

샌드위치 제조 사업장에 대한 미생물학적 오염도 평가

김지영 · 김세리* · 최진길 · 제정현 · 정덕화†

경상대학교 응용생명과학부, *농촌진흥청 영남농업연구소

Assessment of the Level of Microbial Contamination in the Processing Company of Sandwich Products

Ji-Young Kim · Se-Ri Kim* · Jin-Gil Choi · Jung-Hyun Je · Duck-Hwa Chung†

Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University

*Yeongnam Agricultural Research Institute NICS, RDA

(Received June 8, 2006/Accepted August 13, 2006)

ABSTRACT

This study was performed to assess the microbial contamination level for the processing of sandwich products in the middle of Gyeongnam province from December 2004 to January 2005. A total of 85 samples were collected from 5 sandwich shops. These samples were tested sanitary indication bacteria, such as aerobic plate count(APC), coliforms, and *Escherichia coli*, and pathogenic bacteria such as *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus*. As a result of APC and coliform count ranged 0-4.59 log₁₀ CFU/(ml, g, 100 cm², hand) and 0-3.86 log₁₀ CFU/(ml, g, 100 cm², hand), respectively. Especially, the highly contaminated items for APC were confirmed 1.64-4.59 log₁₀ CFU/g to employees', raw materials and sandwich in all items. *Escherichia coli* was isolated from 5 samples. *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* were detected in 1 sample and 11 samples from utensil, raw materials and sandwiches, respectively. However, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. were not detected in anywhere. For the production of safety sandwich, education of sanitation for employees, control of raw materials, and continuous monitoring for microorganism will be required.

Keywords: sandwich, RTE (ready-to eat food), microbial assessment, HACCP (hazard analysis critical control point)

I. 서 론

1980년대부터 시작된 급격한 경제성장과 소득의 증대에 따라 생활수준이 향상되었고, 특히 여성의 사회활동 등으로 인하여 식생활의 소비형태가 특별한 조리를 요하지 않는 간편성과 편리성을 갖춘 즉석편의식품(ready-to eat food, RTE)이 등장하게 되었다. 그러나 이들에 대한 안전성이 제대로 확보되지 않았을 경우 집단 식중독이 발생하는 심각한 결과를 초래할 수 있으므로 식품의 안전성 확보와 관리가 식품위생상 중요한 문제로 대두되고 있다.^{1,2)} 이것은 1996년 식중독 사고 건당 환자수가 34.5명인데 반하여 2004년의 경우 63명으로 약 2배 가량 증가했다는 식품의약품안전청의 통계연보³⁾를

통해 알 수 있다. 식중독 발생원인 식품 중에서 샌드위치, 도시락, 냉동식품 등의 즉석편의식품은 직접 조리하여 판매하는 것이 아니고 제조업체에서 생산되는 것을 납품받으며, 일부 제조 공정이 반드시 사람의 손을 거쳐야 하므로 품질 및 안전성은 원재료, 식품생산단계 뿐만 아니라 보관방법 및 재가열 등에서도 미생물학적 오염 가능성이 있다고 볼 수 있다.^{4,5)} 이는 미생물에 의해 오염된 조리기구와 조리자의 불량한 위생 상태가 집단 식중독 발생의 원인이 된다는 미국질병관리예방센터(CDC; US Centers for Disease Control and Prevention)의 보고에서도 확인할 수 있다.⁶⁾ 또한 김과 송⁴⁾에 의하면 샌드위치의 경우 냉장 유통한 것은 24시간 경과 후에도 양호한 편이나 실온에서 유통한 것은 시간 경과에 따라 지속적으로 미생물 수가 증가하다가 24시간 경과 후에는 기준을 초과한다고 보고한 바 있다. 이는 유통·저장 중의 온도와 시간 역시 식품의 미생물학적 안전에 영향을 미치는 요소임을 의미한다.

†Corresponding author : Division of Applied Life Science
Graduate School of Gyeongsang National University
Tel: 82-55-751-5480, Fax: 82-55-757-5485
E-mail : dhchung@gnu.ac.kr

특히 샌드위치의 경우 최근 건강 유지 식품으로 선호도가 높아지고 있는 신선과채류가 원재료로 대부분 사용되고 있으며 이러한 최소 가공처리 된 과채류의 경우 가공식품과는 달리 열처리 공정이 없이 생식으로 섭취되기 때문에 식중독 발병의 원인으로 주의가 요구되고 있다. 우리나라에서는 아직 과채류가 원인된 식중독 사례는 보고된 바 없으나, 2004년 여름, 미국과 캐나다에 걸쳐 토마토에 의해 발생한 *Salmonella*를 원인균으로 하는 대규모의 식중독 사고⁷⁾를 비롯하여 양배추, 오이 등의 샐러드용 야채에서 상수, 비료, 세척수 등의 오염에 의한 *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Shigella sonnei* 등이 검출되거나 식중독을 유발한 사례가 많이 보고되고 있다.⁸⁻¹⁰⁾

