pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 29, No. 3, pp. 189~194 (2014)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2014.29.3.189

**Journal of Food Hygiene and Safety**
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

# 학교 급식설비 및 집기류의 미생물학적 위해요소 분석

**홍승희***
신한대학교 식품조리과학부

# The Microbiological Assessment and Identification of Food Utensils and Food Service Facilities in School

Seung-Hee Hong*
*Division of Food Science and Culinary Arts, Food and Nutrition Major, Shinhan University, Uijeongbu, Gyeonggi 480-701, Korea*
(Received May 12, 2014/Revised June 15, 2014/Accepted July 10, 2014)

**ABSTRACT** - This study was conducted to evaluate microorganism contamination of food utensils and service facilities in school and to prevent hazards by food poisoning occurrence. As a result, the highest number of microorganism growth plate (12.3 ± 2.6) was detected in total bacteria test plate, and also observed 10.3 ± 3.9 growth plates in *Staphylococcus aureus* test plate and 9.5 ± 3.9 growth plates in *E. coli* and coliform bacteria test plate. But we could detect to the lowest number of growth plates (1.5 ± 1.0) in *Vibrio* test plate. We also assessed that floors were appeared to the highest microorganism contamination rate in food utensils and service facilities. Therefore, 4.5 ± 0.6 growth plates was detected in pre-operation floor and 4.3 ± 1.0 growth plates in floor. And high level of microorganism contamination also observed in tables as 3.3 ± 1.0 growth plates in cooking table and 3.0 ± 0.0 growth plates in dining table. The level of microorganism contamination of food utensils such as kitchen knife, cutting board, and food tray were lower than that in food service facilities. We analysed microorganism contamination according to purpose of use in kitchen knifes and cutting boards. The microorganism contamination rate in fish kitchen knife (2.0 ± 0.8) and fish cutting board (1.3 ± 1.5) were slightly higher than that of others purpose of use. As a result of microorganism identification, various strains of microorganism were contaminated in food service facilities and some strains could detected more than two times. Especially, *Staphylococcus aureus* was repeatedly identified in cooking table, trench, and kitchen knife. *Bacillus cereus* was identified in kitchen knife, and then *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas aeruginosa* were also detected in food utensils and service facilities as known to food spoilage microorganisms. *Klebsiella pneumoniae* was detected four times repeat, which widely distribute natural environment as normal bacterial flora but sometimes cause acute pneumonia. These results suggest that food utensils and service facilities are contaminated with not only major food poisoning microorganisms such as *Staphylococcus aureus*, but also food spoilage microorganisms. Taken together, strict personal hygiene control and efficient food service facilities management will be needed to enhance food safety in school feeding and to improve student health.

**Key words :** Food service facilities, Microorganism, Contamination

학교급식은 성장기 청소년들의 발달과 건강을 증진시켜서 국민의 건강을 더욱 높일 수 있도록 하며, 심신의 발달을 도와주고 개선하기 위하여 어린이 및 청소년기에 필요로 하는 적절한 영양을 공급해주고 올바른 식생활을 실천할 수 있도록 실시하고 있다. 우리나라의 학교급식은 1990년대 초에 시작되어 2003년 초등학교, 중학교, 고등학교의 전면 급식이 실시된 후에 2012년에는 100%에 해당하는 학교가 학교급식을 실시하고 있다. 2011년에 총 11,476개의 학교에서 매일 697만 명의 학교급식이 실시되었다. 위와 같이 학교급식은 최근에 양적으로 급격히 증가하여 1997년 58.4%이던 급식학교 비율이 2012년에는 100%로 확대되었다. 급식학생 비율도 1997년 38.5%에서 2012년 99.5%로 증가하였다[1]. 그러나 학교급식이 양적으로 급격하게 증가되고 있지만 학교급식의 안전성 확보가 미흡한 실정이다. 학교급식처럼 단체급식은 다량의 인원

*Correspondence to: Seung-Hee Hong, Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University 95 Hoarm-ro, Uijeongbu, Gyeonggi 480-701, Korea
Tel: 82-31-870-3516, Fax: 82-31-870-3519
E-mail: hsh@shinhan.ac.kr

