



감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 물리화학적 및 관능적 특성 평가

김현주 · 한인준 · 최종일 · 송범석 · 김재훈 · 함준상¹ · 이원규² · 육홍선³ · 신미혜⁴ · 변명우 · 이주운*

한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소 방사선식품생명공학연구실, ¹농촌진흥청 축산과학원
²충북대학교 수의과대학, ³충남대학교 식품영양학과, ⁴울지대학교 식품과학부

Physicochemical and Sensory Characteristics of Vanilla Ice Cream Treated by Gamma Irradiation

Hyun-Joo Kim, In-Jun Han, Jong-il Choi, Beom-Seok Song, Jae-Hun Kim, Jun-Sang Ham¹, Wan-Gyu Lee², Hong-Sun Yook³, Mee-Hye Shin⁴, Myung-Woo Byun, and Ju-Woon Lee*

Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea

¹Animal Products Processing Division, National Livestock Research Institute, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea

²College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Chungju, 361-763, Korea

³Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

⁴School of Food Science, Eulji University, Seongnam 461-713, Korea

ABSTRACT

This study evaluated the physicochemical and sensory characteristics of vanilla ice cream treated with gamma irradiation. The general composition of the vanilla ice cream used for the study was 45.4-53.3% moisture, 5.5-5.9% fat and 3.9-4.1% protein, and these values did not change following gamma irradiation. The Hunter L, a and b values were slightly decreased following gamma irradiation. The fatty acid composition of the ice cream included caprylic acid, capric acid, lauric acid, myristic acid, palmitic acid and stearic acid, and there was no detectable change following irradiation. There was no significant difference in TBARS (2-thiobarbituric acid reactive substances) values between non-irradiated and irradiated samples at a dose of 3 kGy or less ($p < 0.05$). Sensory evaluation indicated that gamma-irradiated vanilla ice cream did not show any difference in color relative to non-irradiated ice cream. However, gamma irradiation did affect the flavor, taste and overall acceptability of ice cream at doses above 3 kGy. These results indicate that gamma irradiation at 3 kGy is an effective treatment for sustaining the physicochemical characteristics of vanilla ice cream with minimal changes in sensory characteristics, though further studies should be carried out to reduce the deterioration of sensory qualities induced by gamma irradiation.

Key words : ice cream, gamma irradiation, physicochemical properties, sensory

서 론

국내 유가공 산업의 발전은 국민 식생활을 개선시켜 국민 영양수준의 향상에 기여해 왔으며 특히 아이스크림은 주원료가 우유로서 우유의 소비량이 많은 제품으로 부가가치가 높아 매년 신제품 출시가 급증하고 있는 추세이며

유아 및 청소년 층 뿐만 아니라 전 연령층이 선호하는 기호유제품으로 자리잡고 있다(Chun, 2005).

아이스크림 제품은 원유, 유가공품을 주원료로 하여 이에 따른 식품 또는 첨가물을 첨가한 후 냉동 경화하는 아이스크림류와 식품 또는 식품 첨가물등을 혼합살균하여 냉동한 빙과류가 있다. 아이스크림 및 빙과제품은 아이스크림류, 아이스밀크류, 저지방 아이스크림류, 비유지방 아이스크림류, 샤베트 및 빙과류 등 6종으로 나뉜다(Han, 2005).

그러나 아이스크림 제조과정 중 저온살균, 냉동 및 경화 공정에서 대부분의 위해미생물을 사멸시킬 수 있다는

*Corresponding author : Ju-Woon Lee, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea. Tel: 82-63-570-3204, Fax: 82-63-570-3207, E-mail: sjwlee@kaeri.re.kr

인식과 저온저장 및 유통은 다른 식품에 비해 미생물로부터 안전하다고 여겨지고 있으나(3), 아이스크림에서 *Listeria* spp., *Escherichia coli* 및 *Yersinia* spp. 등이 검출되어 아이스크림도 미생물학적 안전성 측면에서 안심할 수 없다는 연구결과가 발표되었다(Kim and Yoon, 1998). 특히 미생물로부터 오염된 아이스크림을 면역력이 상대적으로 약한 영유아 및 면역결핍환자가 섭취하였을 경우 식중독을 비롯한 질병유발이 되기 쉬워 이를 예방할 수 있는 위생화 기술이 요구되는 실정이다(Kim and Yoon, 1998; Kozak et al., 1996).