현재 식품의약품안전청을 중심으로 시행되고 있는 HACCP system 적용사업은 최근 식품위생에 대한 여러 가지 사건으로 인하여 국민들의 식품위생에 대한 관심이 고조되고 있는 이때 더욱 절실히 요구되고 있다. 기존 식품제조 사업장에서의 품질관리라 함은 완제품에 대한 사후검사를 통하여 이루어지는 것이었다. 그러나 이러한 system은 위해요소가 검출될 경우 같은 생산라인 또는 같은 시간대에 만들어진 제품을 모두 폐기하여야 하므로 경제적인 손실이 상당히 크다는 단점이 있다. 이에 반하여 HACCP system은 결정된 CCP (Critical Control Point, 중요관리점)를 중심으로 지속적인 공정관리를 실시함으로써 위해요소를 제어하여 예방차원의 관리가 가능하기 때문에 경제적·생산적 효율을 향상시킬 수 있다.

이러한 HACCP system의 적용을 위해서는 식품제조와 관련된 미생물학적, 화학적, 물리적 위해요소를 공정 단계별로 사전 파악하고, 평가 및 사정하는 하는 것이 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 중부경남 지역의 샌드위치 제조사업장 5곳을 선정하여 원료와 제조기구의 세척에 사용되는 수돗물에서부터 제조기구 및 주변기기, 제조종사자 그리고 원료와 완제품인 샌드위치에 이르기까지 전반적인 공정에 대하여 미생물학적 오염도를 조사하고, 그 결과를 샌드위치 제조사업장에 대한 HACCP System 적용 시 미생물학적 위해요소 선정에 필요한 정보를 제공하고자 연구를 수행하였다.

II. 연구방법

1. 시료 채취

본 연구를 위하여 2004년 12월부터 2005년 1월까지

중부경남지역에 소재하는 샌드위치 제조사업장 5곳을 선정하고 야채의 세척 등에 사용되고 있는 수돗물을 비롯하여 제조기구 및 기기, 조리종사자(손, 고무장갑, 앞치마), 원료 및 제품, 그리고 공중낙하균의 5가지 항목으로 분류하여 시료를 채취하였다. 수돗물은 멸균 채수병에 채취하였으며 제조기구 및 기기와 같은 표면 검체의 경우는 검체의 형태에 따라 100 cm² 크기의 면적대를 사용하여 swab하였다.¹¹⁾ 제조종사자의 손과 고무장갑에 대해서는 멸균 시료팩에 50 ml의 멸균 생리식염수를 붓고 손을 씻어서 검액을 채취하는 glove juice 법¹²⁾에 준하여 실시하였다.

원료인 야채, 식빵, 햄 그리고 완제품인 샌드위치의 경우는 멸균된 집게를 이용하여 멸균 시료채취용 팩에 100 g 이상을 채취하여 실험에 사용하였으며, 공중낙하균 검사는 일반세균수, 곰팡이, *Staphylococcus aureus*에 대하여 조리대 위에 5분간 방치하였다. 채취된 시료는 icebox에 담아서 저온으로 유지시키면서 실험실로 운반하였다.

2. 전처리

전처리는 무균대에서 교차오염 인자를 차단하여 이루어졌으며, 일반세균수를 비롯한 위생지표세균의 검사를 위한 전처리 방법은 다음과 같다. 수돗물은 전처리 과정 없이 실험에 사용하였으며 제조기구와 기기 등의 swab된 시료 및 glove juice 법에 의하여 채취된 시료의 경우는 강하게 진탕한 후 1 ml를 취하여 실험에 사용하였다. 또한, 원료와 같은 고체 시료는 10 g을 bagfilter P(Interscience, France)에 칭량하여 0.85% 생리식염수 90 ml를 가하고 stomacher 80(Seward, UK)로 균질화시켰다.