에게 동시에 급식이 이루어지기 때문에 한 번의 오염으로도 대규모의 식중독을 유발할 수 있다. 또한 학교급식을 위한 위생관리를 철저히 한다하여도 종사자의 위생 불량이나 조리시설의 교차오염 등을 통하여 언제든지 식중독이 발생할 수 있는 가능성이 매우 높은 특징이 있다[2,3]. 학교급식 시설의 노후화 및 환경의 열악함, 원재료의 안전성, 식품의 저장·보관 등의 관리 및 환경, 위생관리체계의 미비 등이 학교급식의 안전성을 위협하는 요인으로 알려져 있다[4,5,6]. 이러한 학교급식의 안전성을 확보하기 위하여 사전 예방적인 관리체계로 알려진 위해요소중점관리제도인 HACCP (Hazard analysis critical control point)을 학교급식에 도입하여 철저한 위생관리를 하기 위한 노력들이 진행되고 있다[7,8]. 또한 식자재의 품질 및 안전을 보장하기 위하여 농산물우수관리제도인 GAP (Good agricultural practices)를 실시하여 농산물의 생산 및 재배와 유통단계에서 발생할 수 있는 미생물이나 농약 등 위해요소를 사전에 제거하기 위한 시도들이 이루어지고 있다[9,10].

집단급식소 식중독 발생의 특징은 발생건수 당 환자수가 많다는 점이다. 우리나라에서 식중독 발생건수가 가장 많은 곳은 음식점으로 2013년에는 134건이 발생하였고 환자수는 1,297명으로 보고되었다[11]. 반면에, 2013년 학교급식에서 발생한 식중독은 46건으로 음식점보다 발생건수가 적지만 환자수는 2,340명으로 집단급식소의 특징을 잘 나타내고 있다. 학교급식의 식중독 발생건수는 2011년 30건 이후 2012년에는 54건, 2013년에는 46건으로 2012년에 비하여 2013년에 약간 감소하는 경향을 보이고 있지만 2011년 이후에 갑자기 증가하고 있는 추세이다. 학교급식 식중독 발생건수의 대부분은 직영으로 운영하는 학교에서 발생하고 있다. 하지만 위탁급식을 실시하는 학교의 경우는 급식을 여러 학교가 동시에 제공받음으로써 식중독의 발생건수 당 환자수가 더 많은 것으로 보고되고 있다. 그러므로 학교급식의 안전성 확보를 위하여 그동안의 양적인 확대 정책에서 급식의 질 관리를 위한 방향으로 정책을 전환하여 보다 안전하고 만족도 높은 급식을 제공하려는 노력이 필요할 것으로 보인다.

학교급식에서 식중독을 유발하는 미생물들은 다양하게 분포하고 있으며 일반적으로 조리과정에서 사용되는 기구나 설비에 의한 교차오염으로 인한 음식물의 오염과 조리종사자의 손 등 개인위생의 불량으로 인한 경우들이 대부분을 차지하고 있다[12]. 또한 학교 내 여러 시설과 설비들의 미생물 오염이 매우 심각한 것으로 보고되고 있다[13]. 학교급식의 식중독을 원인물질별로 보면 2012년에는 병원성대장균이 23건으로 1,570명의 가장 많은 환자가 발생하였고, 그 다음에 Norovirus가 19건으로 790명의 환자가 발생하였다. 2013년에는 Norovirus가 19건으로 927명의 환자가 발생하였고 그 다음이 병원성대장균으로 12건의 743명의 환자 발생이 보고되고 있다[11]. 이 외에도 *Campylobacter jejuni*와 *Clostridium perfringens*가 매년 꾸준히 약 5건 내외로 발생하고 있다. 2013년에는 *Bacillus cereus* 2건과 *Salmonella* 식중독 1건이 발생하였다. 전체적으로 학교급식에서 집중적으로 식중독을 일으키는 미생물은 병원성대장균과 Norovirus로 학교급식의 안전성 확보에 가장 큰 문제가 되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 경기도에 위치하는 중등학교 급식실의 시설과 집기류에 대한 미생물 오염정도를 파악하고 오염된 미생물의 종류를 분석하는 방법으로 미생물학적 위해분석을 실시하여 향 후 학교급식의 안전성을 확보하는데 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 채취

본 연구는 경기도에 소재하고 있으며 1일 급식 인원수가 1,000명 이상인 중학교의 급식실을 선정하여 진행하였다. 시료의 채취는 6월초부터 시작하여 1달 간격으로 11월초까지 4번에 걸쳐 같은 장소에서 이루어졌다. 시료를 채취한 시설 및 집기류는 전처리실 바닥, 조리실 바닥, 트렌치, 조리대, 급식식탁, 칼 4개, 도마 4개, 식판 3개, 소쿠리 2개, 고무장갑 등 19곳에서 이루어졌다. 시료 채취 시간은 급식이 끝나고 세척과 소독이 완료된 후에 실시하였다. 시료의 채취 방법은 단체급식업체 등에서 칼, 도마 등 조리 기구나 제조・설비의 오염도를 측정하고 식중독균을 신속하게 검사하도록 개발된 Rodac plate (Komed, Korea)를 이용하여 실시하였다.

