

< Original Article >

경기 남부지역 HACCP 인증 아이스크림 업체와 미인증 업체의 미생물 관리 수준 비교

배진규* · 전오숙 · 박혜원 · 복민순 · 양호열 · 박준조 · 고태오

경기도축산위생연구소

The comparison of microbiological control level between HACCP-accredited ice cream manufacturers and non-accredited ones in the southern part of Gyeonggi province, Korea

Jin-Gyu Bae*, Oh-Sook Jeon, Hye-Won Park, Min-Soon Bok, Ho-Yul Yang,
Jun-Jo Bark, Tae-Oh Ko

Gyeonggi Province Veterinary Service Center, Suwon 441-460, Korea

(Received 19 February 2013; revised 21 May 2013; accepted 29 May 2013)

Abstract

The hazard analysis critical control point (HACCP) system was introduced to the Korean livestock slaughter and product processing business in 1997. Ice cream manufacturers focus on the sterilization process in order to reduce microorganism, so the HACCP-accredited ice cream manufacturers particularly set the sterilization process as critical control point (CCP). Therefore, the microbiological test results on the finished products can be considered as one of the indicators which show the level of microbiological control in the ice cream manufacturers. Accordingly, this study was carried out to examine if there is a meaningful difference in terms of the microbiological control level between the HACCP-accredited and non-accredited ice cream manufacturer groups by comparing aerobic plate count (APC) of ice creams. The mean of APC was 1.68 Log CFU/g in the HACCP-accredited ice cream manufacturer group and 2.59 Log CFU/g in the non-accredited ones respectively and there was a statistically significant difference ($P < 0.05$). The test results suggest that the level of microbiological control in the HACCP-accredited ice cream manufactures is much higher than that of non-accredited ones.

Key words : HACCP, Aerobic plate count, Ice cream manufacturer, Ice cream

서 론

국내 축산물에 대한 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system은 1997년 도축업 및 축산물가공업의 시작으로 유통단계(집유업·축산물운반업·축산물보관업·축산물판매업, 2004), 배합사료(2005), 농장 등으로 점차 확대되고 있으며 농장에서 식탁까지의 위생 안전성 확보를 위한 중요한 수단으

로 자리매김하였다. 국제적으로도 1993년 제20차 Codex Alimentarius Commission 총회에서 HACCP 적용을 위한 기준을 제시하였고 이후 전 세계적으로 확대 적용되고 있다(FAO, 2003a; 2003b; 2006). HACCP 인증을 받기 위해서는 축산물위해요소중점관리기준(식품의약품안전처, 2013b)의 실시상황평가표에 따른 평가에서 적합 판정을 받아야 하는데, 평가기준은 크게 선행요건 관리, HACCP 관리, 유형별 평가로 구성되어 있다. HACCP 인증을 받지 않은 업체라도 축산물위생관리법 제8조(위생관리기준)에 따라 자체위생관리

*Corresponding author: Jin-Gyu Bae, Tel. +82-31-8008-6245,
Fax. +82-31-8008-6247, E-mail. fly3sky@gg.go.kr

기준을 정하고 이를 준수하도록 법에서 정하고 있으며(식품의약품안전처, 2013a) 주요 내용은 축산물위해요소중점관리기준의 선행요건 관리와 유사하다.

HACCP 인증 업체와 미인증 업체의 가장 큰 차이점은 HACCP 관리 유·무에 있는데 지정심사 및 조사·평가 시 위해요소분석과(HA), 중요관리점(CCP) 설정의 유효성 평가와 실행성 검증에 초점이 맞추어진다(Hong과 Lee, 2011). 정부는 HACCP 운용 강화조치로 축산물위생관리법 제9조(위해요소중점관리기준)에 따라 HACCP 인증 후 매년 1회 이상의 조사·평가를 시행 중이며 조사·평가는 축산물가공업, 식육포장처리업 및 집유업에 대해서 각 지방자치단체에서 담당하고 있다(식품의약품안전처, 2013a). HACCP 인증 작업장 등에 대해서 조사·평가 시 서류검토 및 현장조사 등의 방법으로 축산물위해요소중점관리기준 준수 여부를 평가한다. 그 밖에도 축산물위생관리법 제19조(출입·검사·수거)에 따라 축산물을 수거하여 생산되는 제품이 축산물의 가공기준 및 성분규격을 준수하는지 검사를 하는 것(식품의약품안전처, 2013a)도 넓은 의미의 정부 검증 활동이라고 할 수 있다.

한편, 정부에서는 농장에서 식탁까지 안전·위생확보를 위해서 축산물 HACCP 활성화 대책을 발표하였는데 어린이 다소비 품목 및 위해관리 필요성이 높은 축산물에 대해서 HACCP 인증 의무화를 단계적으로 추진하며, 특히 유가공업의 HACCP 인증 의무화를 가장 우선하여 추진할 계획임을 밝힌 바 있다. 또한, 소비자에게 신뢰받는 HACCP 제도 정착을 위하여 HACCP 운용 효과에 관한 평가지표를 개발할 계획이며 미생물 모니터링을 통해서 평가할 계획이라고 발표하였다(농림수산식품부, 2011).

