pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 40, No. 6, pp. 444~450 (2025)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2025.40.6.444

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

빵류 제조공정 중 CCP 유효성 재평가

정현정[1] · 김기쁨[1] · 지혜림[1] · 정예지[2] · 구이연[2] · 이선용[2] · 박현진[2] · 홍진환[2] · 김중범[1]*
[1]국립순천대학교 식품공학과, [2]한국식품안전관리인증원

Reevaluation of Validity of CCP in Bakery Product Manufacturing Processes

Hyun-Jung Jung[1], Gi-Ppeum Kim[1], Hye-Rim Ji[1], Ye-Ji Jeong[2], Lee-Yeon Ku[2], Sun-Young Lee[2], Hyun-Jin Park[2], Jin-Hwan Hong[2], Jung-Beom Kim[1]*
[1]Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon, Korea
[2]Korea Agency of HACCP Accreditation and Services, Cheongju, Korea

(Received November 18, 2025/Revised December 10, 2025/Accepted December 15, 2025)

ABSTRACT - This study aimed to strengthen the HACCP plan by evaluating the effectiveness of critical control points (CCPs) and the microbiological safety of the bread manufacturing process. Raw materials, work-in-process products, final products, and the manufacturing environment were sampled from HACCP-certified facilities. Total aerobic and coliform bacteria were analyzed according to the Korean Food Code, and foodborne pathogens were detected using a PCR kit. Before CCP application, the contamination levels of total aerobic bacteria in chocolate madeleine and cream bread were 3.5±0.0 log CFU/g and 6.9±0.0 log CFU/g, respectively. After CCP application, these levels significantly decreased to 0.4±0.8 log CFU/g and 2.8 ±0.0 log CFU/g, respectively, confirming the effectiveness of CCPs. However, 2.3±0.1 log CFU/g of total aerobic bacteria was detected in creams used without heating, resulting in a 2.1 log CFU/g increase in contamination in the final product. Total aerobic bacteria were detected in the manufacturing environment after CCP application in chocolate madeleine and cream bread, indicating a need for improved environmental hygiene. These results confirmed the effectiveness of CCPs in chocolate madeleine and cream bread. However, additional CCPs and critical limits are required to reduce the total aerobic bacteria in creams used in bread. In addition, persistent microbial contamination in the manufacturing environment highlights the need to strengthen cleaning and disinfection protocols to prevent cross-contamination.

Key words: HACCP, CCP, Validation, Environment, Bakery product

식품공전 상 빵류의 정의는 “밀가루 또는 기타 곡분, 설탕, 유지, 달걀 등을 주원료로 하여 이를 발효시키거나 발효하지 않고 반죽한 것 또는 크림, 설탕, 달걀 등을 주원료로 반죽하여 냉동한 것과 이를 익힌 것”을 말한다[1]. 빵은 인류가 가장 오래전부터 만들어온 가공식품 중 하나로, 곡물을 갈아 반죽하고 열을 가해 조리하는 형태에서 비롯되었다. 빵은 기원전 3000년경 바빌로니아로부터 시작되었으며, 고대 이집트에서 효모를 이용한 발효 빵이 만들어지면서 제빵 기술이 크게 발전하였다[2]. 빵은 산업혁명 이후 제분 기술과 오븐의 발달로 대량생산이 가능해졌다[3]. 우리나라에 빵이 본격적으로 도입된 시기는 19세기 말로 서양 선교사들에 의해 처음 전파되었다[2]. 초기 일본에서 서양식 제빵 기술이 도입된 후 미국으로부터 밀가루가 대량 공급되면서 빵 소비가 급격하게 증가하였다[4]. 빵은 일상적인 식품으로 자리매김하며 한국인의 식생활을 구성하는 중요한 요소로 발전하였다.

1980년대 이후 대형 제빵기업과 프랜차이즈 업체의 등장으로 빵 문화가 대중화되었다[4]. 국민 1인당 하루 빵 섭취량은 2012년 18.2 g에서 2018년 21.3 g으로 17% 증가하였다[5]. 식품의약품안전처의 2023년 식품 등의 생산실적

*Correspondence to: Jung-Beom Kim, Department of Food Science and Technology, Sunchon National University, Suncheon 57933, Korea
Tel: +82-61-750-3259, Fax: +82-61-750-3208
E-mail: okjbkim@sunchon.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

보고에 따르면 빵의 판매액은 전체 식품 중 3위로 높은 비중을 차지하고 있다[6]. 따라서 빵은 국민 다소비 식품으로 위생적인 관리가 매우 중요하다[6].