### 급식 시설 및 집기류의 미생물 오염도 분석

급식 시설 및 집기류의 오염도 분석을 위하여 5종류의 Rodac plate를 사용하였다. 총 세균 측정용으로 Rodac TPC, 대장균 및 대장균군 측정용으로 Rodac ECC, 황색포도상구균 측정용으로 Rodac STAPH, 살모넬라와 쉬겔라 측정용으로 Rodac SS, 그리고 비브리오 측정용으로 Rodac VRO를 이용하였다. 채취 방법으로는 Rodac plate의 뚜껑을 열고 채취하고자 하는 시료의 표면에 약 3~5초간 접촉한 후 뚜껑을 닫고 37ºC 배양기에서 약 24시간동안 배양하였다. 배양 결과 생성된 집락을 표준 판정표에 따라 집락의 색깔과 집락수를 측정하여 판정하였다.

### 미생물 분리 및 동정

배지에서 생성된 집락의 미생물들을 동정하기 위하여 자동 미생물 동정기기인 VITEC (Biomerieux, France)을 이용하였다. 동정하기 하루 전에 배양된 균주를 29종류의 생화학적 반응기질 및 검사용 약제가 들어있는 카드에 접종하여 분석하였다. 분석에 사용된 카드는 주로 그람음성세균을 동정하는데 사용되는 GNI+와 그람양성세균을 동정할

수 있는 GPI를 이용하였다. 배양된 균주는 카드에 접종하기 전에 각각 oxidase, catalase, 그리고 coaglase를 미리 측정하였다. 분석 결과는 표준화된 방법으로 동정하여 검출확률(%ID)로 판독하였다.

## 결 과

### 총 미생물 오염수준 분석

19군데의 급식시설 및 집기류에서 반복하여 총 4회에 걸쳐서 5종류의 Rodac plate를 이용하여 미생물을 배양하였다. 그 결과, 배양에 사용된 5종류의 Rodac plate에서 모두 미생물이 배양되었지만, 미생물 배양 빈도수는 plate에 따라 차이가 나는 것을 알 수 있었다(Table 1). 총 세균 측정용 TPC에서 12.3 ± 2.6건으로 가장 많은 미생물이 배양되었고, 황색포도상구균 측정용 STAPH에서 10.3 ± 3.9건으로 많은 미생물이 검출되었다. 대장균 측정용인 ECC에서도 9.5 ± 3.9건으로 미생물이 배양되었다. 그러나 비브리오 검출용인 VRO에서는 1.5 ± 1.0건으로 가장 적은 미생물이 배양되었다. 이러한 결과로서 알 수 있는 것은 학교 급식시설에 황색포도상구균과 대장균군의 오염도가 높을 것으로 예상되며, 반면에 비브리오나 살모넬라 오염 가능성은 낮을 것으로 추측된다.

**Table 1.** Growth frequency of microorganisms in Rodac plates (microorganism growth plate number)

| Sampling \ Plates | TPC[1)] | STAPH[2)] | ECC[3)] | SS[4)] | VRO[5)] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1st | 10.0[6)] | 5.0 | 4.0 | 1.0 | 1.0 |
| 2nd | 10.0 | 10.0 | 11.0 | 4.0 | 1.0 |
| 3rd | 14.0 | 14.0 | 10.0 | 2.0 | 3.0 |
| 4th | 15.0 | 12.0 | 13.0 | 4.0 | 1.0 |
| Mean ± SD | 12.3 ± 2.6 | 10.3 ± 3.9 | 9.5 ± 3.9 | 2.8 ± 1.5 | 1.5 ± 1.0 |

[1)]TPC: Total bacteria test plate, [2)]STAPH: *Staphylococcus aureus* test plate, [3)]ECC: *E. coli* and coliform bacteria test plate, [4)]SS: *Salmonella* and *Shigella* test plate, [5)]VRO: *Vibrio* test plate, [6)]Microorganism growth plate number from nineteen sampling sites in food service facilities