병원성 미생물 측정을 위하여 수돗물의 경우는 멸균된 감압 여과 장치(GAST, USA)를 이용하여 시료 250 ml를 통과시킨 0.45 µm membrane filter(Advantec MFS, Japan)를 각종 선택 배지에 접종하였고, 각종 표면검체 시료와 glove juice 액은 1 ml를 취하여 각각의 증균배지 9 ml에 접종하였다. 그리고 고체 시료는 10 g을 각각의 증균배지 90 ml와 혼합하여 균질화시켰다.¹³⁾

3. 위생지표세균의 검사

식품공전에 준하여 일반세균수 측정을 위하여 standard plate count agar(PCA, Oxoid, UK)를, 대장균군 측정을 위하여 desoxycholate lactose agar(DLA, Difco, USA)를 사용하여 37°C에서 48±3시간 배양한 후 계수하였다. 또한 *E. coli*의 측정은 EC broth (Oxoid, UK)에 37°C에서 24시간 동안 증균 과정을 거

친 후 durham 발효관에 가스가 포집된 양성관에 한하여 선택배지인 eosin methylene blue agar(EMB agar, Difco, USA)에 도말한 후 37°C에서 24시간 배양하였다. 분리 배양된 균은 gram staining, IMViC(Indol, Methyl red, Voges proskauer, Citrate utilization) test, TSI test, lysine decarboxylase test, motility test, urease test, lactose utilization test를 통한 생화학적 검사를 실시하여 확인하였다.^{13,14)}

4. 병원성 식중독 세균의 검사

1) *Escherichia coli* O157:H7 (*E. coli* O157:H7)

앞서 설명한 *E. coli* 검사와 동일한 방법으로 증균 배양한 후 sorbitol MacConkey agar(SMA, Difco, USA)상에서 37°C에서 24시간 선택배양하였다. *E. coli* O157:H7의 생화학적 확인 실험으로는 *E. coli* 검사에서 실시한 항목 외에 혈청학적 검사로서 *E. coli* O-157 specific latex agglutination test를 실시하여 확인하였다.^{13,14)}

2) *Salmonella* spp.

Salmonella spp.에 대한 검사를 위해 채취된 시료는 AOAC법에 따라 rappaport vassiliades R-10 broth(Difco, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 증균한 후 선택배지인 hektoen enteric agar(HEA, Difco, USA)에 도말한 다음 37°C에서 24시간 배양하였다. 청록색 단일 집락을 생성한 것에 한하여 IMViC(Indol, Methyl red, Voges proskauer, Citrate utilization) test를 비롯하여 gram staining, TSI test, lysine decarboxylase test, motility test, urease test의 생화학적 확인시험을 거쳐 최종 확인하였다.

3) *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*)

Listeria enrichment broth(LEB, Difco, USA)에 증균 후 다른 병원성 세균과 다른 생화학적 특성을 감안하여 30°C에서 48시간 증균 배양하였다. 그리고 증균된 균액을 100 µl 취하여 fraser broth(Difco, USA)에서 2차 증균을 실시하였다. Aesculetin이 제 2철 이온들과 반응하여 배지가 검게 변한 시료에 한하여 선택배지인 oxford agar(Difco, USA)상에서 30°C에서 24시간 배양한 다음 black halo에 brown-green의 특이성을 보인 집락에 대해 gram staining을 비롯하여 glucose와 lactose 이용능과 H₂S 생산능, gas의 생산능을 한번에 관찰할 수 있는 TSI test, indol test, motility test, catalase test, carbohydrate(1% mannitol, 1% rhamnose, 1% xylose each) utilization test, urease test, methyl-red test, voges proskauer test, 그리고 용혈할 수 있는 능력이 있는지를 알아보는 β-heamolysis

test를 실시하여 최종 확인하였다.¹⁵⁾

4) *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*)

시료 중의 *S. aureus*의 유무를 검사하기 위하여 10% NaCl이 첨가된 tryptic soy broth(TSB, Difco, USA)를 37°C에서 24시간 증균 배양한 후, mannitol salt agar(MSA, Difco, USA)와 baird-parker agar(BPA, Oxoid, UK)를 이용하여 2회의 선택 배양을 실시하였다. 생화학적 확인 실험으로는 분리 배양된 단일 집락을 취하여 gram staining을 비롯하여 deoxyribonuclease 생성능 확인을 위한 DNase test, 용혈성을 확인하는 β-heamolysis test, 그리고 혈액 응고성 균주 판별을 위해 coagulase test를 실시하였다. Coagulase test는 tube coagulase test법을 이용하였으며 *Streptococcus* spp.와 구분하기 위한 catalase test를 실시하여 생화학적 인성을 확인하였다.^{13,15)}