Hazard analysis critical control point (HACCP)는 식품의 생산, 가공, 유통, 판매에 이르는 모든 과정에서 위해요소를 분석하여 예방, 제거하거나 허용 수준 이하로 감소시키기 위한 식품 안전 관리 체계이다[7]. HACCP이 도입된 이유는 사후 검사 위주의 방식으로는 식품 안전사고를 충분히 예방할 수 없다는 인식이 확산되었기 때문이다[8]. 빵류는 2014년 12월부터 식품위생법 시행규칙에 따라 HACCP의 의무 적용 품목으로 HACCP 시스템의 적용이 요구되고 있다[9]. 그러나 HACCP 의무 적용에도 불구하고 빵류의 식중독 사건이 꾸준히 보고되고 있다.

2015년부터 2025년까지 빵류의 식품 안전사고 발생 현황을 조사한 결과 총 27건의 사례가 보고되었다[10]. 총 27건 중 일반세균, 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라 등 생물학적 위해요소가 11건으로 가장 높은 비중을 차지하였다. 따라서 빵류 제조업체의 critical control points (CCP) 유효성 및 제조 환경의 미생물학적 안전성에 대한 재점검이 필요하다. 그러나 현재까지 빵류에 관한 연구를 살펴보면 HACCP 도입 및 적용을 위한 연구만 보고되고 있을 뿐 기존 CCP의 유효성 및 제조 환경의 미생물학적 안전성 연구는 매우 미약한 실정이다[11,12]. 따라서 본 연구에서는 빵류 제조공정의 CCP 유효성과 제조 환경의 미생물학적 안전성을 평가하여 빵류 HACCP plan을 개선하고자 하였다.

Materials and Methods

재료

본 실험에서는 초코 마들렌과 크림빵을 대상으로 하였고 HACCP 인증받은 업체에서 수거하여 실험에 사용하였다. 초코 마들렌과 크림빵 제조공정 중 식품 시료는 원·부재료, 공정품, 완제품을 대상으로 하였으며, 제조 환경 시료는 작업 도구, 제조설비, 작업자 손 등을 대상으로 하였다.

시료 채취

식품 시료는 멸균된 샘플 백에 200 g 이상 무균적으로 채취하였으며, 제조 환경 시료는 saline pipette swab plus (Saline, 3M Korea, Seoul, Korea)를 이용하여 10 cm×10 cm 면적을 무균적으로 채취하였다. 채취된 시료는 냉장 상태를 유지하며 실험실로 운반하여 24시간 이내 실험에 사용하였다[13].

시료 전처리

식품 시료의 전처리는 식품공전에 따라 실험하였다[14]. 시료 10 g과 phosphate buffer solution (PBS) 90 mL을 멸균 필터 백(BNF-1930FW, BNF Korea, Kimpo, Korea)에 넣은 후 균질기(Homogenizer H3-1, HAPS, Seoul, Korea)를 이용하여 1분간 균질화하여 시험 원액으로 하였다. 시험 원액을 10단계 계단 희석하여 시험 희석액을 제조하였고, 시험 원액과 각각의 시험 희석액을 시험용액으로 사용하였다.

일반세균 및 대장균군 정량 시험

일반세균과 대장균군 정량 시험은 식품공전에 따라 실험하였다[15,16]. 시험용액 1 mL을 취하여 멸균된 페트리접시(DH.W30012, Daihan Scientific, Wonju, Korea) 3매에 각각 분주하였다. 일반세균의 경우 plate count agar (PCA, MBcell, Seoul, Korea)를 약 15 mL 분주하여 35°C에서 48시간 배양하였고, 대장균군의 경우 desoxycholate lactose agar (DCLA, MBcell)를 분주하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 정량 시험 결과 균의 계수는 1매 당 15-300개 사이의 집락이 확인된 평판을 선정하여 희석배수를 곱하여 계수하였다.