HACCP 인증의 효과에 관해서 국내에서도 많은 연구가 있었다. Hong 등(2008)은 돈육을 가공하는 업체에서 HACCP 적용 후 일반세균수에 유의한 감소가 나타나 위생상태가 개선되었다고 보고하였다. Kim 등(2009)은 빙과류 제조업체에서 HACCP 인증 업체의 미생물 오염수준이 미인증 업체에 비하여 낮게 나타났다라고 보고하였고, 이(2010)는 축산물가공장에서 HACCP 도입 후 기업의 이미지, 고객 만족도, 종업원의 위생의식 향상이 있었다고 보고하였으며 Lee 등(2010)은 서울 및 경기지역 식육판매업소에 대해서 조사결과 HACCP 인증 업체의 전반적인 위생관리 수준이 높았다고 보고하였다. Back 등(2012)은 식육포

장처리업에서 HACCP 인증업체 종업원의 위생의식이 향상되고 고객 불만이 감소하였다고 보고하였다. 그러나 유가공업을 대상으로 하여 미생물 검사 후 정량적 지표를 통한 HACCP 인증 업체와 미인증 업체와의 미생물 관리수준에 관한 비교 연구는 부족하였다. 따라서 이번 연구는 HACCP 인증 의무화를 가장 우선하여 추진 중인 유가공업의 아이스크림 제조업체에 대해서 HACCP 인증 업체와 미인증 업체 간의 미생물 관리수준을 비교·평가하고자 하였다.

재료 및 방법

시료채취

이번 연구는 2011년 1월부터 2012년 12월까지 경기도 축산위생연구소 수거검사 계획에 따라 경기도 남부지역에 소재한 제조업체에서 생산한 아이스크림을 수거하여 분석하였으며 HACCP 인증을 받은 3개 업체 13품목과 미인증 9개 업체 55품목을 수거하였다. 재료는 드라이아이스가 있는 아이스박스에 완제품 6개를 채취하여 2시간 이내에 실험실로 운반하여 냉동(-18°C 이하) 보관하여 3일 이내에 실험하였다.

일반 미생물 검사

제조업체에서 수거한 아이스크림에 대한 일반 미생물 검사는 일반세균수, 대장균군을 축산물의 가공기준 및 성분규격(식품의약품안전처, 2013c)에 따라 각각 검사하였다. 각 시료 25 g을 stomacher bag에 넣고 멸균된 식염수(0.85%, NaCl) 225 ml를 가하여 균질화한 후 멸균된 식염수에 10진법으로 단계 희석하였다. 일반세균수는 단계별 희석액 1 ml를 멸균된 페트리디쉬에 무균적으로 취한 뒤 Plate count agar (Oxoid, England) 약 15 ml를 분주하여 잘 섞어서 응고시킨 뒤 Plate count agar 3~5 ml를 가하여 중첩하여 35°C에서 48시간 배양 후 판독하였다. 대장균군은 3단계로 희석된 희석액 1 ml를 각각 3개의 Brilliant green lactose bile broth (Difco, USA) 발효관에 접종하여 35°C에서 48시간 배양 후 가스발생 발효관에 대하여 추정, 확정, 완전실험을 시행하고 대장균군의 유·무를 확인 후 최확수를 결정하였다.

식중독 원인균 검사

식중독 원인균 검사는 축산물의 가공기준 및 성분 규격(식품의약품안전처, 2013c)에 따라 시행하였다. 모든 식중독 원인균 의심집락은 Vitek (Biomerieux, France)으로 확인하였고, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157 : H7의 의심집락은 Yang 등(2009)의 방법을 참고하여 RT-PCR (Applied Biosystems, USA)으로 Pathogen 4-plex kit (Kogenebiotech, Korea)을 이용하여 최종 확인하였다. 원인균별 세부검사 방법은 다음과 같다.

Salmonella spp.: 시료 25 g에 Buffered peptone water (Difco, USA) 225 ml를 첨가하여 36°C에서 24시간 배양한 후 배양액을 Rappaport vassiliadis broth (Difco, USA) 및 Tetrathionate both (Difco, USA)에 가하여 각각 42°C 및 36°C에서 24시간 동안 증균 배양하였다. 각각의 증균배양액을 BG sulfa agar (Difco, USA) 및 Xylose lysine desoxycholate agar (Oxoid, UK)에 도말 후 36°C에서 24시간 동안 분리배양하였다. 의심집락은 TSI 및 LIA검사를 하여 살모넬라균으로 추정되는 균은 Vitek (Biomerieux, France) 및 RT-PCR (Applied Biosystems, USA)을 통해 확인하였다.

