

# 시판 아이스크림의 미생물 오염도 및 감마선 조사효과

김현주\* · 조철훈\* · 김동수\* · 육홍선\*\* · 변명우\*

한국원자력연구소 방사선연구원 방사선식품생명공학연구팀\*, 충남대학교 식품영양학과\*\*

## Microbiological Contamination of Ice Cream Commercially Available in Korea and its Irradiation Effect

Hyun Joo Kim\*, Cheorun Jo\*, Dong Soo Kim\*, Hong Sun Yook\*\* and Myung Woo Byun\*

Radiation Food Science & Biotechnology Team, Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, 1266 Sinjeong-dong, Jeongeup, 580-185, Republic of Korea\*  
Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea\*\*

### ABSTRACT

The microbial contamination of ice cream product commercially available in Korea was determined using ice bar, ice cream, ice milk and non-milk fat ice cream. Irradiation effect on enhancement of microbiological safety was also investigated at doses of 1, 3, and 5 kGy. In all products, yeast and molds were not detected, however, total aerobic and coliform bacteria were detected at 1~2 and 1~1.5 Log CFU/g level, respectively. According to the different flavor used in ice cream, total aerobic bacteria were detected as 2.30, 2.90, and 3.32 Log CFU/g level in vanilla, chocolate, and strawberry ice cream, respectively. Yeast and mold was not detected in vanilla ice cream but 2.30 and 2.70 Log CFU/g in chocolate and strawberry ice cream, respectively. Coliforms were also detected 1~2 Log CFU/g in the ice cream with different flavors. *Listeria innocua* and *Escherichia coli* were detected from 3 commercial samples but *Salmonella spp.* was not detected using API kit. Gamma irradiation significantly reduced the level of the contaminated total aerobic bacteria, yeast and molds and coliform population in the ice creams. These results indicated that irradiation (5 kGy or less) is effective to ensure safety of ice cream.

(Key words : Ice cream, Microbiological safety, Gamma irradiation)

### I. 서 론

아이스크림은 1851년 미국 내에서 처음 시판용으로 생산이 시작되어 주로 미국에서 발달하기 시작하였다. 국내의 경우 1900년 이전에는 아주 서서히 발달되었으나 1920년 이후부터 그 생산량이 급증하게 되고 이후 가공 기술의 발달로 아이스크림은 영양가치가 높은 냉동 식품

으로 자리잡게 되었으며, 유아 및 청소년층뿐만 아니라 전 연령대가 선호하는 기호유제품의 하나로 인식되고 있다(채 등, 1982)

아이스크림류는 원유, 유가공품을 주원료로 하여 이에 따른 식품 또는 첨가물을 첨가한 후 냉동 경화한 것을 말하며 빙과류는 식품 또는 식품 첨가물 등을 혼합 살균하여 냉동한 것으로 아이스크림 제품에 속하지 않는 것을 말한

Corresponding author : Myung-Woo Byun, Radiation Food Science and Biotechnology Team, Advanced Radiation Technology Insititute, 1266 Sinjeong-dong, Jeongeup, Republic of Korea. Tel : 82-63-570-3200, Fax: : 82-63-570-3201, E-mail : mwbyun@kaeri.re.kr

다. 아이스크림 및 빙과제품은 아이스크림류, 아이스밀크류, 저지방 아이스크림류, 비유지방 아이스크림류, 샤베트 및 빙과류 등 6종으로 나눈다(한, 2005).

그러나 아이스크림은 영양소 함량, 중성 pH, 그리고 상대적으로 긴 저장기간 때문에 미생물에 오염될 소지가 크다. 또한 아이스크림 제조 공정 중 살균, 냉동 및 경화 공정에서 대부분의 위해미생물을 사멸시킬 수 있다는 인식과 저온저장 및 유통으로 다른 식품에 비해 상대적으로 안전하다고 여겨질 수 있다(김 등, 2004). 그러나 Kanbakan 등(2004)은 아이스크림의 제품 제조에서부터 판매까지 오염정도를 측정된 결과 일반 호기성 미생물이 약 3~5 log CFU/g이 검출되었다고 보고하였으며, Kozak 등(1996)은 미국 내 시판되는 아이스크림류 제품에서 상당수의 *Listeria monocytogenes*와 *Yersinia spp.*가 검출되었다고 보고하였다. 김 등(1998)은 우리나라의 경우, 낙농 유제품 전면 수입 개방에 있어서, 병원성 미생물 추적 프로그램이 수립되어 있지 않을 뿐 아니라, 주요 식중독균으로 대두된 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 등과 같은 세균에 관한 실험적 정보가 빈약하다고 지적하였다.

