

대학 구내식당 식품위생환경의 세균오염도 조사연구

박성준 · 윤현선 · 이수진 · 양민지 · 권보미 · 이정훈 · 고광표[†]

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

A Study on Bacterial Contamination of Cooking Environments of Food Service Operations at University

SungJun Park, Hyun Sun Yun, Sujin Lee, Minji Yang, Bomi Kwon,
Cheonghoon Lee, and GwangPyo Ko[†]

Department of Environmental Health, Graduate school of Public Health, Seoul National University

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study was to evaluate the occurrence of microbiological contamination of kitchen utensils and environments of food service operations at university located in Seoul, Korea.

Methods: We collected swab samples from the surfaces of knives, chopping boards, floors, and drains, as well as drinking water and airborne bacteria samples from 20 food service operations. Three bacterial indicators and five food poisoning bacteria were measured quantitatively and qualitatively, respectively. We used selective culture media and the PCR assay targeting 16S rRNA gene for the microbiological analysis.

Results: We detected bacterial indicators on knives or chopping boards in eight different food service operations and, three food service operations(I, M, and O) showed more than 3 log colony forming units(CFU)/100 cm² on their knives, significantly higher than the others. The levels of bacterial indicators on the floors and drains in the cooking areas were much higher than those on the cooking utensils. *S. aureus* was detected on 10 floors and 8 drains. Culturable bacteria were identified in 5 drinking water samples, and food service operation B (431.1 CFU/m³) and C(551.2 CFU/m³) showed more than 400 CFU/m³ of total airborne bacteria.

Conclusions: These results suggest that some of food service operations in this study may require additional investigation to secure the microbial safety of cooking environments. In addition, further actions including hygiene education for employees and proper guidelines to maintain clean cooking environments should be prepared.

Keywords: Bacterial contamination, Food service operations, University

I. 서 론

2013년의 국내 대학 및 전문대학, 대학원을 포함하는 전체 고등교육기관들의 총 학생과 교직원 수는 무려 3,709,734명 및 86,656명에 달하며, 이중 일반 대학에 다니고 있는 총 학생 수는 2,120,296명에 이

른다.¹⁾ 대학 캠퍼스 내에는 식당 및 매점, 커피 전문점 등의 식품을 취급하는 여러 후생시설들이 영업을 하고 있으며, 교내 식당들의 경우 접근성 및 가격 등의 이점으로 인하여 학생들의 주된 식사 장소로써 활용되고 있다.²⁾ 식품은 체내로 직접 유입되는 품목이므로 다양한 병원성 미생물들로 오염될 경우

[†]Corresponding author: Department of Environmental Health, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea, Tel: +82-2-880-2731, Fax: +82-2-745-9104, E-mail: gko@snu.ac.kr

Received: 10 March 2014, Revised: 4 April 2014, Accepted: 23 April 2014

섭취자의 건강에 직접적인 영향을 미칠 수 있기 때문에, 교내 식당들의 위생 상태는 학생 및 교직원들의 건강에 직접적인 영향을 미칠 수 있다.

실제 2012년 원인시설 별 식중독 발생 현황을 살펴보면, 가정집(14건, 54명)보다 음식점(95건, 1,139명) 및 학교(위탁 및 직영 포함 54건, 3,185명)에서 발생 빈도 및 환자 수가 월등히 높으며, 특히 많은 인원들이 동시에 취식하는 특성을 가진 학교 내 식당에서 발생한 식중독 사고의 경우 가정집에 비해 그 규모 역시 크다는 것을 알 수 있다.³⁾ 전 세계적으로 알려진 250여 종의 식중독 원인들 중 대부분이 세균 및 바이러스 등의 병원체이며⁴⁾ 특히 고온 다습한 환경은 각종 미생물이 성장하기에 적합하므로,^{5,6)} 더욱 주의 깊은 위생 관리가 요구된다. 그러나 대학 내 식당들의 경우 지리적인 이점으로 인하여 일정 이상의 이용객 수가 확보되어 있기에 환경 개선 등의 필요성에 대해 크게 인식하지 못하는 경우가 많으며, 특히 조리 도구 및 조리 구역의 위생, 조리종사자들을 대상으로 한 정기적인 위생교육 등의 관리가 철저히 이루어지지 않는 경우가 많다.^{2,7,8)} 또한 식당에서 제공되는 식품들에 대한 식품위해요소 중점관리기준(HACCP, Hazard Analysis and Critical Control Point)이 도입되었으나, 실제 적용에 있어 여러 문제점이 도출되는 등 아직까지 충분한 효과를 발휘하지 못하고 있는 실정이다.⁹⁾