Staphylococcus aureus: 시료 25 g에 10% NaCl을 첨가한 Tryptic soy broth (Difco, USA) 225 ml를 첨가하여 36°C에서 24시간 동안 증균배양 후 배양액을 Egg yolk tellurite를 첨가한 Baird-parker agar (Difco, USA)에 도말하여 37°C에서 24시간 동안 분리배양하였다. 의심집락에 대해서는 그람염색 후 Vitek (Biomerieux, France) 및 RT-PCR (Applied Biosystems, USA)을 통해 확인하였다.

Clostridium perfringens: 시료 25 g에 0.1% Peptone water 225 ml를 첨가하여 균질화한 후 제조된 시험용액을 Cooked meat medium (Oxoid, England)의 배지 아랫부분에 접종하여 36°C에서 22시간 동안 혐기배양하였다. 증균된 배양액을 *Clostridium perfringens* agar (Oxoid, England)에 도말하여 36°C에서 24시간 동안 혐기배양하였다. 의심집락에 대해서는 그람염색 후 Vitek (Biomerieux, France)으로 확인하였다.

Listeria monocytogenes: 시료 25 g에 *Listeria* enrichment broth (Difco, USA) 225 ml를 첨가하여 30°C에서 24시간 동안 증균배양 후 배양액을 Fraser broth (Oxoid, UK)에 접종하여 36°C에서 24~48시간 동안 2차 증균배양하였다. 배양액을 PALCAM agar (Oxoid,

England)에 도말하여 35°C에서 48시간 분리배양하였다. 의심집락에 대해서는 그람염색 후 Vitek (Biomerieux, France) 및 RT-PCR (Applied Biosystems, USA)을 통해 확인하였다.

Escherichia coli O157 : H7: 시료 25 g에 novobiocin (20 µg/ml)를 첨가한 mEC broth (Oxoid, England) 225 ml를 첨가하여 37°C에서 24시간 동안 증균배양 후 배양액을 cefixime (0.05 µg/ml) 및 potassium tellurite (2.5 µg/ml)가 첨가된 Sorbitol MacConkey agar (Oxoid, England)에 도말하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 의심집락에 대해서는 그람염색 후 Vitek (Biomerieux, France) 및 RT-PCR (Applied Biosystems, USA)을 통해 확인하였다.

완제품의 원유 및 유크림 비율 조사

수거된 아이스크림 제품의 원유 및 유크림 비율은 업체의 품목제조보고 내용을 통해 조사하였다. 아이스크림에서 살균 전 미생물은 주로 원유 및 유크림에서 유래하는 것으로 알려져 있어(강 등, 1996) HACCP 인증업체와 미인증 업체의 미생물 관리수준이 차이가 없다면 완제품 중 원유 및 유크림 비율이 높을수록 완제품의 일반세균수가 높게 나타나 통계학적으로 양의 상관관계가 있을 것으로 추정하였다.

제품수거 업체현황 조사

아이스크림 제조업체의 규모와 미생물 분석 결과와의 상관관계를 조사하기 위하여 업체별 HACCP 인증 시점, 연간 생산량, 종업원 수, 매출규모, 면적 등을 축산물안전관리시스템 및 HACCP기준원 인증 현황 확인, 방문조사 등을 통하여 조사하였다.

통계분석

이번 연구의 통계 분석은 SPSS (Statistical Package for the Social Science) V. 12.0 package program을 이용하였다. 모든 통계데이터는 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 검정하였고 HACCP 인증 업체 표본에 대한 정규성 여부 및 HACCP 인증 업체와 미인증 업체의 검사결과와의 차이는 각각 Shapiro-Wilk검정, 독립표본 t-test를 이용해 검정하였다. 완제품 중 원유(우유), 유크림 비율과 일반세균수 사이의 상관관계를 분석하기 위해 상관분석을 하였다.

Table 1. The microbiological test results of ice cream manufacturers

	APC* (Mean±SD [†])	Coliform count	<i>Sal. spp.</i>	<i>Staph. aureus</i>	<i>Cl. perfringens</i>	<i>Lis. monocytogenes</i>	<i>E. coli</i> O157 : H7
HACCP-accredited manufacturer's ice cream (n=13)	1.68±0.52 Log CFU/g	All <3 MPN [‡] /ml	ND [§]	ND	ND	ND	ND
Non-accredited manufacturers's ice cream (n=55)	2.59±0.83 Log CFU/g	All <3 MPN/ml	ND	ND	ND	ND	ND

*Aerobic plate count. [†]Standard deviation. [‡]Most probable number. [§]Not detected.

Table 2. Milk rate and APC in HACCP-accredited and non-accredited ice cream manufacturers

	Milk rate of total weight	APC [†]
HACCP-accredited manufacturer's ice cream (n=12)	36.82±14.50*%	1.61±0.48 Log CFU/g
Non-accredited manufacturers's ice cream (n=10)	23.35±23.99%	3.15±1.19 Log CFU/g

*Mean±SD. [†]Aerobic plate count.

