

초등학교 교실 급식 환경의 미생물학적 오염도 평가

김선아 · 이해창 · 김은미 · 이민아 · 박지애¹ · 김정원^{1*}
한국식품연구원, ¹서울교육대학교 생활과학교육과

Assessment of microbial contamination levels of elementary school classrooms
as foodservice environments

Suna Kim, Hae-Chang Yi, Eun-Mi Kim, Min-A Lee, Ji-Ae Park¹, Jeong-Weon Kim^{1*}
Korea Food Research Institute

¹Department of Science & Technology Education for Life, Seoul National University of Education

Abstract

The microbial contamination levels of school classrooms were assessed as foodservice environments for elementary students. Two elementary schools located in Kyunggi-do were selected, and the total plate counts (TPC) and coliforms were measured from the classroom facilities, including the tables, chairs, floors, shelves, doors, as well as the hands of students, and the air of classrooms. The TPC of the classroom facilities were relatively low ranging from 2.30 to 3.79 log CFU/100 cm². The TPC counts from the hands of serving students and served students, were 6.39 and 5.33 log CFU, respectively, and the TPC counts of the foodservice utensils were <3.00 log CFU/ea before use and 4.77 CFU/ea after use. The air samples of 'empty classrooms during physical education', 'after physical education class', and 'during lunch' showed the contamination levels of 26 CFU/m³, 392 CFU/m³, 364 CFU/m³, respectively, suggesting that the microbial levels in the air varies greatly depending on the class activity before foodservice. When the TPCs of the air during lunch were measured from 18 classrooms, the levels ranged from 76 to >2228 CFU/m³. Coliforms were not detected in the classroom facilities; however, air samples of the classrooms showed 1~2 CFU/m³. The above results show that classroom air and the hands of students, can have high levels of microbial contamination, which must to be controlled for safer school foodservice.

Key words : elementary school classroom, microbial contamination, foodservice environment, air, hands

1. 서 론

학교 급식은 청소년 및 어린이의 건강 증진을 위한 교육의 일환으로 진행되어 왔으나 학교급식 실시의 급속한 확대에 따른 식중독 사고의 대규모화에 따라 철저한 위생관리의 중요성이 더욱 중요시 여겨지고 있

다. 2005년 12월 기준 학교급식 실시현황은 초등학교의 경우 전체 학교의 99.9%, 전체 초등학교의 95.3%에 이르고 있어 급속한 양적인 확대와 더불어 이제는 대부분의 학교에서 실시하고 있다(Ministry of Education & Human Resources Development 2006b).

최근 식중독 발생이 빈번하게 발생하면서 급식의 안전관리를 위한 시스템 개발과 전문적인 교육 방안 마련에 대한 요구도가 매우 높다. 1999년 교육부의 특별 정책과제를 통해 일반 HACCP plan이 개발되었고, 2000년 시범사업을 거쳐 2001년과 2002년에 각각 직영 급식과 위탁급식에 확대 운영되었다. 효율적 적용을 위해 '학교급식위생관리지침서'가 개발되고 학교급식

Corresponding author: Prof. Jeong-Weon Kim, Department of Science & Technology Education for Life, Seoul National University of Education, 1650 Seocho-dong, Seocho-gu, Seoul 137-742, Korea
Tel : 82-2-3475-2516
Fax : 82-2-3475-2263
E-mail : kimjwe@snu.ac.kr

위생·안전점검이 연 2회 이루어지는 등 위생관리를 강화하고 있다(Ryu K 2003). 이러한 노력에도 불구하고 식품의약품안전청에서 집계한 집단식중독 발생 현황에서는 학교급식의 식중독 발생률이 가장 높았고, 발생건수가 2005년에 와서 17.4%로 전년에 비해 크게 감소하였으나 환자수에서는 40.3%로 여전히 높은 발생률을 보이고 있다(KFDA 2006).

지금까지 학교급식의 위생적 관리를 위한 연구 노력을 살펴보면, 초등학교 단체급식소의 환경과 급식설비에 대한 미생물 평가(Jeong DK와 Lyu ES 2002), 서부경남 지역 초등학교 급식소에서의 환경미생물 평가(Park SJ 등 2003), 급식소의 조리기기 및 작업환경에 대한 미생물학적 위해분석과 HACCP 제도 적용 후 위생개선효과(Bae JH와 Chun HJ 2003), 초등학교 급식소에서의 HACCP 적용을 위한 계절별 환경미생물학적 위해분석(Kwon SH 등 2003), 급식장의 조리기구, 용기 및 작업환경에 대한 미생물학적 위해 분석(Park HY 2000), 초등학교 급식 식단 중 미생물학적 위해가 내재된 식품의 사용 빈도 분석(Jang JS와 Bae HJ 2006) 등 다수의 연구가 보고되고 있으며 이는 학교급식의 미생물학적 위해성을 지속적으로 모니터링하고 개선을 위한 대안을 제시하고 있다.