식중독균 PCR

PCR 실험은 시험 원액을 tryptic soy broth (TSB, MBcell)에 접종하여 35°C에서 24시간 배양 후, 13,475×g에서 10분간 원심분리하였다(Smart R17 Plus, Hanil Scientific Inc, Seoul, Korea). 원심분리 후에는 세척 과정을 3회 반복하였다. 마지막 상층액 제거 후, 멸균 증류수 1 mL를 가한 후 99°C heating block (HB-96D, Daihan Scientific)에서 10분간 가열하였다. 가열 처리 후 원심분리한 상층액은 template DNA로 사용하였다. 식중독균(*Shigella* spp., *Bacillus cereus, Escherichia coli* O157, *Yersinia enterocolitica, Staphylococcus aureus, Vibrio parahaemolyticus, Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*) 검출을 위한 PCR kit는 Multiplex pathogen detection PCR kit (PowerChek™ Multiplex Pathogen Detection PCR Kit, Kogenebiotech, Seoul, Korea)와 VT1 & VT2 Detection kit (PowerChek™ VT1 & VT2 Detection kit, Kogenebiotech)를 사용하였다. PCR 반응액 조성은 제조사의 매뉴얼에 따라 조성하였다. PCR 증폭 반응은 예비 변성 과정(95°C 10분) 1 cycle, 변성 과정(95°C 30초), 결합 과정(60°C 30초), 신장 과정(72°C 30초) 35 cycles, 최종 신장 과정(72°C 10분) 1 cycle 실시하였다. 증폭된 PCR product는 1.2% agarose gel에 5 μL씩 loading하고 110 V에서 30분간 전기영동을 실시하여 특정 band를 확인하였다. 또한 *Clostridium perfringens* 검출 확인을 위하여 *Clostridium perfringens* Real-time PCR kit (Kogenebiotech)를 사용하였고 실험방법은 제조사의 매뉴얼에 따라 실험하였다[17].

살모넬라 분리 동정

PCR 실험 결과 *Salmonella* spp.의 특정 band가 확인된 시

험 원액을 대상으로 *Salmonella* spp.의 분리 및 동정을 실험하였다[18]. 시험 원액은 균질화하여 tetrathionate broth (TT, MBcell)와 rappaport-vassiliadis broth (RV, MBcell, Seoul, Korea)에 접종하여 각각 36°C (TT) 및 41.5°C (RV)에서 24시간 동안 배양하였다. 각각 증균 배양액은 XLD agar (MBcell)와 BG sulfa agar (MBcell)에 3획 도말 후 36°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 의심 집락은 TSI agar (MBcell), gram stain (MBcell), catalase test (MBcell), motility test (MBcell)와 API test (Biomerieux, Marcy l'Etoile, France)를 실시하였다.

바실러스 세레우스 분리 동정

PCR 실험 결과 *B. cereus*의 특정 band가 확인된 시험 원액을 대상으로 *B. cereus*의 분리 및 동정을 실험하였다[19]. 시험 원액은 균질화한 후 mannitol egg yolk polymyxin B agar (MYP, MBcell)에 3획 도말하여 30°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 MYP 배지에서 불투명한 환을 나타내는 분홍색 집락은 nutrient agar (NA, MBcell)에 도말하고 30°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 의심 집락에 대하여 TSI, gram stain, catalase test, motility test, β-hemolysis, insecticidal crystal protein 생성 확인시험, API test를 실시하였다.

통계처리

통계 분석은 SPSS Statistics (ver. 27.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였다. 실험군 간의 평균 차이를 검정하기 위해 일원 배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 분석 결과 유의성이 확인된 항목에 대해서는 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 사후 검정을 진행하였다. 모든 통계적 유의성은 $P<0.05$ 수준에서 판단하였다.

