

소규모 베이커리에서의 HACCP적용을 위한 미생물학적 위해도 평가

엄애선 · 권성희 · 정덕화¹ · 오상석² · 이현옥
한양대학교 식품영양학과, 경상대학교 식품공학과¹, 이화여자대학교 식품영양학과²

Microbiological Quality Evaluation for Application of the HACCP System to
the Bakery Products at Small Scale Bakeries.

Ae-Son Om, Sung-Hee Kwon, Duck-H Chung¹, Sang-Suk Oh², Heon-Ok Lee
Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University
¹Dept. of Food Science & Technology, Gyeongsang National University
²Dept. of Food & Nutrition, Ewha Womans University

Abstract

Recently, the HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point) system has been emphasized in food processing industries throughout the world. However, the system has, as yet, not been applied very well to domestic food industries. Due to the increase in the consumption of bakery products, more studies are required on the application of HACCP to establish the system in small-scale bakeries. This study was designed to provide basic data for setting management standards for HACCP, based on microbiological hazard evaluations of bakery products. Red bean paste filled breads, custard cream filled breads and cakes covered with fresh whipping cream were collected, and microbiological evaluations conducted on the raw materials, the manufacturing processes and potential hazards. The result showed the presence of coliforms in fresh cream of cakes and the soybean paste of soybean paste breads at levels as high as 105 CFU/g on the hazard analysis of the raw materials. Moreover, the general levels of bacteria and coliforms were over those of the standards during the intermediate fermentation and molding processes. Furthermore, high levels of coliforms were detected on the hands of the salesmen and bakers themselves. This suggests that the CCPs (Critical Control Points), such as fresh cream and red bean paste manufacturing process desperately require better management. There is also a requirement for education relating to personal hygiene for the production of hygienic bakery products and for the publics health.

Key words : HACCP, Small-scaled bakeries, Soybean paste bread, Cream filled bread, Fresh cream cake, CCPs

1. 서 론

국민의 생활수준이 향상되고 사회구조가 다양해짐에 따라 현대인의 식생활 양식에도 많은 변화를 가져왔으며 오늘날의 식품은 경제적인 경쟁력 및 품질뿐만 아니라 안전성측면에서도 소비자의 욕구를 만족시켜야 한다는 점에서 식품생산시 전과는 다른 더 많은 노력이

요구된다. 최근 우리나라는 식품안전성에 대한 국민의 관심이 고조되고는 있지만 각 식품특성에 따른 일반 위생관리 분야는 아직까지 체계적이지 못한 실정이다. 이에 식품의 안전성을 보장할 수 있는 과학적이고 체계적인 위생관리 시스템인 HACCP을 식품산업 전반에 걸쳐 적용시키려는 움직임이 확대되고 있다.

HACCP은 Hazard Analysis Critical Control Point의 약어로서 식품의 안전성을 보증하기 위해 식품가공제조와 관련된 미생물학적 위해요소를 공정단계별로 파악하고 평가하는 조직적 시도와 이들을 효과적으로 예방조치를 하는 위생관련제도로 정의된다¹⁾. 즉, 최종

Corresponding author: Ae-Son Om, Hanyang University, 17, Haengdang-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-791, Korea
Tel: 02-2290-1203
Fax: 02-2281-8285
E-mail: aesonom@hanyang.ac.kr

생산품에 대한 검사가 아닌 예방에 초점을 두고 위해 요소를 분석하고 통제방법을 설정하는 도구로 설명할 수 있다²⁾. Bauman은 HACCP이란 미생물이 증식할 수 있는 위해 요소를 분석하여 실제 식품안전에 영향을 줄 수 있는 단계와 인적요인을 규명하여 잠재적인 위험요인을 사전에 알려주는 미생물학적인 관리 측면에서의 표준화된 체계라고 정의하였다³⁾. 또한 HACCP는 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission)에 의해 Codex guideline으로 채택되어 식품의 안전을 보증하는 가장 효과적인 방법으로 국제적인 인정을 받았다⁴⁾. 1995년부터 EU(European Union)에 수출하는 모든 수산식품에 대해 HACCP시스템 적용이 법제화⁵⁾ 되었으며, 미국의 경우 LACF(Low Acid Canned Food)의 공정관리 경험을 근거로 1985년 NAS(National Academy of Sciences)에서 전식품에 HACCP적용을 권고한 이래 수산물, 육·육가공품에 대한 HACCP 강제 적용(1996), 주스류의 HACCP적용(2002) 후 현재 농산물, 육가공품에 대한 HACCP적용을 목표로 voluntary HACCP program을 실시 중이다⁶⁾. 따라서 우리 식품산업도 국제적인 경쟁력을 갖추기 위해서는 모든 품목에 걸친 HACCP적용이 필수적이므로 세계시장을 지향해야 하는 시대적인 요구에 부응하여 국제적인 식품생산유통에 능동적인 대처가 필요하다.

한편 우리나라의 제빵산업은 연간 매출규모 약 1조 5,000억원으로 추정되며 식생활의 변화와 더불어 더욱더 확대될 추세이므로 소비급증에 따른 안전위생관리가 시급한 실정이나 일부 기업체에서만만 HACCP 적용을 위한 노력을 하고 있다⁷⁾. 미국에서는 빵류의 경우 American Institute of Baking과 같은 사설기관에서 HACCP를 컨설팅하고 HACCP plan을 적용한 후에 지속적으로 관리를 대행하기도 한다. 우리나라의 대형업체는 햄버거번과 같이 구매자가 요구할 때만 HACCP를 일부 시행할 뿐이며, 중소형 및 점포업소에서 HACCP 적용은 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 소규모 베이커리에서의 미생물학적 위해요인을 평가하고자 제빵류(단팥빵, 크림빵, 케익류)에 대한 원료 및 공정별, 그리고 제빵기구 및 용기, 제빵종사자와 작업장 환경에 대한 미생물학적 위해 분석을 실시하여 소규모 베이커리에서의 HACCP적용을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

본 연구는 서울시에 위치한 소규모 베이커리 2곳을

대상으로 2002년 7~8월에 걸쳐 제빵류(크림빵, 단팥빵, 케익류)의 원료별, 공정별 및 제빵기구·용기, 제빵종사자와 작업장의 위생환경에 대한 미생물학적 위해분석을 실시하였다.

