에 10^7 CFU/g의 균이 검출되었지만 20 kGy 조사구에서는 7개월 동안 균이 검출되지 않았다. 유사한 결과로 7-30 kGy의 감마선을 고추장굴비에 조사하였을 때 조사선량에 의존적으로 총 호기성 세균의 수를 효과적으로 감소시키는 것으로 나타났고(Kang et al., 2011), 0-10 kGy의 감마선을 화단 떡밥 소스에 조사하였을 때 3 kGy 이상의 감마선 조사 처리 시 모든 미생물이 검출되지 않아 본 연구의 결과와 일치하였다(Kim et al., 2010). 감마선에 의한 미생물의 미 검출은 감마선에 감수성이 강한 균들의 불활성화와 진공포장에 의한 2차 오염 방지에 기인된 것으로 생각된다(Kwon et al., 1983). 이상의 결과를 볼 때 10 kGy 조사 시 12일까지, 20 kGy 선량의 감마선 조사 처리구는 균의 생육이 완전히 억제되어 실온에서도 7개월간 오징어순대의 저장성을 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다.

pH

감마선 조사 처리한 오징어순대의 저장기간에 따른 pH를 측정한 결과를 Table 2에 나타내었다. 저장 0일차에 0, 10 및 20 kGy 조사구의 pH 측정값은 7.05, 7.01 및 7.08로 크게 차이가 없어, 감마선 조사에 의해 영향을 받지 않은 것으로 사료되며 이는 반 건조 오징어에 감마선 조사 처리한 결과와 유사하였으며(Lee et al., 2002), 0-30 kGy 선량의 감마선을 고추장굴비에 조사하였을 때 pH에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고한 결과와도 유사하였다(Kang et al., 2011). 비조사구는 저장 12 일차에 pH 7.19 였으며 10 kGy 조사구는 저장 15 일차에 pH 6.93, 20 kGy 조사구는 저장 7 개월 차에 pH 6.69로 측정되었다. 이러한 결과는 감마선 조사구가 저장기간 동안 pH 측정값에 있어서 다소 감소하는 경향을 보였으나, 그 변화의 폭이 적어 감마선 조사 처리가 오징어순대의 품질에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 사료된다.

휘발성염기질소(VBN)

일반적으로 VBN 함량의 기준이 5-10 mg/100 g은 극히 신선한 정도, 15-25 mg/100 g은 보통 선도, 30-40 mg/100 g은 부패 초기, 50 mg/100 g이상인 경우 부패 정도가 심한 수산물로 판정하는데(Song et al., 2009) 대부분의 수산물은 어획 후 선도가 저하되면 어육 중에 존재하는 환원계 효소나 세균의 작용에 의해 TMAO(trimethylamine oxide)가 환원되어 생성되는 TMA(trimethylamine) 등의 저급 염기성물질의 생성 및 세균의 증식에 의해 단백질이 분해되어 생성되는 암모니아 질소 등에 의해 휘발성 염기질소(VBN)의 함량이 증가하게 된다(Song et al., 2005). 이에 본 연구에서는 VBN 측정을 통해 감마선 조사 처리가 오징어순대의 실온저장에 있어서 저장성 및 품질에 미치는 영향에 대하여 알아보았다. 그 결과(Table 3), 저장 0 일차에 0, 10 및 20 kGy 조사구의 VBN 함량이 8.3,

Table 1. Changes in viable cell count of gamma-irradiated squid *sundae* during room temperature storage

(Unit: CFU/g)

Storage period	Irradiation dose (kGy)		
	0	10	20
0 day	1.05×10^4	ND*	ND
6 days	1.89×10^7	ND	
12 days	3.30×10^8	ND	
15 days		4.88×10^7	
1 months			ND
2 months			ND
3 months			ND
5 months			ND
7 months			ND

*Not Detected.