5. 공중 낙하균 측정

샌드위치 제조 환경에서 공기 중의 낙하세균에 의한 교차 오염 여부를 판단하기 위한 측정항목은 일반세균, 곰팡이, *S. aureus*이며 사용된 배지는 일반세균수 측정을 위한 PCA(Oxoid, UK), 곰팡이 측정을 위한 rose bengal agar(RBA, Difco, USA), *S. aureus* 측정을 위한 BPA(Oxoid, UK)를 샌드위치 제조가 직접 행해지는 조리대 위에 놓고 배지의 뚜껑을 연 후 5분간 방치하였다. 5분 후 PCA, BPA는 37°C에서 48±3시간 배양하였으며, RBA는 30°C에서 3~4일간 배양하여 계수하였다.¹⁶⁾

III. 결과 및 고찰

1. 수돗물

식품제조현장에서 제조기구 및 원료의 세척, 그리고 가열조리 등 가장 기본이 되는 수돗물에 대한 위생지표세균의 분석 결과, A-E 제조사업장에서 일반세균수와 대장균군 그리고 *E. coli*가 모두 검출되지 않았다. 따라서 1 ml 중의 일반세균수가 2 log₁₀ CFU 이하, 100 ml 중 대장균군과 *E. coli*가 검출되지 않아야 한다는 환경부령의 먹는 물 수질 기준 및 검사 등에 관한 규칙¹⁷⁾에 준하는 것으로 나타났으며 병원성 미생물 또한 검출되지 않았다. 먹는 물로 사용되고 있는 지하수, 용천수 등에 기회감염성세균이 다량 존재하고 있다고 보고한 정 등¹⁸⁾의 연구결과와 함께 종합해 볼 때 지하수 또는 용천수를 식품제조용수로서 사용하는 것 보다 수돗물을 사용하는 것이 안전한 것으로 사료되었다.

Table 1. The kinds and number of samples collected for the microbial assessment from 5 shops

Items	Type of sample	The number of samples
Water	Waterworks	5
	Chopping boards	5
Utensils and Machineries	Knives	5
	Dining baskets	5
	Dish clothes	5
	Sandwich containers	5
	Refrigerators	5
Employees	Hands	5
	Rub gloves	5
	Aprons	5
Raw materials and Sandwiches	Vegetables	5
	Bread	5
	Ham	5
	Sandwiches	5
Air	Working areas	5
Total		75

2. 제조기구 및 기기

샌드위치 제조에 사용하는 칼을 비롯한 기구와 냉장고 등의 주변기기에 대한 미생물 검사결과는 Table 2에서 보는바와 같다. 일반세균수는 0.40~3.38 log₁₀ CFU/100 cm²의 범위로 나타났고 대장균군은 0~2.80 log₁₀ CFU/100 cm²의 범위로 나타나 진 등¹⁹⁾과 박 등²⁰⁾의 연구와 유사한 수준의 결과를 얻었다. 샌드위치 용기를 제외한 모든 항목의 일반세균수 수치가 200

cm²당 3 log₁₀ CFU 미만을 안전한 수준이라고 보고한 Harrigan과 McCance²¹⁾의 기준을 벗어나 위해도가 높은 것을 알 수 있다. 특히, 원료의 보관에 사용되는 바구니와 냉장고에서 일반세균수가 각각 평균 3.38 log₁₀ CFU/100 cm²와 3.14 log₁₀ CFU/100 cm²로 오염도가 상당히 높아 원료로의 교차오염이 우려되었다. 더욱이 원료의 포장에 뜯어져 있는 등 냉장고 내의 보관상태가 불량하였다. 그리고 병원성 세균 검사결과 Table 6에서 보는바와 같이 E 사업장의 원료 세척 및 보관용 바구니에서 *E. coli*가, C 사업장의 행주에서 *L. monocytogenes*가 검출되었다. *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *S. aureus*는 검출되지 않았다.

제조기구 및 기기의 미생물학적 안전성 확보를 위해서는 세척된 칼, 도마 등의 기구는 자외선 살균 또는 소독제에 침지보관이 필요하며, 원료는 안전한 포장용기에 보관해야 한다. 이러한 사항은 일일위생점검표를 만들어 점검항목으로 넣고 1일 2~3회 체크하여 관리가 가능할 것으로 사료된다. 특히, 원료를 보관하는 냉장고의 경우는 보관온도가 원료의 품질에 직접적인 영향을 줄 수 있으므로 HACCP system 적용시 CCP로 결정하고 체크리스트를 작성하여 적정온도가 유지되도록 관리하여야 한다. 그리고 정기적으로 내부를 세척하는 등의 철저한 관리 또한 필요할 것으로 판단되었다.