### 급식시설 및 집기류에 따른 미생물 분석

각각의 급식시설에서 미생물 오염도를 분석하기 위하여 전처리실 바닥, 조리대, 조리실 바닥, 트렌치, 급식식탁, 칼, 도마, 식판, 장갑, 소쿠리에서 5종류의 Rodac plate를 이용하여 미생물을 배양하였다. Table 2에서 볼 수 있듯이, 가장 많은 미생물이 오염된 곳은 바닥으로 전처리실 바닥이 4.5 ± 0.6건으로 가장 높고, 조리실 바닥도 4.3 ± 1.0건으로 높게 나타났다. 다음으로 조리대가 3.3 ± 1.0건으로 나타났으며, 급식식탁에서도 3.0 ± 0.0건으로 높은 미생물 오염도를 보여주었다. 반면에 집기류에서는 시설들에 비하여 낮은 미생물 오염도를 보였으며, 특히 도마에서는 0.8 ± 0.5건으로 전처리실 바닥에 비하여 약 1/5 수준의 낮은 미생물 오염도를 보였다. 위의 결과를 종합하면, 전체적으로 급식시설의 바닥이 가장 미생물 오염수준이 높으며 테이블에서도 높은 미생물 오염을 보이고 있으나 칼, 도마, 식판 등 집기류에서는 시설에 비하여 낮은 미생물 오염수준을 보이고 있다. 또한 학생들이 직접 식사를 하는 급식식탁에 미생물 오염수준이 높다는 것은 급식시설에 대한 더욱 철저한 위생관리가 필요할 것으로 생각된다.

### 칼과 도마에서 미생물 분석

급식의 주요 오염 경로중의 하나인 교차오염을 방지하기 위하여 칼과 도마를 구분하여 사용하도록 관리하고 있다[14]. 본 실험에서는 사용목적에 따라 구분하여 사용하고 있는 육류용, 생선용, 야채용, 그리고 완제품용 칼과 도마에서 미생물 오염수준을 5종류의 Rodac plate를 이용하여 분석하였다. 그 결과, 전체적으로 도마에 비하여 칼에서 미생물이 약간 높게 검출되었다(Table 3). 사용용도에 따라 분

**Table 2.** Microorganism growth plate numbers from five Rodac plates in food service facilities

| Facilities \ Sampling | 1st | 2nd | 3rd | 4th | Mean ± SD |
|---|---|---|---|---|---|
| Pre-operation floor | 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.5 ± 0.6 |
| Cooking table | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 3.3 ± 1.0 |
| Floor | 3.0 | 5.0 | 5.0 | 4.0 | 4.3 ± 1.0 |
| Trench | ND[4)] | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 2.8 ± 1.9 |
| Dining table | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 ± 0.0 |
| Kitchen knife[1)] | 0.5 | 1.0 | 2.8 | 1.8 | 1.5 ± 1.0 |
| Cutting board[1)] | 0.5 | 0.8 | 0.5 | 1.5 | 0.8 ± 0.5 |
| Food tray[2)] | ND | 1.0 | 1.7 | 1.7 | 1.1 ± 0.8 |
| Rubber glove | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 1.0 | 1.8 ± 1.0 |
| Basket[3)] | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 3.5 | 2.1 ± 1.1 |

[1)]Kitchen knife, Cutting board: mean of four sampling, [2)]Food tray: mean of three sampling, [3)]Basket: mean of two sampling, [4)]ND: not detected

**Table 3.** Microorganisms growth plate numbers in kitchen knife and cutting board according to purpose of use

| Utensils / Sampling | Kitchen knife | | | | Cutting board | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Meat | Fish | Veget[1)] | Finish[2)] | Meat | Fish | Veget[1)] | Finish[2)] |
| 1st | ND[3)] | 1.0 | 1.0 | ND | 1.0 | ND | 1.0 | ND |
| 2nd | 1.0 | 2.0 | ND | 1.0 | ND | 2.0 | ND | 1.0 |
| 3rd | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | ND | ND | ND |
| 4th | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 3.0 | 1.0 | 3.0 | 2.0 | ND |
| Mean ± SD | 1.3 ± 1.3 | 2.0 ± 0.8 | 1.3 ± 1.3 | 1.5 ± 1.3 | 1.0 ± 0.8 | 1.3 ± 1.5 | 0.8 ± 1.0 | 0.3 ± 0.5 |

