

초등학교 급식소에서의 HACCP 적용을 위한 계절별 환경미생물학적 위해분석

권성희 · 이현옥 · 정덕화¹ · 신원선² · 엄애선
한양대학교 식품영양학과, 경상대학교 식품공학과¹, 한국식품개발연구원²

The Seasonal Microbiological Quality Assessment for Application of HACCP System to the Elementary School Food Service

Sung-Hee Kwon, Heon-Ok Lee, Duck-H Chung¹, Weon-Sun Shin², Ae-Son Om,
Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University
¹Dept. of Food Science & Technology, Gyeongsang National University
²Korea Food Research Institute

Abstract

Foodservice at elementary schools has been provided nation-wide. It is predictable that foodborne diseases would increase continuously. Formation of a counterplan is urgently needed. This study was designed to identify the stage which contains the critical control points (CCPs) for the microbiological management of HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) at the foodservice provided at elementary schools. Foodservice places at four elementary schools in Seoul were sampled and the overall hygiene of cooking, utensils and equipment, employees, and environment by season were examined. The results showed that the number of bacteria in overall samples was increased and that *E. coli*, *Salmonella* and *Staphylococcus* by biochemical test emerged in more diverse samples in summer than in spring. Particularly, the number of aerial bacteria in summer was three-fold greater than that in either spring or winter. *E. coli* O157 was not detected, although *Salmonella* was identified by PCR analysis in the meat knives, chopping boards, waste bins and meat dish at elementary school foodservice. According to this data, cross-contamination should be managed in the stage of mixing up the ingredients with improper equipments and insanitary treatments. Thus, the establishment of SSOP (Sanitation Standard Operating Procedures) and GMP (Good Manufacturing Practice) at elementary school foodservice is stringently required, along with sanitation education for workers and employees as CCPs.

Key words : foodservice of elementary school, HACCP, CCPs, microbiological management

1. 서 론

최근 생활수준 향상과 여성의 사회진출로 인해 생활양식 및 식생활이 급변하였으며 이에 따라 식품산업과 외식산업이 발달하게 되었다. 과거에는 가정에서 식사를 직접 준비하고 가족끼리 식사를 하는 경우가 많았으나 현재는 개개인이 대부분 특정조직체에 소속되어 생활하고 있으며, 각 조직에서는 조직원들의 편의를 위하여 단체급식을 실시하고 있다¹⁾. 따라서

학생들의 점심식사도 도시락이 대부분이었으나 근래에는 학교급식이 학생들의 식사를 담당하고 있다²⁾. 우리나라 학교급식은 제 6공화국 출범시 국가의 주요시책으로 추진하여 전국적으로 확대하겠다는 방안을 마련한 이래, 초등학교 급식의 경우 1990년 학교수 기준으로 10.2%이던 급식율이 1995년 57.4%, 1997년 97.3%로 급격한 신장세를 보여주었으며, 2002년 12월 31일 기준 99.9%로 집계되고 있다³⁾. 또한 1996년 12월에 개정된 학교급식법에 의해 외부 위탁급식이 전면 허용되어 조리시설을 갖추지 못한 학교의 경우 외부에서 조리·운반하여 급식하거나 위탁영양을 할 수 있게 됨에 따라 중·고등학교의 급식을 또한 높아져서 2002년 12월 31일 기준 중학교 88.7%, 고등학교

Corresponding author: Ae-Son Om, Hanyang University, 17,
Haengdang-dong, Sungdong-gu, Seoul, 133-791, Korea
Tel: 02-2290-1203, 011-894-8255
Fax: 02-2281-8285
E-mail: aesonom@hanyang.ac.kr

97.8%가 급식을 실시하고 있다. 이처럼 학교급식이 양적으로는 확대되었으나 다양한 식단의 제공, 쾌적한 식사환경, 위생적이고 안전한 식사공급 등 질적인 면의 뒷받침은 절대적으로 부족한 상황이다⁴⁾. 특히 우리나라 전체 인구의 1/4에 해당하는 학생들의 식생활을 위생적으로 안전하게 유지하는 것이 학교급식관리의 최우선 과제임에도 불구하고 식중독 발생은 학교급식의 가장 큰 문제가 되고 있다. 식품의약품안전청에서 집계⁵⁾한 2003년도 6월 30일 기준 집단식중독 발생현황을 보면 총 식중독 발생건수 79건 중 39건이 학교급식소에서 발생되었으며, 급식운영형태별로는 2001년 급식 10만 건당 직영1.3건, 위탁은 5.7건으로 발생건수와 발생환자 모두 위탁급식에서의 발생비율이 직영급식보다 월등히 높았다. 또한 우리나라 식중독 발생 양상은 전통적 식중독인 살모넬라균, 포도상구균 등에 의한 식중독 이외에 바이러스와 *E. coli* O-157균 등에 의한 식중독 발생이 증가하고 있으며, 최근에는 원 식재료 오염 등으로 인한 식중독이 증가하여 학교급식소내의 위생관리만으로는 한계가 있는 것으로 보여진다.

학교급식에 관해 현재까지 수행된 여러 실태조사⁶⁻⁹⁾에서 급식의 전반적인 위생 안전성 확보를 위해 식품 미생물관리기준, 식품의 위생적인 취급온도 기준, 조리장내 온도습도기준 등 세부적인 기준설정 및 식품위해요소중점관리기준(HACCP)을 도입해야 하며, 이에 대한 장단기 계획의 수립과 위생 프로그램의 개발 및 훈련이 이루어져야 한다고 지적하였다¹⁰⁾.

따라서 본 연구에서는 초등학교 급식소에서의 HACCP 적용을 위한 미생물학적 위해요인을 평가하기 위하여 계절별로 식수, 상수원수, 조리도구 및 용기, 주변기구 및 설비, 조리종사자, 조리된 음식, 작업장내 환경에 대한 미생물학적 위해분석과 분리된 균주에 대한 생화학적 실험 및 PCR분석을 실시하였다.

II. 실험 재료 및 방법

본 연구는 서울지역 초등학교 급식소 중 1일 급식 인원수가 1,500~1,600명인 4곳(A, B, C, D)을 대상으로 2001년 12월부터 2002년 10월까지 상수원수와 식수, 조리도구와 용기, 주변기구와 설비, 조리종사자, 조리된 음식 및 작업장의 위생환경에 대한 미생물학적 위해분석을 계절별로 실시하였다.

1. 시료의 채취 및 전처리

서울지역 초등학교 급식소 4곳에서 채취한 시료들

은 미생물학적 실험법¹¹⁾에 준하여 전처리하였다. 상수원수는 급식장에서 사용하는 수도물 1L를, 식수는 학생들에게 공급되는 정수기물 1L를 채수병에 채수한 후 이 중 250mL를 멸균된 감압여과장치를 이용하여 여과(0.45 μ m, Advan tec MFS, Inc.)한 후 시험용액으로 사용하였다. 조리에 사용된 도구와 용기 및 주변기구는 사용 후 세척한 것이나 소독한 것에 대해, 조리종사자의 손은 작업전에 각각 swab 및 rinse방법¹²⁾으로 시료를 채취하였다. 시료의 채취는 0.85% NaCl 용액 10mL을 넣은 coming tube에 일정면적의 가아제를 넣어 121 $^{\circ}$ C에서 15분간 멸균하여 냉각시킨 멸균 가아제를 멸균 핀셋으로 취하여 일정 면적을 닦은 후 coming tube에 다시 넣고 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 진탕하여 시험용액으로 사용하였다. 단 행주는 1일 사용 후 세제로 세척건조된 일정면적을 채취하여 바로 각각의 증균, 선택배지 및 멸균 식염수에 증균하여 시험용액으로 사용하였다. 조리된 식품은 약 500g씩 멸균처리(121 $^{\circ}$ C, 15min)된 병에 담아 즉시 얼음을 채운 ice box에 넣은 후 실험실로 운반하였다. 운반 후 각 시료 25g에 0.85% 멸균 NaCl용액 225mL를 가해 스토마커를 이용, 균질화하여 실험용액으로 사용하였다.

2. 일반세균수(Total Plate Count) 및 대장균군수(Coliform Group Count)의 측정¹¹⁾

일반세균수의 측정은 plate count agar(Difco Co.)를 사용하여 35 $^{\circ}$ C에서 48시간 배양한 후 생성된 집락수를 계산하였으며, 대장균군수는 Desoxycholate 유당환천배지에 의한 정량법으로 desoxycholate lactose agar(Difco Co.)를 사용하여 35 $^{\circ}$ C에서 48시간 배양한 후 형성된 전형적인 암적색의 집락수와 의심스러운 집락수를 계산하였다.

3. 병원성 식중독 세균의 동정

1) *E. coli*

전보¹³⁾와 동일한 방법으로 실험하였다.

2) *Salmonella*

전보¹³⁾와 동일한 방법으로 실험하였다.

3) 장염 *Vibrio*¹¹⁾

장염 *Vibrio*균주의 생화학적 실험을 위해 채취한 시료는 증균용 액체배지인 alkaline peptone water에 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 증균배양하였고 선택배지인 TCBS agar에 도말하여 단일집락을 확인하여 선택배지상에서 의심되는 집락을 선택하여 Nutrient agar에 옮겨 배양한 후 Gram염색하여 검정한 결과 그람음성간균임을 확인하였다.