방사선 조사기술은 현재 국제기구(FAO/IAEA/WHO)와 선진 여러 나라에서 그 건전성과 경제성이 공인되어 현재 52개국에서 230여 종의 식품에 대하여 식품 방사선 조사를 허가하고 있다(FAO/IAEA/WHO Study group, 1999). 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 조사 허가는 우리나라를 비롯하여 핀란드, 영국, 네덜란드 및 크로아티아에서 허가되었으며 남아프리카 등에서는 밀크쉐이크 분말을 1988년 5월 허가하였다(IAEA, 2000). 또한, 적절한 선량의 방사선 조사는 식품의 물리, 화학적 및 관능적 특성에 큰 영향을 주지 않고 식품에서 유래하는 식품기인성 미생물로부터의 위험을 상당히 줄일 수 있는 유익한 식품 위생화 방법이

다(Byun, 1997). 방사선 조사의 가장 큰 장점 중 하나는 식품 품온의 상승이 거의 없는 냉온 살균이어서 특히 아이스크림과 같은 최종 제품의 저장온도가 제한되고 전통적 살균 처리가 곤란할 경우 적용하기가 용이하다는 점이다. 그러나 방사선 조사는 라디칼 생성으로 인해 지방산화를 촉진시킴으로 지방 함유량이 많은 식품에서는 품질이 저하되기 쉽다. 그러나 식용유지 제조공정에서 지방산화의 촉진없이 방사선 조사를 이용하여 잔류 클로로필을 제거, 광산화 및 지방산화를 억제하는 기술이 국내에서 개발되어 이러한 가공 중 품질저하를 줄일 수 있는 가능성을 확인하였다 (Byun 등, 2002).

따라서 본 연구에서는 아이스크림의 미생물학적 안전성, 보존성 및 위생성 향상을 위하여 시판 중인 아이스크림 제품류의 미생물 오염도를 검사하고 병원성 미생물이 오염되어 있는지 여부를 알아보기 위해 *Listeria spp.*, *Escherichia coli* 및 *Salmonella spp.*를 분리 및 동정하였다. 또한 다른 향을 가진 아이스크림의 미생물 분포도 및 감마선 조사효과를 측정하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 포장

실험 재료는 시중에서 판매되고 있는 아이스크림 제품류 중 빙과류(3종), 아이스크림류(3종), 아이스밀크류(3종) 및 비유지방 아이스크림류(1종)를 서로 다른 4군데의 판매점에서 구입하였고, 또한 같은 회사 제품으로 바닐라, 초코 및 딸기 향을 가진 아이스크림을 상기와 같은 방법으로 구입하여 실험에 사용하였다. 미생물 분석을 위해 아이스크림을 각각 10g씩 취하여 멸균된 polyethylene bag(2 mL O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/24h at 0°C; 20 cm × 30 cm; Sunkyung Co. Ltd, Seoul, Korea)에 넣은 다음 포장한 후 감마선 조사를 실시하였다. 또한 시판 아이스크림에 오염된 병원성 미생물의 분리 및 동정을 위해 서로 다른 2군데 회사 제품으로 바닐라, 초코 및 딸기 향을 가진 아이스크림을 상기와 같은 방법으로 구입하여 실험에 사용하였다.

## 2. 감마선 조사

감마선 조사는 한국원자력연구소(Daejeon, Korea) 내 선원 10만 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 분당 83.3 Gy의 선량율로 각각 0, 1, 3 및 5 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 감마선 조사 시 드라이아이스를 이용하여 아이스크림의 저온상태를 유지하도록 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 아이스크림은  $-20^\circ\text{C}$ 에서 0, 2 및 4주 동안 저장하면서 저장기간에 따른 미생물학적 안정성을 조사하였다.