방사선 조사기술은 현재 국제기구(FAO/IAEA/WHO)와 선진 여러 나라에서 그 건전성과 경제성이 공인되어 현재 52개국에서 230여종의 식품에 대하여 식품 방사선 조사를 허가하고 있다(Lee et al., 2005). 우리나라도 1987, 1988, 1991 및 1995년에 4차례에 걸쳐 총 18개 품목의 식품조사가 허가되었으며 기존품목을 확대하여 복합조미식품류를 비롯한 7개 품목이 2004년 5월 추가로 허가되었다(KFDA, 2004). 특히 환자용 식품에 대한 조사허가는 우리나라를 비롯하여 핀란드, 영국, 네덜란드 및 크로아티아에서 허가되었으며 남아프리카에서는 밀크셰이크 분말을 1988년 5월 허가하였다(IAEA, 2000). 또한 방사선 조사는 식품의 물리, 화학적 및 관능적 특성에 큰 영향을 주지 않고 식품에서 유래하는 식품기인성 미생물로부터의 위험을 상당히 줄일 수 있는 유익한 식품 위생화 방법이다(Byun, 1997). 방사선 조사의 가장 큰 장점 중 하나는 식품 품질의 상승이 거의 없는 냉온살균이어서 특히 아이스크림과 같은 최종 제품의 저장온도가 제한되고 전통적 살균 처리가 곤란할 경우 적용하기가 용이하다는 점이다. 이와 같은 특성을 이용해서 감마선 조사를 이용하여 무균 아이스크림을 제조하는 방법이 발표된 바 있다(Kim et al., 2007). 그러나 방사선 조사는 라디칼 생성으로 인해 지방산화를 촉진시켜 지방 함유량이 많은 식품에서는 품질이 저하되기 쉽다. 그러나 세계 최초로 식용유지 제조공정에서 지방산화의 촉진없이 방사선 조사를 이용하여 잔류 클로로필을 제거, 광산화 및 지방산화를 억제하는 기술이 국내에서 개발되었다(Byun et al., 2002).

따라서 본 연구에서는 면역력이 약한 영유아 및 면역결핍환자를 위한 아이스크림 개발을 위한 기초연구로서 국내 시판중인 바닐라 아이스크림에 감마선 조사를 적용하여 이에 따른 품질 특성변화를 알아보았다.

재료 및 방법

재료 및 포장

실험 재료는 시중에서 판매되고 있는 바닐라 아이스크림을 구입하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용하기 위해 아이스크림을 각각 10 g씩 취하여 멸균된 polyethylene

bag(2 mL O₂/m²/24 hr at 0°C; 20 cm×30 cm; Sunkyung Co. Ltd., Seoul, Korea)에 넣은 다음 포장한 후 감마선 조사를 실시하였다.

감마선 조사

감마선 조사는 한국원자력연구원 방사선과학연구소(Jeongeup, Korea) 내 선원 30만 Ci, Co-60 감마선 조사시설(point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, ON, Canada)을 이용하여 시간당 10 kGy의 선량율로 각각 0, 1, 3 및 5 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 감마선 조사 시 아이스크림의 냉동상태를 유지하기 위해 드라이아이스를 이용하였다. 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.

