J. Fd Hyg. Safety 18(1), 14-24 (2003)

서부 경남 지역 초등학교 급식소에서의 환경미생물 평가

박선자* · 하광수** · 심원보 · 박민경 · 정덕화

*경상대학교 농업명과학원, **식품의약품안전청 식품평가부, 경상대학교 식품공학과

Environmental Microbial Assessment of Food Services at Elementary Schools in Western Gyeongnam Province

Seon Ja Park*, Gwang Soo Ha, Won Bo Shim, Min Kyeong Park, and Duck-Hwa Chung**

*Institute of agriculture & life sciences, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea,

**Department of Food Evaluation, Korea Food & Drug Administration, Seoul, 122-704, Korea

Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

ABSTRACT – Two aims of the present study were the evaluation of hygienic, microbial safety on food services of elementary schools in Western Gyeongnam province, and then, the construction of database for the SSOP (Sanitation Standard Operation Procedures) practice. A total of 98 samples were collected from drinking water, waterworks, kitchen utensils, kitchen equipments, employees and cooked foods. Total bacteria was counted and pathogenic bacteria such *E. coli, salmonella, yersinia, vibrio parahaemolyticus* and staphylococcus were identified based on the biochemical analysis. Following are the results: the number of bacteria showed from 1.0×10^2 CFU/ mL to 1.0×10^6 CFU/mL in most samples, which the level exceeds normal range. Over 1.0×10^5 CFU/ml bacteria were observed from the kimchi in 4 places (B, C, D, E), because cooked food such as kimchi had not been heated. As a rule, the bacterium level in place B was higher than that in any of the other places. E-coli were isolated from kitchen knives (C, E) and Kimchi (E); staphylococci were isolated from drinking water (A), hands (D), refrigerator (E) and apron (E). But, *salmonella*, vibrio and yersinia were not detected in anywhere. In conclusion, the presence of bacteria and pathogenic agents in school food service was closely related to hygienic practice. For that reason, it is necessary to have more systematic and efficient management in order to enhance the food safety.

Key words: School food service, SSOP (Sanitation Standard Operation Procedures)

우리 나라 학교급식은 최근 양적으로 유래 없이 빠르게 성장하여 거의 모든 초등학생들이 학교 급식의 혜택을 받기에 이르렀다.

그러나 정부가 학교급식을 확대 실시하면서 외양적인 실적에만 치우친 나머지 위생관리에 소홀하거나 식품위생 제도상의 허점을 보완하지 않은 등[1] 여러 가지 이유로 학교급식에서의 잦은 집단 식중독 사고를 초래하였다. 특히 97년 이후 집단급식시설 중 학교 급식 시설에서의 식중독 발생이 급증하고 있어 1998년에는 전체 식중독 발생률 중 집단 급식 시설이 45.2%, 이 중에서 학교 급식시설에서의 식중독 발생률이 30.3%를 차지하고 있으며 1999년 상반기에는 집단급식소에서의 식중독 발생률이 69.6%를 차지하고 있고 이 중 51.1%가 학교 급식시설에서 발생하였다고 보고되고 있어 학교 급식시설에서의 식중독 발생이 급증하고 있음을 알 수 있다.[2]

†Author to whom correspondence should be addressed.

학교 급식은 단 한번의 오염으로도 식중독이 대규모로 진전될 가능성이 있고, 아울러 빠르게 확산될 수 있는 요인을 충분히 갖고 있다. 그리고, 우리 나라 전체 인구의 1/4에 해당하는 학생들이 급식에 의존[3]하고 있으므로 무엇보다 식품의 안전성 확보 및 철저한 위생관리가 이루어지지 않을 경우 앞으로 더욱 심각한 식중독 사고의 발생을 초래 할 수 있을 것이다.

특히, 학교급식에 의한 식중독을 병인 물질 중심으로 살펴보면 병인 물질 불 검출의 비율이 52.3%로 나타났으며 병인 물질이 판명된 사건 중에서 1998년도 9건 중 *staphylococcus* 5건, *salmonella* 3건, 장염 *vibrio* 2건, 1999년도 8건 중에서 *staphylococcus* 3건, *salmonella* 3건, *E. coli* 및 *pseudomonas* 1건 등으로 나타난 것으로 보고되고 있다.[4]

최근에 미국과 일본에서 발생한 주요 식중독 사고를 병원균별로 살펴보면 *salmonella, E. coli, cyclospora, norwalk virus*와 *hepatitis A virus* 등[5]이다.

1995년도 미국에서 보고된 식중독 사례를 원인균 및 발생 환자별로 살펴보면 박테리아 중 *salmonella*가 식중독의 25%, 전체 환자의 18.6%를 차지하고, 또 최근에는 *E. coli*와 심한 설사를 일으키는 *cyclospora*에 의한 식중독 사례가 늘어나고 있다.[6]

일본의 경우 식중독은 세균성 식중독이 전체 식중독 건수의 70%였고, 환자별로는 74.3%이며 이 중 *salmonella*가 26.0%이고 *v. parahaemolyticus*가 20.0% 이다. 환자별로 보면 *salmonella*가 27.1%이고 *E. coli*가 21.5%를 차지하고 있어서 *salmonella*와 *E. coli*가 거의 절반에 달하고 있다.[7]

세균성 식중독은 일정 수 이상으로 증식한 세균 또는 그 대사 산물인 독소를 함유하는 식품을 섭취함으로써 식중독이 발생하는 경우를 말하며 이에 따라 감염형과 독소형으로 구분하는데 감염형 식중독의 원인 균으로는 *salmonella*, 장염*vibrio*균 등이 대표적이며 여기에 *arizone, bacillus cereus, yersinia* 등도 감염형 식중독의 원인 균으로 분류되고 있다.

또한 *staphylococcus*도 식중독을 야기 시키는 아주 중요한 병원체로서, 1976년도부터 1989년도 자료에 의하면 주로 세균성이며 특히 황색포도상구균(*staphylococcus aureus*)에 의한 발병자가 가장 많이 보고되었다.[8] 1990년 미국의 초등학교 공동조리 급식에서 발생한 포도상 구균 식중독은 단 한 명의 조리원에 의한 *staphylococcus*의 전파로 100여명의 환자가 발생하였다는 보고도 있다.[9] 특히, 우리 나라에서의 포도상구균에 의한 식중독은 살모넬라, 장염비브리오 다음으로 많은 식중독 감염을 일으키는 것으로 알려져 있으나 미국, 캐나다, 프랑스 등에서는 가장 높거나 아주 많은 발생 빈도를 나타내고 있다.[10] 미국의 질병통제센터(CDC) 감시 통계 자료에 의하면 1973년 사이에 보고된 식중독 사건 중 44.6%는 급식 시설에서 식품을 잘못 취급하여 일어났으며 특히, 부적절한 보관 온도에 의한 사고는 식중독 사건의 대부분을 차지할 정도로 많은 비중을 차지하였으며, 그 다음으로는 비위생적인 조리 종사자, 부적절한 조리, 오염된 기구 및 출처가 불확실한 식재료의 구입 등이 거론되었으며, 일반적으로 이러한 요인들이 복합적으로 문제가 되어 식중독 사건을 일으키는 것으로 지적되었다.[11]

한편, 이러한 식중독 발생을 위한 예방 대책으로 새로운 위생관리 시스템인 HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point)[12-13]이 최근 상당한 관심과 주목을 받고 있다. HACCP 시스템은 제품의 안전한 생산을 보장하기 위하여 사후 검사보다는 사전 예방에 중점을 둔 예방 체계로서, 국내에서는 법적으로 1995년 12월 식품위생법에 「식품위해요소중점관리기준」이라는 용어가 사용되면서 도입되었다.