4) *Yersinia enterocolitica*

전보¹³⁾와 동일한 방법으로 실험하였다.

5) *Staphylococcus aureus*

전보¹³⁾와 동일한 방법으로 실험하였다.

6) 공중 낙하균¹¹⁾

공중낙하균 항목으로는 일반세균수, 황색포도상구균, 진균수였으며, 측정 장소로는 배식대, 주조리장, 식탁 등이었다. 각 낙하균의 측정을 위하여 해당 미생물에 대한 배지를 분주하여 고화시킨 일회용 멸균 petri dish를 준비하여 각 낙하균의 측정위치에서 5분간 뚜껑을 열어 방치하였다. 뚜껑을 닫고 일반세균수와 황색포도상구균은 35℃에서 48시간, 진균수는 25℃에서 3일 배양한 다음 형성된 집락수를 계측하여 plate당 집락수로 표시하였다.

4. Polymerase chain reaction(PCR)을 이용한 균주 확인 시험¹⁴⁾

각 시료를 증균시켜 증균배양액 4μl을 1.5ml 튜브 또는 0.2ml PCR튜브에 넣어 멸균수 196μl를 첨가하여 혼합한다. 95℃에서 5분간 가열처리하여 원심분리(12,000rpm, 4℃, 10분)해서 상청을 회수한 열추출시료로 PCR thermal cycler(BIORAD)의 반응조건인 94℃에서 1분간 denaturation, 55℃에서 1분간 primer aneling, 72℃에서 2분간 extension의 조건으로 35 cycles을 수행하고 PCR에 의한 증폭생성물은 1.2% agarose gel 전기영동에 의해 확인하였다.

5. *Staphylococcus*의 장독소 검출 시험¹⁵⁾

장독소 검출시험에는 Reversed passive latex agglutination kit(SET-RPLA)를 이용하여 *Staphylococcus aureus*의 장독소 A, B, C, D를 검출하였다. *Staphylococcus aureus*로 확인된 균주는 BHI broth (Brain Heart Infusion, Difco, U.S.A) 2ml에 접종하여 하

룻밤 배양하고 배양액을 3,000rpm, 20분간 원심분리하여 상등액을 취한 후 상등액을 10배씩 단계희석하여 검체희석액을 25μl씩 Microplate 5계열에 가한다. 각 계열에 각각 latex A, B, C, D 및 대조 latex를 25μl씩 동량을 가하고 10분간 교반하여 실온에서 18~20시간 정치한 후 응집형태를 육안으로 관찰하여 독소형을 확인하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수질의 미생물학적 위해 분석

초등학교 급식소 4곳에서 사용하는 상수원수 및 식수에 대한 미생물 검사 결과는 Table 1과 같다. 일반세균수는 1ml당 10²CFU이하, 대장균군수는 음성이어야 한다는 음용수의 기준¹⁶⁾으로 볼 때 조리도구와 용기의 세척 및 음식조리과정에 사용되는 상수원수는 겨울을 제외한 봄, 여름, 가을의 일반세균수가 모두 기준치를 초과하였으며 A급식소의 봄과 여름에는 각각 9.47×10²CFU/ml, 2.00×10²CFU/ml의 대장균군까지 검출되어 위생상태가 불량하였다. 이는 물탱크의 청소부실이나 수도관부식으로 인한 오염수 침투와 세균번식이 원인으로 생각되므로 물탱크의 정기적 세척 및 소독이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 급식소에서 정수기로 공급되는 식수의 일반세균수는 C, D급식소의 겨울을 제외하고는 모두 기준치를 초과하였으며, 대장균군은 A, C, D 3곳의 급식소에서는 검출되지 않았으나 B급식소에서는 봄을 제외한 여름, 가을, 겨울에 모두 검출됨으로써 위생상태가 좋지 않은 것으로 나타났다. 이는 식수 자체 또는 물통 및 정수기의 오염과 청소·관리가 이루어지지 않은 결과로 보여지며, Sanitation Standard Operating Procedures(SSOP)기준 및 HACCP 지침에 따라 물통이나 정수기에 대한 정기적인 점검 및 필터청소를 자주 행함으로써 교차오염

Table 1. Microbiological evaluation on water

Sample	Total Plate Count				Coliform Group				Clinical Microorganism isolated
	A	B	C	D	A	B	C	D	
Working water									
Spring	8.03×10 ⁴	2.07×10 ⁴	1.26×10 ⁴	5.00×10 ²	9.47×10 ²	ND	ND	ND	ND
Summer	2.47×10 ³	3.54×10 ³	4.69×10 ²	7.15×10 ²	2.00×10 ²	ND	ND	ND	ND
Fall	1.25×10 ³	4.60×10 ²	3.42×10 ²	4.50×10 ²	ND	ND	ND	ND	ND
Winter	5.00×10	6.32×10 ²	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Drinking water									
Spring	1.00×10 ²	6.60×10 ⁴	1.64×10 ⁴	1.00×10 ²	ND	ND	ND	ND	ND
Summer	3.43×10 ³	7.65×10 ³	6.70×10 ³	2.50×10 ²	ND	1.02×10 ²	ND	ND	ND
Fall	8.48×10 ²	9.05×10 ²	7.10×10 ²	9.31×10 ²	ND	4.00×10	ND	ND	ND
Winter	6.20×10 ²	1.50×10 ²	ND	ND	ND	3.45×10 ²	ND	ND	ND

ND ; Not detected, A B C D ; Elementary school foodservice

방지에 각별한 신경을 써야 할 것으로 여겨진다. 계절별로 비교해 볼 때 A와 C급식소의 상수원수와 B, C급식소 식수의 일반세균수가 여름보다 오히려 봄이나 가을철에 더 높은 수치를 보이는 것으로 나타나 식중독 발생철인 여름은 물론이고 기온이 낮아지는 봄과 가을철에도 철저하고 위생적인 관리가 이루어져야 함을 시사하였다. 또한 상수원수와 식수에 대해 식품공전의 접객용 음용기준¹¹⁾에 포함되어 있는 *E. coli*, *Salmonella*, *Yersinia*에 대한 생화학 적 동정과 급식소에서 오염되기 쉬운 *Staphylococcus*에 대한 미생물학적 검사 결과 이들 병원성 미생물의 성장은 없었다.

2. 조리도구 및 용기의 미생물학적 위해분석

초등학교 급식소 4곳에서 각 음식 생산 과정에 사용되는 조리도구 및 용기에 대한 일반세균수, 대장균수 및 분리동정된 병원성식중독세균의 실험결과는 Table 2와 같다. 기구설비 및 용기에 대한 미생물 수 준을 평가하는데 있어 Harrigan과 McCance¹²⁾는 표준 평판균수 100cm²당 500미만은 만족할 만한 수준이고, 500~2,500은 시정을 필요로 하며 2,500이상일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 보고하였으며, 대 장균군은 100cm²당 10이하여야 하며 하나도 분리되지 않아야 양호한 수준이라고 하였다. 이것을 기준으로 볼 때, 일부는 일반세균수 4.30×10²CFU이하, 대장균군

Table 2. Microbiological evaluation on kitchen utensils (CFU/100cm²)