결 과

미생물 검사

HACCP 인증 업체 3개소에서 생산된 13품목의 아이스크림에 대해서 일반세균수를 검사한 결과 평균 1.68±0.52 Log CFU/g이었으며, HACCP 미인증 업체 9개소에서 생산된 55품목의 아이스크림에 대해서 일반세균수를 검사한 결과 평균 2.59±0.83 Log CFU/g로 나타났고 대장균군과 식중독 원인균 5종(*Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157 : H7)은 모두 불검출로 나타나 축산물의 가공기준 및 성분규격(식품의약품안전처, 2013c)의 기준인 일반세균수 5 Log CFU/g 이하, 대장균군 1 Log CFU/g 이하 및 식중독 원인균 불검출을 충족하는 것으로 나타났다(Table 1).

한편, HACCP 인증 업체와 미인증 업체의 미생물 관리수준을 비교하기 위하여 정량적 비교가 가능한 일반세균수를 지표로 김 등(2006)의 분석방법에 따라 통계분석을 시행하였다. HACCP 인증 업체의 검사 품목이 30개 미만이어서 독립표본 t-test를 위하여 정규성 검정을 시행하였다. 그 결과 Shapiro-Wilk검정에서 P 값이 0.388, Kolmogorov-Smirnov검정에서 P 값이 0.200으로 정규성을 만족하였다($P > 0.05$). 미인증 업체의 검사 품목은 55개로 중심극한정리에 따라 정규분포로 가정하였으며 두 표본집단은 Levene의 등분산 검정결과 P 값이 0.195으로 등분산이 가정되어($P >$

0.05) 독립표본 t-test를 위한 조건을 충족하였다. 독립표본 t-test로 검정한 결과 P 값이 0.0004으로 HACCP 인증 업체의 일반세균수가 미인증 업체보다 통계학적으로 유의하게 낮았다($P < 0.05$).

완제품에서 원유(우유) 및 유크림 비율에 따른 일반세균수 차이

원유(우유) 비율과 일반세균수 상관분석: HACCP 인증 업체의 완제품 중 12개 품목과 미인증 업체의 완제품 중 10품목의 원유(우유) 비율을 조사하여 그에 따른 일반세균수를 조사하였으며 그 결과는 Table 2와 같았다. 업체의 상황에 따라 원유 및 우유를 선택적으로 사용함에 따라 원유 및 우유를 같은 실험군으로 두고 통계분석을 시행하였다. 원유(우유)는 완제품 중량 대비 9.16~65.80%를 사용하고 있었고, 원유(우유) 비율과 일반세균수 사이의 상관분석 결과 상관계수는 -0.253, P 값은 0.256으로 유의한 상관관계는 없었다($P > 0.05$).

유크림 비율과 일반세균수 상관분석: HACCP 인증 업체의 완제품 중 12개 품목과 미인증 업체의 완제품 중 38품목의 유크림 비율을 조사하여 그에 따른 일반세균수를 조사하였으며 그 결과는 Table 3과 같았다. 유크림은 완제품 중량대비 5~35.99%를 사용하고 있었고, 유크림 비율과 일반세균수 사이의 상관분석 결과 상관계수는 -0.301, P 값은 0.034으로 김 등(2006)의 해석을 따르면 유의한 약한 음의 상관관계를 나타내었다($P < 0.05$).

Table 3. Milk cream rate and APC in HACCP-accredited and non-accredited ice cream manufacturers

	Milk cream rate of total weight	APC [†]
HACCP-accredited manufacturer's ice cream (n=12)	23.02±1.92*%	1.61±0.48 Log CFU/g
Non-accredited manufacturers's ice cream (n=38)	19.42±11.57%	2.72±0.81 Log CFU/g

*Mean±SD. [†]Aerobic plate count.

Table 4. Characteristics of ice cream manufacturers

	HACCP-accredited on date	Annual production (kg)	Annual sales (One thousand won)	Number of employees	Area (m ²)	APC* (Number of samples)
HACCP-accredited						Total n=13
A	2010.12.20.	560,092	6,330,875	21	2,109.11	1.51 [†] (n=9)
B	2011.02.21.	3,355,934	7,579,489	37	1,495.20	2.52 (n=1)
C	2011.02.24.	751,505	6,956,134	24	1,340.06	1.92 (n=3)
Non-accredited						Total n=55
A	-	1,084,522	12,163,422	45	1,278.20	2.41 (n=4)
B	-	47,300	100,276	4	393.60	3.11 (n=6)
C	-	3,260,680	10,954,644	25	4,094.85	2.78 (n=18)
D	-	600	9,000	3	257.26	3.27 (n=2)
E	-	413,229	2,219,145	11	150.16	2.88 (n=1)
F	-	18,944	208,384	6	159.72	2.72 (n=2)
G	-	211,201	2,332,575	9	408.72	1.86 (n=3)
H	-	393,701	2,236,912	10	827.99	2.35 (n=12)
I	-	24,572	686,701	6	205.90	2.23 (n=7)

*Aerobic plate count. [†]Mean.