일반성분 분석

감마선 조사한 바닐라 아이스크림의 일반성분 분석을 위해 수분, 지방 및 단백질 함량을 측정하였다. 수분함량은 적외선 수분함량 측정기(Scaltec instrument, SMO01, Germany)를 이용하여 측정하였다. 감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 조지방함량 변화를 측정하기 위해 Folch 등(1957)의 방법을 이용하였다. 시료 5 g과 45 mL Folch(chloroform : methanol, 2 : 1) 용액을 250 mL 삼각 플라스크에 넣어 24 시간 동안 실온에서 교반 추출하였다. 추출 용액을 거름종이로 여과한 다음 0.88% sodium chloride 용액을 남은 여액의 20%의 양이 되도록 넣어 층을 분리하였다. 분리된 하층부 용액을 튜브에 넣은 후 질소 농축을 하여 남은 지방함량을 계산하였다. 조단백질 함량은 Lowry 등(1951)의 방법을 이용하였다. 실험 전에 A(증류수 100 mL에 0.5 g CuSO₄·5H₂O와 1 g Na₃C₆H₅O₇·2H₂O 용해) 및 B(증류수 1 L에 20 g Na₂CO₃와 4 g NaOH 용해)용액을 제조하였다. 시료 0.5 mL에 2.5 mL의 C(1 mL A 용액과 50 mL B 용액) 용액을 가한 후 10분간 실온에 방치하였다. 그 후, D(10 mL Folin-Ciocalteu phenol reagent와 10 mL 증류수) 용액 0.25 mL을 가하여 혼합한 후 20분간 실온에 방치한 다음 분광광도계 UV 1600 PC, Shimadzu, Japan)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 bovine serum albumin(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 검량곡선을 작성한 후 함량 계산에 활용하였다.

색도 측정

감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 색도 변화를 관찰하기 위해 시료 10 g를 실온(20°C)에서 용해한 다음 지름 50 mm의 투명 용기에 넣은 후 color/color difference meter

(Model CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a) 및 황색도(yellowness, b)를 측정하였다. 이 때 표준색은 L값이 90.5, a값이 0.4, b값이 11.0인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

지방산 분석

감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 지방산 분석은 기체 크로마토그래프(Agilent GC 6890, Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 시료 내의 지방을 위와 같은 방법으로 추출한 다음 BF3-methanol을 이용하여 methylation시켰다. 지방산 분석을 위한 GC 분석 컬럼으로 DB-WAX capillary(60 m×0.25 mm×0.25 μm)를 사용하였고, 컬럼 온도는 180°C에서 5분간 유지하고 이어서 220°C까지 분당 2.5°C 승온한 후 25분간 유지하였다. 검출기는 Flame Ionization Detector(FID)를 사용하였고, 주입구의 온도는 210°C였으며 검출기의 온도는 240°C를 유지하였다. 운반기체는 질소가스(0.9 mL/min)를 사용하였고 시료의 주입량은 1 μL였으며 split mode(split ratio = 20 : 1)로 분석하였다.

지질산패도(2-thiobarbituric acid reactive substances value, TBARS) 측정

감마선 조사한 바닐라 아이스크림의 지질산패도를 측정하기 위해 시료 5 g을 15 mL 증류수와 함께 균질기(DIAX 900, Heidoph Co. Ltd., Germany)를 사용하여 균질화한 후 1 mL을 취하여 20 mM thiobarbituric acid(TBA) in 15% trichloroacetic acid(TCA) 용액 3 mL과 50 μL BHA(7.2% butylated hydroxyanisole in ethanol)를 혼합한 다음 90°C 수조에서 15분간 가열하고 얼음물에서 10분간 냉각하였다. 반응용액을 원심분리기(VS-5500, Vision scientific Co. Ltd., Korea)를 이용하여 600×g에서 20분 동안 원심분리 한 후 그 상등액을 분광광도계(UV 1600 PC, Shimadzu, Japan)를 이용하여 532 nm에서 측정하였다. 측정된 흡광도를 기준으로 표준곡선에 따라 TBARS 값을 mg malondialdehyde/kg sample로 계산하였다.

관능 평가

관능평가는 방사선 조사 식품에 훈련된 10명의 관능요원에 의해 7점 기호척도법을 이용하여 색, 향, 맛, 전체적인 기호도 및 조사취에 대해 평가하였다.