[1)]Veget: vegetable, [2)]Finish: finished food, [3)]ND: not detected

**Table 4.** Identification of microorganisms detected in food service facilities

| | 1st | 2nd | 3rd | 4th |
|---|---|---|---|---|
| Pre-operation floor | *Leclercia adecarboxylata* | *Bacillus megaterium*<br>*Leclercia adcarboxylata* | *Acinetobacter calcoaceticus* | *Bacillus licheniformis*<br>*Klebsiella pneumoniae* |
| Floor | *Pseudomonas aeruginosa*<br>*Aeromonas hydrophila* | *Vibrio alginolyticus*<br>*Pseudomonas aeruginosa*<br>*Enterobacter cloacea*<br>*Aeromonas hydrophila*<br>*Klebsiella pneumoniae* | *Vibrio alginolyticus* | |
| Trench | | *Klebsiella pneumoniae* | *Bacillus pumilus*<br>*Pasteurella haemolytica* | *Staphylococcus aureus*<br>*Staphylococcus agalactiae*<br>*Actinobacillus urea* |
| Cooking table | | *Staphylococcus aureus* | | |
| Dining table | *Staphylococcus lentus* | *Bacillus subtilis* | *Pasteurella haemolytica* | |
| Kitchen knife | | *Enterococcus gallinarum* | *Pseudomonas fluorescens*<br>*Bacillus cereus*<br>*Staphylococcus aureus* | *Actinobacillus urea* |
| Food tray | | | *Pasteurella haemolytica* | *Klebsiella pneumoniae* |
| Rubber glove | | *Bacillus amyloliquefaciens* | | *Bacillus licheniformis* |
| Basket | | *Agrobacterium radiobacter* | *Bacillus licheniformis* | *Bacillus licheniformis*<br>*Leclercia adecarboxylata* |

석하면 미생물이 많이 검출된 곳은 생선용 칼로서 2.0 ± 0.8건으로 나타났다. 육류용, 야채용, 완제품용 칼에서는 비슷하게 미생물이 검출되었다. 상대적으로 약간 높은 미생물 오염수준을 보이는 도마는 생선용으로써 1.3 ± 1.5건을 나타냈으며 완제품용은 0.3 ± 0.5건으로 낮게 나타났다. 그러므로 사용용도에 따른 칼과 도마의 미생물 오염도를 보면 생선용 칼과 도마에서 다른 용도로 사용되는 것들에 비하여 상대적으로 약간 높은 미생물 오염수준을 보이는 것을 알 수 있다.

### 미생물의 분리 및 동정

학교 급식시설 및 집기류에서 배양된 미생물을 생화학적 반응 등을 통하여 동정하였다. 그 결과, 다양한 미생물들이 동정되었으며 조리실 바닥에서 가장 많은 미생물들이 분리되었다(Table 4). *Vibrio alginolyticus*는 2건이 확인되었으며 모두 조리실 바닥에 오염되어 있었다. 주요 식중독균 중의 하나인 *Staphylococcus aureus*는 조리대, 트렌치, 칼에서 3번에 걸쳐서 확인되었다. 또 다른 주요 식중독균에 속하는 *Bacillus cereus*가 칼에서 확인되었으며, 호냉성 부패균으로 알려진 *Pseudomonas fluorescens*와 우유 등 식품의 부패에 관여하는 *Pseudomonas aeruginosa*가 각각 칼과 조리실 바닥에서 검출되었다. 또한 가장 높은 빈

**Table 5.** Microorganisms of detecting more than two times in food service facilities

| Frequency \ Microorganism | Microorganism species |
|---|---|
| Two times | *Pseudomonas aeruginosa*<br>*Aeromonas hydrophila*<br>*Vibrio alginolyticus*<br>*Actinobacillus urea* |
| Three times | *Staphylococcus aureus*<br>*Leclercia adecarboxylata*<br>*Pasteurella haemolytica* |
| Four times | *Bacillus licheniformis*<br>*Klebsiella pneumoniae* |