Results and Discussion

초코 마들렌의 CCP 유효성 및 제조 환경의 안전성 재평가

초코 마들렌의 원재료, 공정품 및 완제품의 미생물 오염도는 Table 1에 나타내었다. 실험 결과 원재료인 박력분, 아몬드 가루, 난황, 난백, 초콜릿에서 3.1±0.0, 4.3±0.1, 4.1±0.0, 2.7±0.2, 1.0±0.0 log CFU/g의 일반세균이 검출되었고, 아몬드 가루에서는 3.5±0.3 log CFU/g의 대장균군, 박력분에서는 *B. cereus*가 검출되었다. 공정품은 CCP (가열) 전 반죽에서 3.5±0.0 log CFU/g, CCP (가열) 후 냉각 빵에서 0.4±0.8 log CFU/g의 일반세균이 검출되었으며 대장균군 및 식중독균은 검출되지 않았다. 실험 결과, CCP 공정 후에는 일반세균이 저감화된 것으로 나타났다.

본 실험 결과 빵의 원료인 박력분에서 *B. cereus*가 검출되었다. 이러한 결과는 빵의 원재료인 마가린과 달걀에서 *Salmonella*와 *S. aureus* 등 식중독 세균이 검출되었다는 보고[11]와 유사하였다. 따라서 원재료 입고관리의 강화가 필요한 것으로 판단된다. 식품공전 상 살균의 정의는 "세균, 효모, 곰팡이 등 미생물의 영양세포를 불활성화시켜 감소시키는 것"을 말한다[20]. 이를 기준으로 CCP 가열공정의 한계 기준이 적절하게 설정되어 있는지 검토하였다. 원재료인 박력분에서 검출된 *B. cereus*는 CCP 후 사멸되었고, 일반세균은 CCP 전 3.5±0.0 log CFU/g에서 CCP 후 0.4±0.8 log CFU/g로 유의적으로 감소하였다. 초코 마들렌 가열공정의 한계 기준을 확인한 결과 가열온도 210°C 이상, 10-16분으로 관리되고 있다. 제빵 HACCP 모델 연구에서 소성 공정의 내부 온도가 85°C 이상 유지된다면 병원성 미생물이 사멸된다고 보고[21]하고 있다. 본 연구의 CCP 조건인 210°C 이상, 10-16분은 빵에 오염된 미생물을 충분히 제어할 수 있다. 따라서 소성 공정의 유효성이 확보된 것으로 판단되었다.

Table 1. Microbial contamination of food samples in chocolate madeleine manufacturing process

Food sample			Total aerobic bacteria (log CFU/g)	Coliform bacteria (log CFU/g)	Foodborne pathogens[1)]
Raw materials	Cake flour		3.1±0.0[d]	ND[2)b]	*B. cereus*
	Almond powder		4.3±0.1[a]	3.5±0.3[a]	(-)[3)]
	Egg yolk		4.1±0.0[b]	ND[b]	(-)
	Egg white		2.7±0.2[e]	ND[b]	(-)
Sub-materials	Chocolate		1.0±0.0[f]	ND[b]	(-)
Work-in-process products	Before CCP	Dough	3.5±0.0[c]	ND[b]	(-)
	After CCP	Cooled bread	0.4±0.8[g]	ND[b]	(-)

[1)] Foodborne pathogens: *Salmonella* spp*, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, Escherichia coli* O157*, Vibrio parahaemolyticus, Yersinia enterocolitica, Staphylococcus aureus, Shigella* spp., *Clostridium perfringens.*

[2)] ND: Not detected. The detection limit is 1.0 log CFU/g.

[3)] (-): Negative.

[a-g)] The different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

초코 마들렌의 제조 환경 모니터링 결과는 Table 2에 나타내었다. 실험 결과, CCP 전인 배합과 CCP 후인 내포장에서 일반세균, 대장균군, 식중독균이 모두 불검출되었다. 그러나 CCP 후인 냉각, 토핑 제조 환경에서 0.7±0.9-1.8±0.0 log CFU/100 cm^2 or surface의 일반세균이 검출되었고, 대장균군과 식중독균은 검출되지 않았다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, CCP 이후 공정에서 빵과 직접적으로 접촉하는 작업 환경에 대한 위생 관리가 필요한 것으로 판단되었다. 최근 3년간 HACCP의 선행요건 관리 미흡 사례 분석 결과[22]에 따르면 소규모 빵류 제조업체는 보관 관리, 기구 및 배관 청소 관리가 11%로 가장 높은 지적 사항이었다. 일반 제조업체의 경우, 위생 관리가 48.5%로 가장 높은 지적 사항이었다. 이러한 보고와 실험 결과를 종합하여 볼 때, 제조업체의 위생 관리가 미흡한 것으로 판단되었다. 따라서 식품과 직접적으로 접촉하는 설비는 사용 후 세척 소독하여 교차오염을 예방하는 등 위생 관리가 필요한 것으로 판단된다.