통계 분석

모든 실험은 2회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SPSS software(1970)에서 프로그램된 general linear model procedure을 수행하고 유의적인 차이가 보일 때 평균값간 차이를 Duncan의 multiple range test법을 사용하여 평가하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

일반성분 분석

감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 일반성분(수분, 조지방 및 조단백질) 분석결과를 Table 1에 제시하였다. 실험 결과 수분의 경우 45.45-53.27%, 지방 5.58-5.99% 및 단백질 3.96-4.12%로 나타났으며 감마선 조사에 의한 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. 국내 일반식품 성분표(Chae *et al.*, 2003)에 따르면 아이스크림의 수분함량은 60%, 지방 및 단백질의 함량은 각각 6.0 및 4.2%로 제시되었다. 또한 국제 식품성분표(CENEXA, 1991)에 따르면 아이스크림류의 총 고형분 함량은 35-40%, 당 20-25%, 단백질 3-6% 및 지방 4-10%로 제시되었다. Adeil Pietranera 등(2003)은 냉동 상태에서 낮은 선량으로 감마선 조사한 아이스크림의 일반 성분 함량은 변화가 없었고 보고하였으며 이는 본 연구결과와 일치하였다. 따라서 아이스크림을 냉동상태에서 감마선 조사를 적용하면 아이스크림 내 일반 성분에 영향을 미치지 않는다고 판단되었다.

색도 측정

감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 색도 측정 결과를 Table 2에 나타냈다. 측정결과 명도, 적색도 및 황색도 모두에서 조사선량이 증가함에 따라 유의적으로 값이 약간 감소하였음을 확인하였다. Lee 등(2006)은 당 및 lysine 혹은 당-lysine 혼합모델 수용액에서 감마선 조사에 의한 갈변도 변화 및 화학적 특성을 연구한 결과 당 또는 아미

Table 1. General composition in gamma-irradiated vanilla ice cream

Irradiation dose (kGy)	General composition (%)		
	Moisture	Fat	Protein
0	53.27	5.99	4.03
1	48.47	5.89	3.96
3	47.21	5.79	4.05
5	45.45	5.58	4.12
SEM ¹⁾	±3.70	±0.30	±0.02

¹⁾ Standard errors of the means (n = 3).

Table 2. The change of Hunter color values of vanilla ice cream by gamma irradiation

Irradiation dose (kGy)	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
	0	62.95 ^a	-1.38 ^a
1	60.72 ^b	-1.55 ^{bc}	-0.11 ^a
3	61.95 ^a	-1.51 ^b	-0.29 ^a
5	57.25 ^c	-1.59 ^c	-0.75 ^b
SEM ¹⁾	±0.51	±0.03	±0.19

¹⁾ Standard errors of the means (n = 3).

^{a-c} means that the values with the same letter in each sample are not significantly different (p < 0.05).