도로 동정된 미생물은 *Bacillus*속에 속하는 세균들로 확인되었다. *Bacillus*속은 포자를 형성하는 호기성균으로써 포자의 높은 생존력으로 인하여 이러한 결과가 나타났을 것으로 생각된다. Table 5에서 볼 수 있듯이, 배양하여 동정된 미생물들 중에서 두 번 검출된 미생물은 *Pseudomonas aeruginosa, Aeromonas hydrophila, Vibrio alginolyticus, Actinobacillus urea*로 확인되었다. *Staphylococcus aureus, Leclercia adecarboxylata, Pasteurella haemolytica*는 3번 검출되었으며 *Bacillus licheniformis, Klebsiella pneumoniae*는 4번 확인되었다. 위의 결과로서 알 수 있는 것은 다양한 종류의 미생물들이 학교 급식시설 및 집기류에 오염되어 있으며 2번 이상 연속으로 확인되고 있는 미생물들도 존재하는 것을 알 수 있다. 특히 3번 이상 높은 빈도로 확인되고 있는 미생물 중에 *Staphylococcus aureus*가 있으며, 자연계에 널리 분포하지만 때로는 감염을 유발할 수 있는 *Klebsiella pneumoniae*가 검출되고 있다는 것은 학교급식 시설 및 집기류에 오염된 미생물들이 청소년들의 건강에 영향을 미칠 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

## 고 찰

단체급식은 주로 학교와 기업체에서 이루어지고 있으며 동시에 다수의 인원이 식사를 제공받기 때문에 식중독 등 급식으로 인한 위해가 발생할 위험성이 더욱 높은 것으로 알려져 있다[15]. 활발한 성장기로 건강한 심신의 발달에 중요한 시기인 어린이와 청소년기에 해당하는 초등학교, 중학교 및 고등학교에서의 적절한 영양을 공급할 수 있는 학교 급식은 국민의 건강과 사회적 안녕을 위하여 매우 중요하다고 생각된다. 우리나라에서도 급식의 확대정책에 의하여 2012년 이후 100%의 학교에서 학생들에게 급식이 이루어지고 있으며 99.5%의 거의 모든 학생들이 급식을 제공받고 있는 것으로 보고되고 있다. 그러나 단체급식의 영양학적인 우수성에도 불구하고 급식의 질을 더욱 강화하기 위하여 급식의 안전성을 확보하는 것이 필요한 것으로 지적되고 있다[1,2]. 실제로 학교급식에 있어서 최근 5년간의 식중독 발생건수를 보면 2009년 39건, 2010년 38건, 2011년 30건, 2012년 56건, 2013년 46건으로 정부에서 학교급식의 위생수준의 향상을 위하여 다양한 정책과 매뉴얼을 개발하여 적용하고 있지만 오히려 증가하고 있는 추세이다[11].

학교 시설 및 집기류의 미생물 오염수준은 장소와 집기들에 따라 차이를 보이고 있다. 미생물이 가장 많이 배양된 곳은 바닥으로 전처리실 바닥이 가장 오염이 심하였고 그 다음이 조리실 바닥으로 나타났다. 조리대와 급식식탁에서도 미생물의 분포가 높게 나타나고 있는 반면에 칼이나 도마, 식판 등 집기류에서는 바닥이나 조리대와 같은 시설보다 적은수의 미생물들이 관찰되었다. 또한 Rodac plate 종류별로 보면 총세균 측정용 plate와 황색포도상구균 측정용 plate에서 다른 배지들에 비하여 높은 배양 건수를 보이고 있다. 이러한 결과는 집기류는 세척과 소독이 비교적 잘 이루어지고 있지만, 조리실 바닥이나 급식식탁 등 시설에 대한 소독과 청결 유지가 부족하다는 것을 알 수 있다. 미생물 동정 결과를 보면 황색포도상구균은 조리대와 칼, 트렌치에서 3번이나 분리되었다. 황색포도상구균은 개인위생과 관련된 손, 피부, 코, 앞치마 등에서 자주 분리되고 있는 것으로 보고되고 있다[16]. 또한 조리종사자의 손씻기 의식과 실천이 개인위생으로 인한 미생물 오염을 낮춘다는 보고도 있다[17]. 그러므로 학교급식의 식중독을 예방하기 위하여 개인위생을 더욱 철저하게 관리할 필요가 있으며, 손씻기 등 개인위생과 관련된 교육과 실천이 더욱 체계적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