식당에서 식품의 미생물 오염을 유발할 수 있는 요인은 조리 도구 및 재료에서부터 음용수, 조리 구역 내 공기, 조리종사자들에 이르기까지 실로 다양하다.⁷⁾ 칼 및 도마 등 조리 과정 중에 식품에 빈번하게 접촉하는 조리 도구 및 조리 구역 내 바닥 및 배수구 등의 조리 환경이 병원성 미생물들에 오염되어 있을 경우 식중독 전파의 주요 경로로써 작용할 수 있다는 점을 고려하였을 때, 향후 적절한 위생 관리 지침을 갖추고 조리 환경을 개선해 나갈 기초 연구자료들을 충분히 갖출 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 서울시 모 대학 내에 위치한 식당 20개소를 대상으로, 조리 시 가장 빈번하게 사용하는 도구들인 칼 및 도마와 식당 내의 전반적인 위생상태를 보여주는 조리 구역 내 바닥 및 배수구, 음용수, 공기 등의 조리 환경 등 총 6종의 항목에 대한 세균의 오염양상을 파악함으로써 향후 학교 식당들에서의 식중독 예방을 위한 지침 개선 및

일선관리자와 조리종사자들에 제공할 주의사항 마련에 있어서의 적절한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 대상 선정 및 시료 채취

2013년 7월 중 서울시 모 대학 내에 위치한 식당들 중 20개소를 선정하여, 조리 과정 중 가장 빈번하게 사용하는 도구인 칼과 도마 및 조리 환경 상의 전반적인 위생상태를 보여주는 조리 구역 내 바닥과 배수구, 음용수(정수기 물) 및 공기 등 총 6종의 항목에 대한 시료채취를 실시하였다. 시료채취 방법은 simple random sampling법을 적용하였으며,¹⁰⁾ 시료채취자는 위생장갑, 위생모, 마스크 및 가운 등의 위생장구를 상시 착용하고 시료채취 전 각 장비들을 70% 에탄올로 살균하며, 시료채취 종료 후 사용한 위생장갑 및 위생모, 마스크 등을 교체하여 교차오염을 방지하였다.⁸⁾ 칼, 도마, 조리 구역 내 바닥 및 배수구 등 4개 항목에 대한 시료채취는 swab sampling법을 통해 이루어졌으며, 이에 swab kit (3M™ Pipette Swab, 3M Korea Ltd.)를 이용하여 10 cm × 10 cm의 면적을 채취하였다.⁸⁾ 또한 음용수는 1리터 멸균채수병을 이용하여 채취하였으며, 모든 시료들은 채취 즉시 아이스박스에 담아 실험실까지 운반한 다음 미생물 분석 시까지 4°C에 보관하였다. 아울러 조리 구역 내 공기 중 부유세균 오염도를 측정하기 위하여 28.3 L/min의 유량으로 보정된 펌프(Quick Take™ 30, SKC Inc, USA) 및 Andersen one-stage sampler(SKC Inc., USA)를 이용하였으며, 멸균된 Tryptic Soy Agar 배지(TSA, BD Difco™, USA)상에 5분간 시료를 채취하였다.¹¹⁾ 공기시료채취 전후에는 시료채취기 내부를 70% 에탄올로 살균 후 건조하여 교차오염을 방지하였다. 시료채취 과정에 사용한 모든 도구 및 장비들은 고압증기멸균기를 이용하여 멸균을 실시하였다(121°C, 15분).