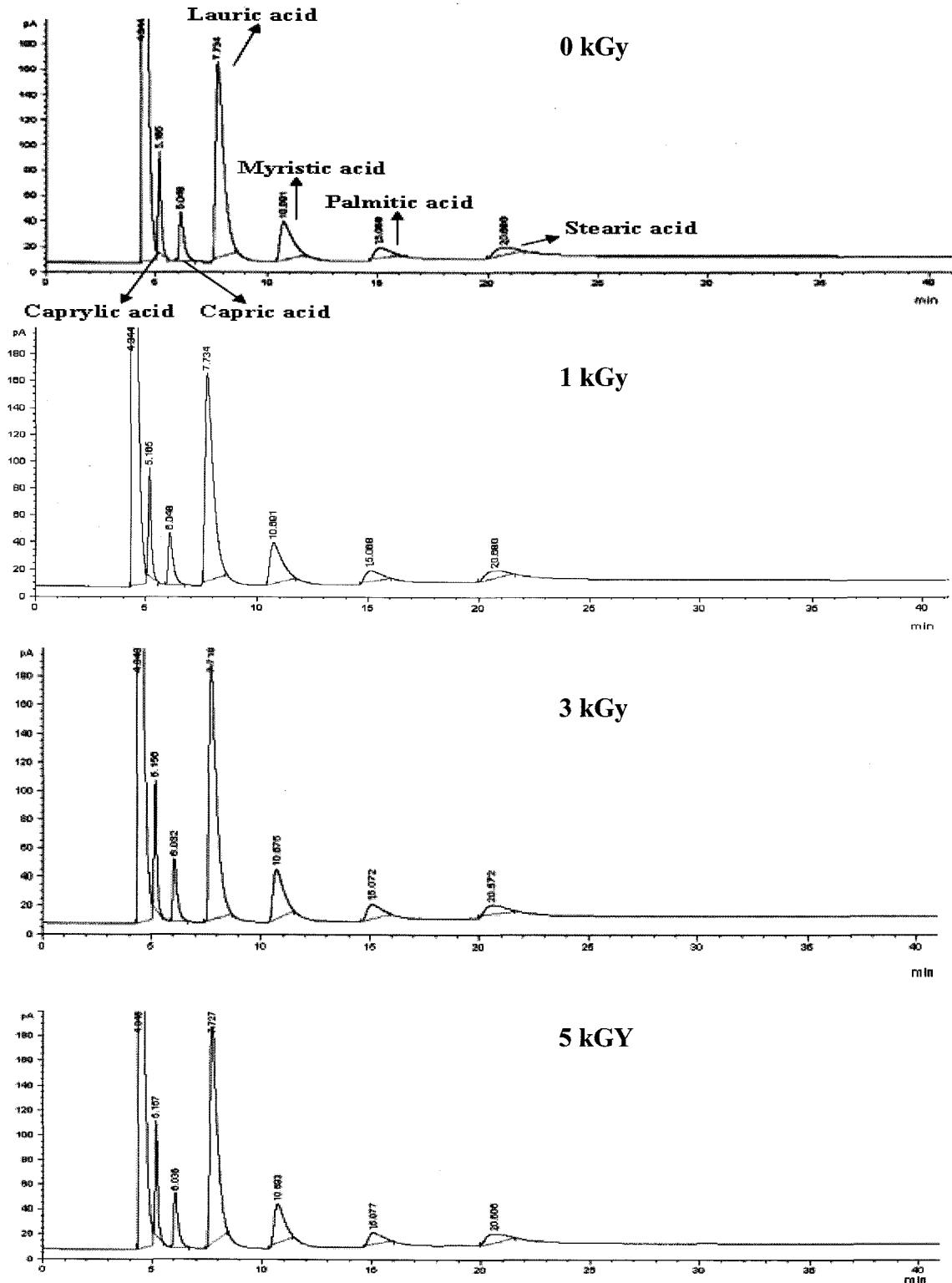


Fig. 1. GC chromatograms of vanilla ice cream treated by gamma irradiation.

노산 단독환경에서는 일어나지 않았으며, 당-아민 환경에서 진행되는 것으로 나타났다고 보고하였으며 비환원당인 sucrose는 감마선 조사에 의해 환원력이 생성되어 다른 당에 비해 높은 갈변 반응성을 보였다고 발표하였다. 따라서 아이스크림에 함유된 당 및 단백질이 감마선 조사에 의해

갈변반응을 일으켜 색도가 변화한 것이라고 판단되었다.

지방산 분석

감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 지방산 분석 결과를 Fig. 1에 제시하였다. 아이스크림 내 함유된 지방

Table 3. Sensory attributes of vanilla ice cream treated by gamma irradiation

Irradiation dose (kGy)	Color	Odor	Taste	Overall acceptability	Irradiation odor
0	5.20	5.90 ^a	5.70 ^a	6.00 ^a	1.40 ^c
1	5.10	4.90 ^{ab}	4.60 ^{ab}	4.60 ^{ab}	2.20 ^c
3	5.60	4.00 ^b	3.90 ^b	3.70 ^b	3.80 ^b
5	5.90	2.40 ^c	1.70 ^c	2.00 ^c	6.40 ^a
SEM ¹⁾	±0.60	±0.59	±0.65	±0.76	±0.75

¹⁾ Standard errors of the means (n = 10).

^{a-c} means that the values with the same letter in each sample are not significantly different (p < 0.05).