이러한 HACCP 시스템을 정부에서는 2001년도 학교 급식에 일반화 할 것을 방침[14]으로 정하고 있으며 이 시스템을 도입하기 위해서는 우선 체계적인 위생설비, 위생관리, 개인적인 위생지식과 위생실천이 갖추어져야만 가능한 것이다.

따라서 학교 급식소에서 전반적인 표준화된 위생관리의 실천이 요구되며 이를 위해 위생표준작업기준(Sanitation Standard Operating Procedures : SSOP)이 선결 조건으로 수행되어야 한다[15]고 보고되고 있으나 급식 활동 중 다양하고 광범위한 위해 요인을 중점적으로 관리하기 위한 조리 종사자 및 조리도구・용기, 조리된 음식의 미생물학적 위해 분석에 대한 조사는 아직 미흡한 상태이다.[16] 그리고, 단체 급식소의 작업장, 조리 종사자, 조리도구・용기 등 급식 시설의 위생 환경의 위해 분석보고에 비해 학교 급식소의 위생 시설 및 기구에 관한 자료 제공이 부족하므로[17] 이를 위한 기반 연구가 절실히 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 서부 경남 지역 초등학교 급식 환경에 대한 미생물학적 안전성을 평가하고자 식수, 상수도(원수), 조리도구 및 배식기구, 주변기기, 조리 종사자, 조리된 식품에 대한 미생물학적 위해 분석을 실시하였다.

재료 및 방법

급식소의 선정

서부경남지역의 학교 급식소 5곳(A, B, C, D, E)을 선정하여 식수와 상수도(원수), 조리도구, 배식기구, 주변기구, 조리종사자 및 조리된 식품을 대상으로 미생물 오염도를 평가하였다(2000. 11. 14~2000. 12. 22). 급식소는 설비 수준, 배식수 및 특성을 고려하여 1일 급식 인원수가 100명 이하 1곳, 1일 급식 인원수가 500명 이하 1곳, 1일 급식 인원수가 1,000명 이하 1곳, 1일 급식 인원수가 1,300명 이하 1곳, 1일 급식 인원수가 1,500명 이하 1곳으로 총 5곳의 급식소가 선정되었다. 조리 종사자는 급식소에서 종사하고 있는 조리 종사자를 대상으로 하였으며 조리된 식품은 당일 급식소로 납품된 재료를 사용하여 조리된 식품을 사용하였다.

시료의 채취

서부경남지역 초등학교 급식소 5곳에서 총 97개의 시료를 채취하여 미생물 시험법[18]에 준하여 분석하였다. 이 중 식수는 학생들에게 공급되는 물이 담긴 물통에서 1 L를 채수병에 채취하였으며 상수도는 상수 원수를 채수병에 1 L 채취하여 측정하였다. 조리도구 및 배식기구, 주변기구에 대한 위생 상태는 사용 후 세척한 것이나 소독한 것에 대해 측정하였으며, 검체의 채취는 검체의 형태에 따라 일정 면적을 swab하였다. 즉, 도마, 대야, 냉장고, 바구니, 소독기 등은 화염 멸균한 핀셋으로 멸균 생리식염수에 적셔진 멸균된 가아제(5 cm×5 cm)를 사용하여 면적 5곳 약 200 cm^2 면적을

swab하였으며 칼, 수저, 컵, 조리 종사자의 손 등은 채취 가능한 전 면적을 swab한 후 미리 준비된 증균 배지인 10% TSB(Trypticase Soy Broth), EC(*Echerichi. coli*) broth, Selenite F broth, APW(Alkaline Pepton Water), 배지에 각각 넣은 후 즉시 얼음을 채운 ice box에 담아 실험실로 옮겨 사용하였다. 단, 행주는 1일 사용 후 세제로 세척 건조된 일정 면적(20 g)을 취하여 바로 전처리 하여 시료로 사용하였다. 조리 종사자에 대해서는 작업 전 또는 작업중일 경우에는 물로 씻은 후 swab하였다. 조리된 식품은 고압증기 멸균된 병에 일정량을 담아 얼음을 채운 ice box에 담고 실험실로 냉장 운반한 후 사용하였다. 본 실험에 사용된 시료의 종류는 Table 1과 같다.

사용배지

본 실험에서 사용되는 배지는 *E. coli*의 검사를 위해 EC (*Echerichi. coli*) broth(Difco co), EMB(Eosin Methylene Blue, Difco co.)배지 외 9종을 사용하였으며, *salmonella*는 Selenite F broth(Difco co.), MacConkey(Difco co.)외 8종, 장염 *vibrio*는 APW(pH 8.6; Difco Co.) broth, Trypticase Soy Broth(TSB; BBL)외 8종, *yersinia*는 CIN(Cefsulodin Irgasan Novobiocin, Difco Co.)배지 외 9종과 *staphylococcus aureus*는 10% TSB broth(BBL Co.), MSA(Mannitol salt agar, Difco Co.)외 10종을 사용하였다 모든 배지는 멸균(121°C, 1 kg/cm^2, 15 min)후 사용하였다.

Table 1. The kinds and number of samples collected from five food service of elementary schools.

Sources	Type of Samples	Number of samples
Water	Waterworks	5
	Drinking Water	5
Kitchen utensils	Kitchen knife	5
	Cutting board	5
	Dining nipper	4
	Washbowl	5
	Wicker basket	5
	Dining tray	5
	Spoon & chopsticks	5
	Cup	5
Cookers	Hands	5
	Rubber gloves	5
	Apron	5
Cooked food	Wheat noodles	1
	Kimchi	5
	Pizza	1
	Seasoned rice cake	1
	Panfried food	1
	Small red-bean porridge	2
	Hot dog	1
	Chopped roast chicken	1
	Seasoned bean sprouts	1
Surroundings	Dishcloth	5
	Arrange table	5
	Disinfector	5
	Refrigerator	5
Total		98

시료의 전처리

본 실험에 사용된 모든 시료는 무균실에서 전처리 하였으며, 식수와 상수도(원수)는 멸균된 감압 여과 장치를 이용하여 시료 250 mL를 여과지(Advantec MFS, Inc. 0.45 μm)를 사용하여 막 여과하여 증균배지에 접종하였다. 조리도구 및 배식기구 등의 시료는 채취 및 swab하여 넣은 각각의 증균배지에서 37°C, 24시간 진탕하여 증균하였으며, 조리된 음식 시료는 멸균된 시약 스푼이나 가위를 이용하여 식품 시료 25 g에 225 mL의 증류수와 각각의 선택배지를 첨가한 후 증균 과정을 거쳐 실험에 사용하였다.