Sample	Total Plate Count				Coliform Group				Clinical Microorganism isolated
	A	B	C	D	A	B	C	D	
Wicker basket									
Spring	1.74×10 ⁴	4.71×10 ⁴	1.70×10 ³	ND	2.80×10 ²	2.10×10 ²	7.00×10	8.46×10 ²	<i>E.coli</i> (C)
Summer	7.07×10 ³	8.21×10 ³	2.58×10 ³	9.00×10 ³	TNTC	8.35×10 ⁴	5.00×10 ²	TNTC	ND
Fall	4.32×10 ³	1.53×10 ³	9.21×10 ²	3.20×10 ³	7.80×10 ³	6.90×10 ⁴	1.50×10 ²	1.50×10 ²	ND
Winter	6.00×10	2.20×10 ³	ND	ND	1.90×10 ²	3.40×10 ²	ND	ND	ND
Wash bowl									
Spring	5.12×10 ³	TNTC	2.64×10 ²	1.30×10 ²	1.10×10 ²	8.60×10 ²	4.60×10	2.40×10 ²	ND
Summer	3.22×10 ⁴	5.68×10 ⁶	1.20×10 ³	9.12×10 ³	2.00×10 ²	1.10×10 ²	5.10×10 ²	1.00×10 ²	ND
Fall	9.86×10 ³	5.67×10 ³	9.01×10 ²	7.76×10 ³	1.90×10 ²	3.40×10 ²	2.21×10 ²	6.70×10 ²	ND
Winter	7.70×10	1.50×10 ⁶	ND	ND	9.80×10	7.00×10	ND	ND	ND
Chopping board									
Spring	7.80×10 ⁴	1.24×10 ³	2.04×10 ⁴	8.52×10 ³	1.00×10 ²	2.70×10 ²	4.40×10	3.80×10 ³	<i>E.coli</i> (D)
Summer	8.70×10 ³	9.67×10 ³	TNTC	2.81×10 ³	2.00×10 ²	5.98×10 ²	9.80×10 ⁴	3.00×10 ²	<i>E.coli</i> (C) <i>Sal.</i> (B)
Fall	2.00×10 ³	7.65×10 ³	2.20×10 ³	8.90×10 ²	1.85×10 ²	6.90×10 ²	4.76×10 ³	1.78×10 ²	ND
Winter	6.00×10 ²	5.60×10 ²	ND	ND	3.80×10	7.00×10	ND	ND	ND
Meat knife									
Spring	3.98×10 ³	2.75×10 ³	†	†	3.91×10 ²	1.67×10 ³	†	†	<i>E.coli</i> (D)
Summer	8.51×10 ³	5.98×10 ³	7.59×10 ³	4.25×10 ⁴	9.55×10 ³	5.60×10 ⁴	2.00×10 ²	2.56×10 ³	<i>Sal.</i> (A,D)
Fall	1.24×10 ³	9.06×10 ³	2.30×10 ²	4.67×10 ³	7.00×10 ²	3.20×10 ³	1.50×10 ²	2.10×10 ³	ND
Winter	4.80×10 ³	1.70×10 ³	ND	ND	1.00×10 ²	2.00×10 ³	ND	ND	ND
Veg. knife									
Spring	4.78×10 ³	5.96×10 ⁴	1.63×10 ⁴	5.00×10	1.10×10 ²	1.40×10	1.30×10	1.70×10	<i>Stp.</i> (A)
Summer	7.90×10 ³	9.36×10 ³	8.10×10 ³	2.44×10 ⁴	1.80×10 ³	9.65×10 ⁴	TNTC	2.70×10 ³	ND
Fall	9.76×10 ²	1.25×10 ³	6.70×10 ³	6.54×10 ²	5.00×10 ²	4.50×10 ³	7.80×10 ³	1.21×10 ²	ND
Winter	2.60×10 ²	6.50×10 ³	ND	ND	2.34×10 ²	2.00×10 ⁴	ND	ND	ND
Hygienic sol.									
Spring	5.67×10 ⁴	2.24×10 ³	4.70×10 ³	1.00×10	6.00×10	9.00×10	ND	1.00×10	ND
Summer	1.70×10 ³	7.40×10 ⁴	TNTC	1.02×10 ³	5.92×10 ³	5.00×10 ²	1.20×10 ³	TNTC	<i>Sal.</i> (D)
Fall	7.60×10 ³	ND	1.71×10 ²	2.34×10 ³	4.03×10 ³	7.60×10 ²	2.10×10	7.70×10 ³	ND
Winter	3.00×10 ³	ND	6.30×10	ND	7.80×10	4.00×10 ²	ND	ND	ND
Dinning tray									
Spring	1.47×10 ³	1.09×10 ³	2.00×10	1.25×10 ³	1.00×10	1.00×10	ND	ND	ND
Summer	2.03×10 ³	2.20×10 ³	6.30×10 ²	1.32×10 ²	ND	7.40×10 ²	4.60×10	3.10×10 ³	<i>Sal.</i> (C)
Fall	1.43×10 ²	1.00×10 ³	3.45×10 ²	4.02×10 ⁴	2.21×10 ²	1.50×10 ²	2.10×10	9.00×10 ³	ND
Winter	1.20×10 ²	9.00×10 ³	ND	ND	2.00×10 ²	4.00×10	ND	ND	ND
Tong									
Spring	5.15×10 ⁴	2.53×10 ⁴	1.40×10 ²	6.30×10 ²	2.00×10 ²	1.10×10 ²	1.20×10	1.00×10	ND
Summer	1.41×10 ³	8.70×10 ³	ND	TNTC	8.25×10 ²	4.50×10 ³	ND	9.12×10 ²	ND
Fall	9.00×10 ³	1.23×10 ³	4.30×10 ²	1.40×10 ²	5.86×10 ²	2.30×10 ³	1.34×10 ²	1.20×10 ²	ND
Winter	7.50×10 ²	9.90×10 ²	ND	ND	1.30×10 ²	4.70×10	ND	ND	ND

ND ; Not detected, TNTC ; Too numerous, † ; Not tested, A B C D ; Elementary school foodservice

수 10CFU이하로 만족할 만한 수준을 보이기도 하였으나 대부분이 일반세균수 5.60×10^2 CFU 이상, 대장균군수 1.20×10^3 CFU 이상으로 검출되어 시정이 필요하거나 즉각적인 조치를 강구해야 하는 것으로 평가되었다. 이는 박 등¹⁷⁾의 단체급식장에서 사용하는 조리기구 및 용기의 위해분석에서 대부분이 시정을 요하거나 즉각적인 조치를 강구해야 할만큼 위생상태가 불량하였다는 보고와도 같은 결과였다. 재료준비단계에서 주로 사용되는 플라스틱 바구니의 일반세균수는 A와 C급식소의 겨울과 D급식소의 봄, 겨울을 제외하고는 수치가 $9.21 \times 10^2 \sim 8.21 \times 10^5$ CFU으로 모두 높게 나타났으며, 대장균군수 또한 1.50×10^2 CFU 이상으로 거의 모두가 높게 나타나 위생상태가 매우 불량하였는데, 이에 따라 재료준비단계부터 조리도구에 의한 교차오염의 가능성이 예상된다. 식재료 전처리시 수세 및 재료보관단계에서 사용하는 플라스틱 용기는 C, D급식소의 겨울철을 제외하고는 일반세균수와 대장균군수가 각각 9.01×10^2 CFU 이상 및 $4.60 \times 10^2 \sim 9.12 \times 10^3$ CFU으로 모두 높아 위생상태가 좋지 않은 것으로 나타났는데, 이의 주된 요인중 하나는 용기의 소재가 플라스틱으로 세척 및 소독이 용이하지 않았기 때문으로 생각된다. 작업도마는 일반세균수가 4급식소 모두에서 겨울철을 제외하고 8.90×10^2 CFU 이상으로 즉각적인 조치를 강구해야 하는 것으로 나타났으며, 대장균군수도 대부분이 $3.80 \times 10 \sim 4.76 \times 10^3$ CFU으로 많이 검출되어 위생상태가 불량하였다. 이와 같이 다양도로 사용되는 용기와 작업도마는 이로 인한 교차오염을 막기 위하여 각 생산단계별, 용도별로 표시하여 분리사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 식재료의 절단에 사용되는 칼은 4급식소 모두 육류전용칼과 채소전용칼로 분리·사용하였는데, 육류용칼의 일반세균수는 C급식소의 가을, 겨울과 D급식소의 겨울, 채소용칼은 A와 C급식소의 겨울, D급식소의 봄, 겨울을 제외하고는 $6.54 \times 10^2 \sim 9.36 \times 10^5$ CFU으로 모두 시정을 필요로 하거나 즉각적인 조치를 강구해야 하는 것으로 나타났다. 대장균군수는 C와 D급식소의 겨울철을 제외하고 육류용칼 및 채소용칼 모두에서 1.70×10 CFU 이상으로 높게 나타났으며 특히 C급식소의 여름철 채소용칼에서는 셀 수 없을 만큼 많은 양의 대장균군이 검출되어 가열조리를 거치지 않은 채소조리시 이로 인한 교차오염의 가능성이 예상된다. 분석한 4곳의 급식소에서 칼은 사용전과 사용후 소독을 위하여 소독제인 라미신용액에 담궈 놓았다가 사용하도록 되어 있었는데 이러한 라미신 용액도 미생물의 오염이 심각한 것을 알 수 있었다. 이 결과는 박 등¹⁷⁾의 연구

결과와도 같은 것으로 라미신용액이 청결하지 못할 경우 오히려 오염된 용액으로부터 칼이 오염될 수도 있다는 것을 의미하며, 일정한 시간마다 적당한 농도를 유지하여 갈아주어 소독액을 항상 청결하게 유지하는 것이 필요할 것으로 보인다. 배식시 사용되는 스테인레스 소재의 식판은 건조기에서 건조 후 분석되었음에도 일부를 제외하고 일반세균수는 6.30×10^2 CFU 이상, 대장균군수는 2.10×10^3 CFU 이상으로 높게 검출되었는데, 이는 세척 및 건조가 제대로 이루어지지 않았거나 급식소의 환경위생 및 조리종사자로부터 재오염 가능성이 있었을 것으로 보여, 배식용기에 대한 바른 세척과 소독 및 급식소의 환경위생과 조리종사자의 위생이 급식소에 매우 중요한 위생요소가 될 수 있음을 반영하였다. 배식시 사용되는 집게는 C급식소 및 D급식소의 일부를 제외하고 모두 오염되어 있었으며, 대장균군 수치 또한 1.20×10^3 CFU 이상으로 높게 나타나 이로 인한 재오염 발생 가능성이 우려되었다. 계절별로 비교하면, 이들 조리도구 및 용기의 미생물학적 위해는 전반적으로 다른 계절에 비해 여름철에 높은 것으로 나타난 반면, 겨울철에는 검출되지 않거나 그 수치가 낮았다. 봄이나 가을의 미생물학적 위해수치는 여름보다는 낮았으나 즉각적인 조치를 강구해야 할 만큼 높은 것들이 대부분이어서 식중독 등의 위해 예방을 위해서는 여름과 마찬가지로 항상 세심한 주의와 관리가 필요할 것으로 사료된다. 도구 및 용기에 대한 *E. coli*, *Salmonella* 및 조리도구에 오염되기 쉬운 *Staphylococcus*에 대한 생화학적 동정 결과 봄의 플라스틱바구니(C), 육류용칼, 도마(D), 여름의 도마(C)에서 *E. coli*가 검출되었고, *Salmonella*는 모두 여름에 동정되었는데 육류용칼(A,D), 칼소독수(D), 도마(B)에서 검출되었다. 그리고 봄의 채소용칼(A)에서 *Staphylococcus A*의 검출로 미생물학적 위해를 확인할 수 있었다. 이들 병원성 식중독균들은 모두 봄과 여름에 집중동정됨으로써 다른 계절에 비해 더욱 더 철저한 관리가 필요함을 시사한다. 이상과 같은 계절별 미생물학적 결과는 식중독 발생이 매년 3월경부터 증가하여 5~6월에 최고에 달하고 그 후 10월까지의 약간씩 감소하는 경향을 나타내었다는 1993년부터 2001년까지 9년동안의 월별 식중독 발생상황¹⁸⁾과 같은 추이를 보였다. 작업장 기기, 시설 및 환경에 관하여 Byran¹⁹⁾은 식중독을 일으키는 2가지 오염으로 기구의 부적절한 세척과 칼, 도마 등의 조리전 음식과 조리 후 음식에 대해 중복하여 사용하는 재오염을 지적하였고, Park and Cliver²⁰⁾는 microwave oven을 이용하여