1. 시료의 채취 및 전처리

선정된 3가지 제빵류(단팥빵, 크림빵, 케익)의 원재료 및 제조공정별로 시료를 채취하여 약 500g씩 멸균처리(121°C, 15min)된 음식시료용 팩에 담아 즉시 얼음을 채운 ice box에 넣은 후 실험실로 운반하였다. 운반 후 각 시료 25g에 0.85% 멸균 NaCl용액 225ml를 가해 스토마커를 이용, 균질화하여 시험용액으로 사용하였다. 상수원수는 점포내 반죽 및 제조에 사용하는 수도물 1ℓ를 채수병에 채취한 후 이중 250ml를 멸균된 감압여과장치를 이용하여 여과(0.45µm, Advantec MFS, Inc.)한 후 시험용액으로 사용하였다. 제빵에 사용된 기구와 용기 및 주변기구는 사용 후 세척한 것이나 소독한 것에 대해, 제빵종사자의 손은 작업전에 각각 swab 및 rinse방법⁸⁾으로 시료를 채취하였다. 시료의 채취는 0.85% NaCl 용액 10ml을 넣은 coming tube에 일정면적의 가아제를 넣어 121°C에서 15분간 멸균하여 냉각시킨 멸균 가아제를 멸균 핀셋으로 취하여 일정 면적을 닦은 후 coming tube에 다시 넣고 37°C에서 24시간 진탕하여 시험용액으로 사용하였다.

2. 일반세균수(Total Plate Count) 및 대장균(Coliforms Count)의 측정

일반세균수의 측정은 plate count agar(Difco Co.)를 사용하여 35°C에서 48시간 배양한 후 생성된 집락수를 계산하였으며, 대장균수는 Desoxycholate유당환천배지에 의한 정량법으로 desoxycholate lactose agar(Difco Co.)를 사용하여 35°C에서 48시간 배양한 후 형성된 전형적인 암적색의 집락수와 의심스러운 집락수를 계산하였다⁹⁾.

3. 병원성 식중독 세균의 동정

1) *E. coli*

EC broth(Difco Co.)에 접종된 시료는 37°C에서 24시간의 증균 과정을 거친 후 미생물 동정에 사용되었다. 증균된 균액 1백금을 취하여 *E. coli*의 선택배지인 EMB agar(eosin methylene blue agar, Difco Co.)에 도달하여 37°C에서 24시간 배양한 후, 금속성 광택을 가지는 단일 집락을 취하여 실험에 사용하였다. 그리고 Gram staining, TSI(Triple Sugar Iron),

MR/VP(Methyl red Voges-Proskauer), Citrate 이용능, Lysine decarboxylase, Indol, Motility test를 실시한 후 API 20E(BioMerieux, France)로 동정하여 선별된 E.coli는 *E. coli*-O157 PCR Screening Kit(TaKaRa, Japan)로 확인하였다.

2) *Salmonella*

Salmonella 균주의 생화학적 실험을 위해 채취된 시료는 Selenite Broth(Difco Co.)에 접종하여 37°C에서 24시간 증균하고, 증균된 균액은 분리용 선택배지인 MacConkey agar(Difco Co.)에 도말하여 37°C에서 24시간 배양한 후 무색의 유당 비분해균의 집락을 확인하였다. 선택배지상에서 의심되는 집락을 선택하여 Gram staining, TSI(Triple Sugar Iron), MR/VP(Methyl red Voges-Proskauer), Citrate 이용능, Lysine decarboxylase, Indol, Motility test를 실시한 후 API 20E(BioMerieux, France)를 사용하여 동정하고 one step PCR Screening Kit(TaKaRa, Japan)로 확인하였다.

3) *Yersinia enterocolitica*

상수원수시료에 대해 *Yersinia enterocolitica*에 대한 실험을 하였다. 채취된 시료 250ml을 막여과하여 CIN한천배지(Cefsulodin Irgasan Novobrocinn, Difco Co.)에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 선택배지 상에서 의심되는 집락을 선택하여 Nutrient agar(Difco Co.)에 옮겨 35°C 24시간에서 배양한 후 Gram 염색 음성균임을 확인하고 배양된 균을 TSI(Triple Sugar Iron, Difco. Co.)사면배지의 사면과 고층부에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하여 생물학적 성상을 검사하였다.

4) *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus 균주의 분리를 위해 채취된 시료 중 1ml을 취하여 10% NaCl이 첨가된 TSB배지(Difco. Co.) 9ml에 가한 후 37°C에서 24시간 증균 배양하였다. 증균된 균액을 MSA(mannitol salt agar, Difco. Co.)에 희석 배양하여 평판 배지상의 집락을 그람 염색을 실시하여 포도상의 배열을 갖는 그람양성 구균을 확인하였다. 그리고 *Streptococcus spp.* 와의 구

분을 위해 Catalase test 및 DNase test로 양성임을 확인하였으며 Coagulase test를 통하여 혈장응고효소 양성/음성 균주를 판별한 후 API Staph (BioMerieux, France)를 사용하여 동정하였다.

장독소(enterotoxin) 확인시험에는 Reversed passive latex agglutination kit(SET-RPLA ; Denka seiken, Japan)를 사용¹⁰⁾하여 *Staphylococcus aureus*의 장독소 A, B, C, D를 검출하였다.