제조업체 현황 조사결과

HACCP 인증 3개 업체와 미인증 9개 업체의 주요 현황 조사결과는 Table 4와 같았다. 연간생산량과 완제품 일반세균수 평균의 상관분석결과 상관계수는 0.036, P값은 0.910이었으며 매출량과 완제품 일반세균수 평균의 상관분석결과 상관계수는 -0.292, P값은 0.356, 종업원 수와 완제품 일반세균수 평균의 상관분석 결과 상관계수는 -0.281, P값은 0.377, 면적과 완제품 일반세균수 평균의 상관분석 결과 상관계수는 -0.187, P값은 0.560으로 모두 통계적으로 유의한 상관관계는 없었다(P>0.05).

고 찰

유가공업의 HACCP 인증 평가기준은 선행요건 관리 59항목과 HACCP 관리 15항목, 유형별 평가 14~19항목으로 구성되어 있으며 서류검토 및 현장조사

등의 방법으로 정부에서 HACCP를 인증하고 있다(식품의약품안전처, 2013b). 국내 HACCP는 정부 주도형으로 정부에서 일반 모델을 제시하고 이를 바탕으로 업체실정에 맞게 HACCP 관리 기준서를 작성하는데 유가공업도 정부에서 일반 모델을 발표한 바 있다(농림수산검역검사본부, 2009). 유가공업의 아이스크림 제조공정은 일반적으로 원료입고, 원료배합, 여과, 살균·균질, 냉각, 숙성, 동결, 충전·포장, 경화, 금속검출, 보관, 운반 등의 과정을 거치는데(농림수산검역검사본부, 2011) 생물학적 위해요소인 미생물을 관리하기 위해서 살균 공정에서 살균온도 및 시간을 중점 관리하고 있다. 이러한 관리조치의 효과를 확인하기 위해서 검증이 중요한데 검증의 방법으로 완제품의 미생물 검사를 시행할 수 있다(농림수산검역검사본부, 2011). 외국 사례를 보면 Codex의 General Principles of Food Hygiene (FAO, 2003b)에서 미생물 검사를 통한 위생관리 효과 검증 및 개선조치에 관한 사항을 정하고 있으며, USDA/FSIS 9 CFR Part 416 Sanitation (USDA/FSIS, 2006), FDA 21 CFR Part 110 CGMP, Part 120 HACCP (FDA, 2006), USDA/FSIS

Directive 5000.1 (USDA/FSIS, 2008), Canada Food Safety Enhancement Program (CFIA, 2012) 등에서 생산 단계별로 미생물 관리를 위한 조치 및 효과에 대한 검증 원칙 등에 대해서 정하고 있는데 업체의 위생관리 수준 및 효과를 검증하기 위해서는 미생물 검사가 중요함을 알 수 있다.

강 등(1996)은 아이스크림 제조과정에서 살균 전 원료의 미생물은 주로 원유 및 크림 등에서 유래하며 일반적으로 85~99%의 미생물이 살균과정을 통해서 사멸된다고 하였다. 살균 이후 단계에서 투입하는 향료 및 부재료에서의 미생물 오염, 숙성·동결·포장 공정에서의 2차 오염 등이 완제품의 미생물 수준에 영향을 끼칠 수 있는데 숙성온도, 시간 및 동결 속도 관리, 포장 단계에서의 외부와의 접촉 최소화, 경화와 저장 온도 및 시간 등의 관리가 중요하다고 하였다. Fernandes (2009)는 아이스크림에서 살균 전 미생물은 완제품의 우유, 크림, 건조우유 등의 조성에 크게 영향을 받으며 살균 공정에서 대부분 미생물을 감소시킬 수 있다고 하였다. 이후 냉각 및 숙성단계가 미생물 오염에 취약하며 살균 이후 공정의 위생관리 및 살균 후 첨가되는 부원료의 미생물 관리가 중요하다고 하였다. 국내 연구사례에서는 김(2007)은 아이스크림 제조 시 살균 공정에서 일반세균 수준이 1 Log CFU/g까지 감소하였다가 이후 공정에서 다시 증가하는 경향을 나타낸다고 보고하였다. 아이스크림과 제조 공정이 유사한 빙과류에서도 Kim 등(2009)은 살균 후 일반세균 수준이 1 Log CFU/g 이상 감소하는 경향을 보였다고 보고하였으며, 한국보건산업진흥원(2004)의 연구사례에서도 살균 후 일반세균수가 1/10 이하로 감소하였다고 보고하였다. 따라서 살균공정이 적절하다면 완제품의 일반세균수는 원료의 영향보다는 이후 공정관리 수준에 영향을 받는 것으로 판단된다.