3. 제조 종사자

식품 제조 종사자의 개인위생관리는 최근 김 등²²⁾을 비롯한 많은 보고에서 위생지표세균과 병원성 미생물

Table 2. Evaluation of sanitary indication bacteria on utensils and machineries

Samples	Test	Shops		No. of colony (log ₁₀ CFU/100 cm ²)					Average (log ₁₀ CFU/100 cm ² ± SD ¹⁾)
		A	B	C	D	E			
Chopping boards	APC	1.85	2.81	ND	2.58	2.85	2.02 ± 1.20		
	Coliform	ND ²⁾	2.43	ND	ND	1.30	0.75 ± 1.10		
Knives	APC	1.70	3.45	2.36	2.49	2.45	2.49 ± 0.63		
	Coliform	ND	1.30	1.85	1.48	ND	0.93 ± 0.87		
Dinning baskets	APC	4.97	1.30	2.85	3.69	4.11	3.38 ± 1.39		
	Coliform	3.78	ND	3.51	2.58	4.13	2.80 ± 1.67		
Dish clothes	APC	ND	ND	3.68	2.97	ND	1.33 ± 1.84		
	Coliform	ND	ND	2.64	1.30	ND	0.79 ± 1.18		
Sandwich containers	APC	ND	ND	1.00	1.00	ND	0.40 ± 0.55		
	Coliform	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Refrigerators	APC	3.89	2.93	3.28	4.62	1.00	3.14 ± 1.36		
	Coliform	2.40	ND	ND	3.90	ND	1.26 ± 1.81		

¹⁾SD: Standard deviation

²⁾ND: Not detected (detection limit: <10 CFU/100 cm²)

Table 3. Evaluation of sanitary indication bacteria on employees

Samples	Test	Shops					Average (log ₁₀ CFU/hand, 100 cm ² ± SD ¹⁾)
		No. of colony (log ₁₀ CFU/hand, 100 cm ²)					
		A	B	C	D	E	
Hands	APC	2.87	3.71	4.45	4.28	4.25	3.91 ± 0.65
	Coliform	ND ²⁾	3.69	3.00	2.38	2.15	2.24 ± 1.39
Rub gloves	APC	4.26	2.46	3.92	1.78	3.09	3.10 ± 1.02
	Coliform	3.06	2.11	3.18	ND	3.20	2.31 ± 1.37
Aprons	APC	3.47	2.76	4.17	3.29	3.00	3.34 ± 0.54
	Coliform	2.28	2.18	2.00	2.11	2.08	2.13 ± 0.11

¹⁾SD: Standard deviation²⁾ND: Not detected (detection limit: <10 CFU/hand, 100 cm²)

의 검출빈도가 높아 식중독의 발생원인의 큰 부분을 차지하고 있는 것으로 나타나 중요한 관리 사항이 되고 있다. 본 연구에서는 *E. coli*와 손에서 빈번하게 검출되는 *S. aureus*를 비롯한 병원성 세균은 검출되지 않았지만 Table 3에서 보는바와 같이 손의 경우 일반세균수와 대장균군이 평균 3.91 log₁₀ CFU/hand와 2.24 log₁₀ CFU/hand로 측정되었다. 작업자의 손에서 2-4 log₁₀ CFU/hand 범위로 검출된 박 등²⁰⁾의 연구결과와 비슷한 수준으로 나타났다. 이것은 모든 사업장에 손 소독조가 따로 설치되어 있지 않을 뿐만 아니라 외부로부터 들어온 원료의 운반, 원료 및 기구의 세척, 그리고 조리 등의 공정 간에 손 세척이나 고무장갑의 구분기가 특별히 되어있지 않은 것이 오염의 주요 원인인 것으로 추정되었다. Martin 등²³⁾은 작업자의 오염된 손이나 복장이 직접 병원성 세균을 식품이나 제품으로 옮길 수 있는 운반체로서의 역할을 할 수 있다고 보고한 바 있다. 따라서 공정에 따라 장갑을 구분하여 사용하

도록 하고 손 소독조를 설치하여 작업 전 후, 또는 필요시 스스로 손을 세척할 수 있는 시설을 구비하여 실용적으로 사용되고 있는지를 일일위생점검표를 이용하여 관리하여야 할 것이다. 무엇보다 제조 종사자의 안전 불감증을 해소하기 위해 정기적으로 개인위생 교육을 실시하여 식품위생에 대한 인식의 전환과 관리체계를 갖추어야 할 것으로 사료되었다.