5) 공중 낙하균

각 베이커리의 작업환경을 평가하기 위하여 측정된 공중낙하균 항목으로는 일반세균수, 황색포도상구균, 진균수였으며, 측정 장소로는 쇼케이스, 진열대, 냉장고, 개수대, 작업대 등이었다. 각 낙하균의 측정을 위하여 해당 미생물에 대한 배지를 분주하여 고화시킨 일회용 멸균 petri dish를 준비하여 각 낙하균의 측정 위치에서 5분간 뚜껑을 열어 방치하였다. 뚜껑을 닫고 일반세균수와 황색포도상구균은 35°C에서 48시간, 진균수는 25°C에서 3일 배양한 다음 형성된 집락수를 계측하여 plate당 집락수로 표시하였다⁹⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 수질 및 원재료의 위해분석

소규모 베이커리에서 사용하는 상수원수의 수질에 대한 미생물검사 결과는 Table 1과 같았다. 일반세균은 두 점포 모두에서 거의 검출되지 않은 반면, A점포의 상수원수에서는 대장균군이 검출되어 대장균군이 음성이어야 하는 기준치¹¹⁾를 초과하는 것으로 나타났다. 이는 물탱크의 청소부실이나 수도관 부식으로 인한 오염수 침투와 세균 번식이 원인으로 생각되므로 물탱크의 정기적 세척 및 소독이 이루어져야 할 것으로 사료되었다. 또한 상수원수에 대해 식품공전의 접객용 음용 기준에 포함되어 있는 *E. coli*, *Salmonella*, *Yersinia*에 대한 생화학적 동정과 급식소에서 오염되기 쉬운 *Staphylococcus*에 대한 미생물 검사 결과 이들 병원성 미생물의 성장은 없었다.

제빵류(단팥빵, 크림빵, 케익류)에 사용되는 원재료에 대한 일반세균수, 대장균수 및 분리동정된 병원

Table 1. Microbiological evaluation on water.

(CFU/ml)

Sample	Total plate count		Coliforms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Waterworks	2.70×10 ²	5.00×10	6.60×10 ²	ND	-

ND ; Not detected

A,B ; Small scale Bakeries

성 식중독 세균의 실험결과를 Table 2에 나타내었다. 원재료 중 일반세균과 대장균군이 모두 검출되지 않은 밀가루를 제외하고 나머지 재료들의 일반세균수 및 대장균수의 수치는 매우 높은 것으로 나타났으며, 특히 굽기 등의 가열처리과정을 거치지 않고 사용되는 생크림과 과일의 미생물 수치 또한 높게 나타나 미생물적 위해가 우려되었다. 원재료에 대한 *E. coli*, *Salmonella* 및 *Staphylococcus*의 생화학적 동정 결과 A점포의 마가린에서 *Salmonella*, 계란에서 *Staphylococcus aureus* A가 검출되었다. 이는 원재료 입고시와 보관시의 문제점을 반영하는 것으로 이와같은 원재료에 의한 위해를 방지하기 위해서는 이들 원재료를 제조·납품하는 업체의

관리, 입고 검사, 보관시 온도 및 시간 관리를 철저히 하는 등의 실천이 필요하다고 사료되었다.

2. 공정별 위해분석

제빵류(단팥빵, 크림빵, 케익류)의 제조 공정별로 채취한 시료에 대한 일반세균수, 대장균군수 및 분리 동정된 병원성 식중독 세균의 실험 결과를 Table 3~5에 나타내었다. 전체적인 제조공정은 단팥빵과 크림빵의 경우 반죽, 1차 발효, 분할, 중간 발효, 성형, 2차 발효, 굽기와 냉각 단계를 거치고, 케익류는 생크림 바르기와 과일 장식 과정을 거치게 된다. 단팥빵과 크림빵의 제조 공정에서 처음 반죽시에는 대장균군의

Table 2. Microbiological evaluation on raw materials. (CFU/g)

Sample	Total plate count		Coliforms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Wheat flour	ND	ND	ND	ND	-
Yeast	4.34×10 ⁵	TNTC	1.02×10 ²	ND	-
Sugar	ND	1.42×10 ³	4.04×10 ³	3.18×10 ²	-
Margarine	1.57×10 ³	TNTC	8.52×10 ³	2.56×10 ³	<i>Salmonella</i> (A)
Egg	TNTC	TNTC	1.84×10 ⁴	TNTC	<i>Staphylococcus aureus</i> A(A)
Redbean paste	TNTC	3.30×10 ³	1.02×10 ²	2.03×10 ³	-
Custard cream	ND	2.05×10 ²	5.60×10 ³	1.34×10 ²	-
Fruits	TNTC	7.13×10 ³	1.23×10 ²	1.64×10 ¹	-
Fresh whipping cream	2.00×10 ³	TNTC	TNTC	TNTC	-

ND ; Not detected

TNTC ; Too numerous to count

Table 3. Microbiological evaluation of process chart for bread with redbean paste. (CFU/g)

Process	Total plate count		Coliformms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Kneading	4.10×10 ³	3.45×10 ²	ND	ND	-
First fermentation	6.52×10 ³	1.26×10 ³	4.70×10 ²	ND	-
Dividing	1.08×10 ⁴	6.75×10 ³	9.20×10 ²	3.50×10 ²	-
Resting	1.58×10 ³	3.36×10 ⁴	6.42×10 ³	7.80×10 ²	-
Molding	4.89×10 ³	5.43×10 ⁴	1.80×10 ⁴	9.80×10 ³	<i>E.coli</i> (A, B) <i>Salmonella</i> (A)
Second fermentation	5.06×10 ³	1.02×10 ³	6.50×10 ⁴	1.32×10 ⁴	-
Baking	ND	ND	ND	ND	-
Final product	3.30×10	8.60×10	6.70×10	ND	-