미생물의 분리

일반세균 – 채취된 시료로부터 일반세균을 분리하기 위하여, 상수와 상수원, 조리도구 및 배식기구, 주변기구, 조리종사자로부터 채취한 각각의 시료 1 mL을 취하여 9 mL의 0.85% 생리식염수에 접종하여 십진 희석하였다. 고형의 조리된 식품시료는 증류수에서 균질화 시킨 후 여과지를 이용하여 여과한 후 1 mL의 시료를 사용하여 단계 희석하였다.[19] 각 검액 1, 0.1, 0.01 mL을 멸균 페트리접시 2매에 무균적으로 취하여 45°C로 유지한 Plate Count Agar(PCA., Merck) 배지 약 15 mL을 분주하고 페트리 접시 뚜껑에 부착하지 않도록 주의하면서 회전하여 냉각 응고한 후 다시 중층하여 분주한 페트리접시를 거꾸로 하여 35°C 배양기에서 배양하였다. 24시간 배양한 후 생성된 집락 수를 계산하였다.

대장균군 – 대장균군의 측정은 식수 시료에 대해 식품공전 중 유당 한천배지에 의한 정량법에 따라 실험하였다.[20] 시료용액 10 mL을 2배 농도의 LB(Lactose Broth)배지에 가하고 시료용액 1, 0.1, 0.01, 0.001 mL를 5개의 LB배지에 접종하였다. Durham 발효관이 들어있는 LB배지에 시료를 접종하여 35°C에서 48시간 배양하여 가스발생이 있으면 대장균군의 존재를 추정하고, 가스발생이 있는 발효관으로부터 BGLB (Brilliant Green Lactose Bile Broth)배지에 이식하여 35°C에서 48시간 배양하였을 때 가스발생이 보이면 EMB배지에 분리 배양하는데 전형적인 집락은 1개이상, 비전형적인 집락은 2개이상 각각 취하여 LB발효관에 이식·배양한 후 기포

발생 적색 집락수를 계산하였다.

E. coli – EC broth에 접종된 시료는 44.5°C에서 24시간의 증균 과정을 거친 후 미생물 동정 실험에 사용하였다. 증균된 균액 1백금이를 취하여 *E. coli*의 선택배지인 EMB agar에 도말하여 37°C에서 24시간 배양한 후, 금속성 광택을 가지는 단일 집락을 취하여 실험에 사용하였다. Gram staining, TSI, MR/VP, citrate 이용능, Lysine decarboxylase, Indol, Motility test로 확인 실험을 실시하였다.[20-21)]

salmonella – *salmonella* 균주의 생화학적 실험을 위해 채취된 시료는 selenite broth에 접종하여 37°C에서 24시간 증균 하였으며 증균된 균액은 분리용 선택배지인 MacConkey agar에 도말하여, 37°C에서 24시간 배양하여 무색의 유당 비분해균의 집락을 취하여 nutrient agar에 배양 후 확인 실험을 하였다.[18,21)]

장염 *vibrio* – 장염 *vibrio* 균주의 생화학 실험을 위해 채취한 시료는 증균용 액체배지인 APW에 접종 후 37°C에서 24시간 증균 배양하였고 선택배지인 TCBS agar에 도말하여 단일 집락을 확인하였다.

선택배지 상에서 의심되는 집락을 선택하여 Nutrient agar에 옮겨 배양한 후 Gram 염색하여 검경한 결과 그람음성 간균임을 확인하였다.[21)]

yersinia – 식수시료에 대한 *yersinia* 분리를 위하여 채취된 시료 250 mL을 막 여과하여 CIN 한천배지에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 선택배지 상에서 의심되는 집락을 선택하여 nutrient agar에 옮겨 35°C, 24시간 배양한 후 Gram 염색 및 생물학적 성상을 검사하였다.[21)]

staphylococcus – *staphylococcus* 균주의 분리를 위해 채취된 시료중 1 mL을 취하여 10% NaCl이 첨가된 TSB 배지 9 mL에 가한 후 37°C에서 24시간 증균 배양하였다. 증균된 균액을 Mannitol salt agar에 획선 배양하여 37°C에서 24시간 배양한 후 황색불투명 집락을 나타내고 주변에 혼탁한 백색환이 있는 집락을 취하여 Gram 염색, catalase test, DNase, coagulase test를 통하여 확인하였다.[18,21)]

결과 및 고찰

수질의 위해분석

수질에서의 일반세균 – 수질에 대한 일반세균의 분석 결과는 Table 2와 같다. 식수를 검출한 결과 5섯 군데 급식소 중 A, D, E 급식소 식수에서는 일반세균이 기준치 이하로 낮게 검출되는 반면 B, C 급식소에서는 1.0×10^6 CFU/mL, 1.0×10^4 CFU/mL로 높게 검출되었다. 상수원에 있어서도 B, C급식소가 1.0×10^4 CFU/mL, 1.0×10^3 CFU/mL으로 비교적 높게 검출되었다.

Table 2. Total number of bacteria detected in drinking waters and waterworks

Standard plate counter (CFU/ mL)					
Samples \ Sources	A	B	C	D	E
Drinking Water	5.75×10^1	2.32×10^6	1.50×10^4	1.08×10^2	2.06×10^2
Waterworks	1.00×10^3	6.52×10^4	5.94×10^3	1.07×10^2	1.13×10^3

식수는 각 급식소에서 끓인 물을 공급하고 있어 식수 자체의 오염보다는 배식용 물통의 오염과 교차 오염으로 보고 물통에 대한 바른 세척, 소독 및 교차오염 방지에 각별한 신경을 써야 할 것으로 보인다. 상수원수의 경우 음용수 기준[20)]과 비교해 보면 모든 급식소에서 일반세균수의 수치가 높게 나타났다. 이는 물탱크의 청소 부실이나 수도관 부식으로 인한 오염수 침투와 세균번식이 우려되므로 물탱크의 정기적 소독과 세척이 이루어져야 할 것으로 보인다. 또한 본 실험 결과에 의하면 상수원 오염도가 높은 급식소에서 식수 오염도 또한 높은 것으로 보아 전반적 위생관리와 연관성이 높은 것으로 생각된다.