교차오염의 중요한 요소 중의 하나인 주방용 스펀지와 행주를 60초간 노출시키면 10⁷의 세균을 죽이는데 효과적임을 연구하였다. 본 연구에서 조사된 4개 급식소의 도구 및 용기에 대한 전반적인 위생상태는 좋지 않아 이들 도구 및 용기에 대한 위생관리가 이루어지지 않고 있음을 반영하였다. 이는 조리도구 및 기기의 위생상태 불량으로 교차오염이 예상된다는 기존의 연구결과들^{13,17,21,22}과도 일치하는 것이었다. 따라서 급식소에서 사용하는 조리도구 및 용기의 용도별 분리사용, 작업전후 기기세척 및 소독 등 철저하고 중점적인 위생관리로 이로 인한 교차오염을 방지해야 할 것으로 사료된다.

3. 주변기구 및 설비의 미생물학적 위해 분석

초등학교 급식소 4곳의 음식물 보관과 배식하는 과정 등에 이용되는 주변기구와 설비에 대한 일반세균수, 대장균군수 및 분리 동정된 병원성 식중독균의 실험결과는 Table 3과 같다. Harrigan과 McCance¹²⁾의 기구설비 및 용기에 대한 미생물학적인 수준 평가에서는 표준평판 균수 100cm²당 500미만은 만족할 만한 수준이고, 500~2,500은 시정을 필요로 하며 2,500이상일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 보고하였으며, 대장균군은 100cm²당 10이하여야 하며 하나도 분리되지 않아야 양호한 수준이라고 하였다. 이것을 기준으로 볼 때, 대부분 시정이 필요하거나 즉각적

Table 3. Microbiological evaluation on surroundings (CFU/100cm²)

Sample	Total Plate Count				Coliform Group				Clinical Microorganism isolated
	A	B	C	D	A	B	C	D	
Kitchen floor									
Spring	1.64×10 ³	8.45×10 ⁵	1.15×10 ⁴	9.90×10 ²	1.50×10 ²	2.00×10 ²	ND	TNTC	ND
Summer	TNTC	9.56×10 ⁶	4.40×10 ³	7.42×10 ⁵	8.92×10 ³	7.44×10 ²	4.50×10 ²	6.42×10 ⁵	<i>E.coli</i> (C)
Fall	TNTC	5.10×10 ⁶	3.67×10 ³	9.40×10 ³	9.02×10 ³	6.90×10 ²	5.60×10 ²	9.50×10 ³	ND
Winter	7.50×10 ²	2.00×10 ²	ND	ND	9.02×10 ³	8.80×10	9.00×10	ND	ND
Inner wall									
Spring	5.10×10 ²	2.17×10 ²	3.85×10 ³	5.16×10 ³	2.00×10	3.50×10 ³	3.20×10	1.50×10 ³	ND
Summer	8.58×10 ⁴	4.30×10 ³	5.62×10 ³	3.04×10 ³	4.35×10 ³	9.87×10 ³	9.65×10 ²	9.30×10 ³	ND
Fall	6.50×10 ³	1.92×10 ²	9.10×10 ²	2.30×10 ²	3.05×10 ³	3.40×10 ³	8.35×10 ²	1.50×10 ³	ND
Winter	2.60×10 ³	8.80×10	2.60×10 ²	1.80×10 ²	7.00×10 ²	3.40×10 ³	8.30×10 ³	ND	ND
Ceiling									
Spring	1.79×10 ³	1.15×10 ⁴	2.00×10 ²	1.70×10 ³	ND	9.00×10	1.27×10 ³	1.40×10	ND
Summer	3.74×10 ³	7.70×10 ⁴	1.62×10 ³	7.70×10 ³	2.50×10 ²	1.50×10 ³	7.80×10 ³	6.90×10 ⁴	ND
Fall	1.20×10 ⁴	3.56×10 ⁴	5.30×10 ³	5.80×10 ³	ND	5.50×10 ³	2.00×10 ³	3.45×10 ⁴	ND
Winter	1.00×10 ⁴	6.00×10 ²	ND	7.00×10 ²	ND	4.00×10 ²	ND	ND	ND
Kitchen handle									
Spring	9.14×10 ⁴	2.88×10 ⁴	6.70×10 ³	4.72×10 ³	2.00×10	2.30×10 ²	5.00×10	4.72×10 ²	<i>Stp.</i> (C)
Summer	2.14×10 ³	6.32×10 ³	5.21×10 ⁴	7.20×10 ³	TNTC	9.07×10 ²	TNTC	TNTC	ND
Fall	4.14×10 ³	1.40×10 ³	9.80×10 ³	2.00×10 ³	4.80×10	1.50×10 ²	3.70×10 ³	8.40×10 ³	ND
Winter	3.60×10 ²	6.00×10 ²	ND	1.20×10 ²	ND	9.00×10	7.60×10	1.50×10 ³	ND
Sink									
Spring	1.68×10 ³	3.72×10 ⁴	4.70×10 ³	2.33×10 ⁴	5.00×10 ³	2.40×10 ²	6.10×10	7.34×10 ²	<i>Stp.</i> (C)
Summer	6.08×10 ³	4.12×10 ³	1.31×10 ³	2.30×10 ³	9.82×10 ³	5.62×10 ³	3.45×10 ³	6.52×10 ⁴	<i>E.coli</i> (C)
Fall	4.50×10 ⁴	9.90×10 ³	2.50×10 ³	1.90×10 ³	5.10×10 ³	9.20×10 ³	3.45×10 ³	9.52×10 ⁴	ND
Winter	2.90×10 ²	6.00×10 ²	ND	ND	3.90×10 ²	1.60×10 ²	ND	ND	ND
Tap water									
Spring	1.99×10 ⁴	6.02×10 ⁴	2.70×10 ³	7.78×10 ³	5.80×10	9.20×10 ³	8.00×10 ²	8.40×10 ²	<i>Stp.</i> (C)
Summer	4.59×10 ⁴	9.80×10 ³	8.20×10 ²	9.58×10 ³	7.63×10 ²	8.12×10 ³	2.02×10 ²	8.24×10 ³	<i>E.coli</i> (A,B)
Fall	3.40×10 ³	4.30×10 ⁴	7.90×10 ²	3.40×10 ³	5.90×10 ²	6.82×10 ³	1.02×10 ²	9.00×10 ²	ND
Winter	9.90×10 ³	8.60×10 ³	ND	2.80×10 ²	6.00×10	5.00×10 ²	ND	ND	ND
Fan									
Spring	1.25×10 ³	1.53×10 ⁴	1.14×10 ⁴	2.71×10 ³	ND	1.00×10 ²	ND	ND	ND
Summer	2.69×10 ³	2.10×10 ³	2.50×10 ³	7.54×10 ³	ND	7.00×10 ³	5.90×10 ²	9.90×10 ²	ND
Fall	7.71×10 ²	1.70×10 ³	1.45×10 ³	3.50×10 ³	9.50×10 ³	5.00×10 ³	8.00×10 ²	8.40×10 ²	ND
Winter	3.30×10 ²	8.10×10 ²	ND	ND	4.80×10 ²	6.20×10 ³	ND	ND	ND
Arrange table									
Spring	7.35×10 ⁴	1.50×10 ⁴	8.00×10 ³	1.50×10 ³	1.80×10	1.48×10 ³	ND	1.50×10	ND
Summer	1.37×10 ⁴	9.53×10 ³	9.70×10 ³	5.86×10 ³	4.50×10 ²	5.60×10 ²	ND	9.50×10 ²	ND
Fall	3.46×10 ²	1.26×10 ³	2.35×10 ³	9.06×10 ³	2.50×10 ²	5.60×10 ²	8.30×10 ²	ND	ND
Winter	2.50×10 ²	1.40×10 ⁴	ND	ND	1.50×10	1.90×10 ²	ND	ND	ND