## 3. 미생물 분석

감마선 조사 후 저장기간에 따른 아이스크림의 미생물 검사는 일반 호기성 미생물, 효모 및 곰팡이, 그리고 대장균군을 측정하였다. 즉, 시료 10 g에 멸균된 식염수(0.85%, NaCl) 90 mL를 첨가하여 Bag mixer<sup>®</sup>(Model 400, Interscience, France)를 사용하여 120초 동안 혼합한 후 10진 희석법으로 희석한 희석액을 각각의 배지에 도말하였다. 미생물의 증식은 표준한천 배양방법으로  $37^\circ\text{C}$ 에서 세균은 2일, 효모 및 곰팡이는  $25^\circ\text{C}$ 에서 5일 동안 배양한 후 계수하였다. 아이스크림의 미생물 분석을 위해 사용한 배지는 일반 호기성 미생물의 경우 total plate count agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)를 사용하였으며, 효모 및 곰팡이 검출을 위한 배지는 멸균된 10% Tartaric acid를 멸균된 potato dextrose agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)에 첨가하여 pH 3.6이 되도록 조절한 후 실험에 사용하였다. 대장균군의 경우 eosin methylene blue agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)를 사용하였다.

## 4. 병원성 미생물의 분리 및 동정

### (1) *Listeria* spp.의 분리 및 동정

시료 25 g에 buffered listeria enrichment broth(Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England) 225 mL을 첨가하여  $30^\circ\text{C}$ 에서 48시간 배양한 후 oxford medium(Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England) 및 palcam agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)에 도말하여  $30^\circ\text{C}$ 에서 48시간 배양하였다. 배양 후 나타난 집락을 0.6% yeast extract 가 첨가된 tryptic soy agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)에 계대배양한 후  $30^\circ\text{C}$ 에서 48시간 배양하여 나타난 집락을 catalase 검사 및 그람 염색을 통해 생화학적 검사를 한 후 API Listeria kit(API<sup>®</sup>, Biomeriux, France)를 이용하여 최종 확인하였다.

### (2) *E. coli*의 분리 및 동정

시료 25 g에 brain heart infusion broth(Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England) 225 mL을 첨가하여  $35^\circ\text{C}$ 에서 3시간 배양한 후 tryptone phosphate broth(Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England) 225 mL을 첨가하여  $44^\circ\text{C}$ 에서 20시간 배양하였다. 그 다음 Levine's eosin-methylene blue agar(Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England) 및 MacConkey agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)에 도말한 다음  $35^\circ\text{C}$ 에서 20시간 배양하여 나타난 집락을 oxidase 검사 및 그람 염색을 이용하여 생화학적 검사를 한 후 API 20E kit(API<sup>®</sup>, Biomeriux, France)를 이용하여 최종 확인하였다.

### (3) *Salmonella* spp.의 분리 및 동정

시료 25 g에 lactose broth(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA) 225 mL을 첨가하여  $35^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양하였다. 배양액 1 mL을 각각 tetrathionate broth(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA), selenite cystine broth(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA) 및 rappaport broth(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA) 10 mL과 혼합하여  $35^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양한 후 bismuth sulphite agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA), xylose

lysine desoxycholate agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA) 및 hektoen enteric agar(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)에 도말하여 35℃에서 24시간 배양하였다. 배양 후 나타난 집락을 nutrient broth(Difco, Laboratories, Sparks, MD, USA)에 순수분리하여 35℃에서 24시간 배양하여 나타난 집락을 oxidase 검사 및 그람 염색을 통해 생화학적 검사를 한 후 API 20E kit(API®, Biomerieux, France)를 이용하여 최종 확인하였다.