수질에서의 병원성 미생물 분석 – 학교 급식소에서 음용하고 있는 식수에 대해 식품공전의 접객용 음용수 기준에 포함되어 있는 *E. coli, salmonella, yersinia*에 대한 생화학적 동정과 급식소에서 오염되기 쉬운 *staphylococcus*에 대한 미생물 검사 결과는 Table 3과 같다.

식수에서 *E. coli*와 *yersinia*는 증균 후, 선택배지 상에서 성장하지 않았으며 생화학적 실험 결과 A 급식소의 식수에서만 *staphylococcus*의 특성을 가지는 균주가 검출되었다. 특히, 이 균주는 혈장응고효소(coagulase)를 생성하지 않는 균주로 확인되었다.

상수원수는 식품공전의 기준[20)]에 의해 대장균군에 대한 추정, 완전, 확정시험의 과정을 거치는 MPN법을 통해 확인하였으나, 대장균군의 성장은 확인할 수 없었고, Table 3의 결과에서처럼 다른 병원성 미생물의 성장도 없었다.

조리도구 및 배식기구의 위해분석

조리도구 및 배식기구의 일반세균 – 학교급식소 내 조리도구인 칼, 도마, 대야, 바구니와 배식 시 사용되는 기구인 집게, 식판, 수저, 컵에 대한 일반세균을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

조리도구로 칼, 도마, 집게, 대야, 바구니에 대한 일반세균을 조사하였다. A 급식소는 1.0×10^4 CFU/mL 수준을 나타내었으며, B 급식소는 1.0×10^5 CFU/mL 수준을 그리고 나머지 급식소는 비교적 이 보다 낮은 1.0×10^3 CFU/mL 수

Table 3. Detection of pathogenic bacteria for water

Samples	Sources	*E. coli*					*salmonella*						*staphylococcus*			
		G	TSI	MR/VP	Citrate	LIM	G	TSI	MR/VP	Citrate	Urease	LIM	G	H_2O_2	DNase	Coagulase
a	A			*			–	K/AG	–/+	+	2+	+/+/+	+	+	+	–
	B			*			–	A/AG	–/+	+	4+	–/+/+			*	
	C			*			–	K/K	+/-		4+	+/+/+	+	–	–	
	D			*						*					*	
	E			*						*					*	
b	A			*						*					*	
	B			*						*					*	
	C			*						*					*	
	D			*						*					*	
	E			*						*					*	

*; No evidence of contamination, a; Drinking Water, b; Waterworks, G; Gram staining.

Table 4. Total number of bacteria detected in kitchen utensils

Standard plate counter (CFU/mL)					
Samples \ Sources	A	B	C	D	E
Kitchen knife	4.12×10^4	9.20×10^5	4.04×10^5	1.08×10^3	1.04×10^3
Cutting board	1.96×10^4	7.60×10^3	2.53×10^3	1.83×10^3	2.85×10^3
Dining nipper	5.33×10^4	6.54×10^5	2.87×10^3	1.44×10^3	1.69×10^3
Washbowl	6.21×10^4	3.06×10^4	1.97×10^4	8.50×10^5	2.70×10^3
Wicker basket	4.90×10^4	9.71×10^5	†	1.84×10^3	6.01×10^2
Dining tray	2.78×10^4	1.47×10^6	1.04×10^3	1.59×10^5	1.27×10^3
Spoon & chopsticks	$3.24\ 10^4$	$1.00\ 10^3$	$1.05\ 10^3$	$2.82\ 10^3$	$1.94\ 10^3$
Cup	$3.02\ 10^4$	$1.30\ 10^6$	$3.80\ 10^3$	$1.06\ 10^2$	$5.59\ 10^2$

†; Not sampling

준을 나타내었다.

특히, 칼의 경우 5곳의 급식소 중 A 급식소에서 1.0×10^4 CFU/mL, B, C의 급식소는 1.0×10^5 CFU/mL로 일반세균수가 D, E 급식소 보다 많이 검출되었다.

대야의 경우 D 급식소가 1.0×10^5 CFU/mL 수준으로 가장 높았으며, 바구니의 경우도 B 급식소가 1.0×10^6 CFU/mL에 가까울 정도로 높게 나타났다. 배식 시 위생장갑을 끼고 배식을 하는 C 급식소를 제외한 모든 급식소의 경우 집게를 사용하였다. 그 중 B 급식소의 배식용 집게에서 일반세균수가 1.0×10^5 CFU/mL로 다른 장소 보다 높게 조사되었다.

이렇듯 조리기구의 일반세균수 분포는 급식소에 따라 유의적 차이를 보였으며, 조리기구에 대한 세척 및 소독을 철저히 하고 용도별로 분리 사용하여 교차오염을 미연에 방지할 수 있는 중점적인 위생관리가 필요하다고 본다.

한편, 배식 기구인 식판, 수저, 컵의 미생물 오염정도를 분석한 결과 최저 1.0×10^2~1.0×10^6 CFU/mL까지의 오염도가 나타났으며 B 급식소가 평균 1.0×10^5 CFU/mL으로 높았고 E 급식소가 평균 1.0×10^2 CFU/mL 수준으로 비교적 낮게 평가되었다.

특히, B급식소는 소독기 고장으로 소독이 되지 않은 곳이었으므로 일반세균수가 가장 높게 검출되었다고 생각되며, 이러한 결과로 미루어 소독기의 유무나 소독기 자체의 올바른 상태 유지 및 사용 방법, 동선을 고려한 배치상태 등에 따라서도 오염도에 차이가 나타날 수 있음을 유추할 수 있다.[22]

Luck과 Gavron에 의하면 잘 세척된 기구들은 일반적으로 100 cm^2당 2.0×10^2 CFU/mL 이하의 세균이 존재한다고 보고하고 있다.[23] 또한 Harrigan과 McCance[24]의 기준과 비교해 볼 때 일부 만족할 만한 수준을 보이기도 하였으나 대부분이 시정이 필요하거나 즉각적인 조치를 강구해야 되는 것으로 평가되었다. 급식소에서 사용하는 도구들의 세척에 더 많은 노력을 기울여야 하며 학교 급식소의 비 만족스러운 기구들에 대해서는 위생표준작업기준(Sanitation Standard Operating Procedures : SSOP)의 장소로 지정하여 위생에 특별한 관리와 철저한 소독 방법을 고려해야만 할 것으로 본다.

조리도구 및 배식 기구에서의 병원성 미생물 분석 – 학교급식소에서 조리 및 배식에 사용하고 있는 여러 가지 도구에 대해 *E. coli, salmonella* 그리고 급식소의 조리도구에 오염되기 쉬운 *staphylococcus*에 대한 생화학적 동정[20-21]을 하였으며, 결과는 Table 5와 같다.