이번 연구와 관련한 국내외 연구사례에서는 Kassem 등(2002)은 이집트의 유가공품에서 HACCP 적용 후 미생물 수준의 감소가 나타났다고 보고하였고 Kokkinakis와 Fragkiadakis (2007)는 그리스의 외식업체에서 HACCP 시행 후 미생물학적 품질 개선이 있었다고 보고하였다. Hong 등(2008)은 국내의 돈육 가공업체에서 HACCP 적용 후 일반세균수에 유의한 감소가 나타나 위생상태가 개선되었다고 보고하였고 Kokkinakis 등(2008)은 그리스의 아이스크림 제조업체에서 HACCP 시행 전·후의 식중독 원인균과 지표세균을 검사한 결과 HACCP 시행 후 전반적인 미생

물 수준의 감소가 나타났다고 보고하였다. Osimani 등(2011)은 이탈리아의 구내식당에서 HACCP 시행 후 미생물 수준의 개선이 있었으며 Rodrigues 등(2012)은 브라질에서 HACCP 시행 후 미생물 수준의 개선효과가 있다고 보고하였다. 그 밖에 Ryu 등(2013)은 HACCP 적용 시 확률분포를 이용하여 공정별 위험수준을 평가하는 방법을 제시한 바 있다.

선행연구에서는 주로 동일한 업체에서 HACCP 시행 전·후의 미생물 수준 변화를 관찰하여 미생물 검사 결과에 영향을 미치는 변수를 최소화하였다. 이번 연구에서는 HACCP 인증 업체와 미인증 업체를 별도로 조사하여 완제품의 미생물 수준에 영향을 미치는 요인이 다양할 수 있으나 아이스크림 제조업체에서는 공통으로 대부분 미생물을 감소시킬 수 있는 살균공정이 있고, 살균 공정에서 미생물을 감소시키는 수준 및 이후 공정에서의 미생물 관리수준이 완제품의 일반세균수로 나타나기 때문에 완제품의 일반세균수는 업체의 미생물 관리 수준을 나타내는 대표적인 지표라 할 수 있다. 즉 HACCP 인증 업체의 일반세균수 평균이 1.68±0.52 Log CFU/g, 미인증 업체의 평균이 2.59±0.83 Log CFU/g이었으며 t-test 결과 HACCP 인증업체의 일반세균수 평균이 미인증 업체보다 유의하게 낮게 나타난 것은($P < 0.05$) HACCP 인증 업체의 미생물 관리수준이 미인증 업체보다 우수함을 나타낸다고 할 수 있다.

한편, 앞선 결과가 미생물 수준이 높은 원료 함량 및 업체의 규모 등의 영향이 아닌 미생물 관리수준의 차이임을 증명하기 위하여 완제품 중 원유(우유) 및 유크림 사용비율, 업체의 규모 등과 일반세균수 사이의 상관관계를 분석하였다. HACCP 인증 업체와 미인증 업체의 미생물 관리 수준의 차이가 없다면 완제품 중 원유(우유) 및 유크림 비율이 높을수록 일반세균수가 많아질 것이며 원유(우유) 및 유크림 비율과 일반세균수는 통계학적으로 김 등(2006)의 해석에 따라 양의 상관관계를 나타낼 것으로 추정하였다. 그러나 조사결과 HACCP 인증업체가 원유(우유) 및 유크림을 미인증 업체보다 높은 비율로 사용함에도 일반세균수가 미인증 업체에 비해 낮게 나타났으며, 원유(우유)의 비율과 일반세균수 사이의 상관분석 결과 통계적으로 유의한 상관관계가 없었고($P > 0.05$) 유크림과 일반세균수는 유의한 음의 상관관계로 나타났($P < 0.05$). 그 밖에 업체의 연간 생산량, 매출, 종업원 수, 면적과 각 업체의 완제품의 일반세균수 사이의 상관분석 결과도 통계학적으로 유의한 상관관계

가 없는 것으로 나타났다($P>0.05$). 이 같은 결과는 완제품의 일반세균수는 미생물 수준이 높은 원료 함량과 업체 규모의 영향보다는 업체별 미생물 관리수준에 영향을 더 많이 받는다는 것을 의미한다. 단, 이번 연구에서 HACCP 인증 업체의 수거검사 시료 수가 다소 작았고 유크림과 일반세균수 사이에 유의한

음의 상관관계가 있었던 점 등을 고려할 때보다 정밀한 비교를 위하여 확대 조사가 필요하다고 생각한다.

HACCP 인증 업체와 미인증 업체는 모두 축산물위생관리법 제8조 위생관리기준에 따라 작업 개시 전과 작업과정에서 발생할 수 있는 축산물의 오염이나 변질을 방지하기 위한 구체적인 절차와 방법이 포함

Table 5. The differences in process control between HACCP-accredited and non-accredited ice cream manufacturer in terms of the legal aspects