2. 정량적 세균분석

채취한 시료들을 심진희석법으로 적절히 희석한 후, 일반세균수, 총대장균군수 및 대장균(*E. coli*) 등의 3개 항목에 대한 정량적 미생물 분석을 수행하였다. 일반세균수는 Aerobic Count Plate(3M™ Petrifilm™, 3M Korea Ltd.)를 이용하여, 35°C 배양기에 48시간 배양

후 나타나는 모든 colony를 계수하였다. 아울러 *E. coli*/Coliform Count Plate(3M™ Petrifilm™, 3M Korea Ltd.)를 이용하여 35°C 배양기에 48시간 배양 후 모든 colony를 계수하여 각 시료 상의 총대장균군수를 확인하였으며, 가스가 형성된 청색 colony들만을 계수하여 대장균수를 확인하였다.

3. 정성적 세균 분석

채취한 시료들에 대해, *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*(*L. monocytogenes*), *Staphylococcus aureus*(*S. aureus*) 및 *Bacillus cereus*(*B. cereus*)의 5종의 식중독 세균들에 대한 정성적 세균 분석을 실시하였다. 이에 우선 각 미생물에 대한 선택배지에 시료를 도말하여 배양한 다음, 특징

적인 colony들만을 취하여 16S rRNA 증폭법을 이용한 최종 동정을 실시하였다. *E. coli* O157:H7의 분석에는 MacConkey Sorbitol Agar 배지(BD Difco™, USA)를 이용하였으며, 35°C 배양기에 24시간 배양한 후 무색 또는 베이지색을 띄는 colony들을 취하였다.¹²⁾ *Salmonella* spp.는 *Salmonella Shigella* Agar 배지(SS agar, BD Difco™, USA)를 이용하여, 35°C 배양기에 24시간 배양 후 검은색 중심을 가지고 있는 베이지색 및 무색 colony을 취하였다. 또한 *L. monocytogenes*은 Environmental Listeria Plate(3M™ Petrifilm™, 3M Korea Ltd.)을 이용하여, 35°C 배양기에 28시간 배양 후 적자색 colony를 분석하였으며, *S. aureus*은 Staph Express Count Plate(3M™ Petrifilm™, 3M Korea Ltd.)를 이용하여 35°C

Table 1. Microbiological results of knives from 20 foodservice operations

Unit: (log CFU/100 cm² or positive/ND)

Food Service Operation	Bacteria							
	Total colony count	Total coliforms	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
A	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	2.05	0.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C	1.15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
E	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
F	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
G	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I	3.28	2.51	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J	1.43	0.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
K	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
M	3.38	2.73	ND	ND	ND	ND	ND	ND
N	2.85	ND	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
O	3.11	0.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Q	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S	1.95	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mean±SD (range)	0.96±1.32 (ND-3.38)	0.32±0.82 (ND-2.73)	-	-	-	-	-	-

* ND: Not Detected

배양기에 24시간 배양한 후, 자색 colony들을 활용하여 분석하였다. *B. cereus*의 경우, Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin Agar(MYP Agar, Oxoid, UK)를 사용하여 30°C 배양기에 24시간 배양한 뒤, 밝은 핑크색 colony를 취하여 확인하였다.⁸⁾

각 선택배지에서 취한 colony들을 이용하여 16S rRNA 증폭법을 이용한 동정실험을 실시하였다.⁸⁾ 먼저 각 colony들을 loop(SPL life science Co. Ltd., Korea)를 이용하여 1.7 ml microtube(Axygen Inc, USA)에 옮긴 다음, 증류수 10 µl에 균일하게 희석하여 열처리(96°C, 5분) 및 5분간 얼음을 이용한 냉각 과정을 거쳐 세포막을 파괴하였으며, 이를 DNA template로 활용하였다. 16S rRNA 증폭에는 universal primer set(27F, 5'-AGA GTT TGA TCM TGG

CTC AG-3' 및 1492R, 5'-GGY TAC CTT CTT ACG ACT T-3')를 이용하였으며,⁸⁾ 반응시킨 증폭 산물은 QIAquick® PCR Purification Kit(Qiagen, USA)을 사용하여 정제 후 염기서열 분석을 실시하였다(Cosmo Genetech Corp, Korea). 각 colony들에서 도출된 염기서열들을 바탕으로, 미국 National Center for Biotechnology Information BLAST (Basic Local Alignment Search Tool)를 이용하여 시료 상의 식중독 세균을 최종 동정하였다.