조리도구에서는 C, E 급식소의 칼에서 *E. coli*의 검출로 칼의 위생상태의 심각성을 확인 할 수 있었다. 전처리용 기구인 칼의 경우 육류용, 야채용, 생선용, 전처리용으로 분리 사용하므로 교차 오염을 막으며 세척 및 소독에 각별한 주의를 기울여야할 것으로 보인다.

주변기구의 위해 분석

주변기구의 일반세균 – 학교급식소 내 음식물의 보관과 주

Table 5. Detection of pathogenic bacteria in kitchen utensils

Samples	Sources	*E. coli*					*Salmonella*						*Staphylococcus*			
		G	TSI	MR/VP	Citrate	LIM	G	TSI	MR/VP	Citrate	Urease	LIM	G	H_2O_2	DNase	Coagulase
a	A	–	A/AG	–/+	+	–/–/–	–	K/AG	–/+	–	2+	–/+/+			*	
	B	–	A/AG	–/+	+	–/–/+				*					*	
	C	–	A/AG	+/–	-	–/–/+				*					*	
	D	–	A/AG	+/–	+	–/–/+				*					*	
	E	–	A/AG	+/–	–	–/+/+				*					*	
b	A			*			–	K/AG	+/–		4+	+/+/+			*	
	B	+	A/A	–/+	+	–/–/+				*					*	
	C	–	A/AG	+/–	-	–/–/+				*					*	
	D	+	A/AG	+/–	+	–/+/+				*					*	
	E			*						*					*	
c	A	–	A/AG	–/+	-	–/–/+				*					*	
	B	–	K/AG	–/+	-	–/–/+				*			-	+	+	
	C			*						*					*	
	D			*						*					*	
	E	–	A/AG	+/–	+	–/–/+				*			–	–	–	
d	A			*						*					*	
	B	+	A/AG	+/–	+	–/–/+				*					*	
	C	–	A/A H_2S	–/+	+	–/–/+	–	K/K	–/+	–	2+	–/+/+			*	
	D			*						*			+	–	–	
	E			*						*					*	
e	A	–	A/AG	–/+	+	–/+/+				*					*	
	B	–	A/AG	–/+	+	–/–/+	+	K/K	+/–	–	4+	–/+/+			*	
	C			†												
	D			*						*					*	
	E			*						*					*	
f	A			*						*					*	
	B	–	A/AG	–/+	-	–/–/+				*					*	
	C			*						*					*	
	D			*						*					*	
	E			*						*					*	
g	A			*						*					*	
	B			*						*					*	
	C			*						*					*	
	D			*						*					*	
	E			*						*					*	
h	A	–	K/K	–/+	–	–/–/–				*					*	
	B	–	K/A	–/+	+	–/–/+				*					*	
	C			*						*					*	
	D			*						*					*	
	E			*						*			+	+	–	

* No evidence of contamination. †Not sampling. a; Kitchen knife, b; Cutting board, c; Dining nipper, d; Washbowl, e; Wicker basket, f; Dining tray, g; Spoon & chopsticks, h; Cup, G; Gram staining.

변기구들에 대한 일반세균의 실험결과를 Table 6과 같다. 행주의 경우 A, E 급식소에서 일반세균수 1.0×10^2 CFU/mL로 비교적 위생상태가 양호하였으나 B 급식소의 배식대에서 1.0×10^5 CFU/mL로 높게 나타났다. 소독기, 냉장고의 경우 D급식소 일반세균수가 1.0×10^2 CFU/mL를 제외한 A, B, C, E의 급식소에 1.0×10^3 CFU/mL이상으로 오염되어 있었

Table 6. Total number of bacteria detected in kitchen equipment

Standard plate counter (CFU/mL)					
Samples \ Sources	A	B	C	D	E
Dishcloth	2.05×10^2	4.08×10^4	1.09×10^4	1.00×10^3	5.07×10^2
Arrange table	7.22×10^3	3.93×10^5	6.91×10^4	4.51×10^2	2.19×10^3
Disinfector	3.19×10^4	7.10×10^3	4.35×10^3	3.30×10^3	6.59×10^3
Refrigerator	3.10×10^4	5.19×10^3	2.62×10^3	1.60×10^3	1.35×10^3

다. 급식소내의 조리도구 및 배식 기구, 주변기구에 대한 일반세균의 증가나 감소 여부는 조리 종사자의 위생개념의 인식에 따라 많은 차이를 나타내는 것으로 본다.

기구설비 및 용기에 대한 미생물 수준을 평가하는데 있어서 Harrigan과 McCance[24]은 표면 200 cm^2당 1.0×10^3 CFU/mL 미만으로 보고, Solberg *et al.*[25] 등이 제시한 식품 접촉 용기의 잠정적 위험수준이 10 CFU 이하/12.4 cm^2(161 CFU/200 cm^2=2.2 Log CFU/200 cm^2)로 D, E 급식소의 기구에 대한 위생 상태는 양호하였지만 A, B, C 급식소의 위생 상태는 안심할 만한 수준은 아닌 것으로 확인되었다.

따라서 조리도구 및 배식기구, 주변기기에 대한 세척 방법의 개량이 요구되며 세척제를 사용하여 세척한 후 소독제에 담가 일정 시간 소독한 후 말려 재 사용하는 방법이 모든 경우 적용되어야 할 것으로 보인다.

주변기구에서의 병원성 미생물 분석 – 학교 급식소내의 주변기구인 행주, 배식대, 소독기, 냉장고에서 *E. coli, salmonella* 그리고 급식소의 오염되기 쉬운 *staphylococcus*에 대한 생화학적 동정 결과는 Table 7과 같다.

병원성 미생물인 *E. coli, salmonella*는 주변기구에서 전혀 검출되지 않은데 비해 E 급식소 냉장고의 경우 *staphylococcus*가 검출되었다. 냉장고의 경우 매일 청소하는 공간이지만 음식물의 반입 반출로 인해 온도 변화가 생기므로 철저한 온도 관리와 올바른 세척및 소독이 필요할 것으로 보인다. 또한 식품에 존재하는 미생물 중 저온성 세균(phychrotrophic bacteria)의 존재는 식품의 냉장 저장 시 식품 부패와 식중독균의 성장에 관련되기 때문에 중요하며,[26] 특히 모든 *staphylococcus aureus* 균주에서 생성되는 혈장응고효소(coagulase)는 식중독 원인이 되어 사람에게서 감염을 일으키는 주요 원인균에 속한다.[27] 따라서, 본 연구에서 검출된 *staphylococcus*는 A 장소의 식수에서는 coagulase 음성(CNS; coagulase negative *staphylococcus*)균주인 것으로 확인되었으며, E 장소의 냉장고와 고무장갑, D 장소의 손에서는 coagulase 양성(CPS; coagulase positive *staphylococcus*)균주가 검출되었다. 즉, 본 연구에서는 75%가 CPS였으며,