산은 caprylic acid, capric acid, lauric acid, myristic acid, palmitic acid 및 stearic acid로 나타났으며 주요 지방산은 lauric acid로 확인되었다. Shin 등(1978)은 국내 시판 아이스크림의 주요 지방산은 lauric acid 및 palmitic acid로 확인되었다고 보고하였다. Fernandez 등(2000)에 따르면 스페인 내 패스트푸드 중 포화지방산 함량을 측정한 결과 도넛에서는 53.5 %, 케이크는 40.2%, 비스킷은 60.4% 및 아이스크림은 65.8%로 나타나 아이스크림의 지방산 함량이 가장 높은 것으로 보고하였다. 본 연구 결과, 감마선 조사에 의한 각 지방산 함량의 변화는 나타나지 않았는데 (Table 3), 이는 아이스크림 제조 원료인 난황을 감마선 조사하여 유리 지방산 함량 변화를 측정한 결과(Badr, 2006) 조사선량이 증가함에 따라 유리 지방산 함량이 감소하였다는 결과와 상반되었다. 이러한 차이의 원인으로서는 본 연구에서는 아이스크림을 냉동상태에서 감마선 조사를 하여 조사에 의한 영양성분의 손실을 방지한 것이라 판단된다 (Adeil Pietranera et al., 2003). 이를 종합하여 볼 때 냉동상태에서 감마선 조사를 적용하면 아이스크림 내의 지방산 함량에 영향을 끼치지 않는 것으로 확인되었다.

지질산패도 측정

감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 지질산패도 측정 결과를 Fig. 2에 제시하였다. 실험결과 1 및 3 kGy의 낮은 선량에서는 비조사군과 조사군 사이의 TBARS 값이 차이가 없었으나, 고선량인 5 kGy 처리군이 다른 처리군

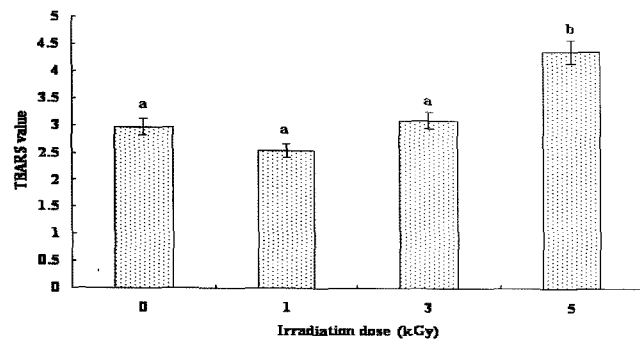


Fig. 2. 2-Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values of vanilla ice cream treated by gamma irradiation. ^{a-b} means that the values with the same letter in each sample are not significantly different (p < 0.05).

보다 TBARS 값이 약 1.5배 증가된 것이 확인되어 고선량에서 감마선 조사에 의해 아이스크림 내 지질이 산패되었음을 확인할 수 있었다. Dipuo Seisa 등(2004)은 치즈를 숙성 및 감마선 조사한 후의 TBARS 값을 측정한 결과 각각 0.812 및 1.612 mg/kg으로 나타나 감마선 조사에 의해 치즈 내 지질이 산패되었다고 밝혔으며 이는 Kim 등(2007)의 연구결과와 유사하였다. 일반적으로 감마선 조사는 산소가 있는 조건하에서 지방의 산화를 야기시킨다. 그러나 감마선 조사 시 tocopherol 및 ascorbic acid 등 다양한 천연 항산화제의 첨가 및 진공포장 등의 방법을 이용할 경우 지방의 산화를 억제할 수 있다(Lee et al., 2005). 또한 시료를 냉동상태에서 감마선 조사를 적용하였을 때 아이스크림의 지방산화를 억제할 수 있다는 연구결과가 발표되었다(Adeil Pietranera et al., 2003). 아이스크림의 경우 유지방 함량이 높아 감마선 조사를 하였을 때 지방산화를 완전히 억제할 수 없으나 냉동상태에서의 감마선 조사 및 항산화제의 첨가 등을 병용한다면 고선량에서의 감마선 조사에 의한 지방산화를 억제할 수 있을 것이라 사료된다.

관능 평가

감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 관능적 특성 변화를 알아보기 위해 감마선 조사 직후 관능평가를 실시하였다(Table 4). 색도계를 이용하여 색의 변화를 측정하였을 때 감마선 조사에 의한 유의적인 차이가 있었지만 관능평가에서는 감마선 조사에 의한 색의 변화는 유의적으로 차이가 없는 것으로 확인되었다. 하지만 향, 맛, 전체적인 기호도는 조사선량에 따라 기호도가 감소하였다. 또한 조사선량에 따라 이취의 강도가 증가한 것으로 나타났다. 특히 3 kGy 이상의 선량에서는 0 및 1 kGy 처리군에 비해 기호도가 크게 감소한 것을 확인하였다. 감마선 조사에 의해 발생한 이취 및 이미는 감마선 조사에 의해 생성된 라디칼의 작용으로 단백질 및 지방에 영향을 미치기 때문이라 판단되었다(Lee et al., 2005). Adeil pietranera 등(2003)의 연구결과에 따르면 4 kGy로 조사한 바닐라 아이스크림의 경우 비조사군과 관능적으로 차이가 없었으나 초코 아이스크림의 경우 조사군이 비조사군에 비해 기호도가 감소하였다고 보고하였다. 그러나 페퍼민트 및 감귤