## 5. 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 ( $p < 0.05$ ).

## III. 결과 및 고찰

### 1. 시판 아이스크림의 미생물 오염도 평가

국내 유통 중인 아이스크림 및 빙과제품의 오염도를 평가하기 위하여 편의상 빙과류 3종, 아이스밀크류 3종, 아이스크림류 3종 및 비유지방 아이스크림류 1종으로 분류하여 일반 호기성 미생물, 효모 및 곰팡이, 그리고 대장균군 수 측정 결과를 Table 1에 나타냈다. 모든 제품에서 효모 및 곰팡이는 검출되지 않았으나 약 1~2 Log CFU/g의 일반 호기성 미생물이 검출되었으며 특히 아이스크림류에서 가장 많은 일반 호기성 미생물이 나타났다. 대장균군의 경우 A와 F 제품에서는 검출되지 않았으나 다른 제품에서 1~1.5 Log CFU/g이 검출되었다. 감마선 조사에 의한 미생물의 살균효과를 살펴보면 대부분의 제품에서 3 kGy의 감마선 조사로 미생물이 검출되지 않았으나 C, D 및 I 제품은 3 kGy 조사 후에도 1 Log CFU/g이 검출된 것을 확인할 수 있었다. 연구 결과 국내 아이스크림 제품류도 위생적인 측면에서 안심할 수 없으며

안전성을 증진시키기 위한 노력이 필요하다고 생각된다.

### 2. 서로 다른 향을 가진 아이스크림의 미생물 오염도 평가

앞의 연구결과를 토대로 하여 미생물 분포가 높았던 아이스크림류 중 가장 대중적인 향인 바닐라, 초코 및 딸기 아이스크림을 대상으로 미생물 오염도를 평가를 하였다. 앞의 연구 결과 3 kGy 조사 후에도 미생물이 검출되어 조사 선량을 0, 1, 3 및 5 kGy로 하여 실험을 진행하였다.

바닐라, 초코 및 딸기 향 아이스크림의 일반 호기성 미생물의 변화는 Table 2에 나타내었다. 바닐라 아이스크림은 2.30 Log CFU/g이 검출되었고 3 및 5 kGy에서는 검출되지 않았다. 그리고 비 조사구의 경우 저장기간 동안 약 0.3 Log CFU/g이 증가하였으며 조사구의 경우 검출되지 않았다. 초코 아이스크림의 경우 2.90 Log CFU/g이 검출되었고 5 kGy에서는 검출되지 않았다. 또한 조사구의 경우 저장기간에 따라 유의적으로 감소하였다. 딸기 아이스크림의 경우 3.32 Log CFU/g이 검출되었고 5 kGy에서는 검출되지 않았다. 또한 0 및 1 kGy에서는 저장기간 동안의 미생물 수는 유의적인 차이가 없었고, 3 kGy에서는 약 1 Log CFU/g 증식하였다.

바닐라, 초코 및 딸기 향 아이스크림의 효모 및 곰팡이의 변화는 Table 3에 나타내었다. 바닐라 아이스크림의 경우 효모가 검출되지 않았으나 초코 아이스크림의 경우 2.30 Log CFU/g이 검출되었으며 저장기간 동안에는 검출되지 않았다. 딸기 아이스크림의 경우 2.70 Log CFU/g이 검출되었고 5 kGy에서는 검출되지 않았다. 그리고 조사구의 경우 저장기간 동안 검출되지 않았다.

바닐라, 초코 및 딸기 향 아이스크림의 대장균군의 변화는 Table 4에 나타내었다. 바닐라 아이스크림에서 1.70 Log CFU/g이 검출되었고 3 및 5 kGy에서는 검출되지 않았다. 그리고 비 조사구의 경우 저장기간 동안 0.3 Log CFU/g이

Table 1. Microbial population (Log CFU/g) of the ice cream products treated by gamma irradiation at  $-20^{\circ}\text{C}$ 

	Irradiation dose (kGy)	Viable cell counts (Log CFU/g)			
		total aerobic bacteria	yeast & mold	coliform	
Water ice	A	0	1.30±0.05 <sup>2)</sup>	— <sup>1)</sup>	—
		1	1.00±0.07	—	—
		3	1.00±0.05	—	—
	B	0	1.00±0.09	—	1.00±0.12
		1	1.00±0.05	—	1.00±0.09
		3	—	—	—
	C	0	1.84±0.05	—	1.17±0.15
		1	1.81±0.03	—	1.00±0.07
		3	1.69±0.11	—	1.00±0.15
Ice milk	D	0	1.30±0.09	—	1.60±0.22
		1	1.17±0.07	—	1.00±0.17
		3	1.07±0.05	—	1.00±0.09
	E	0	2.00±0.05	—	1.69±0.09
		1	1.54±0.07	—	1.39±0.05
		3	—	—	1.00±0.07
	F	0	1.39±0.15	—	—
		1	1.00±0.12	—	—
		3	—	—	—
Ice cream	G	0	1.90±0.05	—	1.39±0.11
		1	1.30±0.09	—	1.00±0.09
		3	—	—	—
	H	0	2.04±0.07	—	1.39±0.07
		1	1.30±0.09	—	1.39±0.11
		3	—	—	1.00±0.15
	I	0	2.07±0.15	—	1.87±0.09
		1	2.06±0.12	—	1.60±0.14
		3	2.04±0.07	—	1.30±0.15
Non milk-fat ice cream	J	0	1.54±0.05	—	1.30±0.12
		1	1.39±0.09	—	—
		3	—	—	—