4. 공기 중 부유세균 측정

공기시료를 포집한 TSA 배지를 37°C 배양기에 24시간 배양한 후, 배지 상에 형성된 colony들을 계수하여 채취공기량(m³)으로 나누는 방법으로 공기 중

Table 2. Microbiological results of chopping boards from 20 foodservice operations

Food Service Operation	Bacteria							
	Total colony count	Total coliforms	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
A	ND [†]	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	3.42	3.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
E	1.26	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
F	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
G	2.07	1.45	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I	3.15	1.28	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J	0.30	0.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
K	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
M	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
N	1.86	ND	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
O*	-	-	-	-	-	-	-	-
P	2.32	1.94	0.78	ND	ND	ND	ND	ND
Q	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S	1.72	1.00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mean±SD (range)	0.85±1.20 (ND-3.42)	0.48±0.89 (ND-3.16)	0.04±0.18 (ND-0.78)	-	-	-	-	-

* Not tested

† ND: Not Detected

부유세균 농도를 측정하였으며, 이때 활용한 식 1 및 2는 다음과 같다.¹¹⁾

$$\text{Colony forming unit(CFU)/m}^3 = \frac{\text{Number of colonies counted on agar plate}}{\text{Air volume (m}^3\text{)}} \quad (\text{Eq 1.})$$

$$\text{Air volume(m}^3\text{)} = \frac{\text{Flow rate } \left(\frac{28.3L}{\text{min}}\right) \times \text{sampling time (min)}}{10^3} \quad (\text{Eq 2.})$$

식당 20개소 내의 칼 및 도마 등 2개의 대상 조리 도구에 대한 세균 오염수준을 정리한 결과는 Table 1 및 2와 같다. 일반세균수의 경우 총 8곳의 칼에서 검출되었으며, 이중 I, M 및 O 식당의 경우 3 log CFU/100 cm² 이상의 수치를 보이는 등 상당히 높은 세균 오염도를 보였다. 또한 B, I, J, M 및 O 식당의 경우 칼에서 대장균군이 검출되었으며, 특히 I (2.51 log CFU/100 cm²) 및 M(2.73 log CFU/100 cm²) 식당의 칼에서는 2 log CFU/100 cm² 이상의 대장균군이 검출된 것을 확인할 수 있었다(Table 1). 또한 8곳의 식당 내 도마에서 세균이 검출되었는데, 특히 B 식당의 경우 높은 일반세균수(3.42 log CFU/100 cm²) 및 총대장균군수(3.61 log CFU/100 cm²)을 보였으며 P식당의 경우 대장균(0.78 log CFU/

III. 연구 결과

1. 조리 도구의 세균 오염수준 분석

Table 3. Microbiological results of floors in the cooking areas from 20 foodservice operations

Unit: (log CFU/100 cm² or positive/ND)

Food Service Operation	Bacteria							
	Total colony count	Total coliforms	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
A	2.73	2.34	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	4.38	2.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C	4.45	3.59	2.17	ND	ND	ND	Positive	ND
D	2.45	1.70	ND	ND	ND	ND	ND	ND
E	3.74	3.27	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
F	3.10	2.08	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
G	2.92	1.68	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
H	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I	2.33	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J	2.81	2.58	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
K	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
L	3.67	2.92	0.30	ND	ND	ND	Positive	ND
M	3.30	ND	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
N	3.09	2.25	1.48	ND	ND	ND	ND	ND
O	4.06	4.15	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
P	4.41	2.99	0.78	ND	ND	ND	Positive	ND
Q	2.39	1.56	ND	ND	ND	ND	ND	ND
R	3.95	2.09	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
S	0.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mean±SD (range)	2.70±1.50 (ND-4.45)	1.77±1.35 (ND-4.15)	0.24±0.58 (ND-2.17)	-	-	-	-	-

* ND: Not Detected

100 cm²)이 검출되는 등, 일부 식당들이 사용하는 도마의 세균 오염도가 상당히 심각한 것을 확인할 수 있었다.