그러나 학교급식의 미생물학적 위해 평가는 주로 조리실과 배식공간, 배식도구, 조리자에 제한되어 연구되어 왔다. 특히 학교급식은 서울시의 경우만 보더라도 초등학교 566개교 중 학교식당을 갖추고 있는 곳은 159개교(28%)로 학교식당을 위한 공간 부족이나 예산 부족으로 대부분 교실배식이 이루어지고 있다(Ministry of Education & Human Resources Development 2006a). 따라서 급식 전 실시한 수업이나 환기수준에 따라 배식자의 개인위생 상태나 대기오염도, 교실환경에 차이가 클 것으로 사료된다.

과거에는 실내 공기질이 문제시 되지 않았으나 도시의 대규모화에 따른 실내공기질이 악화되면서 실내공기질의 관리 및 건강위해성에 대한 관심이 높아지고 있다(Stolwijk JA 1992, NAS 1993). 실내공기오염은 주택, 학교, 사무실, 공공건물, 병원 등 다양한 공간의 공기가 오염된 상태를 말하며 매우 복합적인 원인들에 의해 야기될 수 있는데 단기적으로 실내 거주자의 생명을 위협하지는 않지만 장기적으로 건강에 나쁜 영향을 미치고 있음에 틀림없다(Lee SC와 Chang LY

2000). 특히 학생들은 신체와 정신의 성장발육이 왕성한 시기에 있으며 몸과 마음이 계속 발육상태에 있고 질병에 대한 저항력이 불충분한 연령층이기 때문에 더욱 영향을 받을 수 있다(Sohn JR 등 2006). 그러나 실질적으로 학교급식이 실시되고 교실의 실내공기오염에 관한 조사 연구는 간헐적으로 수행된 몇몇의 연구에 불과한 실정이다(Nam BH 등 2002, Sohn JR 등 2006).

따라서 본 연구는 많은 초등학교에서 교실배식을 실시하고 있는 점을 고려하여 배식환경으로서 적합성을 평가하기 위해 교실 내 대기환경, 급식도구, 배식자, 급식수혜자를 대상으로 미생물학적 위해 분석을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험대상

경기도 수원시에 위치하고 있는 교실배식 실시 A 초등학교를 먼저 선정하여 책상, 걸상, 바닥, 교실문고리, 교실 내 공기, 급식도구, 학생 배식자, 급식대상자를 대상으로 미생물 오염도를 평가하였다. 미생물 오염도 분석 실험을 실시한 대상은 Table 1과 같다. 실험 대상자의 손으로부터 미생물을 채취하기 위해 실험 수행 전 학생들에게 손 씻는 방법에 대한 교육을 범국민 손씻기운동본부(www.handwashing.or.kr)의 ‘깨끗한 손씻기’ 동영상을 통해 반복 실시하였다.

Table 1. The kind and number of samples collected from classroom environment as a serving place of elementary school*

Sources	Types of sample	Number of sample	
Classroom	Desk	4	
	Chair	4	
	Facilities	Floor	2
		Cabinet	2
		Door handle	2
	Air	During Physical Education	4
		After Physical Education	4
During Lunch		4	
Students	Hands	Serving students Served students	3 3
	Utensils	Before using	Soup Scoop
Rice Scoop			3
After using		Tongs	3
		Soup Scoop	3
		Rice Scoop	3
	Tongs	3	

* The whole experiment was repeated.

1차 결과에 따라, 급식 중 교실의 미생물학적 공기 오염도 평가를 위해 협조가 가능한 A 초등학교(개교 55주년, 1995년 개축) 12학년 외에 B 초등학교(개교 12주년) 6학급을 선정하여, 2006년 5월 중 재방문하여 급식 중 공기오염도 분석 실험을 실시하였다.