<sup>1)</sup> Viable colony was not detected at detection limit  $< 10^1$  CFU/g.

<sup>2)</sup> Mean±standard deviation (n = 2).

증식하였으나 조사구에서는 검출되지 않았다. 초코 아이스크림의 경우 2.23 Log CFU/g이 검출되었으며 5 kGy에서는 검출되지 않았다. 또한 저장기간에 따라 0.4~1.3 Log CFU/g 증식하였다. 딸기 아이스크림은 2.40 Log CFU/g 검출

되었으며 저장기간에 따라 0.4~1.0 Log CFU/g 증식하였다.

이와 같이 바닐라, 초코 및 딸기 맛 아이스크림의 오염도를 평가한 결과 약 2~3 log CFU/g이 검출되어 아이스크림이 미생물에 오염되어

Table 2. Total aerobic bacterial count of the ice cream with different flavors commercially available in Korea and its irradiation effect during a storage at  $-20^{\circ}\text{C}$ 

Flavor	Irradiation dose (kGy)	Viable cell counts (Log CFU/g)		
		0 week	2 week	4 week
Vanilla	0	2.30±0.05	2.65±0.07 <sup>2)</sup>	2.60±0.12
	1	2.00±0.10	—	—
	3	— <sup>1)</sup>	—	—
	5	—	—	—
Chocolate	0	2.90±0.05	3.08±0.20	3.00±0.02
	1	2.85±0.07	2.48±0.05	2.40±0.17
	3	2.70±0.15	2.18±0.09	2.00±0.05
	5	—	—	—
Strawberry	0	3.32±0.23	3.20±0.21	3.23±0.15
	1	3.00±0.12	3.08±0.09	2.98±0.27
	3	1.95±0.20	2.90±0.10	2.90±0.02
	5	—	—	—

<sup>1)</sup> Viable colony was not detected at detection limit  $< 10^1$  CFU/g.

<sup>2)</sup> Mean±standard deviation (n = 2).

Table 3. Yeast and mould population of the ice cream with different flavors commercially available in Korea and its irradiation effect during storage at  $-20^{\circ}\text{C}$ 

Species	Irradiation dose (kGy)	Viable cell counts (Log CFU/g)		
		0 week	2 week	4 week
Vanilla	0	— <sup>2)</sup>	—	—
	1	—	—	—
	3	—	—	—
	5	—	—	—
Chocolate	0	2.30±0.05 <sup>1)</sup>	—	—
	1	2.00±0.09	—	—
	3	1.48±0.12	—	—
	5	—	—	—
Strawberry	0	2.70±0.07	2.48±0.09	2.40±0.10
	1	2.30±0.04	—	—
	3	1.70±0.15	—	—
	5	—	—	—

<sup>1)</sup> Viable colony was not detected at detection limit  $< 10^1$  CFU/g.

<sup>2)</sup> Mean±standard deviation (n = 2).

Table 4. Coliform bacterial count of the ice cream with different flavors commercially available in Korea and its irradiation effect during storage at  $-20^{\circ}\text{C}$ 

Flavor	Irradiation dose (kGy)	Viable cell counts (Log CFU/g)		
		0 week	2 week	4 week
Vanilla	0	1.70±0.07	2.04±0.20 <sup>2)</sup>	2.00±0.10
	1	1.30±0.04	—	—
	3	— <sup>1)</sup>	—	—
	5	—	—	—
Chocolate	0	2.23±0.23	3.22±0.10	3.20±0.11
	1	2.08±0.15	2.60±0.07	2.60±0.15
	3	1.70±0.09	2.18±0.05	2.00±0.07
	5	—	—	—
Strawberry	0	2.40±0.05	2.81±0.10	2.85±0.20
	1	1.70±0.09	2.30±0.07	2.40±0.11
	3	1.00±0.05	2.18±0.09	2.30±0.15
	5	—	—	—

<sup>1)</sup> Viable colony was not detected at detection limit  $< 10^1$  CFU/g.