Table 3. Continued

Sample	Total Plate Count				Coliform Group				Clinical Microorganism Isolated
	A	B	C	D	A	B	C	D	
Disinfectant									
Spring	7.45×10 ³	3.46×10 ⁴	ND	5.00×10 ³	ND	1.50×10 ²	1.00×10	2.30×10 ³	ND
Summer	3.92×10 ³	4.50×10 ³	1.02×10 ²	1.42×10 ³	4.20×10	6.95×10 ³	ND	9.50×10 ³	ND
Fall	2.21×10 ³	7.90×10 ³	7.03×10 ²	7.42×10 ³	3.90×10	6.95×10 ³	5.60×10 ²	TNTC	ND
Winter	3.50×10	1.20×10 ³	ND	ND	3.10×10	1.20×10 ²	ND	TNTC	ND
Refrigerator									
Spring	1.23×10 ³	3.95×10 ³	2.40×10 ³	3.44×10 ³	ND	4.00×10 ²	1.30×10	1.40×10	ND
Summer	5.29×10 ³	8.63×10 ³	9.80×10 ³	6.90×10 ³	7.64×10 ²	9.23×10 ²	6.50×10 ²	6.12×10 ²	ND
Fall	6.60×10 ³	3.20×10 ³	4.60×10 ³	1.20×10 ³	1.09×10 ²	1.23×10 ²	TNTC	7.35×10 ²	ND
Winter	7.90×10 ²	4.10×10	ND	ND	5.00×10	5.30×10	TNTC	ND	ND
Waste bin									
Spring	2.34×10 ³	1.12×10 ³	2.50×10 ³	1.35×10 ⁴	6.70×10	6.80×10 ²	1.30×10 ³	1.35×10 ³	ND
Summer	TNTC	TNTC	7.70×10 ⁰	TNTC	TNTC	9.80×10 ²	7.40×10 ²	2.90×10 ³	<i>E.coli</i> (A,B)
Fall	9.90×10 ³	8.60×10 ³	5.00×10	TNTC	TNTC	5.00×10 ²	3.50×10 ⁴	4.90×10 ³	ND
Winter	6.80×10 ³	2.30×10 ⁴	ND	2.80×10 ⁴	9.40×10	8.00×10	1.00×10 ³	6.30×10	ND
Towel									
Spring	6.21×10 ³	9.90×10 ⁴	†	9.90×10 ²	1.10×10	1.90×10 ²	†	9.90×10	ND
Summer	6.35×10 ³	4.56×10 ³	†	1.50×10 ³	4.10×10 ⁴	1.60×10 ³	†	7.40×10 ²	<i>E.coli</i> (C)
Fall	9.50×10	1.80×10 ³	†	6.70×10	5.00×10	9.00×10 ³	†	1.30×10 ²	ND
Winter	8.00×10	2.00×10 ³	†	1.20×10	3.20×10	7.70×10 ³	†	ND	ND

ND ; Not detected, TNTC ; Too numerous to count, † ; Not tested, A B C D ; Elementary school foodservice

인 조치를 강구해야 할 정도로 위생 상태가 불량한 것으로 나타났다. 특히 일부 급식소의 여름철 조리장 바닥, 조리장 손잡이 및 여름과 가을의 쓰레기통에서는 셀 수 없을 정도로 많은 양의 일반세균 및 대장균군이 검출되어 미생물적 위해의 심각성을 나타내었다. 조리장의 전반적인 위생상태에 대해 파악할 수 있는 조리장 바닥과 내벽, 천정은 일반세균수가 일부 겨울을 제외하고 모두 오염되어 있었으며 대장균군수 또한 1.40×10⁶CFU 이상으로 높게 나타나 주변환경의 위생상태가 좋지 못했다. 조리장과 외부의 접촉이 이루어지는 조리장손잡이도 일반세균수가 겨울철을 제외하고 2.00×10³~6.32×10⁵CFU으로 대부분 오염되어 있었으며 대장균군수치 또한 2.00×10⁶CFU 이상으로 높았다. 특히 A, B, C급식소의 여름에 셀 수 없을 만큼의 많은 양이 검출되었다는 것은 미생물오염이 심각하다는 것을 의미하므로 이로 인한 교차 오염을 막기 위해서는 작업장내 외부인의 출입금지, 작업장내에서의 개인위생 등이 철저히 지켜져야 할 것으로 사료된다. 식품을 조리하는 동안 조리종사자의 접촉이 빈번하게 이루어지는 수도꼭지와 쟁크대의 일반세균수는 C, D급식소의 겨울철을 제외하고 2.90×10²~9.90×10⁵CFU으로 높게 나타났으며 대장균군 역시 C, D급식소의 겨울을 제외하고 5.80×10~9.52×10⁴CFU으로 수치가 높아서 위생상태가 좋지 못했으므로 이로 인한 재오염 발생이 우려된다. 조리장내의 환기시설인 환풍기의 일반세균수는 겨울을 제외한 계절의 급식소에서

7.71×10²~7.54×10⁵CFU의 높은 수치를 나타내어 시정을 필요로 하거나 즉각적인 조치를 강구해야 할 수준이었으며 대장균군수는 A급식소의 봄, 여름 및 C, D급식소의 봄, 겨울을 제외하고는 1.00×10²~9.50×10³CFU으로 높은 수치를 나타내었다. 조리된 음식물의 배식이 이루어지는 공간인 배식대의 일반세균수에 있어서 A와 C, D급식소의 겨울을 제외하고는 수치가 3.46×10²CFU이상으로 모두 높게 나타났으며 대장균군수는 C급식소의 봄, 여름, 겨울과 D급식소의 가을, 겨울을 제외하고는 1.50×10⁶CFU 이상으로 나타나 위생상태가 불량하였다. 이는 배식이 이루어지는 동안 미생물이 혼입되고 성장, 증식할 가능성이 높기 때문에 이로 인한 재오염발생이 우려되므로 배식 전후의 배식대의 세척과 소독이 필요할 것으로 사료된다. 조리도구 및 용기의 소독을 위해 이용되는 자외선살균기의 일반세균수는 C급식소의 봄, 여름, 겨울과 D급식소의 겨울을 제외하고는 7.03×10²~3.46×10⁴CFU로 시정을 필요로 하거나 즉각적인 조치를 강구해야 하는 것으로 나타났다. 대장균군수는 A급식소의 봄과 C급식소의 봄, 여름, 겨울을 제외하고 3.10×10⁶CFU 이상으로 높게 나타났으며 특히 D급식소의 가을과 겨울에 셀 수 없을 만큼 많은 양의 대장균군이 검출되어 자외선살균기의 정기적인 점검이 소홀했던 것으로 판단된다. 원부재료나 보존식을 보관하는 4℃ 냉장고의 일반세균수는 B, C, D급식소의 겨울을 제외하고는 7.90×10²~5.29×10⁴CFU으로 시정을 필요로 하거나 즉

각적인 조치를 강구해야 하는 것으로 나타났으며 대장균군의 경우에도 A급식소의 봄, D급식소의 겨울을 제외하고 검출수치가 1.30×10^3 CFU 이상으로 나타났는데 이는 음식물의 반입이나 반출로 인해 온도관리가 잘 이루어지지 않았거나 세척과 소독이 불충분했기 때문으로 생각된다. 조리장내에 위치한 쓰레기통의 일반세균수는 6.80×10^3 CFU 이상, 대장균군은 6.30×10^3 CFU 이상으로 높게 검출되었으므로 이에 대한 철저한 위생 관리가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 썩크대 및 조리도구 표면을 닦는 용도인 행주는 A, B 급식소의 경우 타월제재를, D급식소는 1회용 펄프제재를 사용한 것에 반해 C급식소는 행주를 사용하지 않았는데 일반세균수가 D급식소의 $1.20 \times 10^3 \sim 1.50 \times 10^3$ CFU에 비해 A, B급식소에서 $8.00 \times 10^3 \sim 9.90 \times 10^4$ CFU로 검출수치가 높게 나타나 1회용 펄프제재가 미생물 오염이 적다는 것을 알 수 있었다. 따라서 급식소에서 행주는 교차오염의 우려가 적은 1회용 행주를 권장하고 타월 제재를 사용할 경우 사용전후의 철저한 세척과 소독이 이루어져야 하며, 용도별로 분리하여 사용하는 것이 바람직할 것으로 여겨진다. 계절별로는 조리도구 및 용기의 계절에 따른 분석 결과와 마찬가지로, 겨울에 비해 여름을 비롯한 봄, 가을에 검출수치가 높았다. 그러나 D급식소의 자외선살균기와 C급식소의 냉장고에서는 가을과 겨울에 셀 수 없이 많은 양의 대장균군이 검출되어, 위생적인 관리가 이루어지지 않고서는 미생물적 위해로 인한 식중독이 계절에 상관없이 발생될 수 있음을 시사하였다. 이와 류²¹⁾도 여름보다 겨울의 행주에서 일반세균수와 대장균수가 더 높았다고 보고하여 본 결과와 같은 경향을 나타내었다. 급식장내 주변기구 및 설비에 대한 *E.*

coli, *Salmonella* 및 *Staphylococcus*에 대한 생화학적 동정결과, *E. coli*는 쓰레기통·수도꼭지(A, B)와 썩크대·행주·조리장바닥(C)에서 모두 여름에 검출되었고, 급식소에서 오염되기 쉬운 *Staphylococcus*는 봄의 수도꼭지·썩크대·조리장손잡이(C)에서 검출되어 이들 미생물적 위해 역시 봄과 여름에 집중되었음을 확인할 수 있었다. 따라서 이와 같은 위해요소의 관리를 위해 주변 기구 및 설비에 대한 세척 및 소독방법의 개량, 환풍기, 배수시설 및 온·습도 관리를 위한 시설의 보완, 외부인 출입금지를 비롯한 작업장내의 개인위생 등이 철저히 지켜져야 할 것으로 생각된다.