Table 7. Detection of pathogenic bacteria in kitchen equipment

Samples	Sources	*E. coli*					*salmonella*						*staphylococcus*			
		G	TSI	MR/VP	Citrate	LIM	G	TSI	MR/VP	Citrate	Urease	LIM	G	H_2O_2	DNase	Coagulase
a	A			*						*					*	
	B	–	A/AG	+/–	+	–/+/+				*					*	
	C			*						*					*	
	D	–	A/AG	+/–	+	–/+/+				*					*	
	E			*						*					*	
b	A	–	A/AG	–/+	+	–/–/+				*					*	
	B	–	K/K	–/+	–	–/–/+				*					*	
	C			*						*					*	
	D			*						*					*	
	E			*						*			+	+	–	
c	A			*						*					*	
	B			*			–	K/K	–/+	–	2+	–/+/–			*	
	C	–	A/AG	+/–	+	–/–/+				*					*	
	D			*						*			–	–	–	
	E			*						*					*	
d	A			*						*					*	
	B			*						*					*	
	C	–	A/AG	+/–	+	–/–/+	–	K/K	–/+	–	2+	–/+/+			*	
	D	–	A/AG	+/–	–	–/–/+				*					*	
	E			*						*			+	+	+	+

*; No evidence of contamination, a; Dishcloth, b; Arrange table, c; Disinfector, d; Refrigerator, G; Gram staining.

25%가 CNS 균주였다고 볼 수 있다. 1991, IAN[28]는 건강한 양에서 분리한 *staphylococcus* 중 내독소 균주이면서 74%는 coagulase 양성(CPS; coagulase positive *staphylococcus*)이고 22%는 coagulase 음성이었다고 발표한 바 있듯이, 이는 *staphylococcus*에 오염된 식품 중에는 CPS와 CNS가 공존하거나 따로 존재할 수도 있음을 시사한다.

조리종사자의 위해 분석

조리종사자의 일반세균 – 학교급식소 내에서 조리 종사자에 대한 일반세균의 실험결과를 Table 8과 같다. 손, 고무장갑, 앞치마의 일반세균수는 B 급식소가 1.0×10^5~1.0×10^6 CFU/ml로 가장 높았으며, E급식소의 앞치마가 가장 위생상태가 양호한 것으로 나타났다.

이와 같이 급식소에 따른 현저한 차이는 개인위생교육 및 조리종사자의 위생에 대한 인식이 급식소마다 차이가 있었음을 반영한다. 이를 위하여 각 급식소마다 조리종사자에 대한 위생교육이 철저하게 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보이며 대부분 식중독 발생 시 오염된 식재료, 조리된 음식과 밀접한 관련이 있는 조리도구 및 배식 기구, 주변기구, 조리종사자의 손 등[29]임을 확인해 볼 때 급식소 내부 위해 요소에 대한 중점관리가 철저히 이루어져야 할 것으로 보인다.

따라서 급식소에 근무하는 종사자들의 개인위생을 향상시키기 위해 급식소 내의 별도의 세척과 소독을 위한 시설 설치와 운영이 필요할 것으로 보인다.

조리종사자의 병원미생물 분석 – 학교급식소에서 조리 종사자에 대해 *E. coli, salmonella* 그리고 급식소의 조리 종사자에게 오염되기 쉬운 *staphylococcus*에 대한 생화학적 동정을 하였으며[20,21] Table 9와 같은 결과를 얻게 되었다.

모든 급식소에서 *E. coli, salmonella* 균의 검출이 없었는데 비해 D 급식소 조리종사자의 손과 E 급식소 앞치마에서 *staphylococcus* 균이 검출되었으므로 조리종사자의 개인위생과 위생개념에 따른 교육이 시행되지 않으면 2차적인 교차오염이 예상될 수도 있음을 나타내고 있다.

조리된 식품의 위해 분석

조리된 식품에서의 일반세균 – 5곳의 급식소에서 조리된 식품들의 일반세균에 대한 실험결과는 Table 10과 같다. 가열 조리 공정을 거치는 우동을 포함한 8종의 시료에서 일반세균수는 평균 1.0×10^3 CFU/mL으로 나타났지만, 가열 조리 공정을 거치지 않는 5곳의 급식소에서 sampling한 김치 중 4곳에서 일반세균수가 1.0×10^5 CFU/mL 이상으로, 특히 E 급식소에서는 1.0×10^7 CFU/mL까지 검출되었으므로, 김치를 담그는 경우 재료의 철저한 세척과 소독이 이루어 져야 할 것으로 보인다. 특히 조리된 식품의 경우 가열 온도

Table 8. Total number of bacteria detected in cook employees

Standard plate counter (CFU/mL)					
Sources / Samples	A	B	C	D	E
Hands	3.94×10^4	9.20×10^5	1.68×10^3	8.00×10^2	1.58×10^2
Rubber gloves	5.26×10^4	1.39×10^6	6.16×10^3	1.05×10^3	3.04×10^3
Apron	6.61×10^4	1.06×10^6	7.20×10^3	1.24×10^3	5.03×10

Table 9. Detection of pathogenic bacteria in cook employees

Samples	Sources	*E. coli*					*salmonella*						*staphylococcus*			
		G	TSI	MR/VP	Citrate	LIM	G	TSI	MR/VP	Citrate	Urease	LIM	G	H_2O_2	DNase	Coagulase
a	A			*						*					*	
	B	+	A/AG	+/-	+	–/–/+				*					*	
	C	–	A/AG	–/+	–	–/–/v				*					*	
	D			*						*			+	+	+	+
	E			*						*					*	
b	A	–	A/AG	+/-	+	–/–/+				*					*	
	B	–	K/AG	–/+	–	–/–/+				*					*	
	C			*						*					*	
	D	–	A/AG	–/+	–	–/–/+				*					*	
	E			*						*					*	
c	A	+	K/K	–/+	–	–/–/–				*					*	
	B	–	K/AG	–/+	+	–/–/+				*					*	
	C			*						*					*	
	D	+	A/AG	+/–	–	–/–/+				*					*	
	E			*						*			+	+	+	+

*; No evidence of contamination, †; Not sampling, a; Hands, b; Rubber gloves, c; Apron, G; Gram staining.

및 시간이 중요한 관리점이 될 수 있음을 알 수 있다.

식품공전에서 반찬류에 대한 일반세균수의 허용기준은 규정되어 있지 않으나, 미국 육군 Natick 연구소의 지침서[30]에서는 조리된 음식내의 미생물 기준 한계치로, 총균수는 1.0×10^5 CFU/mL, 대장균군수는 1.0×10^2 CFU/mL 이하로 정하고 있다. 이러한 기준 한계치를 고려할 때 조리된 음식 중 대부분이 위생상태가 좋았다. 따라서 급식소에서는 원재료의 세심한 선택과 조리과정 중의 가열공정에 각별히 신경을 써야할 것으로 보인다.