2. 시료 채취

시료 채취는 2006년 5월 총 4회에 나누어 급식 전후에 실시하였다. 교실 내의 책상, 결상, 바닥, 선반, 교실문고리는 멸균한 면봉을 미리 준비해 둔 nutrient broth 10 mL에 적신 후 50 cm² 면적의 멸균된 template를 사용하여 swab방법(Sveum 등 1992)으로 시료를 채취하였다. 채취 면봉은 nutrient broth 10 mL에 넣어 vortex mixer를 사용하여 균질화한 뒤 그 시료를 분석에 사용하였다. 교실 내 공기시료의 채취는 Air sampler(MAS-100 Eco, Merck co., Switzerland)를 이용한 충돌법(AIHA 1996)을 사용하였으며 총균수와 대장균의 채취를 위해 미리 준비한 배지를 각각 장치한 후 일정량의 실내 공기(100 L/min)를 1분 동안 흡입하여 배지에 균이 포집되도록 하였다. 시료의 채취는 체육 수업 도중 빈 교실, 체육수업 후, 급식 중으로 구분하여 교실 앞, 중간, 뒷 부분에서 각각 2번씩 실시하였다. 체육수업을 기준으로 한 이유는 교실 외 활동으로 학생들의 신체 및 의복 등이 오염되어 교실에 들어오게 되고 또한 학생들의 활발한 움직임과 함께 책걸상 등이 함께 움직여 공기 중 부유물의 농도가 증가하는 사실에 근거하였다.

1차 실험에서의 공기 오염도 결과에 따라, 학교 및 학급별 교실 공기오염도 비교를 위한 2차 실험에서는 급식 동안 교실의 앞과 뒤에서 각각 2번씩 시료를 채취하였다. 손과 배식도구의 미생물 분석에는 Glove Juice method(Paulson 1993)을 사용하였다. 미리 손 씻기 교육을 받은 배식자와 급식대상자를 대상으로 급식 실시 전 준비해 둔 nutrient broth 100 mL를 넣은 위생 백에 손을 넣고 2분 동안 잘 씻게 하여 시료를 채취하였다. 배식도구(국자, 밥주걱, 집게)는 급식 전, 급식 후로 구분하여 미리 준비해 둔 nutrient broth 100 mL를 넣은 위생 백에 넣어 흔들어 세균들이 배식도구로부터 잘 방출되도록 하여 시료를 채취하였다.

채취된 시료는 아이스박스에 넣어 곧바로 실험실로 배송한 뒤 미생물학적 분석을 실시하였다.

3. 미생물 검사

채취된 시료에 대한 미생물 검사는 총균수와 대장균군수를 실시하였다. 총균수는 plate count agar(Difco co.)에 0.1 mL 접종한 뒤 고루 도말하여 35°C 배양기에서 24~48시간 배양 후 형성된 균집 수를 계산하였다. 실내 공기 중의 총부유세균수는 시료 채취시 직접 plate count agar에 포집한 채로 바로 35°C 배양기에서 48시간 배양 후 생성된 균집수를 계산한 후 Feller's statistical correction table에 의해 기준단위(m³)로 환산하였다(The manual of MAS-100 Eco). 대장균군수는 채취한 각각의 시료를 violet red bile agar(Difco co.)에 0.1 mL씩 접종하여 골고루 도말한 뒤 35°C 배양기에서 48시간 배양한 후 형성된 전형적인 암적색의 균집수를 계산하였다. 교실 실내 공기 중의 대장균군수는 총균수와 동일한 방법에 의해 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

초등학교 교실의 미생물학적 위해 평가 결과는 Table 2와 같았다. 교실 내 환경에 대한 일반세균의 분석 결과, 책상, 결상, 바닥, 선반, 문고리에서 2.65, 3.00, 3.33, 3.79, 2.30 log CFU/100 cm² 수준으로 총균수가 검출되었고, 대장균군은 검출되지 않았다(Table 2). 기구설비 및 용기에 대한 미생물 수준을 평가하는데 있어 Harrigan WF와 McCance ME(1976)는 표준평판균수 2.70 log CFU/100 cm²는 만족할 만한 수준이고, 2.70~3.40 log CFU/100 cm²는 시정을 필요로 하며 >3.40 log CFU/100 cm²일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 보고하였으며, 대장균군은 <1.00 log CFU/100 cm²여야 하며 검출되지 않아야 양호한 수준이라고 하였다. 이 기준에 따라 해석한다면, 본 연구 결과 검출된 교실 내 환경의 일반세균수 수준은 시정이 필요하거나 즉각적인 조치를 강구해야 하는 미생물학적 위해가 높은 수준으로 판단되었다. 위 분석 대상이 비록 식품과 직접적으로 접촉하는 기구나 용기는 아니나 개인 및 식품위생 습관이 제대로 형성되지 않은 초등학생들에게는 교차오염을 통해 위해가 발생할 수 있으므로 청결한 교실 배식환경을 유지할 수 있도록 위생교육을 실시할 필요성을 제기하였다.