3. 조리종사자의 미생물학적 위해 분석

초등학교 급식소 내의 조리종사자의 손, 고무장갑, 앞치마에 대한 일반세균수, 대장균군수 및 분리동정된 병원성 식중독 세균의 실험결과는 Table 4와 같다. 조리종사자의 손과 고무장갑은 C, D급식소의 겨울철에는 일반세균과 대장균군이 모두 검출되지 않은 반면, 나머지는 계절에 관계없이 일반세균수는 7.90×10^3 CFU 이상, 대장균군수는 3.60×10^3 CFU 이상으로 검출 수치가 높아 시정을 필요로 하거나 즉각적인 조치를 강구해야 할 상황이었다. 앞치마는 일반세균수 및 대장균군수가 각각 C, D급식소의 겨울과 B, C급식소의 겨울에 검출되지 않은 것을 제외하고 일반세균수는 6.20×10^3 CFU 이상, 대장균군수는 2.30×10^3 CFU 이상으로 모든 수치가 높게 나타나 위생상태가 매우 불량하였다. 식품종사자의 개인위생에 관해서 미국의 Center for Disease Control(CDC)에서는 수세가 감염을 예방하는 가장 중요한 방법이라고 언급하며 수세습관을 가장 중요하게 다루고 있는 바, 교육 뿐 아니라 작업장내에

Table 4. Microbiological evaluation on foodservice employee (CFU/100cm²)

Sample	Total Plate Count				Coliform Group				Clinical Microorganism Isolated
	A	B	C	D	A	B	C	D	
Hands									
Spring	8.75×10^4	1.88×10^3	1.60×10^3	4.00×10^2	ND	1.30×10^2	7.55×10^2	1.50×10^2	<i>Stp.</i> (B)
Summer	2.37×10^3	TNTC	2.30×10^3	7.60×10^2	1.40×10^3	9.12×10^3	5.25×10^3	8.80×10^3	<i>E.coli</i> (D) <i>Stp.</i> (D)
Fall	1.20×10^3	TNTC	1.60×10^3	1.80×10^2	2.50×10^2	5.00×10^2	7.08×10^2	4.90×10^3	ND
Winter	7.90×10	8.80×10^3	ND	ND	1.00×10^2	3.60×10	ND	ND	ND
Rubber gloves									
Spring	2.41×10^3	9.80×10^3	2.40×10^2	5.60×10^3	ND	2.80×10^2	4.20×10	1.49×10^2	ND
Summer	2.89×10^3	1.30×10^3	7.65×10^3	5.50×10^3	7.20×10^2	1.50×10^2	8.30×10^2	9.56×10^2	ND
Fall	7.60×10^3	9.00×10^3	9.20×10^3	4.43×10^3	3.00×10^2	9.50×10	3.00×10^2	7.94×10^2	ND
Winter	3.80×10^3	7.00×10	ND	ND	5.00×10	3.20×10	ND	ND	ND
Apron									
Spring	2.66×10^3	1.11×10^3	3.40×10^3	7.60×10^3	7.00×10^2	3.25×10^2	2.80×10^3	5.10×10^2	ND
Summer	3.01×10^3	6.40×10^3	TNTC	9.65×10^3	8.00×10^2	4.20×10^3	TNTC	9.10×10^3	<i>E.coli</i> (A,B) <i>Sal.</i> (D)
Fall	3.00×10^3	7.80×10^3	TNTC	7.40×10^3	4.40×10^2	3.70×10^3	8.90×10^2	1.00×10^2	ND
Winter	6.20×10^3	3.10×10^3	ND	ND	2.30×10	ND	ND	TNTC	ND

ND ; Not detected, TNTC ; Too numerous to count, A B C D ; Elementary school foodservice

별도의 세척과 소독을 위한 시설의 설치와 운영이 필요할 것으로 보인다. 조리종사자에 대한 위생교육은 식품위생법 시행규칙 제 37조²³⁾에 “종업원에 대한 위생 교육은 위생교육을 받은 영업자 또는 식품위생 관리인이 실시하되 매월 1회 1시간 이상으로 한다.” 라고 규정되어 있으므로 종업원들에게 식품위생에 대한 지식과 위생적인 태도와 습관을 길러주어 위생적인 급식이 이루어져야 한다고 여겨진다. 정²⁴⁾은 대부분의 식중독 발생시 오염된 재료와 완성품을 연결하는 수단이 조리 및 주변기구, 종사자의 손이라고 한 점을 고려해 볼 때 작업장에서 사용되고 있는 조리도구 및 용기, 종사자의 손 등 중요위해요소에 대한 중점관리가 철저히 이루어져야 할 것으로 보인다. 작업장내에서도 개인위생에 대한 인식이 차이가 있으므로 각자의 업무에 맞는 철저한 위생교육이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 여겨지며, 이를 위해 영양사가 주기별로 SSOP

에 의한 교안을 작성하여 체계적이고 정기적인 교육이 필요하다고 사료된다. 조리종사자에 대한 *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*에 대한 생화학적 동정결과 여름의 조리종사자손(D), 앞치마(A, B)에서 *E. coli*가 검출되었고, *Salmonella*는 여름의 앞치마(D)에서 검출되었다. 또한 봄과 여름의 조리종사자의 손(B, D)에서 *Staphylococcus* A의 검출로 인하여 미생물학적 위해를 확인할 수 있었다.

4. 조리된 음식의 미생물학적 위해 분석

초등학교 급식소 4곳에서 배식되는 조리된 식품들의 계절별 일반세균수, 대장균군수 및 분리동정된 병원성 식중독 세균의 실험 결과는 Table 5와 같다. 조리된 음식에 대한 미생물수준을 평가하는데 있어서 식품공전에는 반찬류에 대한 일반세균수의 허용기준은 규정되어 있지 않으나, 미국 육군 Natick연구소의

Table 5. Microbiological evaluation on cooked foods (CFU/g)

Sample	Total Plate Count				Coliform Group				Clinical Microorganism isolated
	A	B	C	D	A	B	C	D	
Spring									
Kimchi	8.57×10 ⁴	3.00×10 ²	1.64×10 ³	2.87×10 ⁴	2.20×10 ²	3.05×10 ²	3.00×10	3.30×10	†
Bokkeum-bap	†	1.92×10 ³	†	†	†	1.00×10 ²	†	†	†
Namul	1.23×10 ⁵	†	5.80×10 ⁵	†	ND	†	ND	†	Stap.(A)
Tteok-jjim	5.95×10 ³	†	†	†	ND	†	†	†	†
Tteok	†	8.46×10 ⁵	†	†	†	ND	†	†	†
Pork cutlet	†	2.50×10 ²	†	†	†	ND	†	†	†
Chicken salad	†	†	†	1.54×10 ⁴	†	†	†	ND	†
Summer									
Kimchi	5.47×10 ⁴	2.65×10 ³	7.70×10 ⁴	1.12×10 ⁴	3.30×10 ²	5.54×10 ⁵	7.85×10 ⁵	6.67×10 ⁵	<i>E. coli</i> (A,B)
Dak-jjim	2.45×10 ³	†	†	†	4.92×10 ⁵	†	†	†	ND
Namul	2.12×10 ⁴	†	†	†	6.50×10 ²	†	†	†	ND
Tangsuyuk	†	6.90×10 ⁵	†	†	†	9.20×10	†	†	ND
Roast fish	†	9.34×10 ²	†	†	†	ND	†	†	ND
Scrambled egg	†	†	4.53×10 ⁴	†	†	†	6.30×10 ⁴	†	Stap.(C)
Gim-gui	†	†	1.20×10 ²	†	†	†	ND	†	ND
Fried shrimp	†	†	†	1.83×10 ⁴	†	†	†	1.52×10 ²	ND
Gogi-ji im	†	†	†	7.21×10 ⁵	†	†	†	7.85×10 ⁵	Sal.(D)
Fall									
Kimchi	2.00×10 ⁵	5.70×10	7.40×10 ⁴	6.60×10 ²	8.40×10	5.00×10	4.20×10	9.80×10	ND
Namul	1.50×10 ⁴	†	6.60×10 ³	†	4.90×10	†	8.30×10	†	ND
Roast fish	6.70×10 ⁵	†	2.88×10 ³	†	2.20×10 ²	†	5.10×10 ²	†	ND
Myeolchi-jorim	†	9.90×10 ⁴	†	†	†	7.10×10 ²	†	†	ND
Ojingeo-chaemuchim	†	3.70×10 ³	†	†	†	1.11×10 ⁵	†	†	ND
Dak-gangjeong	†	†	†	4.40×10 ²	†	†	†	5.12×10 ²	ND
Fritters	†	†	†	1.20×10 ²	†	†	†	ND	ND
Winter									
Kimchi	7.80×10 ²	1.10×10	8.42×10 ⁵	5.90×10 ⁵	1.60×10	ND	2.50×10	3.11×10	ND
Namul	9.00×10 ⁵	†	1.24×10 ²	†	3.30×10	†	ND	†	ND
Jang-jorim	2.30×10 ⁴	†	†	†	7.98×10 ²	†	†	†	ND
Dakjjim	†	4.40×10 ⁴	†	†	†	9.10×10 ²	†	†	ND
Gim-gui	†	1.80×10 ⁵	†	1.34×10 ²	†	5.60×10	†	6.30×10	ND
Godeungeo-jorim	†	†	4.00×10 ⁵	†	†	†	8.50×10	†	ND
Tteok-bokki	†	†	†	3.70×10	†	†	†	ND	ND