Table 2. Changes in pH of gamma-irradiated squid *sundae* during room temperature storage

Storage period	0 kGy	10 kGy	20 kGy
0 day	7.05±0.00 ^{Bb1)}	7.01±0.00 ^{Ca}	7.08±0.01 ^{Aa}
6 days	6.91±0.00 ^c		
12 days	7.19±0.01 ^{Aa}	6.74±0.01 ^{Bc}	
15 days		6.93±0.00 ^b	
1 months			7.00±0.01 ^b
2 months			7.10±0.01 ^a
3 months			6.82±0.00 ^c
5 months			6.78±0.01 ^c
7 months			6.69±0.01 ^d

¹⁾ Means in the same row (^{A-C}) and column (^{a-d}) bearing different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

6.6 및 9.2 mg/100 g이었으나 저장 6 일차에 비조사구가 89.7 mg/100 g를 나타냈고 12 일차에는 심하게 부패되어 측정이 불가능하였다. 10 kGy 조사구의 경우, 12 및 15 일차에 15.9 및 107.1 mg/100 g로 측정되어 15 일차에 부패가 심하게 진행되었음을 확인하였다. 반면 20 kGy 조사구는 저장 2 개월 차까지 15.5 mg/100 g로 보통의 선도를 유지하였으며, 3개월부터 7개월까지는 약 35-39 mg/100 g로 약간 품질이 떨어진 것으로 나타났다. 이는 3-7 kGy 조사선량으로 조사한 반 건조 오징어의 VBN 함량을 측정한 결과(Lee et al., 2002) 및 감마선 조사에 의해 부패 미생물의 사멸로 VBN의 발생이 억제되었다고 한 Gore et al.(1970)의 보고한 것과 일치하였다. 또한 1-4 kGy 조사선량으로 조사한 런천미트의 VBN 함량 또한 저장일차가 증가함에 따라 조사처리구의 VBN 함량 증가가 억제되었다고 보고한 것과 일치하였다(Al-Bachir and Mehio., 2001). 이상의 결과에서와 같이 수산물에서 중요한 선도판정지표인자인 VBN 함량은 미생물 생육과 밀접한 관련이 있으며, 20 kGy의 감마선 조사처리가 오징어순대에 오염된 미생물 제어에 효

과적인 것을 확인할 수 있었다(Song et al., 2009).

유지 산화도

오징어순대에 0, 10 및 20 kGy 조사선량으로 감마선 조사한 후 실온 저장하면서 TBARS법으로 유지 산화도를 측정한 결과를 Table 4에 나타내었다. 저장 초기 감마선 조사구는 감마선 조사선량이 증가할수록 높은 TBARS값을 보였다. Giroux and Lacroix (1998)는 oleic acid, linoleic acid와 같은 불포화 지방산은 감마선 조사에 의해 조사선량 의존적으로 쉽게 산화되고 특히, 산소가 존재할 경우 지방산화가 촉진된다고 하였으며, 본 결과에서도 조사선량이 증가함에 따라 감마선 조사로 생성된 hydroxyl radical에 의해 지방 산패가 촉진된 것으로 사료되어진다. 하지만 저장 15일차 이후 0 및 10 kGy 조사 처리구의 경우, 시료가 심하게 부패되어 실험이 불가능하였으며 20 kGy 감마선 조사구의 산화도는 7개월까지 malonaldehyde의 함량이 비교적 큰 변화를 보이지 않았다. 이러한 결

Table 3. Changes in VBN of gamma-irradiated squid *sundae* during room temperature storage

Storage period	0 kGy	10 kGy	20 kGy
0 day	8.26±0.24 ^{Ab1}	6.63±0.21 ^{Bc}	9.19±0.57 ^{Ad}
6 days	89.74±0.9 ^{Ba}		
12 days		15.82±0.21 ^b	
15 days		107.05±0.29 ^a	
1 months			15.31±0.28 ^c
2 months			15.45±0.21 ^c
3 months			35.93±0.37 ^b
5 months			39.01±0.16 ^a
7 months			39.15±0.35 ^a

¹⁾Means in the same row (^{A-C}) and column (^{a-d}) bearing different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Changes in TBARS of gamma-irradiated squid *sundae* during room temperature storage

(mg MDA/kg)