교실 내 대기 환경은 배식 전 수업에 따라 차이가 크다는 점을 감안하여 체육수업 동안의 빈 교실, 체육

수업 후, 점심 급식 동안 대기의 총균수를 측정하였고, 그 결과 26, 392, 364 CFU/m³의 수준(각각 1.39, 2.57, 2.56 log CFU/m³)으로 검출되어 체육 활동 후와 급식 동안 교실 부유세균이 10배 이상 증가된 것으로 분석되었고, 대장균군은 교실 내 공기 중에서 1~2 CFU/m³의 수준으로 검출되었다.

교실의 총부유세균은 학교 건물의 낙후도, 학년에 따른 학생들의 활동, 교실 위생 관리 실태 등 많은 요인에 의해 차이가 발생할 수 있다. 따라서 동일한 시기(5월)에 경기도 2개교를 선정하여 총 18 학급에서 급식동안의 공기를 포집하여 분석을 실시한 결과 Table 3에 제시한 바와 같이 학교, 학년, 교실마다 큰 차이의 총부유세균이 검출되었다. A초등학교가 개교 55년으로 오래되었으나 1995년 개축되어 개교 12주년이 되는 B초등학교와 건물의 노후도에 따른 차이는 비교해 볼 수 없었다. 교실의 총부유세균 평균 농도는 교육인적부의 학교보건법 시행규칙(교육인적자원부 2005)에서 제시하는 기준치 및 환경부의 다중이용시설 등(환경부 2006)의 실내공기질관리법에서 제시하고 있는 총부유세균의 기준인 800 CFU/m³(2.90 log CFU/m³)으로, 이를 고려한다면 본 연구 결과의 대부분의 학급은 미생물학적 위해 기준에 적합한 수준으로 나타났다. 그러나 Table 3와 같이 B 초등학교 3학년 2학급에서는 실내공기질관리법에서 제시하고 있는 총부유세균 기준보다 높게 분석되었고 특히 한 학급은 측정 범위의 값을 초과하여 매우 위험한 환경으로 분석되었다.

즉, 교실의 낙후도 보다는 교실 위생 및 환기 관리 수준에 따라 총부유세균의 차이가 클 것으로 사료된다. 또한 급식을 실시하는 교실을 관찰한 결과, 급식 동안 순서대로 배식을 받아 식사시간의 차이가 발생할 경우 먼저 식사를 마친 학생들의 놀이 활동에 의해 급식환경이 급속도로 악화되는 것으로 나타나 급식 환경으로서 교실 관리 및 학생 급식 지도가 중요한 것으로 나타났다.

Sohn JR 등(2006)의 연구결과에 따르면, 총부유세균의 경우 부유세균의 발생원이 실외에 비해 실내에 존재하고 있으며 주로 밀집된 학생들의 활동과 기타 학용품 및 교실 내 생활용품 및 학생들의 의복 등에서 기인하며, 총부유세균의 계절적 농도 비교 결과 여름철이 높았는데 이는 고온 다습한 여름철 기후조건과 단위면적당 학생밀도에 기인한 결과로 보고하여 교실의 환경적 요인에 따른 미생물학적 위해를 보고하였다. 즉, 기후조건과 교실에 배치되어 있는 책상, 결상, 캐비닛, 기타 물품류 등의 위생 관리 상태에 따라 교실의 위해 수준은 충분히 높아질 수 있을 것으로 사료되므로 이의 지속적인 관리 방안이 마련되어야 할 것으로 사료된다.