ND ; Not detected, † ; Not tested, A B C D ; Elementary school foodservice

지침²⁵⁾에서는 조리된 음식내의 미생물기준계치를 일반세균수 10^5 CFU/g, 대장균군수 10^2 CFU/g 이하로 정하고 있다. 이러한 기준의 한계치를 고려할 때 가을과 겨울에 조리된 식품의 일반세균수는 10^5 CFU 이하로 나타나 대부분 위생상태가 좋은 반면, 봄과 여름에는 A급식소의 떡집과 닭도리탕, B급식소의 볶음밥과 김치, C급식소의 김치가 1.64×10^5 CFU 이상으로 검출되어 기준치를 초과하였다. 대장균군수도 다른 계절에 비해 여름철에 기준치인 10^2 CFU를 초과한 식품이 많았으며 병원성 식중독 세균의 생화학적 동정결과도 모두 봄과 여름에 집중되어 나타났다. 급식소에서 모든 계절에 배식된 가열공정을 거치지 않은 김치의 경우 일반세균수는 C급식소의 봄에 1.64×10^5 CFU, B급식소의 여름에 2.65×10^5 CFU로 약간의 수치를 초과하였고, 대장균군은 다른 계절에 비해 여름에 모든 급식소에서 한계치를 초과하여 위생상태가 불량하였으므로 김치를 담글 때 재료의 철저한 세척이 이루어져야 하며 사용되는 도구 및 조리종사자의 위생에도 각별한 신경을 써서 교차오염을 막아야 할 것이라고 사료된다. 가열조리공정을 거치는 조리식품의 경우 열처리에 의해 미생물을 살균시키거나 기준치 이하로 낮출 수 있으나 부적절한 가열온도 및 시간관리로 병원성 미생물의 사멸이 미흡할 때 미생물 위해가 우려될 수 있으므로 매번 가열온도 및 시간을 확인하는 등 철저한 관리가 요구된다. 또한 급식전 보관단계 및 배식단계를 거치는 동안 실온에서 방치하는 시간이 경과할수록 미생물이 증가하는 경향을 보이므로²⁶⁾, 온도-소요시간이 관련된 조리단계에 대한 집중적인 관리 통제 및 교육이 필요할 것으로 사료된다. Bryan²⁷⁾도 급식소에서 식중독의 주된 원인은 음식을 배식하기

전에 만들어 실온에 방치하는 경우라고 하였으며, 미국의 경우 식중독 발생 원인은 음식의 부적절한 냉각(55.8%), 조리 후 급식까지 12시간 이상 음식 방치(30.8%), 감염된 종업원에 의한 식품취급(24.3%), 부적절한 재가열(19.7%) 및 보온 저장(16.2%) 등이라고 보고했다.

5. 작업장내 환경의 미생물학적 위해 분석

초등학교 급식소 4곳의 계절별 작업장에 대한 환경 위생관리실태를 파악하기 위하여 일반세균, 황색포도상구균 및 진균의 공중 낙하균을 5분간 측정된 결과는 Table 6과 같다. 작업장의 측정지점은 주조리장, 배식대, 식탁 등이었다. 주조리장의 공중에서 낙하하는 일반세균, 황색포도상구균 및 진균의 검출결과 일반세균수는 모든 급식소에서 여름이 다른 계절에 비해 높은 수치를 나타내었고 황색포도상구균은 봄, 여름에 $1 \sim 42$ CFU/plate로 나타났으며, 진균은 $5 \sim 43$ CFU/plate로 여름에 가장 높은 검출치를 나타내어 특히 여름철 작업장의 환경위생에 각별히 신경을 써야 할 것으로 보인다. 배식대의 공중낙하균의 수는 일반세균수와 진균의 경우 여름에 각각 $20 \sim 95$ CFU/plate, $10 \sim 84$ CFU/plate로 다른 계절에 비해 수치가 높았고 황색포도상구균은 봄에 $0 \sim 28$ CFU/plate로 다른 계절에 비해 높게 나타났다. 식탁은 C, D급식소는 교실에서 급식을 받는 형태여서 식탁에 대한 결과가 없으며 A, B급식소는 일반세균수, 황색포도상구균, 진균 모두 여름에 가장 높은 수치로 검출되었다. 이와 같은 결과는 조리장내의 전반적인 위생상태가 불량하다는 것을 의미하므로, 외부 미생물의 침입으로 인한 교차오염방지를 위해 오염구역과 비오염구역으로의 구분배치,

Table 6. Aerial microbes in working area (CFU/plate)

Sample	Total Plate Count				<i>Staphylococcus aureus</i>				Fungi			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Worktable												
Spring	4	6	4	185	1	5	3	35	2	4	ND	6
Summer	32	30	60	TNTC	ND	1	3	42	20	43	5	26
Fall	25	10	36	84	ND	ND	ND	40	25	20	3	10
Winter	4	ND	15	30	ND	ND	ND	27	2	ND	ND	8
Arrange table												
Spring	6	5	9	5	ND	4	2	28	9	4	6	6
Summer	20	95	25	73	ND	4	10	20	20	10	16	84
Fall	15	80	10	60	ND	5	ND	10	17	8	10	65
Winter	6	85	12	52	ND	ND	ND	15	9	ND	ND	20
Dining table												
Spring	ND	5	†	†	1	3	†	†	ND	6	†	†
Summer	5	42	†	†	12	2	†	†	5	15	†	†
Fall	ND	30	†	†	7	ND	†	†	ND	3	†	†
Winter	ND	5	†	†	1	ND	†	†	ND	8	†	†

ND ; Not detected, TNTC ; Too numerous to count, † ; Not tested, A B C D ; Elementary school foodservice

조리장바닥의 건조화 및 정기적인 청소와 소독 등 철저한 관리감독이 필요하다고 생각된다.

6. Polymerase chain reaction(PCR)을 이용한 균주 확인

초등학교 급식장의 조리도구 및 용기, 주변기구 및 설비, 조리종사자, 조리된 음식에서 분리동정된 *E. coli* 및 *Salmonella* 생성 균주에 대해 PCR법으로 해당 gene을 증폭하여 확인한 결과는 Fig. 1과 같다. 봄의 육류용칼(D), 도마(D), 바구니(C)와 여름의 도마(C), 수도꼭지·쓰레기통·앞치마·김치(A, B), 행주·씽크대·조리장 바닥(C), 조리종사자 손(D)의 시료에서 분리된 *E. coli*는 특히 인체에 우려되는 *E. coli* O157:H7를 동정하기 위하여 장관출혈성대장균 verocytotoxin 유전자를 PCR법으로 증폭하여 분석한 결과, 모든 sample lane이 verocytotoxin 양성인 171bp에서 band가 형성되지 않았으므로 O157:H7은 음성임이 확인되었다. 반면에 여름의 육류용칼(A, B), 쓰레기통, 도마(B), 고기찜(D)에서 분리된 *Salmonella*균의 PCR 증폭생성물은 표준균주인 *Salmonella enteritidis*을 증폭한 결과 같은 위치인 378bp에서 band가 생성되어 양성임이 판명되었다. *Staphylococcus aureus*는 enterotoxin A, B, C, D, E 및 F 중 한가지 또는 두가지형이