크림빵의 CCP 유효성 및 제조 환경의 안전성 재평가

크림빵의 부원료, 공정품 및 완제품의 미생물 오염도는 Table 3에 나타내었다. 실험 결과, 부원료인 크림에서 2.3±0.1 log CFU/g의 일반세균이 검출되었고, 대장균군 및 식중독균은 검출되지 않았다. 공정품은 CCP(가열) 전 반죽에서 6.9±0.0 log CFU/g, CCP(가열) 및 냉각 후 빵에서 2.8±0.0 log CFU/g, 완제품에서 4.9±0.0 log CFU/g의 일반세균이 검출되었고, 대장균군과 식중독균은 검출되지 않았다. 실험 결과, 일반세균은 CCP (가열) 후 약 4 log CFU/g 저감화되어 유효성은 확인되었지만 CCP (가열) 후 충진되는 크림에 의해 재오염되어 완제품의 오염도가 2.1 log CFU/g 증가하였다.

크림빵 CCP (가열) 한계 기준의 적절성을 검토하기 위하여 HACCP 표준기준서의 크림빵 가열공정 한계 기준과 비교하였다[23]. 크림빵 제조업체의 가열공정 한계 기준은 195°C 이상 7분으로 설정되어 있고, 표준기준서의 크림빵 가열공정 한계 기준은 110-115°C에서 15-20분으로 설정되어 있다. 따라서 크림빵 CCP (가열) 한계 기준은 유효한 것으로 판단된다. 그러나 냉각 공정 후 빵에서 일반세균

Table 2. Microbial contamination of environment samples in chocolate madeleine manufacturing process

Environment sample			Total aerobic bacteria (log CFU/100 cm^2 or surface)	Coliform bacteria (log CFU/100 cm^2 or surface)	Foodborne pathogens[1)]
Before CCP	Mixing	Scoop	ND[2)d]	ND[a]	(-)[3)]
		Mixer	ND[d]	ND[a]	(-)
After CCP	Cooling	Blower inlet	1.8±0.0[a]	ND[a]	(-)
		Door handle	1.4±0.1[b]	ND[a]	(-)
	Topping	Worker's hands	1.5±0.3[b]	ND[a]	(-)
		Apron	0.7±0.9[c]	ND[a]	(-)
	Inner packaging	Machine belt	ND[d]	ND[a]	(-)
		Machine button	ND[d]	ND[a]	(-)

[1)] Foodborne pathogens: *Salmonella* spp*, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, Escherichia coli* O157*, Vibrio parahaemolyticus, Yersinia enterocolitica, Staphylococcus aureus, Shigella* spp., *Clostridium perfringens.*
[2)] ND: Not detected. The detection limit is 1.0 log CFU/100 cm^2 or surface.
[3)] (-): Negative.
[a-d)] The different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05).

Table 3. Microbial contamination of food samples in cream bread manufacturing process

Food sample			Total aerobic bacteria (log CFU/g)	Coliform bacteria (log CFU/g)	Foodborne pathogens[1)]
Sub-materials		Mixing cream	2.3±0.1[d]	ND[2)a]	(-)[3)]
Work-in-process products	Before CCP	Dough	6.9±0.0[a]	ND[a]	(-)
	After CCP	Cooled bread	2.8±0.0[c]	ND[a]	(-)
Final product			4.9±0.0[b]	ND[a]	(-)

[1)] Foodborne pathogens: *Salmonella* spp*, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, Escherichia coli* O157*, Vibrio parahaemolyticus, Yersinia enterocolitica, Staphylococcus aureus, Shigella* spp., *Clostridium perfringens.*
[2)] ND: Not detected. The detection limit is 1.0 log CFU/g.
[3)] (-): Negative.
[a-d)] The different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05).