배식학생과 배식대상 학생의 손에서 총균수를 측정한 결과, 6.39, 5.33 log CFU/두 손으로 검출되었다. 비록 대장균군은 검출되지 않았으나, 본 실험 대상인 배식학생과 배식대상학생의 개인위생 상태가 매우 위험한 수준임을 알 수 있었다. Buckalew JJ 등(1995)의 기

Table 2. Assessment of total plate counts and coliforms in classroom, utensils and students as school foodservice environments for elementary students*

Sources	Types of sample	Total plate count	Coliforms		
Classroom	Desk	2.65±0.40	log CFU/100 cm ²	ND	
	Chair	3.00±0.60	log CFU/100 cm ²	ND	
	Facilities	Floor	3.33±0.17	log CFU/100 cm ²	ND
		Cabinet	3.79±0.26	log CFU/100 cm ²	ND
		Door handle	2.30±0.00	log CFU/100 cm ²	ND
	Air	During Physical Education	1.39±0.14 ^a	log CFU/m ³	1 CFU/m ³
		After Physical Education	2.57±0.17 ^b	log CFU/m ³	2 CFU/m ³
During eating		2.56±0.07 ^b	log CFU/m ³	1 CFU/m ³	
Students	Hands	Serving students	6.39±0.84	log CFU/hands	ND
		Served students	5.33±0.44	log CFU/hands	ND
Utensils	Before using	<3.00±0.00	log CFU/ea	ND	
	After using	4.77±1.54	log CFU/ea	ND	

ND=Not Detected

* The whole experiment was repeated.

Values with different superscripts are significantly different(p<0.05).

준에 의하면 기기나 기구 표면의 일반세균 수준이 소독한 경우 허용수준 $2.84 \log \text{CFU}/100 \text{cm}^2$ 미만, 주의할 수준 $2.84 \sim 3.14 \log \text{CFU}/100 \text{cm}^2$, 위험수준 $3.14 \log \text{CFU}/100 \text{cm}^2$ 초과라고 했고, 식품과 직접적으로 접촉한 경우, 즉 사용 중인 경우는 허용수준 $3.44 \log \text{CFU}/100 \text{cm}^2$, 주의할 수준 $3.44 \sim 3.77 \log \text{CFU}/100 \text{cm}^2$, 위험수준 $3.77 \log \text{CFU}/100 \text{cm}^2$ 초과라고 제시하였다. 본 연구에서 배식도구는 대장균군은 검출되지 않았으나 총균수는 사용하기 전에 $< 3.0 \log \text{CFU/ea}$ 로 나타나 주의해야 할 수준 이하로 나타났다. 그러나 사용 후의 배식도구는 $4.77 \log \text{CFU/ea}$ 로 검출되어 배식에 사용되는 도구보다도 인적요인에 기인하는 교차오염이 높은 것으로 나타났고, 따라서 학교급식에서 이를 낮추기 위해 학생들의 위생수준 제고 방안의 모색이 시급한 것으로 나타났다. 본 연구에서의 배식도구는 대장균은 검출되지 않았다. Hasan S 등(2006)은 식품취급자에서 손에 의한 오염을 감소시키기 위해 단순히 손 씻기 만을 실시하더라도 미생물학적 위해 수준을 교육대상자 기준으로 72.7%에서 32%수준까지 낮출 수 있음을 보여주었다. 이는 학교급식에서 배식자 및 배식대상자의 손 씻기 중요성을 보여주는 좋은 사

례이며, 학교급식 준비 단계 뿐 아니라 학생들에게 학교 교육을 통한 식품위생 교육의 중요성을 제기하였다.

본 연구 결과에 따르면, 교실의 부유세균은 급식 전 수업내용에 따라 급식 동안 미생물학적 위해 수준의 큰 차이가 발생하였으며 급식 동안 학생들의 놀이 활동에 의해 부유세균이 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 체육시간 이후라도 교실 배식 직전에 환기를 실시할 경우 부유세균 농도가 감소하는 경향을 보여 배식 전 교실의 부유세균을 낮추기 위한 방안의 모색이 필요한 것으로 나타났다. 또한 배식도구보다 배식학생 또는 급식학생 손의 미생물학적 위해 수준이 높은 것으로 분석되었으며 이는 조리실 이외에 배식환경 관리의 필요성을 보여주었다.

이를 위해서는 교실의 위생 상태에 대한 파악이 선행되어야 하며 이때 계절적 환경 변화에 따른 교실환경의 변화, 환기방법에 의한 위해도 변화, 급식 직전 수업 형태에 따른 위해도 변화, 급식동안 교실에서의 놀이 활동 여부에 따른 위해도 변화 등에 걸친 전반적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 개인위생 역시 학교급식의 위해성을 낮추는 중요한 요소이다. 지금까지는 조리종사자에 국한되어 위해도를 낮추기 위한 노력이 이루어 졌으나, 급식의 주체인 학생의 개인위생관리에 대한 교육이 선행된다면 학교급식의 위해도 감소에 매우 효과적일 것이다.