ND ; not detected

Table 4. Microbiological evaluation of process chart for custard cream filled bread. (CFU/g)

Process	Total plate count		Coliformms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Kneading	1.40×10 ²	5.90×10	ND	ND	-
First fermentation	8.48×10 ²	3.75×10 ³	ND	ND	-
Dividing	2.24×10 ³	4.50×10 ³	1.45×10 ²	1.45×10 ²	-
Resting	6.42×10 ³	7.94×10 ³	7.80×10 ²	2.30×10 ²	-
Molding	3.04×10 ⁴	1.09×10 ⁴	2.40×10 ³	3.54×10 ³	<i>E. coli</i> (A) <i>Staphylococcus aureus</i> A(B)
Second fermentation	7.01×10 ⁴	9.56×10 ⁴	9.00×10 ³	5.00×10 ³	-
Baking	ND	ND	ND	ND	-
Final product	3.50×10	9.20×10	6.20×10	ND	-

ND ; not detected

Table 5. Microbiological evaluation of process chart for covered with fresh whipping cream cake. (CFU/g)

Process	Total plate count		Coliformms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Cake sheet	ND	5.97×10^5	ND	ND	-
Fresh cream coating	5.92×10^2	8.49×10^5	1.60×10^2	8.10×10	-
Fruit decoration	9.24×10^2	2.31×10^4	3.50×10^3	7.79×10^2	-
Final products	8.47×10^3	3.97×10^4	6.70×10^3	1.20×10^5	-

ND ; not detected

검출이 없었으나, 공정을 거쳐 굽기 단계 전까지 일반 세균수 및 대장균수가 모두 점차적으로 증가하는 것으로 나타났는데 이는 제빵 기구 및 용기, 공중낙하균 및 제빵종사자의 손에 의한 교차오염에 의한 것으로 추측되었다. 굽기 단계에서 일반세균 및 대장균의 검출이 전혀 없었는데, 이는 가열처리에 의한 것으로 부적절한 가열온도로 병원성 미생물의 사멸이 미흡할시 미생물의 위해가 우려되는 만큼 매번 제빵시마다 오븐온도 및 가열시간을 확인하는 등의 철저한 관리가 요구된다고 사료되었다. 냉각단계를 거친 완성품의 미생물 검출은 굽기단계에 비해 일반세균수 및 대장균수가 모두 약간씩 증가하였다. 이는 실온에서 냉각하는 단계를 거쳐 조합하고 포장하는 동안 작업장내의 공중낙하균에 의한 교차오염에 의한 것으로 보여졌다. 특히, 대장균수에 있어서 B점포는 검출되지 않은 반면 A점포에서 검출된 것은 작업장내의 공중낙하균 검출 상태(Table 9)를 반영한 것으로 생각되었다. 각 제조공정별 시료에 대한 *E. coli*, *Salmonella* 및 *Staphylococcus*의 생화학적 동정 결과 단팥빵과 크림빵 모두 성형단계에서 각각 *E. coli*(A, B점포)와 *Salmonella*(A점포) 및 *E. coli*(A점포)와 *Staphylococcus aureus* A(B점포)가 검출되었다. 이들 균주 중 *E. coli*와 *Salmonella*는 다른 식중독균과 같이 열에 약하여 70°C 이상으로 가열시 사멸하는 반면, *Staphylococcus*의 enterotoxin은 내열성을 가지므로 가능한 원료의 오염 방지와 함께 충분한 열처리 및 신속한 섭취가 중요하며 식품을 보존할 경우는 10°C 이하의 저온에서 보관하고, 화농창 등의 피부질환에 걸린 사람이 식품취급 시에는 세심한 주의가 필요할 것으로 여겨진다¹²⁾. 생크림케익의 제조공정에 따른 시료에서도 단팥빵이나 크림빵과 마찬가지로 공정이 거듭될 수록 일반세균수 및 대장균수의 검출수치가 증가되었으며, 최종 완성품의 경우 미생물 수치는 일반세균수와 대장균수가 각각 A점포 0에서 8.47×10^3 , 0에서 6.70×10^3 으로, B점포 5.97×10^3 에서 3.97×10^4 , 0에서 1.20×10^3 으로 증식되었다. 이는 생크림과 과일 원재료 자체의 미생물 오염 및 생크림바르기와 과일장식단계에서 사용된 기구나 용기, 공중낙하균 그리고 제빵사의 손에 의한 교

차오염이 원인으로 보여지며, 가열처리단계가 없는 제품인 만큼 원재료 관리뿐 아니라 교차오염을 방지할 수 있는 위생시설 및 관리 지침 확보와 진열보관시 적절한 냉장온도 유지 및 당일 판매 등의 더욱더 철저한 위생관리가 이루어져야 할 것으로 사료되었다. 생크림케익의 제조공정별 시료에 대한 *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*의 생화학적 동정 결과 이들 미생물의 성장은 없었다.