Table 4. Microbial contamination of environment samples in cream bread manufacturing process

Environment sample			Total aerobic bacteria (log CFU/100 cm^2 or surface)	Coliform bacteria (log CFU/100 cm^2 or surface)	Foodborne pathogens[1)]
Before CCP	Receiving / Storage	Door handle	3.2±0.1[i]	ND[2)]	(-)[3)]
		Scale	3.8±0.2[g]	ND[c]	(-)
		Shelf	5.4±0.0[c]	ND[c]	(-)
		Pallet	5.7±0.1[b]	ND[c]	*B. cereus*
	Fermentation	Door handle	4.1±0.1[f]	ND[c]	(-)
		Rubber gasket	7.9±0.1[a]	ND[c]	*B. cereus*
CCP	Cream mixing	Worker's hands	3.4±0.2[h]	ND[c]	(-)
		Apron	4.7±0.2[d]	ND[c]	*Salmonella* spp.
		Shelf	4.4±0.0[e]	3.8±0.0[a]	(-)
		Door handle	2.7±0.1[j]	1.7±0.1[b]	(-)
After CCP	Cooling	Cooler rail	0.9±0.7[l]	ND[c]	(-)
	Cream filling	Refrigerator	1.1±0.0[k]	ND[c]	(-)

[1)] Foodborne pathogens: *Salmonella* spp*, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, Escherichia coli* O157*, Vibrio parahaemolyticus, Yersinia enterocolitica, Staphylococcus aureus, Shigella* spp., *Clostridium perfringens.*
[2)] ND: Not detected. The detection limit is 1.0 log CFU/100 cm^2 or surface.
[3)] (-): Negative.
[a-l)] The different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (P<0.05).

이 2.8±0.0 log CFU/g 검출되어 냉각 공정의 위생 관리가 필요한 것으로 판단되었다. 베이커리 크림류의 오염도 분석 연구에 따르면, 크림은 제조기구 또는 종사자에 의해 *S. aureus* 및 대장균군 등의 2차 오염 위험성이 높다고 보고되고 있다[24-26]. 또한 크림빵 제조업체의 크림배합 기준은 품온 20°C 이하, 30분 이내 제조, 90분 이내 소진으로 규정되어 있다[27]. 이러한 조건은 미생물의 증식을 억제할 수 있으나, 오염된 미생물을 사멸시킬 수 없다. 따라서 크림에 미생물이 오염될 경우, 현행 CCP로 미생물을 사멸시킬 수 없어 최종 제품의 안전성을 확보할 수 없다. 따라서 빵류 제조공정 중 크림배합 공정의 생물학적 위해요소를 제어하기 위해 중요관리점 및 한계 기준 추가설정이 필요한 것으로 판단되었다.

크림빵의 제조 환경 모니터링 결과는 Table 4에 나타내었다. 실험 결과 CCP 전 입고/보관, 발효에서는 일반세균이 3.2±0.1-7.9±0.1 log CFU/100 cm^2 or surface 검출되었으며, 이 중 팔레트와 고무 패킹에서 *B. cereus*가 검출되었고 대장균군은 검출되지 않았다. CCP 공정인 크림배합에서는 일반세균이 2.7±0.1-4.7±0.2 log CFU/100 cm^2 or surface, 대장균군이 1.7±0.1-3.8±0.0 log CFU/100 cm^2 or surface 검출되었으며, 이 중 앞치마에서 *Salmonella* spp.가 검출되었다. CCP 이후 냉각, 크림 충진 공정에서 일반세균이 0.9±0.7-1.1±0.0 log CFU/100 cm^2 or surface 검출되었으며, 대장균군과 식중독균은 검출되지 않았다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, CCP 전과 CCP 제조 환경에 대해 위생 관리가 필요한 것으로 나타났다.

빵 완제품에서 검출된 *B. cereus*는 제조 환경으로부터 오염되었다고 보고[28]되고 있어, 본 실험 결과 검출된 식중독 세균은 제조 환경으로부터 교차 오염된 것으로 판단된다. 또한 크림빵 제조 환경의 CCP 전 공정에서 포자형성균인 *B. cereus*가 검출되어 식중독 발생 가능성이 존재한다. Navaneethan 등[29]은 쌀에 *B. cereus*를 접종한 후 끓는 물에 15분 가열했음에도 *B. cereus*가 생존 및 증식하였다고 보고하고 있다. 이러한 보고는 식품 제조 환경에 노출된 식중독균이 충분히 제어되지 않을 경우, 제조 환경을 통한 교차오염 가능성을 나타낸다. 따라서 제조 환경에 대한 세척·소독 관리가 철저히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Acknowledgments

This research was supported by a grant (25192MFDS009) from Ministry of Food and Drug Safety in 2025.