Manufacturing process	Legal liability (summary)	
	Applied to HACCP-accredited* only	Common to HACCP-accredited & non-accredited
Material receiving	Inspecting the temperature of raw material and transport vehicle & record-keeping Checking the letters of quarantine from suppliers (or self-test) & record-keeping Sensory inspection & checking the expiration date & record keeping	Inspecting the appropriateness of each type of raw material characteristics and foreign matter when receiving
Blending& homogenizing	Inspecting the temperature and time when blending and homogenizing & record-keeping	
Filtration	Checking the screen if there is any damage & record-keeping	Performing the necessary measures to foreign matter not detected
Pasteurizing	Recording the pasteurizing (have to perform the pasteurizing at 68.5°C for 30 minutes or more, or equivalent, that will take effect over) temperature and time & record-keeping	Performing the pasteurizing at 68.5°C for 30 minutes or more, or equivalent, that will take effect over
Cooling	Recording the cooling temperature Sensory inspection of the flavoring material and checking the letters of quarantine from suppliers or self-test(optional according to process) Rrecord-keeping	
Ageing	Recording the ageing temperature and time & record-keeping	
Freezing	Recording the freezing temperature & record keeping Recording the sanitation management of the freezer air filter when over-run process & record-keeping Sensory inspection of the raw material (fruit and nuts etc.) and checking the letters of quarantine from suppliers or self-test (optional according to process)	Preventing microbial contamination when added other raw materials after pasteurizing
Filling & packaging	Sanitation management of filling room and machinery & record-keeping Recording the sanitation status of worker & record-keeping	
Hardening	Recording the hardening temperature & record-keeping	
Foreign matter detection	Management of the foreign matter & record -keeping	Performing the necessary measures not to foreign body detection
Storage	Recording the storage temperature (below -18°C) & record-keeping Installation of the automatic temperature recording device & record-keeping	Installation of the thermometer and keeping the proper temperature
Transport	Recording the temperature of transport vehicle & record-keeping Installation of the automatic temperature recording device & record-keeping	
CIP	Recording the CIP procedure and checking the detergent residue & record-keeping	

*Where possible, validation activities should include actions to confirm the efficacy of all elements of the HACCP system.

된 위생관리기준을 설정하게 되어 있다(식품의약품 안전처, 2013a). HACCP 인증 업체는 미인증 업체의 법정 의무사항은 모두 지켜야 하며 추가로 축산물위생관리법 제9조 위해요소중점관리기준에 따라 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission)의 지침을 적용한 위해요소중점관리기준을 설정하고 이를 준수하여야 한다. HACCP 인증 업체와 미인증 업체의 공정 관리 시 법정 의무사항의 세부적인 차이는 Table 5와 같았다. 법적 의무사항의 차이는 미인증 업체는 준수사항이 매우 포괄적이지만 인증업체는 공정별로 세분되어 있고, 가능한 모든 공정별 관리조치들에 대한 유효성 평가를 시행하게 되어 있다. 즉 HACCP 인증업체는 공정별로 위해요소분석을 통한 HACCP 관리 조치를 정하고 시행 중인 조치들이 유효한지를 평가 후 개선하는 일련의 시스템을 갖추고 있다고 할 수 있겠다. 따라서 이러한 관리시스템의 차이는 공정 중 미생물 관리수준의 차이로 나타나 최종 완제품에서의 일반세균수가 통계적으로 유의한 차이가 나타났다고 판단된다.