Table 10. Total number of bacteria detected in cooked foods

Standard plate counter (CFU / mL)					
Samples \ Sources	A	B	C	D	E
Kimchi	2.60×10^3	3.95×10^6	$1.30\ 10^7$	4.55×10^5	4.61×10^5
Wheat noodles	5.08×10^5	†	†	†	†
Pizza	1.35×10^3	†	†	†	†
Seasoned rice cake	†	5.40×10^4	†	†	†
Panfried food	†	3.04×10^2	†	†	†
Small red-bean porridge	†	†	4.73×10^3	8.02×10^2	†
Hot dog	†	†	2.60×10^3	†	†
Chopped roast chicken	†	†	†	†	2.59×10^2
Seasoned bean sprouts	†	†	†	†	3.50×10^3

†; Not sampling.

조리된 식품에서의 병원성 미생물 분석 – 학교급식소에서 조리된 식품들에 대해 식품공전의 기준에 의해 *E. coli, salmonella, vibrio*와 *staphylococcus*에 대한 미생물학적 실험을 하였으며, 그 결과는 Table 11과 같았다. *salmonella, vibrio, staphylococcus*는 전혀 검출되지 않았으나 E 급식소의 김치에서 *E. coli*가 검출되었다. 숙채류는 조리에 첨가하는 재료 중 한 가지 이상 데치거나 볶는 과정을 거치므로 가열 처리를 전혀 거치지 않는 생채류에 비해 평균적으로 미생물 오염 정도가 덜하다는 곽 등(1995)[31]의 결과와 동일하였으며, 일반적으로 식품내의 온도가 60~74°C 범주 내에 있을 때는 세균의 증식은 없으나, 생존하므로 잠재적인 미생물적 위험이 존재한다고 볼 수 있다. 그러므로 볶음류는 HEW[32]의 16~38°C 사이의 온도대에서 2시간 이상 방치해서는 안 된다는 이론이 지켜져야 할 것이며, 이러한 관점에서 볼 때 가열과정을 전혀 거치지 않는 김치에서의 *E-coli* 검출은 충분히 가능성이 있다고 볼 수 있다.

결과적으로, E 장소는 일반세균 상태가 다른 장소에 비하여 비교적 양호하였으나 병원성 미생물인 *E-coli*나 *staphylococcus*가 검출되었으며, 반면, B 장소의 경우는 물, 조리도구, 배식 도구, 주변기기, 조리종사자, 식품등 모든 종류의 검체에서 일반세균이 가장 높게 나타났으나, 병원성 미생물은 전혀 검출되지 않았다. 이는 일반세균과 병원성 미생물은

Table 11. Detection of pathogenic bacteria in cooked foods

Samples	Sources	*E. coli*					*salmonella*						*staphylococcus*			
		G	TSI	MR/VP	Citrate	LIM	G	TSI	MR/VP	Citrate	Urease	LIM	G	H_2O_2	DNase	Coagulase
a	A	–	KA/G	+/–	–	–/–/+	–	K/AG	+/–	+	2+	+/+/+			*	
	B	–	A/AG	–/+	+	–/–/+	–	A/AG	–/+	–	2+	+/+/+			*	
	C	–	A/AG	+/–	+	–/–/+	–	K/AG	–/+	+	–	–/+/+			*	
	D	–	K/KGH 2S	–/+	–	+/+/+				*					*	
	E	–	A/AG	+/–	–	+/+/+	–	A/AG	+/–		4+	+/+/+			*	
b	A	–	A/AG	+/–		–/+/+	–	K/AG	+/–	–	2+	+/+/+			*	
c	A			*						*					*	
d	B			*			–	K/AG	–/+	+	2+	+/+/+			*	
e	B	–	A/AG	+/–	–	–/+/+	–	A/AG	+/–	+	-	+/+/+			*	
f	C			*						*					*	
	D			*						*					*	
g	C			*						*					*	
h	E			*						*					*	
i	E			*			–	A/AG	–/+		2+	–/+/–			*	

*; No evidence of contamination, a; Kimchi, b; Wheat noodles, c; Pizza., d; Seasoned rice cake,
e; Panfried food, f; Small red-bean porridge, g; Hot dog, h; Chopped roast chicken,
i; Seasoned bean sprouts, G; Gram staining.

위생상태와 밀접한 관련성을 가지지만 반드시 공존하는 것이 아니므로 본 연구와 같은 분리된 접근 방법이 필요하다고 본다.

이상과 같은 단체 급식장에서의 기본위생 개념과 연관된 유해 미생물의 분석에서 나타난 결과로 미루어 HACCP을 위한 계획에 있어서, 특히 위해 분석(Hazard Analysis)은 HACCP 7원칙중 첫 번째 원칙[33]이며 가장 필수적인 절차로 간주되고 있음이 마땅하다고 본다. 특히 Sperber등(1998)[34]에 의하면 HACCP system을 도입하기 이전에 선행되어야 하는 활동들은 특정과정이나 식품을 다루기보다는 급식소나 아니면 조직전체규모에서 이루어지는 프로그램이 대부분이며 시설설비, 훈련, 생산 설비 등을 그 예로 들고, 이러한 활동들은 HACCP 프로그램의 일부분은 아니라고 지적하기도 하였지만, 궁극적으로 HACCP 제도는 무결점(zero-defect)식품을 생산하기 위한 제도로서 체계적 위생설비, 위생관리, 개인적인 위생지식과 실천이 갖추어져야만 가능한 것이다. 이를 위해 위생표준 작업기준(SSOP)이 선결조건으로 수행되어야할 것이다. 따라서, 본 연구는 이러한 위생표준 작업기준 실천을 위한 기초적 자료를 구축하는데 그 의의를 두고자 한다.

국문요약

본 연구의 두 가지 목적은 서부경남지역 초등학교 급식환경에 대한 위생학적, 미생물학적 안전성 평가와 SSOP (Sanitation Standard Operation Procedures)실천을 위한 자료구축이다. 식수와 상수원수, 조리, 배식도구, 주변기구, 조리종사자와 조리된 음식으로부터 총 97개의 시료를 채취하여 일반세균, *E. coli, salmonella, yersinia, vibrio parahaemolyticus, staphylococcus*와 같은 각종 병원성균에 대한 생화학적 분석을 하였다. 조사 결과 일반 세균수는 최저 1.0×10^2 CFU/mL에서 최고 1.0×10^7 CFU/mL로 식품 안전성 수준을 초과하였다. 특히 조리된 식품에 있어서는, 4곳의 가열 공정 과정을 거치지 않은 김치에서 1.0×10^5 CFU/mL 이상의 일반세균이 검출되었다. 전반적으로, B 장소의 일반 세균수가 다른 장소들에 비하여 높았다. 또한 병원성 미생물 수준에 있어서는 C와 E 급식소의 칼과 E 급식소의 김치에서 *E.coli*가 분리되었으며, A 급식소의 식수, D 급식소의 손, E 급식소의 냉장고와 앞치마에서는 황색포도상구균이 검출되었다. 반면 *salmonella, vibrio*와 *yersinia*는 어느 시료에서도 검출되지 않았다. 결과적으로, 학교 급식에서 일반 세균과 병원성 미생물이 존재하는 것은 위생 실천과 밀접하게 연관되어 있으며, 학교 급식소에서 이러한 미생물 오염을 감소시키기 위해서는 보다 체계적이고 효율적인 위생관리가 요망된다.