Storage period	0 kGy	10 kGy	20 kGy
0 day	0.26±0.01 ^{Cb1}	0.29±0.00 ^{Ba}	0.41±0.00 ^{Aa}
6 days	0.31±0.01 ^a		
12 days	0.28±0.02 ^{Aab}	0.26±0.03 ^{Aa}	
15 days		0.28±0.01 ^a	
1 months			0.34±0.01 ^{bc}
2 months			0.26±0.02 ^d
3 months			0.30±0.01 ^{cd}
5 months			0.29±0.00 ^{cd}
7 months			0.38±0.00 ^{ab}

Means in the same row (^{A-C}) and column (^{a-d}) bearing different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

과는 감마선 조사된 채소류에서 조사선량과 저장기간에 따른 free radical 농도의 변화를 측정한 결과 free radical의 농도가 선량에 비례적으로 증가하나 저장기간이 경과함에 따라 감소하였다는 연구(Nam and Yang., 2001)에서와 같이 저장기간의 경과에 따른 free radical 농도 감소로 인한 것으로 사료된다.

Rancimat에 의한 산화 안정도

Rancimat로써 감마선 오징어 순대의 산화안정도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 0일차에서의 산화유도기간은 비조사구는 6.1시간, 10 kGy 조사구는 5.3시간, 20 kGy 조사구는 6시간이었으나, 각 조사구의 최종 유도기간은 0, 10 및 20 kGy 조사구가 12일, 15일 및 7개월로 20 kGy 조사구가 비조사구보다 약 17.5배 긴 것을 확인하였다. 10 kGy 조사구 또한 비조사구보다 산화유도기간이 약 3시간 정도 길었으며 이 결과들로 미루어보아 오징어 순대에 20 kGy의 감마선 처리를 하는 것이 저장성 증진에 있어 가장 큰 효과를 볼 수 있고, 감마선 처

리를 하는 것이 처리를 하지 않는 경우보다 산화진행을 늦출 수 있을 것으로 사료된다.

관능평가

감마선 조사 처리 한 오징어순대를 실온 저장하여 색, 형태, 향, 맛, 조직감 및 전체적 호감도를 7점 점수법으로 평가한 결과, Table 6에서와 같이 0일차에 전 항목에서 조사구간에 유의적인 차이는 없었으나, 20 kGy 처리구가 내부 색 및 탄력성에 있어서 비교적 높은 점수를 받았다. 향 및 색의 경우, 조사구가 비조사구에 비해 약간 낮은 점수를 받은 것은 감마선 조사 시 발생된 조사취로 인한 것으로 사료되며, 이러한 결과는 감마선 조사 처리한 분쇄 돈육과 돈육 패티(Song et al., 2009), 햄버거 스테이크(Oh et al., 2004)의 연구에서도 본 연구와 유사한 조사취로 인해 조사구의 풍미가 낮게 평가되었다고 보고한 바 있다. 이취는 단백질 또는 아미노산의 변화에 의해 생성된 황 함유 휘발성 물질에 기인한 것으로 이는 지방산화에 의한 생성물

Table 5. Changes in induction time of gamma-irradiated squid *sundae* during room temperature storage

(h)

Storage period	0 kGy	10 kGy	20 kGy
0 day	6.09±0.23 ^{Aa1}	5.30±0.01 ^{Ba}	6.01±0.21 ^{ABb}
6 days	5.77±0.10 ^a		
12 days	3.02±0.00 ^{Bb}	4.61±0.23 ^{Ab}	
15 days		5.11±0.17 ^{ab}	
1 months			6.52±0.06 ^b
2 months			6.42±0.01 ^b
3 months			3.39±0.18 ^c
5 months			2.78±0.18 ^c
7 months			8.19±0.07 ^a

Means in the same row (^{A-B}) and column (^{a-c}) bearing different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

Table 6. Changes in sensory scores of gamma-irradiated squid sundae during room temperature storage