3. 기구 및 용기의 위해 분석

소규모 베이커리에서 사용하는 기구 및 용기에 대한 미생물 검사 결과 일반세균수와 대장균수 및 분리동정된 병원성 식중독 세균명을 Table 6에 나타내었다. 기구설비 및 용기에 대한 미생물수준을 평가하는데 있어 Harrigan과 McCance⁸⁾는 표준평판균수 cm^2 당 5미만은 만족할 만한 수준이고, 5~25는 시정을 필요로 하며 25이상일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 보고하였으며, 대장균군은 100cm^2 당 10이하여야 하며 하나로 분리되지 않아야 양호하다고 평가하였다. 이것을 기준으로 볼 때, 일부는 만족할 만한 수준을 보이기도 하였으나 대부분이 시정이 필요하거나 즉각적인 조치를 강구해야 하는 것으로 평가되었다. 재료 준비 단계에서 주로 사용되는 플라스틱 바구니의 경우 두 점포 모두 일반세균수의 수치가 높을 뿐 아니라 A점포에서는 대장균수도 높게 나타나 위생상태가 매우 불량하였는데, 이에 따라 재료 준비 단계부터 기구에 의한 교차오염의 가능성이 예상되었다. 특히 굽는 단계를 거치지 않는 케익류 재료들의 미생물 오염이 우려되었고, 실제 원재료의 미생물 분석 결과에서도 같은 결과가 나타났다. 재료 계량 및 반죽단계에서 사용되는 그릇은 B점포에서는 일반세균 및 대장균이 모두 검출되지 않아 위생상태가 만족할 만한 수준이었는데 반해 A점포는 일반세균수와 대장균수가 모두 높아 즉각적인 조치를 강구해야 하는 것으로 나타났다. 이는 A점포는 플라스틱 소재를, B점포는 스테인레스 소재를 사용하였기 때문으로 사료되며, 이로써 플라스틱 소재가 스테인레스 소재보다 세척, 소독이 용이하지 않음을 알 수 있었다. 성형단

계에서 사용되는 작업도마의 경우 일반세균수는 A, B 점포 모두에서 시정을 필요로 하였으며, A점포에서는 대장균균수의 수치도 높았다. 이 작업 도마는 성형 뿐만 아니라 매우 다용도로 사용되고 있었는데, 이로 인한 교차오염을 막기 위해서는 작업별로 분리 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다. 반죽시 사용되는 스테인레스 혼합용기의 경우 A점포는 일반세균수 및 대장균균수 모두에서 양호한 수준이었으나 B점포는 매우 오염되어 있어 위생상태가 좋지 않았다. 성형기의 위생상태는 B점포에서는 양호한 반면 A점포는 불량한 수준이었으며, 오븐용 팬의 경우 일반세균수는 두 점포 모두에서 만족할 만한 수준을 보였으나 대장균균수는 A점포에서 높은 수치로 나타났다. 완성된 제품에 사용되는 빵자르는 기계의 위생수준은 매우 양호하였으나 빵칼 및 빵 집는 집게는 오염되어 있었으며 A점포의 경우 대장균균도 검출되어 위생적 관리가 시행되지 않았음이 드러나 이로 인한 재오염 발생 가능성이 우려되는 바, 항상 세심한 주의와 관리가 필요한 것으로 사료되었다. 행주의 위생상태는 두 점포 모두에서 매우 불량한 것으로 나타났으며, 대장균균수의 수치도 매우 높아 즉각적인 조치가 필요한 수준으로 자주 소독하여 청결을 유지하는 등 보다 철저하고 위생적인 관리가 필요한 것으로 보였다.

기구 및 용기에 대한 *E. coli*, *Salmonella* 및 제빵 기

구에 오염되기 쉬운 *Staphylococcus*에 대한 생화학적 동정결과는 A점포의 혼합기에서 *E. coli*의 검출과 빵 자르는 기계에서의 *Staphylococcus aureus* A의 검출로 미생물학적 위해를 확인할 수 있었다.

Bryan¹³⁾이 미국내에서 집계한 자료에 의하면 급식소에서 발생한 식중독의 원인 중 교차 오염에 의한 것이 6%, 기구의 부적절한 세척에 의한 것이 9%로 판명되었으며, Stauffer¹⁴⁾도 개수대, 칼, 도마, 손 등을 통한 재오염에 의해 식중독이 발생할 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서 조사된 2개 점포의 기구 및 용기에 대한 전반적인 위생상태는 좋지 않아 이들 기구 및 용기에 대한 위생 관리가 철저히 이루어지지 않고 있음을 반영하였다. 따라서 기구 및 용기의 용도별 분리 사용, 작업 전후의 철저한 기기세척 및 소독, 종업원의 위생적인 기기 취급 등으로 교차오염을 미연에 방지할 수 있는 철저하고 중점적인 위생관리가 필요하다고 사료되었다.

4. 제빵종사자의 위해 분석

소규모 베이커리 내의 제빵종사자에 대한 일반세균수, 대장균균수 및 분리동정된 병원성 식중독 세균의 실험결과를 Table 7에 나타내었다. 제빵종사자의 손의 경우 A점포는 일반세균수 및 대장균균수의 검출수치가 높아 즉각적인 조치를 강구해야 할 상황이었으나

Table 6. Microbiological evaluation on utensils.

Sample	Total plate count		Coliforms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Wicker basket	7.90×10 ³	TNTC	2.00×10 ²	ND	-
Wash bowl	2.50×10 ⁴	ND	3.98×10 ³	ND	-
Cutting board	8.10×10 ²	7.10×10 ²	2.91×10 ³	ND	-
Mixer	1.24×10 ²	6.70×10 ³	ND	2.20×10 ²	<i>E. coli</i> (A)
Molder	3.56×10 ³	ND	5.36×10 ³	ND	-
Baking pan	2.30×10 ²	1.30×10 ²	1.27×10 ²	ND	-
Cutting machine	ND	ND	ND	ND	<i>Staphylococcus aureus</i> (A)
Bread knife	4.30×10 ²	1.26×10 ⁴	3.28×10 ⁴	ND	-
Tong	1.21×10 ³	9.60×10 ²	1.20×10 ²	ND	-
Towel	9.78×10 ³	TNTC	6.90×10 ⁴	6.70×10 ³	-

ND ; Not detected

TNTC ; Too numerous to count

Table 7. Microbiological evaluation on cook employees.