참고문헌

1. 이용욱: 학교급식의 위생 안전성 확보 방안, 전국영양사회 학술대회자료집, 대한영양사회, 23-47 (1997).
2. 이승용, 장영수, 최희진: 우리나라 HACCP 제도 실시 현황 및 추진전망-단체 급식을 중심으로-, 식품 산업과 영양, **4**(3), 14-26 (1999).
3. 곽동경, 박선희, 강영재, 류경, 장혜자, 문혜경, 김선희, 박신정: 학교 급식의 HACCP제도 도입 및 위생관리 시스템 구축, 99 교육부 정책과제보고서 (1999).
4. Jong-Koo Lee: Food Poisoning and Contamination Related to Institutional Food services, *Korean J. Community Nutrition*, **4**(4), 632-639 (1999).
5. Tanaka J. Springen K., Annin P., Hager M., Hhomas R.: *E. coli* Alert, *Newsweek* (Sept1), 36, (1997).
6. APHA: Control of communicable diseases manual, APHA, 124 (1995).
7. Japanese Health and Welfare Statistics Association: Health and welfare statistics in japan, *Japanese health and welfare statistics association*, **69** (1995).
8. Eun-Seon Kim and Deok-Young Jhon: Rapid detection of enterotoxigenic *staphyloccus aureus* by polymerase chain reaction, *Korean J. Food SCI. Technol.*, **28**(6), 1001-1008 (1996)
9. Jong-Gyu Kim: Analysis of problems of food service establishments contributing to food poisoning outbreaks discovered through the epidemiological studies of some outbreaks, *J. Fd Hyg. Safety*, **12**(3), 240-253 (1997).
10. *Staphylococcus aureus*. http://www.hrs.co.kr/new/haccp.htm (2001).
11. Bryan, F.L. Factors that contribute to outbreaks of foodborne disease. *J. Food Prot*, **41**, 816 (1978).
12. Synder, O.P.: HACCP in the retail food industry. *Dairy Food and Environ. Sanitat.*, **11**(2), 73-81 (1991).
13. Synder, O.P.: Food safety 2000 ; Applying HACCP for food safety assurance in the 21st century, *Dairy Food and Environ.*

Sanitat., **10**(4), 197-204 (1990).
14. 조혜영: '학교급식위해요소 관리기준제도'의 도입 - 식중독 근절을 위한 위생관리 시스템. 교육부학교시설환경과.
15. 정동관: 국내식품의 미생물오염 현황 및 안전성 확보 방안 - 병원과 학교 단체급식소의 환경미생물 평가, 한국식품안전성연구회 심포지엄, 63-73 (2000).
16. Synder, O.P.: HACCP-anindustry food safety self-control program-part VII (Basic considerations in environment facilities and equipment control). *Dairy Food and Environ. Sanitat*., **12**, 574-577 (1992).
17. Hee-Kyoung Park, Kyung-Lip Kim, Hye-Won Shin, Seung-Hee Kye and Wha-Chun Yoo: Evaluation of microbiological hazards of cooking utensils and environment of mass catering establishments, *J. Fd Hyg. Safety*, **15**(4), 315-323 (2000).
18. Jean, F.M.: Biochemical tests for identification of Medical Bacteria (2000).
19. 박희경, 김경립, 신혜원, 계승희, 유화춘: 급식장의 조리기구. 용기 및 작업환경에 대한 미생물학적 위해 분석, Fd *Hyg. Safety*, **15**(4), 315-323 (2000).
20. 식품의약품 안전청: 식품공전, 7판, 문영사.
21. Elmer, W.K., Stephen, D.A., V.R. Dowell, Jr., Herbert, M.S.: *Diagnostic Microbiology*, 2 ed, J.B. Lippincott Company, **100-123**, 279-280 (1983).
22. 박영선, 정준현: 대구지역 초등학교 급식시설 환경실태 및 운영 만족도, 대한가정학회지, **34**(4), 75-86 (1996).
23. Luck, Hand H. Gavron: Quality control in the dairy industry in "The microbiology of milk products," *Elsevier applied science,* London (1990).
24. Harrigan W.F. and McCance M.E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press Inc. Ltd., N.Y. (1976).
25. Solberg, M., Buckalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner, D.W., O'Neill, K., McDowell, J., Post, L.S., and Boderck, M.: Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol*, **44**(12), 68-73 (1990).
26. 정동관: 병원과 학교 단체 급식소의 환경미생물 평가.
27. Lawrence, C., M. Cosseron, O. Mimoz, C. Brun-Buisson, Y. Costa, K. Sammii, J. Duval, and R. Leclercq: Use of the coagulase gene typing method for the detection of carriers of methicilline-resistant *Staphylococcus aureus*, *J. Antimicrob. Chemother*, **37**, 687-696 (1996).
28. Ian, G.W., James, E.C., Arthur, G.: Detection of Enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in Dried Skimmed Milk: Use of the Polymerase Chain Reaction for Amplification and Detection of Staphylococcal Enterotoxin Genes *entB* and *entC1* and the Thermonuclease Gen *nuc*, *Applied and Environmental Microbiology*, **57**(6), 1793-1798 (1991).
29. Bobeng, B.J. *et al*., HACCP model for quality control of entree production and hospital foodservice systems(I), *J. Am. Dietet. Assoc*. **73**, 524-529 (1978).
30. Silverman, G.T., Carpenter, D.F., Munsey, D.T. and Rowley, D.B.J.: 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, Mass (1976).
31. 곽동경, 남순란, 김정리, 박신정, 서소영, 김성희, 최은희: 공동조리 학교 급식의 미생물적 품질보증을 위한 위험요인 분석, *Korean J, Soc. Food Sci*., **11**(3), 249-260 (1995).
32. HEW.: "Foodseivice sanitation manual." GEW Pub., No(FDA) 78-2081, U.S. Govt. Printing office Washington D.C.(1978).
33. Beckers, H.J.: Microbiology and food hygiene in mass catering, *Catering & Health*, **1**(1), 3-5 (1988).
34. Sperber, W.H., Stevenson, K.E., Bernard, D.T., Deibel, K.E., Moberg, L.J., Hontz, L.R., Scott, V.N.: The role of prerequisite programs in managing a HACCP System. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, **18**(7), 418-423 (1998).