여름에 비하여 가을이 되면서 미생물의 배양 건수가 줄어들 것으로 예상하였으나, 본 연구결과 실제로 차이가 거의 없음을 알 수 있었다. 여름의 높은 온도와 습도는 미생물 성장에 좋은 환경을 제공할 수 있지만, 급식시설 내에 냉방기 등의 가동으로 인하여 일정한 수준의 온도와 습도를 유지하기 때문으로 생각된다. 실제로 건조하고 습도가 낮은 환경에서 오히려 미생물의 오염도가 증가한다는 연구 결과도 있지만[13], 식중독 통계시스템에 의하면 학교급식의 식중독은 계절에 상관없이 꾸준히 발생하고 있는 것으로 보고되고 있다[11]. 급식 시설 및 집기류에서 황색포도상구균 외에 주요 식중독균에 속하는 *Bacillus cereus*가 칼에서 검출되었으며 우유 등 식품의 부패에 관여하는 호냉성 부패균으로 알려진 *Pseudomonas fluorescens*와 녹농균으로 알려진 *Pseudomonas aeruginosa*가 검출되었다. 가장 높은 빈도로 검출된 *Bacillus licheniformis*는 토양에서 유래하여 새의 날개깃에 주로 분포하고 있으며 정장용 생균제제 등으로 활용되고 있는 것으로 알려져 있다[18]. *Klebsiella pneumoniae*는 자연에 널리 분포하고 있으며, 토양, 물, 하수, 공기, 식품 등에서 분리되고 있다. 정상적으로 사람의 장관 및 구강 등에 존재하고 있으나, 때로는 급성폐렴을 일으키기도 하며 위장염의 원인이 되기도 하는 것으로 알려져 있다[19].

본 연구 결과에 따르면 학교의 급식 시설 및 집기류에 다양한 종류의 미생물들이 오염되어 있으며 주로 전처리실이나 조리실 바닥의 오염이 가장 심한 것으로 나타났다. 또한 개인위생의 부주의로 오염될 수 있는 황색포도상구균을 비롯한 주요 식중독균들뿐만 아니라 식품의 부패를 일으키는 미생물들의 오염이 확인되었으며, 정상적으로 사람에게 분포하지만 때로는 병원균으로 작용 할 수 있는 미생물이 오염되어 있는 것을 알 수 있다. 그러므로 학교급식의 식중독을 예방하기 위하여 더욱 철저한 개인위생 및 시설에 대한 체계적인 관리가 이루어져 학교급식의 안전성 확보를 통한 급식의 질을 향상시키고 학생들의 건강을 유지하기 위한 노력이 필요할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구의 목적은 식중독으로 인한 지속적인 위해 발생을 예방하기 위하여 학교의 급식시설 및 집기류에서 미생물 오염수준을 분석하고자 하였다. 그 결과, 총 세균 측정용 배지에서 12.3 ± 2.6건으로 가장 많은 미생물이 배양되었고, 황색포도상구균 측정용 배지에서 10.3 ± 3.9건과 대장균 측정용 배지에서 9.5 ± 3.9건으로 미생물이 배양되었다. 그러나 비브리오 측정용 배지에서는 1.5 ± 1.0건으로 가장 적은 미생물이 배양되었다. 급식시설 및 집기류에서 미생물 오염이 심한 곳은 전처리실 바닥으로 4.5 ± 0.6건으로 가장 높고, 조리실 바닥도 4.3 ± 1.0건으로 나타났다. 다음으로 조리대가 3.3 ± 1.0건으로 나타났으며, 급식식탁에서도 3.0 ± 0.0건으로 상당히 높은 미생물 오염을 확인할 수 있었다. 반면에 집기류에서는 시설들에 비하여 낮은 미생물 오염도를 보였다. 칼과 도마를 사용용도에 따라 구분하여 미생물을 분석한 결과, 생선용 칼에서 2.0 ± 0.8건과 생선용 도마에서 1.3 ± 1.5건으로 다른 용도에 비하여 약간 높은 미생물 오염도를 보였다. 배양된 미생물들을 동정한 결과, 다양한 미생물들이 오염되어 있으며 일부는 2번 이상씩 반복하여 검출되었다. 특히, 주요 식중독균인 *Staphylococcus aureus*는 조리대, 트렌치, 칼에서 3번에 걸쳐서 확인되었다. 또한 주요 식중독균에 속하는 *Bacillus cereus*가 칼에서 확인되었으며, 자연에 널리 분포하면서 때로는 급성폐렴을 일으키기도 하는 *Klebsiella pneumoniae*는 4번 반복하여 검출되었다. 위의 결과를 종합하여 보면, 황색포도상구균을 비롯한 주요 식중독균뿐만 아니라 식품의 부패를 일으키는 미생물들이 학교급식의 시설 및 집기류에 오염되어 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 그러므로 학교급식의 안전성을 확보하고 학생들의 건강을 증진시키기 위하여 더욱 철저한 개인위생 및 효율적이고 체계적인 시설 관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다.