국문요약

본 연구에서는 빵류 제조공정의 CCP 유효성을 재평가하고, 제조 환경의 미생물학적 안전성을 평가하여 HACCP plan 개선에 기여하고자 하였다. 실험 재료는 HACCP 인증 받은 제조업체의 초코 마들렌과 크림빵을 대상으로 원재료, 공정품, 완제품 및 제조 환경을 채취하여 분석하였

다. 일반세균, 대장균군 정량 실험은 식품공전에 따라 실시하였으며 식중독균 검출의 경우 PCR kit를 이용하여 실험하였다. 실험 결과, 초코 마들렌의 CCP 전 일반세균 오염도는 3.5±0.0 log CFU/g에서 CCP 후 0.4±0.8 log CFU/g으로 저감화되어 CCP의 유효성이 확인되었다. 크림빵의 CCP 전 일반세균 오염도는 6.9±0.0 log CFU/g에서 CCP 후 2.8±0.0 log CFU/g로 저감화되어 CCP의 유효성이 확인되었다. 그러나 가열 없이 사용되는 크림에서 일반세균이 2.3±0.1 log CFU/g 검출되어 완제품의 오염도가 2.1 log CFU/g 증가하였다. 제조 환경의 경우, 초코 마들렌과 크림빵 모두 CCP 후 제조 환경에서 일반세균이 검출되어 작업 환경에 대한 위생 관리가 필요한 것으로 판단되었다. 이러한 결과를 종합하여 보면, 초코 마들렌과 크림빵의 현행 CCP의 유효성은 확인되었다. 그러나 빵에 충진되는 크림의 일반세균을 저감화할 수 있는 중요관리점과 한계기준이 추가되어야 할 것으로 판단된다. 또한 제조 환경의 미생물 오염이 지속적으로 발생하고 있어, 교차오염 예방을 위한 세척 소독 기준의 강화가 필요한 것으로 판단된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Hyun-Jung Jung	https://orcid.org/0009-0003-1369-8532
Gi-Ppeum Kim	https://orcid.org/0009-0006-7963-5317
Hye-Rim Ji	https://orcid.org/0009-0007-9199-6227
Ye-Ji Jeong	https://orcid.org/0009-0005-4329-340X
Lee-Yeon Ku	https://orcid.org/0009-0001-3588-1405
Sun-Young Lee	https://orcid.org/0009-0004-1686-1312
Hyun-Jin Park	https://orcid.org/0009-0002-5446-9755
Jin-Hwan Hong	https://orcid.org/0009-0007-8283-6117
Jung-Beom Kim	https://orcid.org/0000-0002-0290-2687