<sup>2)</sup> Mean±standard deviation (n = 2).

있음을 확인하였다. Pryke 등(1995)은 미생물이 오염되지 않은 깨끗한 식품의 기준으로 *Bacillus*의 경우 500 CFU/g 이하, *Staphylococci* 및 *Streptococcus viridans*은 1,000 CFU/g 이하라고 보고하였다. Adeil Pietranera 등(2003)은 바닐라, 딸기 및 복숭아 아이스크림의 일반 호기성 미생물을 측정 한 결과 각각  $1.6 \times 10^5$ ,  $4.7 \times 10^5$  및  $1.6 \times 10^5$ 이 검출되었다고 보고하였다. Kamat 등(2000)은 아이스크림을  $-72^{\circ}\text{C}$  상태에서 방사선 조사하였을 때의 일반 호기성 미생물, 효모 및 곰팡이와 대장균군의 변화를 비교하였을 때 비조사구의 경우 각각  $5.5 \times 10^6$ ,  $3.4 \times 10^5$  및  $2.0 \times 10^3$ 이 검출된 반면 5 kGy에서는 10 CFU/g 이하의 균이 검출되었다고 보고하였다. 또한 Kamat 등(1989)은 면역결핍환자용 아이스크림과 치즈 개발시 1 kGy의 저선량 조사로 대부분의 병원균을 제거하였으며 관능적 품질 영향이 없었다고 보고하였다. Kozak 등(1996)은 *Listeria monocytogenes*의 경우 다른 bacteria 보다  $0^{\circ}\text{C}$  이하에서 더 오래 남아있어 오염된 유제품 섭

취 시 Listeriosis를 유발할 가능성이 있다고 보고하였다. 김 (1998)은 *Listeria*의 경우 포자생성균을 제외한 세균 중 냉동, 건조, 열에 비교적 강한 저항력을 가지며, 내염성 및 저온성으로 인하여 식품산업에 커다란 위험이 되고 있다고 보고하였다.

### 3. 시판 아이스크림의 병원성 미생물 분리 및 동정

시판 아이스크림의 *Listeria* spp., *E. coli* 및 *Salmonella* spp.의 분리 및 동정 결과는 Table 5에 제시하였다.

아이스크림의 *Listeria* spp. 분리 및 동정 시험에서 A사의 딸기향, B사의 바닐라, 초코 및 딸기향 아이스크림에서 *Listeria*로 추정되는 집락이 나타나 catalase 검사 및 gram staining을 시행하였다. Catalase 검사는 모두 양성이었으나 그람 염색 결과 B사의 딸기향 아이스크림을 제외하고 모두 그람 양성 및 단간균 형태였다

Table 5. Identification of microorganism in two commercial ice cream products

		<i>L. inocua</i>	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella spp.</i>
A	Vanilla	—	+	—
	Chocolate	—	+	—
	Strawberry	+	+	—
B	Vanilla	+	—	—
	Chocolate	+	—	—
	Strawberry	—	—	—

+: present, — ; absent.

(data not shown). API Listeria kit(API<sup>®</sup>, Biomeriux, France)를 이용한 최종 확인 결과 A사의 딸기향, B사의 바닐라 및 초코향 아이스크림에서 *L. inocua*가 검출되었음을 확인하였다.

아이스크림의 *E. coli* 분리 및 동정 시험을 위해 유제품에서 많이 발견되고 있는 장관출혈성 대장균(enterohemorrhage *E. coli*, EHEC) 검출법을 이용하여 시험하였다. 그 결과 A사 및 B사의 아이스크림에서 *E. coli*로 의심되는 집락이 발견되어 oxidase 검사 및 그람 염색을 시행한 결과 모든 아이스크림에서 oxidase 검사는 음성으로 나타났고, 그람 염색에서는 그람 음성 및 간균 형태였다(data not shown). 최종 확인을 위해 API 20E kit(API<sup>®</sup>, Biomeriux, France)을 사용한 결과 A사의 아이스크림에서 *E. coli*가 검출되었음을 최종 확인하였다.