## 참고문헌


1. Statistics Korea. Education statistics, School meals service. Available from:http://www.index.go.kr/
2. Kwak, T.K.: Current sanitation management practices of institutional foodservice operations for children and the improvement strategies. *Food Industry and Nutrition*, **11**, 41-54 (2006).
3. Song, I.S. and Chae, I.S.: The analysis of the school foodservice employees knowledge and performance degree of HACCP system in Jeju. *Korean J. Nutr.,* **41**, 870-886 (2008).
4. Kim, J.H., Kim, Y.S. and Han, J.S.: Seasonal changes of microbiological counts and sanitation state on the surface of foodservice facilities and utilities. *J. Korean. Soc. Food. Sci. Nutr.,* **33**, 1653-1660 (2004).
5. Jeong, D.K. and Lyu, E.S.: The microbiological evaluation of environments and facilities at food service operations in elementary school. *J. Korean. Soc. Food. Sci. Nutr.,* **31**, 216-220 (2002).
6. Park, S.J., Ha, G.S., Shim W.B., Park, M.K. and Chung D.H.: Environmental microbial assessment of food services at elementary schools in western Gyeongnam province. *J. Fd. Hyg. Safety,* **18**, 14-24 (2003).
7. Eo, G.H., Ryu, k., Park, S.J. and Kwak, T.K.: Need assessments of HACCP-based sanitation training program in elementary school foodservice operations based on sanitization knowledge test of employees. *J. Korean Diet. Assoc.,* **7**, 56-64 (2001).
8. Kim J.Y., Kim, S.R., Choi, J.G., Je, J.H. and Chung, D.H.: Assessment of the level of microbial contamination in the processing company of sandwich products. *Korean J. Env. Heal.,* **32**, 316-323 (2006).
9. Kim, K.Y., Nam M.J., Lee, H.W., Shim, W.B., Yoon, Y.H., Kim, S.R., Kim, D.H., Ryu, J.G., Hong, M. K., You, O.J. and Chung, D.H.: Microbiological safety assessment of a perilla leaf postharvest facility for application of a good agricultural practices (GAP) system. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **41**, 392-398 (2009).
10. Lee, H.W., Yoon, Y.H., Seo, E.K., Kim, K.Y., Shim, W.B. Kil, J.K. and Chung, D.H.: Microbiological hazard analysis for agricultural products processing center of tomato and recommendations to introduce good agricultural practices (GAP) system. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **41**, 210-214 (2009).
11. Ministry of Food and Drug Safety, Korea. The System of Food Poisoning Statistics. Available from: http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do/
12. Mokhtari. A., and Jaykus, L.A.: Quantitative exposure model for the transmission of Norovirus in retail food preparation. *Int. J. Food Microbiol.,* **133**, 38-47 (2009).
13. Kim, K.Y., Nam, M.J., Nam, B.R., Ryu, H.J., Heo, R.W. Shim, W.B. and Chung, D.H.: Microbiological safety assessment to secure safety of food service in university. *J. Fd. Hyg. Safety,* **25**, 49-58 (2010).
14. Safe and healthy eating on the island of Ireland. Food safety. Cross-contamination. Available from:http://www.safefood.eu/
15. Park, S.W. and Ha, K.H.: Assessment of university food service by students in Daejeon Area. *Korean J. Food Nutr.,* **11**, 528-535 (1998).
16. Hatakka, M., Bjorkoth, K.J., Asplund, K., Maki-Petays, N. and Korkeala, H.J.: Genotypes and enterotoxicity of *Staphylococcus aureus* isolated from the hands and nasal cavities of flightcatering employees. *J. Food Prot.,* **63**, 1487-1491 (2000).
17. Park, J.Y., Kim, J.S. and Kim, J.G.: A study in the hand washing awareness and practive of food-service employees and the load of index microorganisms on the hands. *J. Environ. Health Sci.,* **36**, 95-107 (2010).
18. Kim, J.W., Jun, K.D., Kang, J.S., Jang, J.S., Ha, B.J. and Lee, J.H.: Characterization of *Bacillus licheniformis* as a Probiotic. *KSBB J.,* **20**, 359-362 (2005).
19. Jin, H.Y., Lee, S., Park J.H., Choi, E.G., Lee, H.B., Lee S.T. and Ahn, D.S.: Comparisons of pyogenic liver abscessed caused by *Klebsiella pneumoniae* and non-k. pneumoniae pathogens. *Infect. Chemother.,* **33**, 202-205 (2001).