상의 독소를 생산하는 것으로 알려져 있으며 독소형과는 관계없이 식중독을 발생시키므로 이에 대한 특별한 주의가 요청된다¹⁵⁾. 독소(enterotoxin) 확인실험으로 Reversed passive latex agglutination kit(SET-RPLA; Denka seiken, Japan)로 분석해 본 결과 봄의 채소칼(A), 조리장손잡이(C), 조리종사자손(B), 나물(A), 여름의 계란볶음(C)에서 검출된 *Staphylococcus aureus* 독소형은 응집된 형태로 볼 때 enterotoxin A인 것으로 판명되었고, 봄의 수도꼭지·씽크대(C)에서 검출된 *Staphylococcus aureus* 독소형은 enterotoxin B인 것으로 확인되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 서울지역에 위치한 초등학교 급식소 4곳을 대상으로 계절별로 나누어 수질, 조리도구 및 용기, 주변기구 및 설비, 조리종사자, 조리된 음식, 작업장내 환경에 대해 일반세균과 대장균군의 미생물 검색 및 *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Yersinia*, *Vibrio para haemolyticus*와 같은 식품위해미생물에 대한 생화학적 실험과 PCR분석을 실시하여 위해요소를 규명하고 HACCP에 의한 미생물학적인 관리방법을 모색하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 채취한 시료의 일반세균수 및 대장균균수는 대부분의 시료에서 안전성 수준을 초과하였으며, 다른 계절에 비해 여름철에 미생물 위해 수치가 더 높았다.
2. *E. coli*는 봄철의 플라스틱바구니와 육류용칼·도마, 여름철의 도마·쓰레기통·수도꼭지와 씽크대·행주·조리장바닥, 앞치마와 조리종사자손 및 김치에서 검출되었다.
3. *Salmonella*는 여름의 육류용칼과 칼소독수·앞치마·고기찜·도마·쓰레기통에서 분리·동정되었다.
4. *Staphylococcus*는 봄의 채소용칼·조리장손잡이·조리종사자의 손·나물, 여름의 계란볶음에서 검출되었고 독소형은 enterotoxin A인 것으로 확인되었으며, 봄의 수도꼭지·씽크대에서 검출된 *Staphylococcus*의 독소형은 enterotoxin B인 것으로 확인되었다.
5. PCR분석 결과 *E. coli* O157은 음성인 반면, *Salmonella*균은 일부 급식소의 여름철 육류용칼, 도마, 쓰레기통, 고기찜에서 양성으로 판명되었다.

이상의 결과를 토대로 초등학교 급식소에서의 HACCP에 의한 미생물학적 관리방법을 다음과 같이 요약한다.

1. 조리도구 및 용기는 용도별 분리사용, 작업전후 기

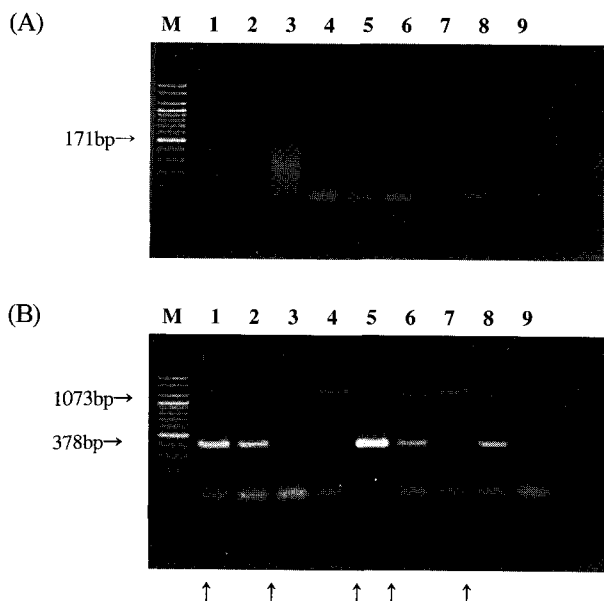


Fig. 1. Agarose gel electrophoresis PCR amplified products of isolated *E. coli* O157 and *Salmonella* stains.

(A) *E. coli* O157 - DNA molecular marker X, Not detected
 (B) *Salmonella* - DNA molecular marker X,
 Lane 1 ; Gogigi-jjim, Lane 2 ; Meat knife(A),
 Lane 5 ; Chopping board, Lane 6 ; Meat knife(D),
 Lane 8 ; Waste bin

- 기세척 및 소독 등 철저하고 중점적인 위생관리로 교차오염을 방지해야 한다.
2. 주변기구 및 설비는 세척 및 소독방법의 개량, 환풍기·배수시설 및 온·습도관리를 위한 시설의 보완, 외부인 출입금지를 비롯한 작업장내의 개인 위생 등이 철저히 지켜져야 한다.
 3. 조리종사자의 개인위생 및 위생적인 식품취급습관의 생활화를 위해 SSOP에 의한 개인위생관리 및 지속적인 교육과 훈련이 필요하다.
 4. 가열조리공정을 거치는 조리식품은 매번 가열온도 및 시간을 확인하며, 급식전 보관단계 및 배식단계를 거치는 동안 실온에서 방치하는 시간이 경과할수록 미생물이 증가하는 경향을 보이므로, 온도-소요시간이 관련된 조리단계에 대한 집중적인 관리 통제 및 교육이 필요하다.
 5. 공중낙하균의 제어를 위해서 바닥의 건조화, 외부 미생물의 침입방지를 위한 동선계획, 정기적인 청소 및 소독이 필요하다.
 6. 계절에 따른 미생물학적 위해분석 결과 식중독 등의 예방을 위해서는 여름뿐만 아니라 봄과 가을에도 세심한 주의와 관리가 필요하다.

V. 참고문헌

1. Ju, SE and Kim, HY : A Study on Microbiological Quality & Safty Control of Hard - boiled Mackerel served by a Industry Foodservice Establishment (2). Korean J. Soc. Food SCI., 5(2):35-41, 1988
2. 노병의 : 외국의 학교급식관리현황. 한국식품위생안전성학회 추계세미나 13, 1993
3. 교육인적자원부 : 2002년도 학교급식실시현황. <http://www.moe.go.kr>, 2002
4. 광동경 : 학교급식에 효율적인 HACCP 적용 방안. 서울특별시교육청 학교급식관리제자 연수자료, 2000
5. 식품의약품안전청 : 식중독 발생현황 통계. 식품유통과, 2003
6. Kim, YS, Jeon, YS and Han, JS : Disinfection State and Effective Factors of Utensils & Equipments Used to Foodservice of Elementary Schools in Busan. J. Korean Soc. Food SCI Nutr., 30(5):969-977, 2001
7. Jeong, DK and Lyu, ES : The Microbiological Evaluation of Environments and Facilities at Food Service Operations in Elementary School. J. Korean Soc. Food SCI Nutr., 31(2):216-220, 2002
8. 전인경, 이연경 : HACCP적용 초등학교 급식의 미생물적 품질 평가. 제 27회 보건학종합학술대회 자료집, p.453, 2002
9. Eo, GH, Ryu, K, Park, SJ and Kwak, TK : Need Assessments of HACCP - based Sanitation Training Program in Elementary School Foodservice Operations based on Sanitation Knowledge Test of Employees. Journal of the Korean Dietetic Association, 7(1):56-64, 2001
10. 강명희, 김은경 : 급식실태조사를 통한 학교급식의 질적 향상 전략 - 1995년도 학교급식의 질향상을 위한 심포지움. 한국영양학회지, p.7-47, 1995
11. 식품의약품안전청 : 식품공전. 문영사, p.78-111, 2000
12. Harrigan, WF and McCance, ME : Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press Inc. Ltd., N.Y., 1976
13. Om, AS, Kwon, SH, Chung, DH, Oh, SS and Lee, HO : Microbiological Quality Evaluation for Application of the HACCP System to the Bakery Products at Small Scale Bakeries. Korean J. Soc. Food Cooky SCI., 19(4):403-412, 2003
14. Saiki, RK, Scharf, S, Faloona, F, Mullis, KB, Horn, GT, Erlich, HA and Arnheim, N : Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. Science, 230:1350-1354, 1985
15. Rose, S, Bankes, 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
16. 지구문화사편집부 : 식품위생관계법규, 지구문화사, 2001
17. Park, HK, Kim, KL, Shin, HW, Kye, SH and Yoo, WC : Evaluation of Microbiological Hazard of Cooking Utensils and Environment of Mass Catering Establishments. J. Fd Hyg. Safety, 15(4):315, 2000
18. 신호선 : 최신식품위생학, 신광출판사, p.63-67, 2002
19. 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
20. Park, PK and Clivr, DO : Disinfection of Kitchen Sponges and Dishcloths by Microwave Oven, 3:146-149, 1997
21. Lee, HS and Ryu, SY : The seasonal microbiological quality assessment of kimbap(seaweed roll) production flow in foodservice facilities for univ. students - HACCP model-. Korean J. Soc. Food SCI., 14(4):367-374, 1998
22. Heo, YS and Lee, BH : Application of HACCP for hygiene control in university foodservice facility-focused on vegetable dishes (sengchae and namul)-. J. Fd Hyg. Safety, 14(3), 293-304, 1999
23. 식약청고시 : 식품위해요소중점관리기준. 2000
24. 정동관 : 국내 식품의 미생물 오염 현황 및 안전성 확보 방안. 한국 식품 안전성 연구회 심포지엄, p.63-73, 2000
25. Silverman, GJ, Carpenter, DF, Munsey, DT and Rowley, DB : Microbiological evaluation of production procedures for frozen foil pack meals of the Central Preparation Facility of the Frances E. Warren Air Foce Base, Technical Report FSL. U.S.Army Natick Research and Development Command. Natick, Mass., p.76-37, 1976
26. Food and Drug Administration : Food Code 1995 : Recommendations of the U.S. Department of Health and Human Service. U.S. Public Health Service, 1996
27. Bryan, FL : Factors that contribute to outbreaks of food-borne disease. J. Food Prot. 41:816, 1978

(2003년 9월 5일 접수, 2003년 10월 17일 채택)