2. 조리 환경의 세균 오염수준 분석

H, K, S 및 T 등 4곳의 식당을 제외한 모든 식당들의 바닥에서 2.3 log CFU/100 cm² 이상의 일반세균을 검출할 수 있었으며(Table 3), C(2.17 log CFU/100 cm²) 및 L(0.30 log CFU/100 cm²), N(1.48 log CFU/100 cm²), P(0.78 log CFU/100 cm²) 식당에서는 대장균이 검출되었다(Table 3). 아울러 *S. aureus* 역시 10곳의 조리 구역 내 바닥에서 검출되었으며, 다른 병원성 세균들은 검출되지 않았다(Table 3). Table 4는 배수구들의 세균 오염수준을 정리한 것으

로 I, Q, S 및 T 등의 4개 식당을 제외한 모든 식당에서 세균이 검출되었으며, 4 log CFU/100 cm² 이상의 일반세균수 수치를 보이는 식당도 3곳(L, O 및 R) 이 있었다. 또한 특히 O 식당의 경우 매우 높은 일반세균수(5.62 log CFU/100 cm²) 및 총대장균수수치(5.42 log CFU/100 cm²)를 보이는 등 타 식당에 비해 상당히 높은 수준의 세균오염도를 보였다(Table 4).

음용수에 대한 세균 검사 결과, 주요 병원성 세균들은 발견되지 않았으나, 총 5곳의 식당에서 일반세균 및 대장균군이 검출되었다(Table 5). 아울러 조리 구역 내의 공기 중 부유세균 오염도를 검사한 결과, B(431.1 CFU/m³) 및 C 식당(551.2 CFU/m³)은 400 CFU/m³ 이상의 높은 수치를 보이는 등 타 식당들

Table 4. Microbiological results of drains in the cooking areas from 20 foodservice operations

Food Service Operation	Bacteria							
	Total colony count	Total coliforms	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
A	3.13	2.55	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	2.77	2.21	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
C	2.55	1.78	ND	ND	ND	ND	ND	ND
D	2.89	1.18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
E	2.36	1.96	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
F	2.49	1.58	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
G	2.69	1.08	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
H	1.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J	2.71	2.46	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
K	1.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
L	4.12	3.20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
M	1.62	ND	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
N	3.64	3.36	2.89	ND	ND	ND	Positive	ND
O	5.62	5.42	ND	ND	ND	ND	Positive	ND
P	3.28	2.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Q	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
R	4.58	3.12	1.41	ND	ND	ND	ND	ND
S	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mean±SD (range)	2.34±1.59 (ND-5.62)	1.60±1.51 (ND-5.42)	0.22±0.70 (ND-2.89)	-	-	-	-	-

* ND: Not Detected

Table 5. Microbiological results of drinking water samples from 20 foodservice operations

Unit: (log CFU/ml or positive/ND)

Food Service Operation	Bacteria							
	Total colony count	Total coliforms	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
A	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C	1.60	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
D	ND	1.30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
E	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
F	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
G	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
H	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
I	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
K	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
L	1.78	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
M	1.60	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
N	0.60	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
O	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
P	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Q	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
T	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mean±SD	0.28±0.61	0.07±0.29	-	-	-	-	-	-
(range)	(ND-1.78)	(ND-1.30)	-	-	-	-	-	-

* ND: Not Detected

에 비해 공기 중 부유세균 오염이 심각한 것을 확인할 수 있었다(Table 6).

IV. 고 찰

20곳의 식당 내 칼 및 도마의 2개의 대상 조리 도구에 대한 세균 오염도를 점검한 결과 총 5곳의 식당에서 사용되던 칼 및 도마에서 식품 및 조리 도구, 용기 등에서 청결상태를 나타내는 위생지표인 대장균군이 검출되었다. 대장균군은 일반적으로 동물의 장내 또는 배설물에서 유래하는 경우가 많아 분변오염 및 기타 병원성 미생물이 존재할 수 있다는 것을 보여주는 지표세균으로 활용한다.¹³⁾ 이에 Harrigan은 식품과 직접 접촉하는 음식물 이송 도구들에서는