4. 원료와 샌드위치

원료인 야채, 빵, 햄 그리고 제품인 샌드위치에 대한 위생지표세균 검사 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다. 샌드위치를 만드는 원료보다 샌드위치에서 일반세균수와 대장균군이 평균 4.59 log₁₀ CFU/g과 3.21 log₁₀ CFU/g의 수준으로 검출되었다. 시료채취 시의 보관 온도가 18~21°C의 범위였음을 감안할 때 최 등⁵⁾의 연구와 유사한 결과를 얻었다. 하지만 이러한 결과는 Natick 연구소에서 제시한 조리된 식품 내의 미생물

Table 4. Evaluation of sanitary indication bacteria on raw materials and sandwiches

Samples	Test	Shops					Average (log ₁₀ CFU/g ± SD ¹⁾)
		No. of colony (log ₁₀ CFU/g)					
		A	B	C	D	E	
Vegetables	APC	5.46	1.30	2.86	1.48	1.30	2.48 ± 1.79
	Coliform	5.29	2.86	2.45	3.09	5.62	3.86 ± 1.48
Bread	APC	1.30	1.78	2.04	1.78	1.30	1.64 ± 0.33
	Coliform	ND ²⁾	ND	ND	ND	ND	ND
Ham	APC	ND	4.83	ND	1.00	5.81	2.33 ± 2.78
	Coliform	ND	ND	ND	ND	3.63	0.73 ± 1.62
Sandwiches	APC	7.19	5.49	4.89	2.72	2.65	4.59 ± 1.93
	Coliform	3.95	2.68	2.49	4.67	2.28	3.21 ± 1.04

¹⁾SD: Standard deviation²⁾ND: Not detected (detection limit: <10 CFU/g)

기준치²⁴⁾인 일반세균수 5 log₁₀ CFU/g, 대장균군 2 log₁₀ CFU/g과 비교하여 볼 때 모두 기준치를 초과한 것을 알 수 있었다. 또한 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp.는 검출되지 않았지만 Table 6에서 보논바와 같이 4주의 *E. coli*와 11주의 *S. aureus*가 원료 및 샌드위치에서 검출되어 식중독 사고의 발생가능성을 시사하는 결과를 나타내었다. 원료와 제조기구에 의한 교차오염이 제품의 가장 중요한 위해 요인이라는 Bisbini 등²⁵⁾의 보고를 통하여 볼 때 이상의 결과는 다른 원료보다 다소 높게 검출된 야채와 제조 종사자, 그리고 오염된 조리기구에 의한 교차오염으로 추정되었다.

야채의 경우 *S. aureus*와 *Salmonella* spp. 같은 병원성 세균의 부착력이 강하여 단순한 세척으로는 제거될 수 없으며 표면에서 조직 속으로 침투할 수 있을 뿐만 아니라²⁶⁾ 약산성에서 내산성을 획득하여 조직 속에서 증식이 가능²⁷⁾하므로 제품의 안전성 확보를 위해서 원료를 제조, 납품하는 업체로부터 위생검사 결과를 확인하여야 하며 철저한 보관온도 및 유효기한 관리, 그리고 효과적인 세척방법이 강구되어야 할 것이다. 특히, 원료가 입고된 시각부터 제조에 사용되는 시간과 제조된 후 판매되기까지의 미생물 성장변화에 대한 연구를

추가적으로 실시하여 미생물학적으로 안전하게 유통될 수 있는 시간을 설정하여 CCP로 관리하여야 할 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 실험 대상이 되었던 샌드위치의 제조와 판매가 함께 이루어지는 사업장의 경우 제조 공간과 판매 공간을 확실하게 구획할 필요가 있으며 김과 송⁴⁾의 RTE food의 판매 시 보관온도에 따른 미생물 분석 결과를 고찰해 볼 때 샌드위치 제조·판매 사업장 역시 샌드위치를 쇼 케이스 또는 오픈 쇼 케이스를 이용하여 보관온도가 10°C 이하로 유지될 수 있도록 CCP로 결정하여 제조 후 보관온도와 시간을 철저히 관리함으로써 미생물로부터 안전한 샌드위치를 소비자에게 공급할 수 있을 것으로 사료되었다.

5. 공중 낙하균 측정

샌드위치 제조환경에 대한 공중 낙하균의 검사를 위하여 작업대에서 5분간 측정한 결과는 Table 5과 같다. 일반세균, 곰팡이 및 *S. aureus*가 각각 평균 1.20 CFU/plate, 2.20 CFU/plate 그리고 2.00 CFU/plate로 나타났다. 엄 등²⁸⁾이 소규모 베이커리에서 일반세균, 곰팡이 및 *S. aureus*가 각각 4-35 CFU/plate, 1-35 CFU/plate, 5-95 CFU/plate가 검출되었다는 결과에 비해 낮은 수준을 보였다. 그러나 보다 안전한 작업환경 확보