Item	0 kGy (0 day)	10 kGy (0 day)	20 kGy (0 day)	20 kGy (5 months)	20 kGy (7 months)
Color (outside)	5.06±0.85 ^{A 1}	5.00±0.89 ^A	5.00±1.10 ^A	3.15±1.07	2.80±0.63
Color (inside)	4.44±1.09 ^A	4.69±0.87 ^A	4.75±1.18 ^A	3.08±1.04	3.20±1.23
Inner shape	4.13±1.50 ^A	4.69±1.14 ^A	4.06±1.24 ^A	3.46±1.20	3.90±1.20
Smell	4.56±1.26 ^A	3.56±0.96 ^B	3.75±1.24 ^{AB}	4.23±0.93	3.50±1.35
Taste	3.88±0.81 ^A	3.44±1.26 ^A	3.81±1.42 ^A	3.69±1.11	3.50±1.18
Texture (outside)	5.06±0.68 ^A	4.94±0.85 ^A	4.88±0.81 ^A	3.15±1.28	3.70±1.34
Texture (inside)	4.06±0.93 ^A	3.75±1.06 ^A	4.06±1.06 ^A	3.23±1.24	2.80±1.32
Overall accept- ability	4.50±0.73 ^A	3.94±1.00 ^{AB}	3.69±1.01 ^B	3.62±0.87	3.20±0.42

¹Means in the same row (^{A-B}) bearing different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

과는 다른 것이다(Schweigert et al., 1954). 비조사구는 6 일차에 이미 부패하여 관능평가를 실시할 수 없었으며 10 kGy 조사구 또한 15 일차에 부패하여 관능평가를 더 이상 실시할 수 없었다. 20 kGy 조사구의 경우 0 일차에 비하여 5 개월 차에는 전체적 호감도를 비롯하여 다른 항목에서 관능적 특성이 감소하였으나 저장 7 개월 차까지 조직감의 경우 관능 평점의 감소는 크게 나타나지 않았다.

사 사

이 논문은 2010년도 산학연 공동기술개발사업의 재원으로 중소기업청의 지원을 받아 수행된 것으로 이에 감사드립니다 (No. 000406770110).

참고문헌

- Al-Bachir M, Mehio A. 2001. Irradiated luncheon meat: microbiological, chemical and sensory characteristics during storage. *Food Chem* 75, 169-175.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, U.S.A. Chapter 35, 9.
- Cho KH, Lee JW, Kim JH, Ryu GH, Yook HS, Byun MW. 2000. Improvement of the hygienic quality and shelf-life of *Kwamegi* from *Cololabis seira* by gamma irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 32, 1102-1106.
- Diehl JF. 1990. "Safety of irradiated foods." Marcel Dekker, Inc., New York. U.S.A., 1-9.
- FAO/IAEA/WHO Study group. 1999. High dose irradiation: Wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. In WHO Technical Report Series 890. World Health Organization, Geneva., Switzerland. 1-93.
- Giroux M, Lacroix M. 1998. Nutritional adequacy of irradiated meat – a review. *Food Res Int* 31, 257-264.
- Gore MS, Sawant PL, Kumta US, Sreenivassan A. 1970. Dehydro-irradiation process for tropical shrimp. *Food Technol* 24, 1163-1169.
- Han IJ, Park JN, Park JG, Song BS, Lee JW, Kim JH, Ryu HS, Park JR, Chun SS. 2011. Quality characteristics of milk porridge (*Tarakjuk*) sterilized with radiation technology. *J Korean Soc Food Sci Nut.* 40, 885-891.
- IAEA (International Atomic Energy Agency). 2009. Irradiation to ensure the safety and quality of prepared meals. Joint FAO/IAEA programme. Vienna, Austria. 1-28.
- Joaquin V, Mogens L. Andersen, Leif H. Skibsted. 2004. Evaluation of oxidative stability of vegetable oils by monitoring the tendency to radical formation. A comparison of electron spin resonance spectroscopy with the Rancimat method and differential scanning calorimetry. *Food Chem* 85, 623-632.
- Kang SG, Park NH, Ko DO, Li JL, Kim BS, Park YK. 2011. Effects of hydrostatic pressure and gamma irradiation on quality and microbiological changes of Kochujan-Gulbi. *Korean J Food Preserv* 18, 1-6.
- KATI. 2010. Statistic Database for Squids. http://www.kati.net/homepage/atkat/tra_sta/tra_sta_dome_Sta_160.jsp?MENUCODE=125.
- Kim DH, Kim JH, Yook HS, Ahn HJ, Kim JO, Sohn CB, Byun MW. 1999. Microbiological characteristics of gamma irradiated and low-salted fermented squid. *Koran J Food Sci Technol* 31, 1619-1627.
- Kim HS, Heu MS, Kim JS. 2007. Distribution and extraction condition of endoprotease and exopeptidase from viscera of *ilex argentines*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50, 308-315.
- Kim JY. 2008. Food materialization of spent coffee ground extracts and variation of coffee antioxidant ability according to extraction process. MS Thesis. Pukyong National University. Busan. Korea. p 36.
- Kim SI, Park JN, Cho WJ, Song BS, Kim JH, Byun MW, Sohn HS, Lee JW. 2009. Microbiological and sensory qualities of *Musaengchae* (Radish salad) with gamma-irradiated red pepper powder added prior to storage. *Korean J Food Preserv.* 16, 160-165.
- Kim YS, Kim HJ, Woon YH, Shin MG, Kim CJ, Shin MH, Lee JW. 2010. Antimicrobial effects of prtort and gamma