대장균군이 100 cm²에서 단 하나의 개체도 검출되지 않아야 만족할만한 위생 상태로 고려할 수 있다고 제시하고 있다.¹⁴⁾ 아울러 N 식당의 칼 및 도마에서는 *S. aureus*가 발견되었는데, 이 균은 자연계 및 인체, 동물 등에 널리 분포하고 있어 식품으로의 오염 경로가 매우 다양하며 식품 내에서 증식한 이후 생산되는 장독소의 경우 열에 매우 강하기에 주의를 요한다.¹⁵⁾ 식당 내 세균 위생상태를 조사한 과거 연구 결과들의 경우 일반적으로 칼 및 도마에서 세균이 다수 발견되는 것을 확인할 수 있었으며,^{7,12)} 이는 본 연구에서도 확연히 드러나는 부분이다. 칼 및 도마의 경우 직접적으로 식재료들과 접촉하고 동시에 조리종사자의 손과도 자주 접촉하는 도구들로 미생물 오염 및 전파에 있어 중요한 매개체 역할을 할

Table 6. Concentrations of total airborne bacteria in the cooking areas of 20 foodservice operations

Unit: (CFU/m ³)	
Food Service Operation	Airborne bacteria
A	127.2
B	431.1
C	551.2
D	353.4
E	332.2
F	106.0
G	7.1
H	134.3
I	49.5
J	63.6
K	0.0
L	127.2
M	21.2
N	311.0
O	56.5
P	42.4
Q	14.1
R	332.2
S	148.4
T	7.1
Mean±SD(range)	160.8±164.0(ND-551.2)

수 있다는 것을 감안할 때, 신중한 관리 및 세척, 정기적인 소독이 요구되며 향후 더욱 위생적인 관리방안의 도입이 시급하다고 평가된다.

조리 구역 내 바닥 및 배수구의 경우 비록 직접적으로 식품과는 접촉하지 않으나, 식당의 전반적인 위생상태를 보여주며 간접적으로 미생물 오염을 유발할 수 있기에 주기적인 청소 및 소독을 통해 위생적인 관리가 이루어져야 한다. 실제 조리 과정 도중 많은 조리종사자들 및 도구, 식재료들이 이동하며 습하고 무더운 환경을 가지는 조리 구역의 특성 상 바닥을 위생적으로 관리하기란 쉽지 않은데, 본 연구에서 단 3곳의 식당들을 제외한 모든 식당 내 조리 구역의 바닥에서 세균을 확인할 수 있었다. 이에 조리 구역 내 전용 신발의 착용 및 바닥 내 식품 적재 금지 등의 조치를 취하여 바닥의 미생물 오염을 미연에 방지하고, 적절한 위생 지침에 의거한 주기

적인 청소를 실시할 필요성이 있다. 아울러 배수구는 식재료 및 오염된 바닥, 조리종사자들의 의복 및 신발, 각종 조리 도구 등과 접촉한 물이 모여 최종적으로 배출되는 장소이기에 각종 미생물들에 오염되어 있을 가능성이 매우 높는데, 실제 검사 결과 단 4곳의 식당들을 제외한 모든 식당 내 배수구에서 세균이 검출되었고 8곳의 식당에서는 *S. aureus* 역시 발견되었다. 특히 배수구에 미생물로 오염된 물이 오래 고이게 되면, 병원성 미생물들의 번식 및 식품으로의 전파가 용이할 수 있으므로, 청소를 생활화하고 주기적으로 소독을 해주는 등의 철저한 위생방안이 강구되어야만 하며, 조리종사자들 개개인 역시 식당 내에서 일어날 수 있는 미생물 전파 경로들을 숙지하고 위생 수칙들을 충실히 실천하는 자세를 갖출 필요성이 있다.

또한 먹는 물 수질기준에 의거하면 음용수 내 일반세균은 100 CFU/ml을 초과하면 안되며 총대장균군은 검출되지 않아야 하는데,¹⁶⁾ 실제 미생물 검사 결과 총 5곳의 식당에서 일반세균이 확인되었다. 그러나 음성이었던 일부 식당의 경우에 정수기에서 받은 물을 용기에 넣어 냉장 후 이용객들에게 공급하고 있었으며 정수기가 배치되어 있는 식당들 역시 많은 이용객들이 식사 후 정수기 수도꼭지를 손이나 옷깃 등으로 건드리는 모습 역시 확인할 수 있었는데, 이러한 경우 음용수의 오염이 추가적으로 발생할 수 있다. 음용수에 의한 식중독을 방지하기 위해서는 음용수 수질 관리와 더불어 주기적인 용기 및 수도꼭지의 세척 및 소독이 요구되며 관련종사자들의 위생 교육 및 관리가 필요할 것으로 여겨진다.