References

1. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, March 4) Food code. Section 5. Standards and specifications for each food – Definition of confectionery, bread or rice cakes. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EB%B9%B5%EB%A5%98&itemCode=FC0A006001002A026
2. The Academy of Korean Studies, (2025, May 9). Encyclopedia of Korean culture - Bread. Retrieved from https://encykorea.aks.ac.kr/Article/E0025322
3. Korea Bakery Association (KBA), History of bread. Bakery, **312**, 72-75 (1994).
4. Kim, C.D., The socio-cultural process of changes in Korean bread culture. *J. Democr. Hum. Rights,* **16**, 201-230 (2016).
5. KB Financial Group Management Research Institute, (2025, May 9). Changes in domestic bakery market trends and consumption trends. 1. Domestic bread consumption status. Retrieved from https://www.kbfg.com/kbresearch/report/reportView.do?reportId=2000113
6. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, May 9). 2023 Production performance of food. Retrieved from https://www.mfds.go.kr/brd/m_374/view.do?seq=30209&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=1
7. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, May 13). Food safety management system: hazard analysis and critical control point. Retrieved from https://www.mfds.go.kr/eng
8. Chung, K.H., Korea Institute for Health and Social Affairs (KIHASA), 2009. Food safety management and future plans in Korea, KIHASA, Seoul, Korea, pp. 1-25.
9. Ministry of Government Legislation, (2025, March 11). Enforcement rule of the food sanitation act. Retrieved from https://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&query=%EC%8B%9D%ED%92%88%EC%9C%84%EC%83%9D%EB%B2%95%20%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B7%9C%EC%B9%99
10. Ministry of Food and Drug Safety(MFDS), (2025, March 12). Food safety Korea. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr
11. Om, A.S., Kwon, S.H., Chung, D.H., Oh, S.S., Lee, H.O., Microbiological quality evaluation for application of the HACCP system to the bakery products at small scale bakeries. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.,* **19**, 497-505 (2003).
12. Lee, D.S., A study on the application of HACCP system in the manufacturing processes of white bread. Master's thesis, Kyungnam University, Masan, Korea (2008).
13. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, April 21). Food code. 7. Methods of collecting and handling samples 4. How to collect and handle samples. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EA%B2%80%EC%B2%B4%EC%9D%98%20%EC%B1%84%EC%B7%A8&itemCode=FC0A008001002A059
14. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, April 21). Food code. 4. Microbiological test method 4.3 preparation of test solution. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%8B%9C%ED%97%98%EC%9A%A9%EC%95%A1%EC%9D%98&itemCode=FC0A065002003A205
15. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, April 21). Food code. General test method – Microbiological test method – Bacterial count – Number of total aerobic bacteria. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC
16. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, April 21). Food code. General test method – Microbiological test method – Coliform bacteria – Quantitative test. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC

17. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, April 21). Food code. General matters - Microbiological test method. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=PCR&itemCode=FC0A065002003A203
18. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, April 25). Food code. Microbiological test method – *Salmonella* spp. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC
19. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, April 25). Food code. Microbiological test method – *Bacillus cereus*. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC
20. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), (2025, July 08). Food code. General matters - Definition of sterilization. Retrieved from https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EC%82%B4%EA%B7%A0&itemCode=FC0A002001002A013
21. Kim, H.Y., Park, J.Y., Chung, D.H., Oh, S.S., Microbiological evaluation for HACCP implementation of wholesale bakery products. *J. Food Hyg. Saf.*, **19**, 185-192 (2004).
22. Korea Agency of HACCP Accreditation and Services (KAHAS), (2025, March 19). HACCP evaluation result. Retrieved from https://www.haccp.or.kr/user/content.do?pageId=PAGE_000000000000036
23. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2016. HACCP standards - The cream bread manufacturing factory, 9791129000293, JinhanM&B, Seoul, Korea, pp. 461-461.
24. Sharifzadeh, A., Hajsharifi-Shahreza, M., Ghasemi-Dehkordi, P., Evaluation of microbial contamination and chemical qualities of cream-filled pastries in confectioneries of Chaharmahal Va Bakhtiari Province (Southwestern Iran), *Osong Public Health Res. Perspect*., **7**, 346-350 (2016).
25. Hassanzadazar, H., Taami, B., Abbasi, Z., Aminzare, M., Microbial contamination of cream filled pastries supplied in confectioneries of Zanjan, Iran. *J. Nutr. Fast. Health*, **6**, 30-34 (2018).
26. Osimani, A., Milanović, V., Taccari, M., Cardinali, F., Pasquini, M., Aquilanti, L., Clementi, F., The occurrence of spoilage yeasts in cream-filled bakery products. *J. Sci. Food Agric*., **97**, 1819-1827 (2017).
27. Q&B Food Co., (2025, May 26). Manufacturing process flow chart. Retrieved from https://qnbfood.com/shopinfo/company.html
28. Wijnands, L.M., Dufrenne, J.B., Rombouts, F.M., in 't Veld, P.H., van Leusden, F.M., Prevalence of potentially pathogenic *Bacillus cereus* in food commodities in the Netherlands. *J. Food Prot.,* **69,** 2587-2594 (2006).
29. Navaneethan, Y., Effarizah, M.E., Post-cooking growth and survival of *Bacillus cereus* spores in rice and their enzymatic activities leading to food spoilage potential. *Foods,* **12**, 626 (2023).