Table 5. Evaluation of air-borne microorganisms in sandwich shops

Microorganisms	Shops					Average (CFU/plate ± SD ¹⁾)
	No. of colony (CFU/plate)					
	A	B	C	D	E	
APC	3	ND ²⁾	2	ND	1	1.20 ± 1.30
Fungi	ND	ND	2	6	3	2.20 ± 2.49
<i>S. aureus</i>	ND	3	ND	5	2	2.00 ± 2.12

¹⁾SD: Standard deviation

²⁾ND: Not detected (detection limit: <1 CFU/plate)

Table 6. Samples of isolated *E. coli*, *L. monocytogenes* and *S. aureus* in sandwich shops

Shops	Items & bacteria	Utensils & Machinery			Raw materials & Sandwiches		
		<i>E. coli</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>
A	-	-	-	-	-	-	Sandwich
B	-	-	-	-	Vegetable	-	Sandwich Bread Vegetable
C	-	-	Dish cloth	-	Bread	-	Sandwich Vegetable
D	-	-	-	-	Vegetable	-	Bread Vegetable
E	Dining basket	-	-	-	Sandwich	-	Sandwich Bread Vegetable

를 위하여 출입구에 에어커튼 또는 방충망, 이중문과 같은 시설을 구비하여 외부로부터의 오염을 차단하고, 주기적인 청소를 통하여 먼지와 이물질을 제거하도록 하여 일일위생점검표를 이용하여 관리되어야 할 것으로 사료되었다.

IV. 결 론

본 연구는 최근 선호도가 높은 즉석 식품 중의 하나인 샌드위치를 제조하는 사업장의 환경에 대한 미생물 오염도를 조사하였다. 2004년 12월부터 2005년 1월까지 중부경남 지역에 소재하는 샌드위치 제조사업장 5곳을 선정하여 위생지표세균과 병원성 세균에 대하여 검사를 실시하였다. 칼, 도마 등의 사용기구와 조리종사자의 손과 고무장갑 등 공정과정 중 원료와 접촉이 많은 항목에서 일반세균수가 0.40-3.91 log₁₀ CFU/(100 cm², hand)로 높게 나타났고 또한 야채와 샌드위치에서도 1.64-4.59 log₁₀ CFU/g으로 높게 나타나 제조기구와 원료에 의한 교차오염이 우려되었다. 병원성 세균의 경우 총 85개의 시료 중 *E. coli*가 제조기구와 원료 및 샌드위치에서 5건, *L. monocytogenes*가 C 제조 사업장의 행주에서 1건, *S. aureus*가 11건 모두 야채를 비롯한 원료 및 샌드위치에서 검출되었다. 그리고 *E. coli* O157:H7과 *Salmonella* spp.는 검출되지 않았다.

따라서 본 연구의 대상이 되는 샌드위치 제조사업장의 안전성을 확보하기 위해서는 HACCP system을 적용하여 일일위생점검을 통한 제조종사자의 주기적인 위생교육과 체계적인 개인위생관리, 그리고 제조기구의 관리가 이루어져야 하며 제품의 품질에 직접적인 영향을 줄 수 있는 원료와 제품의 보관온도 그리고 입고 이후 판매까지의 시간을 각각 CCP로 선정하여 관리하여야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(03-PJ1-PG1-CH11-0003).