총부유세균은 음식물 찌꺼기 또는 새의 분뇨와 같은 유기물질 및 물이 고여 있는 곳에서 잘 번식하며, 특히 습도 70% 이상 및 20~35°C의 온도 범위에서 빠르게 증식할 수 있다.¹⁷⁾ 실내공기질 유지기준에 의거하면, 의료기관, 보육시설 및 노인전문병원 등의 각종 민감시설군 내 공기에서의 총부유세균 농도는 800 CFU/m³를 초과하면 안 된다.¹⁸⁾ 조리구역 내 공기 중 부유세균 조사 결과 모든 식당이 기준치 아래의 부유세균 농도를 보였으나, B(431.1 CFU/m³) 및 C 식당(551.2 CFU/m³)은 400 CFU/m³ 이상의 상당한 부유세균 오염을 보이고 있었다. 실제 미생물은 그 크기가 매우 작아 공기를 통해 쉽게 전파되므로 조리 구역 내 부유미생물의 농도가 높다는 것은 즉

시설 내의 각종 도구나 식품들의 미생물 오염이 유발될 가능성이 높다는 것을 의미한다. 이에 조리 구역을 주기적으로 청소 및 소독하여 미생물의 증식을 방지하는 한편으로 올바른 환기 시설을 갖추고 자주 공기 필터를 청소 및 교환해 주어야 할 필요성이 있다.

식당 내 식기류 및 집기류의 미생물 오염에 대한 이전 연구에서 확인한 바와 같이, 조리종사자들을 대상으로 한 정기적인 위생교육 실시 여부 및 손 세척/소독의 빈도, 영양사로부터 조리종사자에 이르기까지의 모든 조리 관련 인원들의 위생 관리 지침 숙지 등의 내적 위해 요인들은 각 식당의 미생물 오염도와 밀접한 관련성을 가질 수 있다.⁸⁾ 실제 본 연구 결과에서 확인할 수 있듯이 식당 별로 조리 환경 상의 세균 오염도가 큰 차이를 보이고 있으며, T 식당의 경우 칼 및 도마, 바닥, 배수구, 음용수의 5개 항목에서 전혀 세균이 검출되지 않았고 실내 공기 오염 역시 타 식당들에 비해 극히 낮은 결과를 보이고 있다(Tables 1-5). 따라서, 조리 및 배식에 이르기까지의 전반적인 과정들을 철저히 관리할 경우 충분히 식당 내 조리 환경 및 제공하는 식품들에 대한 미생물학적 안전성을 확보할 수 있을 것으로 여겨진다.

V. 결 론

본 연구는 대학 내 식당들의 조리 도구 및 전반적인 조리 환경의 세균 오염도를 파악, 평가하고자 수행되었다. 서울시 Z대학 내에 위치한 식당 20개소를 선정하여 주요 조리 도구인 칼 및 도마와 조리 구역 내 바닥과 배수구, 음용수 및 공기 등의 조리 환경 등 총 6종의 항목에 대한 세균 오염도를 분석 및 비교하였다. 총 8곳의 식당 내 칼에서 세균이 검출되었으며, 총 20곳 중 2곳의 식당 내 도마에서는 3 log CFU/100 cm² 이상의 일반세균이 검출되었다. 또한 10곳의 식당 내 조리 구역 바닥 및 6곳의 배수구에서 3 log CFU/100 cm² 이상의 일반세균이 검출되었으며, *S. aureus* 역시 많은 식당에서 발견되어 주기적인 세척 및 소독 등의 위생 관리가 긴급히 요구되는 것으로 파악되었다. 또한 B(431.1 CFU/m³) 및 C 식당(551.2 CFU/cm²)은 400 CFU/cm² 이상의 공기 중 부유세균 농도를 보여 올바른 환기 시설을 갖추고 자주 공기 필터를 청소 및 교환하는 등의 노

력이 필요함을 알 수 있었다. 조사를 진행한 대학 식당들의 경우 많은 학생 및 교직원들의 주된 식사 장소로 활용되고 있는 만큼, 향후 추가적으로 주기적인 조사를 통해 미생물학적 안전성 평가를 수행할 필요성이 있으며, 향후 조리종사자들을 대상으로 한 정기적인 위생교육 실시 및 손 소독의 중요성 강조, 적절한 위생 관리 지침의 도입 등의 조치 등을 통해 식당 내 식품위생환경을 개선하여야 할 것이다.