Sample	Total plate count		Coliforms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Salesman hands	3.21×10 ³	ND	1.03×10 ⁴	1.90×10 ⁴	-
Baker's hands	1.65×10 ⁴	ND	4.30×10 ²	ND	-
Hat	5.34×10 ²	ND	ND	ND	-
Apron	6.59×10 ³	9.60×10 ⁴	2.34×10 ²	ND	-
Vinyl gloves	7.35×10 ³	4.50×10 ²	ND	ND	-

ND ; Not detected

TNTC ; Too numerous to count

B점포에서는 일반세균과 대장균군이 모두 전혀 검출되지 않아 위생관리 상태가 양호하였다. 제빵종사자가 착용하는 모자는 일반세균수와 대장균군수가 모두 양호한 수준이었으나 앞치마의 경우는 일반세균수의 검출수치가 매우 높을 뿐 아니라 A점포에서는 대장균군 또한 검출되었다. 1회용 비닐장갑은 A점포의 일반세균수가 높게 나타나 1회용 비닐장갑의 위생적인 사용에 대한 재검토가 이루어져야 하겠고, 대장균군은 두 점포 모두에서 검출되지 않았다. 판매자의 손에 대한 미생물 검사 결과 두 점포 모두에서 대장균군의 검출수치가 매우 높아 이로 인한 재오염 발생 가능성이 높은 것으로 예상되며, 따라서 제빵종사자 뿐만 아니라 판매자에 대한 위생관리 또한 필요할 것으로 사료되었다. 이와 같이 같은 점포 내에서도 개인 위생에 대한 인식에 차이가 있으므로 각자의 업무에 맞는 위생교육이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보여지며, 이를 위해 개인위생에 대한 소규모 업소용 관리지침이 필요할 것으로 생각되었다. 또한 식품종사자의 개인위생에 관해서 미국의 Center for Disease Control (CDC)에서는 수세가 감염을 예방하는 가장 중요한 방법이라고 언급하며 수세습관을 가장 중요하게 다루고 있는 바, 교육뿐 아니라 작업장내에 별도의 세척과 소독을 위한 시설의 설치와 운영이 필요할 것으로 보인다.

대부분의 식중독 발생시 오염된 원재료와 완성품을 연결하는 공통적인 고리가 조리기구 및 주변기구, 종사자의 손 등¹⁵⁾임을 생각해 볼 때 작업장에서 사용하고 있는 제빵기구 및 용기, 종사자의 손 등 중요 위해 요소에 대한 중점 관리가 철저히 이루어져야 할 것으로 보인다. 작업장의 기구 및 용기와 종사자의 위생은

HACCP시스템 도입시 중요관리점으로 관리해야 할 부분으로서¹⁶⁾ 소규모 베이커리 점포 또한 이에 대한 기준이 마련되어져야 할 것으로 사료되었다.

5. 주변기구 및 설비의 위해분석

소규모 베이커리의 작업장 및 매장의 기구와 설비에 대한 일반세균수, 대장균군 및 분리동정된 병원성 식중독 세균의 실험결과는 Table 8과 같다. Harrigan과 McCance의 미생물적인 수준 평가⁸⁾를 기준으로 볼 때, 작업장 바닥, 작업장 손잡이, 작업장 내벽 및 천정, 싱크대와 쓰레기통의 일반세균수 및 대장균군수는 B점포의 작업장 내벽의 대장균군을 제외하고는 모두 높은 수치로 나타나 위생상태가 매우 불량하였으며 즉각적인 조치가 필요한 실정이었다. 작업대의 경우 B점포의 일반세균수는 만족할 만한 수준인데 반해 A점포의 수치는 높았으며, 두 점포 모두에서 대장균군수가 높게 검출되었고, 수도꼭지에서 일반세균과 대장균군이 모두 높게 나타나 위생상태가 불량하였다. 1차 발효시 사용되는 발효기는 B점포의 경우 일반세균과 대장균군이 모두 검출되지 않아 위생상태가 양호한 반면, A점포는 불량한 수준이었으며, 2차 발효시 사용되는 dough conditioner는 A점포에서 대장균군이 검출되지 않은 것을 제외하고 수치가 높게 나타났다. 오븐의 위생상태는 B점포에서만 대장균군이 검출되었고 나머지 세균은 검출되지 않았으며, 냉장고는 A점포의 경우 일반세균수는 만족할 만한 수준이었으나 대장균군수가 높았고 B점포는 일반세균수는 높았으나 대장균군은 검출되지 않았다. 이상의 결과로 작업장내의 기구 및 설비에 대한 전반적인 위생상태는 매

Table 8. Microbiological evaluation on surroundings.

Sample	Total plate count		Coliforms		Clinical microorganism isolated
	A	B	A	B	
Kitchen floor	TNTC	TNTC	TNTC	8.09×10 ²	<i>E. coli</i> (A)
Kitchen handle	TNTC	TNTC	TNTC	8.90×10 ²	<i>E. coli</i> (A)
Inner wall	9.20×10 ⁴	TNTC	TNTC	ND	-
Ceiling	TNTC	9.69×10 ³	2.38×10 ²	1.20×10 ³	-
Sink	9.56×10 ³	6.70×10 ³	TNTC	TNTC	-
Working table	5.73×10 ³	1.21×10 ²	3.10×10 ³	2.18×10 ³	-
Tap water	6.45×10 ³	2.15×10 ³	2.08×10 ²	3.09×10 ³	<i>E. coli</i> (A)
Formentation equipment	6.70×10 ³	ND	1.40×10 ³	ND	-
Dough conditioner	1.18×10 ⁴	5.80×10 ²	ND	3.60×10 ³	-
Oven	ND	ND	ND	1.28×10 ²	-
Refrigerator	1.60×10 ²	4.28×10 ³	4.12×10 ²	ND	-
Waste bin	TNTC	TNTC	6.79×10 ⁴	6.20×10 ³	<i>E. coli</i> (A)
Arrange table	2.30×10 ²	TNTC	ND	TNTC	-
Showcase	1.20×10 ²	3.40×10 ²	1.20×10 ²	ND	-

ND ; Not detected

TNTC ; Too numerous to count

Table 9. Aerial bacteria in working area.