참고문헌

- 정동관, 류은순 : 초등학교 단체급식소의 환경과 급식 설비에 대한 미생물 평가. 한국식품영양과학회지, **31**(2), 216-220, 2002.
- 김종규 : 포장마차 음식의 위생 실태 조사연구. 한국환경위생학회지, **27**(4), 107-114, 2001.
- 식중독 발생현황 2005년 3월, <http://www.kfda.go.kr/main/html/service1.htm>.
- 김혜영, 송용혜 : 편의점에서 판매되는 햄버거와 샌드위치의 유통과정 중 품질관리에 관한 연구. 한국식생활문화학회지, **11**(4), 465-473, 1996.
- 최선강, 이명섭, 이경호, 임대석, 이광형, 최경희, 김창한 : 저장온도와 저장시간에 따른 햄버거와 샌드위치의 품질변화. 한국축산식품학회지, **18**(1), 27-34, 1998.
- Olsen, S. J., MacKinson, L. C., Goulding, J. S., Bean, N. H. and Slutsker, L. : Surveillance for foodborne disease outbreak-United States, 1993-1997. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, **49**(SS-1), 1-51, 2000.
- U.S. Centers for Disease Control and Prevention : Outbreaks of *Salmonella* infections associated with eating roma tomatoes-United States and Canada, 2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, **54**(13), 325-328, 2005.
- Beuchat, L. R. : *Listeria monocytogenes* : incidence on vegetables. *Food Control*, **7**, 223-228, 1996.
- 최진원, 박신영, 연지혜, 이민정, 정덕화, 이규호, 김민근, 이동하, 김근성, 하상도 : 유통 중인 신선 채소류의 미생물 오염도 평가. 한국식품위생안전성학회지, **20**(1), 43-47, 2005.
- Kapperud, G., Rørvik, L. M., Hasseltvedt, V., Høiby, E. A., Iversen, B. G., Staveland, K., Johnsen, G., Leitao, J., Herikstad, H. and Andersson, Y. : Outbreak of *Shigella sonnei* infection traced to imported iceberg lettuce. *Journal of Clinical Microbiology*, **33**(3), 609-614, 1995.
- Sveum, W. H., Moberg, L. J., Rude, R. A. and Frank, J. F. : *Microbiological monitoring of the food processing environment*. 3rd ed. American Public Health Association, Washington D.C., USA, 51-74, 1992.
- Anonymous : Guidelines for effectiveness testing of surgical hand scrub (glove juice test). *Federal Register*, **43**, 1242-1243, 1978.
- 식품의약품안전청 : 식품공전. 식품의약품안전청, 서울, 75-113, 2002.
- Padhye, N. V. and Doyle, M. P. : Rapid procedure for detecting enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in food. *Applied and Environmental Microbiology*, **57**(9), 2693-3698, 1991.
- 김세리, 박선자, 심원보, 김형갑, 정덕화 : 진주지역 딸기 주스 상점에서의 *Staphylococcus aureus*의 분리와 staphylococcal enterotoxin a, b, c gene 검색. 한국환경보건학회지, **31**(1), 23-30, 2005.
- 박완희, 이성학 : 숙성회류의 HACCP시스템 모델 개발과 적용. 한국환경위생학회지, **29**(5), 86-100, 2003.
- 먹는 물 수질관리 지침, <http://www.me.go.kr>.
- 정팔진, 박동희, 권영호 : 먹는물의 세균학적 안전성 평가. 대한환경공학회지, **19**(4), 521-528, 1997.
- 전희경, 백재은, 이윤경, 김은실 : 서울 시내 산업체 급식소의 plastic 용기 및 기구류 위생에 관한 연구. 한국조리과학회지, **14**(1), 21-24, 1998.
- 박희경, 김경림, 신혜원, 계승희, 유화춘 : 급식장의 조리기구·용기 및 작업환경에 대한 미생물학적 위해분석. 한국식품위생안전성학회지, **15**(4), 315-323, 2000.
- Harrigan, W. F. and McCance, M. E. : *Laboratory*

- methods in food and dairy microbiology. Academic Press Inc. Ltd., N.Y., USA, 1976.
22. 김혜영, 박재영, 정덕화, 오상석 : 제빵업체의 HACCP 모델 적용을 위한 미생물학적 위험도 평가. 한국식품위생안전성학회지, **19**(4), 185-192, 2004.
 23. Martin, M. C., Fueyo, J. M., González-Hevia, M. A. and Mendoza, M. C. : Genetic procedures for identification of enterotoxigenic stains of *Staphylococcus aureus* from three food poisoning outbreaks. *International Journal of Food Microbiology*, **94**(3), 279-286, 2004.
 24. Silverman, G. J., Carpenter, D. F., Munsey, D. T. and Rowley, D. B. : Microbiological evaluation of production procedures for frozen foil pack meals of the central preparation facility of the Frances E. Warren Air Force Base. Technical Report 76-37-FSL. U. S. Army Natick Research and Development Command, Natick, MA, USA, 1976.
 25. Bisbini, P., Leoni, E. and Nanetti, A. : An outbreak of Salmonella harbor associated with roast rabbit in a restaurant. *European Journal of Epidemiology*, **16**(7), 613-618, 2000.
 26. Reina, L. D., Fleming, H. P. and Breidt, F. Jr. : Bacterial contamination of cucumber fruit through adhesion. *Journal of Food Protection*, **65**(12), 1881-1887, 2002.
 27. Belli, W. A. and Marquis, R. E. : Adaptation of *Streptococcus mutans* and *Enterococcus hirae* to acid stress in continuous culture. *Applied and Environmental Microbiology*, **57**(4), 1134-1138, 1991.
 28. 엄애선, 권성희, 정덕화, 오상석, 이현옥 : 소규모 베이커리에서의 HACCP 적용을 위한 미생물학적 위험도 평가. 한국조리과학회지, **19**(4), 454-462, 2003.