결 론

이번 연구는 HACCP 인증 아이스크림 제조업체와 미인증 업체 간의 미생물의 관리수준을 비교하기 위하여 2011년 1월부터 2012년 12월까지 HACCP 인증 3개 업체 13품목과 미인증 9개 업체 55품목의 아이스크림을 수거하여 일반세균수, 대장균군, 식중독 원인균 5종에 대하여 검사하였고, 그 결과 일반세균수는 $<5 \text{ Log CFU/g}$, 대장균군은 $<3 \text{ MPN/ml}$, 식중독 원인균 5종은 불검출로 법정기준을 만족하였고, 미생물 관리수준 비교를 위하여 일반세균수를 비교 지표로 삼았다. 일반세균수 검사 결과를 통계학적으로 검정하기 위하여 t-test 및 상관분석 등의 검정 방법을 사용하였다. HACCP 인증 업체의 일반세균수 평균은 $1.68 \pm 0.52 \text{ Log CFU/g}$, 미인증 업체의 일반세균수 평균은 $2.59 \pm 0.83 \text{ Log CFU/g}$ 였고 t-test결과 HACCP 인증 업체의 일반세균수가 미인증 업체보다 유의하게 낮게 나타났($P < 0.05$). 결론적으로 HACCP 인증 아이스크림업체와 미인증 업체의 미생물 수준은 원료 함량 및 업체의 규모보다는 업체별 미생물 관리수준에 영향을 받으며 HACCP 인증 업체의 미생물 관리수준이 더 우수한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 강국희, 김우호, 김종우, 김종협, 김창한, 이택주, 정기철, 한문희. 1996. 낙농미생물학. 선진문화사, 서울.
- 김병태, 이기채, 연경화, 장원경. 2006. 통계학의 이해. 2판. 대경, 대전.
- 김정수. 2007. 아이스크림 HACCP 일반 모델에 관한 연구. 동국대학교 석사학위논문.
- 농림수산검역검사본부. 2009. 유가공업 HACCP 적용 매뉴얼. 농림수산검역검사본부. 2011. HACCP평가관을 위한 HACCP 적용 작업장 정부검증 매뉴얼.
- 농림수산식품부. 2011. 축산물 HACCP 활성화 대책(농장에서 식탁까지 안전·위생 확보).
- 식품의약품안전처. 2013a. 축산물위생관리법. 법률 제11690호.
- 식품의약품안전처. 2013b. 축산물위해요소중점관리기준. 식품의약품안전처 고시 제2013-149호.
- 식품의약품안전처. 2013c. 축산물의 가공기준 및 성분규격. 식품의약품안전처 고시 제2013-137호.
- 이원철. 2010. 축산물 가공장 HACCP 적용 효과에 대한 연구. 환경대학교 석사학위논문.
- 한국보건산업진흥원. 2004. 어묵류 등 6개 의무적용품목의 위해관리 지침서 개발(구축편). pp. 81-87.
- Baek SH, Kan SC, Lee WC, Nam IS. 2012. Effects of HACCP system implementation on domestic livestock product plants. Korean J Food Sci Ani Resour 32: 168-173.
- CFIA. 2012. Food Safety Enhancement Program Manual. http://www.inspection.gc.ca/DAM/DAM-food-aliments/STAGING/text-texte/food_fsep_man_1343667674768_eng.pdf.
- FAO. 2003a. Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for application. CAC/RCP 1-1969, Rev. 3 (1997). <http://www.fao.org/docrep/005/Y1579E/y1579e03.htm>.
- FAO. 2003b. Recommended international code of practice general principles of food hygiene. CAC/RCP 1-1969, Rev. 3 (1997). <http://www.fao.org/docrep/005/Y1579E/y1579e02.htm#bm2>.
- FAO. 2006. Food Safety Certification. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/ag067e/ag067e00.pdf>.
- FDA. 2006. Code of Federal Regulation, Food and Drug, Part 110 CGMP and Part 120 HACCP. http://www.michigan.gov/documents/MDA_cfr110_10316_7.pdf.
- Fernandes R. 2009. Ice cream and related products. pp. 91-101. Microbiology handbook: dairy products. Leatherhead Pub., Royal Society of Chemistry, UK.
- Hong CH, Todd EC, Bahk GJ. 2008. Aerobic plate counts as a measure of hazard analysis critical control point effectiveness in a pork processing plant. J Food Protection 71: 1248-1252.
- Hong CH, Lee SM. 2011. Suggestions for a better HACCP system assessment in livestock product processing plants. Korean J Vet Serv 34: 441-448.
- Kassem M, Salem E, Ahwal AM, Saddik M, Gomaa NF. 2002. Application of hazard analysis and critical control point

- system in the dairy industry. *East Mediterr Health J* 8: 114-128.
- Kim TW, Choi JH, Kim JM, Ding T, Rahman SME, Bahk GJ, Oh DH. 2009. Quality evaluation of edible ices on the microbiological risk factors. *J Fd Hyg Safety* 24: 86-93.
- Kokkinakis EN, Fragkiadakis GA. 2007. HACCP effect on microbiological quality of minimally processed vegetables: a survey in six mass-catering establishments. *Int J Food Sci Technol* 42: 18-23.
- Kokkinakis EN, Fragkiadakis GA, Ioakeimidi SH, Giankoulof IB, Kokkinaki AN. 2008. Microbiological quality of ice cream after HACCP implementation: a factory case study. *Czech J Food Sci* 26: 383-391.
- Lee JY, Paik JK, Hwang HS, Lee JE, Shin WS, Kim HW, Paik HD, Hong WS. 2010. Survey of hygienic condition and management of meat markets in Seoul and Gyeong-Gi area, Korea (HACCP-certified and Non Certified). *Korean J Food Sci Ani Resour* 30: 336-344.
- Osimani A, Aquilanti L, Babini V, Tavoletti S, Clementi F. 2011. An eight-year report on the implementation of HACCP in a university canteen: impact on the microbiological quality of meals. *Int J Environ Health Res* 21: 120-132.
- Rodrigues KL, Silva JA, Aleixo JAG. 2012. Effect of the implementation of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) prerequisite program in an institutional foodservice unit in Southern Brazil. *Ciênc Tecnol Aliment* 32: 196-200.
- Ryu K, Park KH, Yang JY, Bahk GJ. 2013. Simple approach in HACCP for evaluating the risk level of hazards using probability distributions. *Food Control* 30: 459-462.
- USDA/FSIS. 2006. Code of federal regulation, animals and animal products, part 416 sanitation. http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title09/9cfr416_main_02.tpl.
- USDA/FSIS. 2008. FSIS Directive 5000.1. <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FSISDirectives/5000.1Rev3.pdf>.
- Yang HY, Lee SM, Park EJ, Kim JH, Lee JG. 2009. Analysis of antimicrobial resistance and PFGE patterns of *Salmonella* spp. isolated from chickens at slaughterhouse in Incheon area. *Korean J Vet Serv* 32: 325-334.