아이스크림의 *Salmonella spp.*의 분리 및 동정 시험에서 모든 제품에서 *Salmonella* 의심 집락이 나타나 oxidase 검사 및 그람 염색을 시행하였다. 모든 제품에서 oxidase 검사는 음성으로 나타났으며 그람 음성 및 간균 형태였다(data not shown). 그러나 API 20E kit(API<sup>®</sup>, Biomeriux, France)을 이용한 동정 결과 *Salmonella spp.*가 아닌 것으로 최종 확인되었다.

실험 결과, 아이스크림에 병원성 미생물인 *Listeria spp.* 및 *E. coli*에 오염되어 있음을 최종 확인하였다. 이는 아이스크림을 저장하는 기간 동안 아이스크림 내 잔존하는 저온성 세균이 증식함과 동시에 아이스크림 제조과정시 위생

관리가 철저히 이루어지지 않았던 것으로 사료된다. Pak 등(2002)은 10년 동안 스위스에서 유제품의 오염도를 분석한 결과 4.9%가 *L. monocytogenes*에 오염되어 위생관리가 철저히 요구된다고 보고하였다. 또한 Kozak 등(1996)은 *L. monocytogenes*는 동물과 농장 환경에서부터 제품 생산과정이나 제조과정 및 저장온도까지 쉽게 오염되어 식품으로 전염이 될 우려가 있다고 보고하였다. Warke 등(2000)은 인도에서 시판되고 있는 아이스크림의 오염상태를 알아본 결과 *L. monocytogenes* 및 *Yersina spp.*이 잔존한 반면 *Salmonella spp.*는 검출되지 않았다고 보고하였다. 또한 Kuplulu 등(2004)은 터키에서 시판되고 있는 아이스크림에서 *Brucella spp.*을 분리 및 동정한 결과  $5.4 \times 10^2$  MPN/g이 검출되어 아이스크림 제조 과정시의 위생적인 문제 해결이 시급하다고 보고하였다.

본 연구에서는 아이스크림의 미생물학적 안전성, 보존성 및 위생성 향상을 위한 연구를 위해 아이스크림에 대한 저장기간에 따른 미생물 변화 및 병원성 미생물을 검출한 결과 아이스크림을 저장하는 과정에서 잔존하는 저온성 세균의 증식과 제조 및 유통과정 등의 영향이 큰 것으로 사료되어 아이스크림에 대한 위생관리가 철저히 요구된다. 또한 아이스크림을 5 kGy 이하의 선량으로 조사하였을 경우 아이스크림의 미생물학적 안전성을 확보하기 위해 효과적이라 생각된다.



## IV. 요약

아이스크림의 미생물학적 안전성, 보존성 및 위생성 향상을 위한 연구의 일환으로 시판 중인 아이스크림 제품류 및 다른 향을 가진 아이스크림의 미생물 분포도 및 감마선 조사효과를 알아보았다. 또한 시판 아이스크림에서 *Listeria* spp., *E. coli* 및 *Salmonella* spp.의 오염 여부를 알아보았다. 시판 중인 아이스크림 제품류 중 빙과류, 아이스크림류, 아이스밀크류 및 비유지방 아이스크림류의 미생물 분포도 결과 모든 제품에서 효모 및 곰팡이는 검출되지 않았으나 약 1~2 Log CFU/g의 일반 호기성 미생물이 검출되었으며 대장균군은 1~1.5 Log CFU/g이 검출되었다. 대부분의 제품에서 3 kGy의 감마선 조사로 미생물이 검출되지 않았으나 일부 제품에서 3 kGy 조사로 1 Log CFU/g이 생존하여 좀 더 높은 선량이 요구되었다. 서로 다른 향을 첨가한 아이스크림의 미생물 분포도 결과 바닐라, 초코 및 딸기 아이스크림의 일반 호기성 미생물의 경우 각각 2.30, 2.90 및 3.32 Log CFU/g이 검출되었으며 효모 및 곰팡이의 경우 바닐라 아이스크림은 검출되지 않았으나 초코 및 딸기는 각각 2.30 및 2.70 Log CFU/g이 검출되었다. 대장균군의 경우 바닐라 아이스크림이 1.70 Log CFU/g으로 가장 낮게 검출되었으며 초코 및 딸기 아이스크림은 2.23 및 2.40 Log CFU/g이 검출되었다. 감마선 조사에 따라 미생물의 수는 감소하였으며 5 kGy로 조사하였을 때는 검출되지 않았다. -20℃에서 4주간 저장 기간에 따른 미생물 수의 변화는 큰 차이가 없는 것으로 확인되었다. 또한 서로 다른 회사 제품으로 병원성 미생물 검출 결과 *L. innocua* 및 *E. coli*는 각각 3종씩 검출되었으나 *Salmonella*는 검출되지 않았다. 그러므로 아이스크림 제조 및 유통과정 시 위생관리가 철저히 요구되며 아이스크림의 미생물학적 안전성 확보를 위해 5 kGy 이하의 감마선 조사 기술을 적용하면 효과적이라 생각된다.