향과 같은 특정한 향을 첨가한 아이스크림을 감마선 조사하여 관능적인 특성을 비교하였을 때 비조사군과 유의적인 차이는 없다는 연구결과가 보고되었다(Hashisaka *et al.*, 1990; Kim *et al.*, 2007). 또한 Kim 등(2005)은 감귤향의 주성분인 limonene을 방사선 조사하였을 때의 함량이 변화가 없다고 보고한 바 있다. 따라서 감마선으로부터 저항성이 강한 향을 첨가하면 감마선으로 인해 생성되는 이 미 및 이취로부터 masking 할 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 3 kGy의 감마선 조사에 의해 아이스크림의 미생물이 검출되지 않았다는 연구결과를 비추어볼 때(Kim *et al.*, 2005; Jo *et al.*, 2007), 바닐라 아이스크림의 미생물학적 안전성을 확보하고 품질 변화를 최소화하기 위한 최적 조사선량은 3 kGy 이하인 것으로 판단되며 향후 면역력이 약한 영유아 및 면역결핍환자에게 제공하기 위해 감마선 조사 기술과 특정 향 성분 및 천연 항산화제 첨가 등의 병용처리와 같은 실험이 보완되어야 한다고 판단된다.

요 약

본 연구는 면역력이 약한 영유아 및 면역결핍환자를 위한 아이스크림을 개발하기 위하여 시판중인 바닐라 아이스크림의 품질을 여러 선량의 감마선 조사 후에 평가하였다. 감마선 조사에 의해 바닐라 아이스크림의 일반성분(수분, 지방 및 단백질) 및 지방산의 함량변화는 유의적으로 차이가 없었다. 또한 감마선 조사에 의해 바닐라 아이스크림의 명도, 적색도 및 황색도는 약간 감소하였고, TBARS를 이용한 지질산패도를 측정된 결과 5 kGy 이상의 조사선량에서 산패도가 증가하였다. 감마선 조사에 의한 바닐라 아이스크림의 관능검사 결과 색 변화는 유의적으로 차이가 없었으나 향, 맛, 전체적인 기호도가 조사선량에 따라 감소하였으며, 특히 5 kGy 이상에서는 심각한 차이를 보였다. 따라서 바닐라 아이스크림의 품질변화를 최소화하기 위한 최적조사선량은 3 kGy 이하인 것으로 판단되며 감마선 조사기술과 특정 향 및 항산화제 첨가 등의 병용처리를 통한 품질 개선 실험이 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 현장협력기술개발사업(과제번호: 1051126-3호)의 지원으로 수행하였으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Adeil Pietranera, M. S., Narvaiz, P., Horak, C., and Kairiyama, E. (2003) Irradiated icecreams for immunosuppressed patients. *Radiat. Phys. Chem.* **66**, 356-365.
2. Badr, H. M. (2006) Effect of gamma irradiation and cold