References

1. Ministry of Education Korea. Brief statistics on Korean education, 2013. Available: <http://kess.kedi.re.kr/index> [accessed 04 March 2014].
2. Park SJ, Kim JA, Lee SY. A study on attitude and satisfaction of service quality in university foodservices. *J East Asian Soc Dietary Life*. 2004; 14(1): 83-91.
3. Korea Food & Drug Administration. The system of food poisoning statistics, 2012. Available: <http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do> [accessed 04 March 2014].
4. Kwun JW, Lee CH. Trends of recent food-borne disease outbreaks in Korea. *J Kor Med Assoc*. 2007; 50(7): 573-581.
5. Cappuccino JG, Sherman N. Microbiology: a laboratory manual 8th ed. US: Pearson Education Press; 2008. p.111-113
6. Park KS, Choi SG, Hong JK. The study on the distribution of indoor concentration of microorganism in commercial building. *Kor J Air Cond Refrig Eng*. 2006; 18(8): 620-626.
7. Kim KY, Nam MJ, Nam BR, Ryu HJ, Heo RW, Shim WB et al. Microbiological safety assessment to secure safety of food service in university. *J Fd Hyg Safety*. 2010; 25(1): 49-58.
8. Park SJ, Hong SH, Lee AH, Kim CJ, Kim SJ, Kim SK et al. A microbiological analysis and hazard factor evaluation of food utensils and fixtures of food service operations in schools. *J Environ Health Sci*. 2011; 37(5): 376-386.
9. Song IS, Chae IS. The analysis of the school food-service employees' knowledge and performance degree of HACCP system in Jeju. *Kor J Nutr*. 2008; 41(8): 870-886.
10. Torrence ME, Isaacson RE. Microbial food safety in animal agriculture: current topics. Singapore: Wiley-Blackwell Press; 2003. p.275-280.
11. Ha JS, Jung HJ, Byun HJ, Yoon CS, Kim YH, Oh

- IB et al. Evaluation of atopy and its possible association with indoor bioaerosol concentrations and other factors at the residence of children. *J Environ Health Sci.* 2011; 37(6): 406-417.
12. Bae HJ. Analysis of contamination of bacteria from raw materials, utensils and workers' hands to prepared foods in foodservice operations. *J Kor Soc Food Sci Nutr.* 2006; 35(5): 655-660.
13. Yoon MH, Kim JB, Oh HS. Prevalence of microbiological contamination on water purifiers at lunchroom in child care center. *Kor J Food Cookery Sci.* 2012; 28(5): 599-604.
14. Harrigan WF. Laboratory methods in food microbiology 3rd ed. US: Academic Press; 1998. p.308.
15. Park SY, Choi JW, Yeon JH, Lee MJ, Oh DH, Hong CH et al. Assessment of contamination level of foodborne pathogens in the main ingredients of *kimbab* during the preparing process. *Kor J Food Sci Technol.* 2005; 37(1): 122-128.
16. Ministry of Environment. Standards for drinking water quality, 2011. Available: <http://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=0&p1=&subMenu=1&nwYn=1&query=%EB%A8%B9%EB%8A%94%EB%AC%BC+%EC%88%98%EC%A7%88&x=0&y=0#liBgcolor0> [accessed 04 March 2014].
17. Ministry of Environment, National Institute of Environment Research. Manual for the management of total airborne bacteria in daily life, 2011. Available: http://www.iaqinfo.org/library/edu_pr_list.do [accessed 04 March 2014].
18. Ministry of Environment. Standards for indoor air quality, 2011. Available: <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=126651#0000> [accessed 04 March 2014].