- irradiation on bacterial populations in spicy chicken sauce. Korean J Food Sci Ani Resour 30, 141-147.
- Kwon JH, Byun MW, Cho HO. 1983. Preservation of meat products by irradiation . Storage of ham. Korean J Food Sci Technol 14, 364-369.
- Lee JW, Jo C, Cha BS, Kim MC, Byun MW. 2002. Application of gamma irradiation for prolonging shelf-life of semi-dried squid (*Todarodes pacificus*). Korean Soc Food Sci Nutr 31, 469-474.
- Lee YC, Kim SH, Oh SS. 2001. Effect of gamma irradiation on the quality of Bulgogi sauce. Korean J Food Sci Technol 33, 327-332.
- Oh SH, Kim JH, Lee JW, Lee YS, Park KS, Kim JG, Lee HK, Byun MW. 2004. Effects of combined treatment of gamma irradiation and addition of rosemary extract powder on ready-to-eat hamburger steaks: I. microbiological quality and shelf-life. J Korean Soc Food Sci Nutr 33, 687-693.
- Park SJ, Park JY. 2000. The use of ozone sterilization in food industry. Food Sci Indus 33, 50-57.
- Park WS. 2000. The present state of food sterilization techniques. Food Sci Indus 33, 2-11.
- Roberts T, Unneverhr L. 1994. New approaches to regulating food safety. Food Rev 17, 2-8.
- Schweigert, B. S. Doty, D. M. Niven, Jr C. F. 1954. A summary of studies on the irradiation of meat. In: Radiation Sterillization: Review of the Literature in Selected Fields. Chicago Quartermaster Depot, US Army, Chicago, IL. U.S.A. 1-74.
- Song BS, Park JG, Kim WG, Kim JH, Choi JI, Yoon YH, Byun MW, Kim CJ, Lee JW. 2009. Comparison of the quality of gamma ray- or electron beam-irradiated minced pork and pork patties. Koran J Food Sci 29, 194-202.
- Song EJ, Kim JY, Lee SY, Kim KBWR, Kim SJ, Yoon SY, Lee SJ, Lee CJ and Ahn DH. 2009. Effect of roasted ground coffee residue extract on shelf-life and quality of salted mackerel. J Korean Soc Food Sci Nutr 38, 780-786.
- Song HN, Lee DG, Han SW, Yoon HK and Hwang IK. 2005. Quality changes of salted and semi-dried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage. Korean J Food Cookery Sci 21, 662-668.
- Thayer DW. 1994. Wholesomeness of irradiated foods. Food Technol 48, 58-67.
- Thayer DW. 1994. Wholesomeness of irradiated foods. Food Technol 48, 132-136.
- WHO. 1981. Wholesomeness of irradiated food. Report of joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Technical Report Seires-659, p. 34.
- Yang SY, Lee NH, Hong SP, Bang HA. 1999. Effects of propolis treatment on the quality of dried squid. Korean J Food Sci Technol 31, 356-360.
- Yoon SY, Choi JS, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim SJ, Lee SJ, Lee CJ, Kim TW, Ahn DH. 2009. Effect of *Morus alba* root bark, *Ecklonia stolonifera*, and *Curcua aromtica* extracts on shelf-life and quality of castella. J Korean Soc Food Sci Nutr 38, 1444-1451.