- storage on chemical and organoleptic properties and microbiological status of liquid egg white and yolk. *Food Chem.* **97**, 285-293.
3. Byun, M. W. (1997) Application and aspect of irradiation technology in food industry. *Food Sci. Ind.* **30**, 89-100.
4. Byun, M. W., Jo, C., Lee, K. H., and Kim, K. S. (2002) Chlorophyll breakdown by gamma irradiation in model system containing linoleic acid. *J. Am Oil Chem. Soc.* **79**, 145-150.
5. CENEXA. (1991) Food chemical composition tables. Medicine faculty, National University of La Plata.
6. Chae, S. G., Kang, G. S., Ma, S. J., Bang, K. W., Oh, M., and Oh, S. H. (2003) Standard food analysis. Ji-gu Publishing Co., Korea
7. Chun, H. N. (2005) Development of Korean dairy industry - cheese. *J. Korean Dairy Technol.* **23**, 161-166
8. Dipuo Seisa, G. O., Hugo, C., Hugo, A., and Van der Merwe, B. J. (2004) The effect of low-dose gamma irradiation and temperature on the microbiological and chemical changes during ripening of Cheddar cheese. *Radiat. Phys. Chem.* **69**, 419-431.
9. Fernandez, P. (2000) Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food. *J. Food Composition Anal.* **13**, 275-281.
10. Folch, J., Less, M., and Sloane-Stanley, G. M. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
11. Han, S.H. (2005) Ice cream. Yoohan Publishing Co., Korea.
12. Hashisaka, A. E., Einstein, M. A., Rasco, B. A., Hungate, F. P., and Dong, F. M. (1990) Sensory analysis of dairy products irradiated with cobalt-60 at -78°C. *J. Food Sci.* **55**, 404-408.
13. IAEA (2000) Online available: <http://www.iaea.org/icgfi>.
14. Jo, C., Kim, H. J., Kim, D. H., Lee, W. K., Ham, J. S., and Byun, M. W. (2007) Radiation sensitivity of selected pathogens in ice cream. *Food Control.* **18**, 859-865.
15. Kanbakan, U., Con, A. H., and Ayar, A. (2004) Determination of microbiological contamination sources during ice cream production in Denizil, Turkey. *Food Control.* **15**, 463-470
16. KFDA (2004) Food Code. Munyoungsa, Seoul, Korea.
17. Kim, H. J., Jang, A., Ham, J. S., Jeong, S. G., Ahn, J. N., Byun, M. W., and Jo, C. (2007) Development of ice cream with proper microbial and sensory property by irradiation. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* **49**, 515-522
18. Kim, H. J., Jo, C., Kim, D. S., Yook, H. S., and Byun, M. W. (2005) Microbiological contamination of ice cream commercially available in Korea its irradiation effect. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* **47**, 867-876.
19. Kim, H. J., Jo, C., Lee, N. Y., Son, J. H., An, B. J., Yook, H. S., and Byun, M. W. (2005) Effect of gamma irradiation on physiological activity of citrus essential oil. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 797-804.
20. Kim, H. J., Song, B. S., Kim, J. H., Choi, J. I., Lee, J. W., Jo, C., and Byun, M. W. (2007) Application of gamma irradiation for the microbiological safety of sliced cheddar cheese. *J. Radiat. Ind.* **1**, 15-19.

21. Kim, J. H. and Yoon, S. S. (1998) Detection of *E. coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*, and appraisal for microbiological qualities in the commercial frozen yogurt products in Korea. *Kor. J. Food Sci. Ani. Res.* **18**, 63-74
 22. Kozak, J., Balmer, T., Byrne, R., and Fisher, K. (1996) Prevalence of *Listeria monocytogenes* in foods: Incidence in dairy products. *Food Control.* **7**, 215-221.
 23. Lee, N. Y., Jo, C., and Byun, M. W. (2005) Application of irradiation technology for development of functional natural materials. *Food Ind. Nutr.* **10**, 26-31.
 24. Lee, J. W., Kim, J. H., Kim, J. H., Oh, S. H., Seo, J. H., Kim, C. J., Cheong, S. H., and Byun, M. W. (2005) Application of gamma irradiation for the microbiological safety of fried-frozen cheese ball. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 729-733.
 25. Lee, J. W., Oh, S. H., Kim, J. H., Byun, E. H., Kim, M. R., Kim, K. S., Lee, H. J., and Byun, M. W. (2006) The non-enzymatic browning reaction occurred by gamma irradiation in sugar-lysine aqueous model solution. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 583-587.
 26. Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., and Randall, R. J. (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**, 265-275.
 27. Shin, K. S. (1978) Fatty acid composition of milk and ice cream. *Korean J. Vet. Publ. Hlth.* **2**, 6-13.
 28. SPSS (1970) Statistical Package for the Social Sciences, Chicago, IL, USA.
-
- (2008. 2. 4. 접수/2008. 3. 13. 채택)