Sample	Total plate count		<i>Staphylococcus aureus</i>		Fungi	
	A	B	A	B	A	B
Working table	15	13	35	3	95	9
Refrigerator	7	4	1	1	92	9
Arrange table	25	5	26	2	34	ND
Sink	20	35	11	24	24	32
Showcase	7	7	ND	5	9	5

ND ; Not detected

우 불량하여 즉각적인 조치가 필요하였다. 매장내의 진열대는 A점포의 경우는 만족할 만한 수준이었으나 B점포는 매우 불량하였으며, 쇼케이스는 일반세균수에 있어서 A, B 두 점포 모두 양호하였으나 A점포에서 대장균균수가 높게 나타나, 이로 인한 재오염 발생이 우려되므로 매장 설비에 대한 위생관리 또한 이루어져야 할 것으로 사료되었다. 점포내 주변기구 및 설비에 대한 병원성 식중독 세균의 생화학적 동정 결과는 A점포의 작업장 바닥, 작업장 손잡이, 수도꼭지 및 쓰레기통에서 *E. coli*의 검출로 미생물학적 위해 요인이 있음을 알 수 있었다. 따라서 이와 같은 위해 요소의 관리를 위해 주변 기구 및 설비에 대한 세척방법의 개량과 세척제를 사용하여 세척한 후 소독제로 소독하는 방법이 적용되어야 할 것으로 보이며, 작업장내 외부인의 출입금지, 환풍기 및 배수시설을 비롯한 시설보완과 작업장내에서의 개인 위생 등이 철저히 지켜져야 할 것으로 생각되었다.

6. 작업장내의 환경 위해 분석

소규모 베이커리 2곳의 작업장에 대한 환경 위생 관리 실태를 파악하기 위하여 일반세균, 황색포도상구균 및 진균의 공중낙하균을 5분간 측정 한 결과는 Table 9와 같다. 작업장의 측정지점은 작업대, 냉장고, 진열대, 개수대, 쇼케이스 등이었다. 작업장의 공중에서 낙하하는 일반세균· 황색포도상구균 및 진균의 검출결과는 각각 4~35 CFU/plate, 1~35 CFU/plate 및 5~95 CFU/plate로 높게 나타나 작업장의 환경이 매우 좋지 않음을 알 수 있었다. 특히 작업대와 개수대의 공중낙하균수는 다른 측정지점에 비해 높게 나타났는데 A점포의 작업대의 경우 공중낙하 황색포도상구균수와 진균수가 각각 35 및 95 CFU/plate의 높은 수치로 검출되었다.

이와 같은 결과는 공기오염 등으로 인하여 작업장의 위생상태가 매우 불량하다는 것을 의미하며, 작업장내에서는 원재료 및 완성품과의 공기접촉이 많으므로 이로 인한 교차오염이 생기지 않도록 작업장 환경

에 대한 철저한 관리감독이 요구된다.

7. 균주의 PCR 분석

소규모 베이커리의 제빵기구 및 용기, 주변기구 및 설비, 원재료 및 공정단계별 시료 등에서 분리동정된 *E. coli* 및 *Salmonella* 생성 균주에 대해 PCR법으로 증폭하여 확인하였다(Fig. 1). A점포의 혼합기, 수도꼭

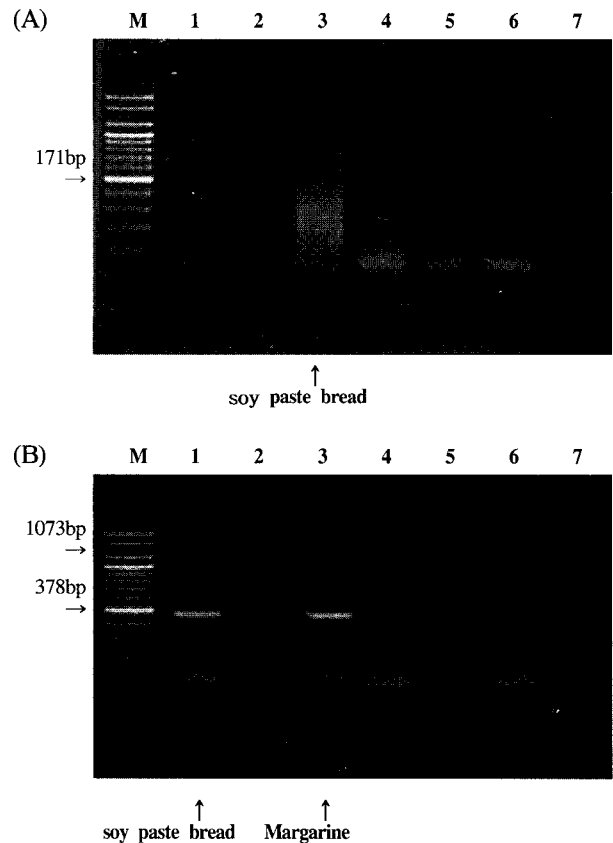


Fig. 1. Agarose gel electrophoresis PCR amplified products of isolated *E. coli* O157 and *Salmonella* stains.