## V. 사 사

본 연구는 농림기술개발사업 (ARPC, Project No. 05126-3)의 지원으로 수행하였으며 이에 감사드립니다.

## VI. 인용 문헌

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. Byun, M. W. 1997. Application and aspect of irradiation technology in food industry. *Food Sci. Ind.* 30:89-100.
3. 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(2):145-150.
4. 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. p. 1-9.
5. IAEA. 2000. Online available. <http://www.iaea.org/icgfi>.
6. Kamat, A. Warke, R., Kamat M. and Thomas, P. 2000. Low-dose irradiation as a measure to improve microbial quality of ice cream. *Int. J. Food Microbiol.* 62: 27-35.
7. Kamat, A. S., Nerkar, D. P. and Nair, P. M. 1989. *Bacillus cereus* in some Indian foods. Incidence and antibiotic heat and radiation resistance. *J. Food Safety.* 10:31-44.
8. Kanbakan, U., Con, A. H. and Ayar, A. 2004. Determination of microbiological contamination sources during ice cream production in Denizli, Turkey. 15:463-470.
9. Kozak, J., Balmer, T., Byrne, R. and Fisher, K. 1996. Prevalence of *Listeria monocytogenes* in foods: Incidence indairy products. 7(4):215-221.
10. KFDA. 2004. Food Code. Munyoungsa, Seoul, Korea.
11. Kuplulu, O. and Sarimehmetoglu, B. 2004. Isolation and identification of *Brucella* spp. in ice cream.

- Food Control. 15:511-514.
12. Pak, S. I., Spahr, U., Jemmi, T. and Salman, M. D. 2002. Risk factors for *L. monocytogenes* contamination of dairy products in Switzerland, 1990-1999. *Preventive Veterinary Medicine*. 53: 55-65.
  13. Pryke, D. C. and Taylor, R. R. 1995. The use of irradiated food for immunosuppressed patients in the United Kingdom. *J. Human Nutr. Diet*. 8: 411-416.
  14. SPSS. 1970. *Statistical Package for the Social Sciences*, Norman.
  15. Warke, R., Kamat, A., Kamat, M. and Thomas, P. 2000. Incidence of pathogenic psychrotrophs in ice creams sold in some retail outlets in Mumbai, India. *Food Control*. 11:77-83.
  16. 김성현, 최적주, 신정혜, 이준열, 성낙주. 2004. 유자 착즙액 첨가 아이스크림의 영양학적 특성. *한국식품영양과학회지*. 17(2):212-219.
  17. 김재원, 윤성식. 1998. 국내 시판용 Frozen yogurt의 병원성 미생물 검출 및 미생물학적 품질 평가에 관한 연구. *한국축산식품학회지*. 18(1):63-74.
  18. 김창민. 1998. 식품 중 저온 유해세균에 대하여, 식품안전을 위한 유해 미생물. p. 57-72.
  19. 채수규, 유태중. 1982. 관능검사법에 의한 식품의 품질평가에 관한 연구; 제4보: 시판 아이스크림의 관능적 품질에 대한 평가 시험. *한국식품과학회지*. 14(3):203-209.
  20. 한상현. 2005. 아이스크림. 유한문화사.  
(접수일자 : 2005. 8. 12. / 채택일자 : 2005. 10. 13.)