(A) *E. coli* O157 - DNA molecular marker X, Lane 1; Molding (custard cream filled bread), Lane 2; Tap water, Lane 3; Bread with redbean paste, Lane 4; Kitchen handle, Lane 5; Mixer, Lane 6; Waste bin, Lane 7; Kitchen floor
(B) *Salmonella*-DNA molecular marker X, Lane 1; Molding (Bread with redbean paste), Lane 2; Waste bin, Lane 3; Margarine, Lane 4; Bread Knife, Lane 5; Working table, Lane 6; Sink, Lane 7; Molding (custard cream filled bread)

지, 쓰레기통, 작업장 바닥과 손잡이, 단팥빵 및 크림빵 성형단계의 시료에서 분리된 *E. coli*의 경우 특히 인체에 우려되는 O157 ; H7(verocytotoxin유전자)을 동정하기 위하여 장관출혈성 대장균의 verocytotoxin유전자를 PCR법으로 증폭하여 분석한 결과, 모든 sample lane이 verocytotoxin양성인 171bp에서 band가 생성되지 않아 *E. coli* O157은 음성임이 확인된 반면, A점포의 원재료인 마가린과 단팥빵 성형단계의 시료에서 분리된 *Salmonella*균의 PCR 증폭생성물은 표준균주인 *Salmonella enteritidis* (KCCM 12021)와 같은 위치인 378bp에서 band가 생성되어 양성임이 판명되었다.

*Staphylococcus aureus*는 enterotoxin A, B, C, D, E 및 F를 생산하는데 이들 독소형 중 한가지 또는 두가지형 이상의 독소를 생산하는 것으로 알려져 있으며 독소형과는 관계없이 식중독을 발생시키므로 이에 대한 특별한 주의가 요청된다.¹⁰⁾ 독소(enterotoxin)확인시험으로 Reversed passive latex agglutination kit (SET-RPLA ; Denka seiken, Japan)로 분석해 본 결과 A점포의 계란과 빵자르는 기계 및 B점포의 크림빵 성형단계의 시료에서 검출된 *Staphylococcus aureus*의 독소형은 enterotoxin A인 것으로 밝혀졌다.

IV. 요약

본 연구는 서울시에 위치한 소규모 베이커리 2곳을 대상으로 제빵류(단팥빵, 크림빵, 케익류)의 원료 및 공정별, 제빵기구·용기, 제빵종사자와 작업장환경에 대한 일반세균, 대장균군 및 급식소에서 위해세균으로 정의되어 있는 *E. coli*, *Salmonella*, *Yersinia*, *Staphylococcus*와 같은 식중독균에 대한 미생물 검사를 실시함으로써 소규모 베이커리에서의 HACCP적용을 위한 기초자료를 제공하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같았다.

1. 채취한 시료의 일반세균수 및 대장균군수는 대부분의 시료에서 안전성 수준을 초과하였다.
2. 대장균은 A점포의 혼합기, 수도꼭지, 쓰레기통, 작업장 바닥과 손잡이, 단팥빵 및 크림빵 성형단계의 시료에서 균이 분리되었다.
3. 살모넬라균은 A점포의 원재료인 마가린과 단팥빵 성형단계의 시료에서 검출되었다.
4. 황색포도상구균은 A점포의 계란과 빵자르는 기계 및 B점포의 크림빵 성형단계의 시료에서 검출되었고, 독소형은 enterotoxin A인 것으로 확인되었다.

5. PCR분석 결과 *E. coli* O157은 음성인 반면, *Salmonella*균은 양성임이 판명되었다.

이상의 결과가 소규모 베이커리에서의 HACCP적용을 위한 미생물학적 위해도 평가의 전반적인 면을 대표할 수 없는 연구의 제한성을 가지고는 있으나 이 연구를 기초로 더욱더 체계적인 연구들이 실시되리라 기대한다.

참고 문헌

1. Stevenson, KE : Implementing HACCP in the Food industry. *Food Technol.* 45, 179-180, 1990.
2. Loken Joan K : The HACCP, Food safety manual, John Wiley & Sons, Inc., pp.141-177, 1995.
3. Lavella, B, and Bostic, JL : *HACCP for Food Service. Recipe Manual and Guide.* Lavella Food Specialist. St. Louis. Missouri, 1994.
4. Snyder, OP : HACCP - An industry food safety self-control program- part 1., Dairy, Food and Envir. Sanit., 12(1), 26, 1992.
5. Grijspaardtink, C : HACCP in the EU. *Food Technol.*, 49, 36, 1994.
6. Richard Souness : HACCP in Australian food control, *Food Control.* 11, 353-357, 2000.
7. 식약청 고시 : 식품위해요소 중점관리기준, 2000.
8. Harrigan WF, and McCance ME : Laboratory methods in food and dairy micro-biology, Academic Press Inc. Ltd., N.Y., 1976.
9. 식품의약품 안전청 : 식품공전, 문영사, 78-111, 2000.
10. Rose, S, Banks, P, and Stringer, M : Detection of staphylococcal enterotoxins in dairy products by the reversed passive latex agglutination(SET-RPLA)kit, *Int. J. Food Microbiol.* 8, 65-72, 1989.
11. 지구문화사편집부 : 식품위생관계법규, 지구문화사, 2001.
12. 장동석, 신동화, 정덕화, 김창민, 이인선 : 식품위생학, 정문각, pp.71-109, 2003.
13. Bryan, FL : Microbiological hazards of feeding systems. In "Microbiological safety of Foods in Feeding systems.", ABMPS Report. 125, 64, National Academy Press. Washington, DC., 1982.
14. Dunsmore, DG, Womey, AT, and Whittlestone, WG : Design and performance of systems for cleaning product-contact surfaces of food equipment, A Review, *Journal of food protection.* 44, 220-240, 1981.
15. 정동관 : 국내 식품의 미생물 오염 현황 및 안전성 확보 방안, 한국 식품 안전성 연구회 심포지엄, 63-73, 2000.
16. Vanne, L, Karwoski, M, and Karpine, S : HACCP-based food quality control and rapid detection methods for microorganisms, *Food Control* 7, 263-276, 1996.

(2003년 4월 11일 접수, 2003년 5월 13일 채택)