IV. 요약 및 결론

대다수의 학교급식이 교실에서 직접 이뤄지고 있는 현 상황에서, 초등학교 교실의 배식환경으로서 적합성을 평가하기 위해 교실 내 집기, 대기환경, 급식도구, 배식자, 급식수혜자를 대상으로 미생물학적 위해 분석을 실시하였다. 경기도 내 두 개 초등학교를 선정하여 배식환경으로서 책상, 결상, 바닥, 교실문고리, 급식도구, 인적환경으로서 배식자와 급식수혜자의 양손, 교실 내 대기 환경의 총세균과 대장균군을 측정 한 결과, 총균수는 책상, 결상, 바닥, 선반, 문고리에서 $2.30 \sim 3.79 \log \text{CFU}/100 \text{cm}^2$ 의 낮은 수준으로 검출되었다. 배식자와 급식대상자의 양손은 각각 $6.39 \log \text{CFU}$, $5.33 \log \text{CFU}$ 으로 검출되었으며, 급식도구는 사용 전과 사용 후에 있어서 각각 $< 3.0 \log \text{CFU/ea}$ 와 $4.77 \log \text{CFU/ea}$

Table 3. Assessment of total plate counts and coliforms in the air of classrooms during lunch in two elementary schools

(units: CFU/m ³)			
Elementary School	Grade	TPC	Coliforms
A	2nd I	257	1
	2nd II	76	ND
	2nd III	246	1
	3rd I	657	2
	3rd II	130	2
	3rd III	422	1
	4th I	141	0
	4th II	180	1
	4th III	239	2
	5th I	169	0
	5th II	422	4
	5th III	193	2
	B	3rd I	1252
3rd II		275	2
3rd III		828	2
3rd IV		>2228	0
6th I		541	0
6th II		164	2

ND=Not Detected

* The whole experiment was repeated.

수준으로 검출되었다. 대장균군은 책상, 결상, 바닥, 선반, 문고리, 배식자, 급식수혜자, 배식도구에서는 검출되지 않았다. 그러나 교실 내 공기는 체육수업 도중 빈 교실, 체육수업 후, 급식 중에 각각 26 CFU/m³, 392 CFU/m³, 364 CFU/m³으로 배식 전 수업에 따라 대기 환경의 미생물학적 오염도의 차이가 매우 큰 것으로 분석되었다(p<0.05). 이 결과에 따라 급식 도중 총 18개 학급에서 공기의 오염도를 측정 한 결과 낮게는 76 CFU/m³, 높게는 >2,228 CFU/m³ (평균 356 CFU/m³) 까지 총균수가 검출되었고, 대장균은 1~2 CFU/m³ 수준으로 검출되었다. 학년별로 각각 다른 층의 교실을 사용하고 있었는데 층별 차이는 찾아보기 힘들었다. 위 결과를 통해 급식환경으로서의 초등학교 교실을 평가해 보았을 때, 시설 등 물리적 설비는 오히려 양호한 편이나 교실 대기 환경의 미생물학적 오염 수준이 높은 것으로 나타나 급식 전후 교실 환기가 매우 중요한 요인으로 확인되었고, 또한 아동들의 손씻기 교육을 통한 개인위생 수준 제고가 요구되었다.

참고문헌

- 교육인적자원부, 학교보건법 시행규칙, 2005
 환경부, 실내공기질관리법 시행규칙, 2006
 American Industrial Hygiene Association(AIHA). 1996. Field guide for the determination of biological contaminants in environmental samples. AIHA PRESS. Fairfax, VA, U.S.A
 Bae JH, Chun HJ. 2003. Microbiological hazard analysis of cooking utensils and working areas of foodservice establishments and hygienic improvement by implementing HACCP system. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(2) : 231-240
 Buckalew JJ, Schaffner DW, Solberg M. 1995. Surface sanitation and microbiological food quality of a university foodservice operation. J Foodservice Systems 9 : 25-39
 Harrigan WF, McCance ME. 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology, Academic Press, NY, U.S.A.
 Hasan S, Shooshtaripoor J, Amiri M. 2006. Efficacy of simple hand-washing in reduction of microbial hand contamination of Iranian food handlers, Food Research International 39 : 525-529
 Jang JS, Bae HJ. 2006. Analysis of usage frequency of foods with microbiological hazards in elementary school foodservice operations. Korean J Food Nutr 19(2) : 234-241
 Jeong DK, Lyu ES, 2002. The microbiological evaluation of environments and facilities at food service operations in elementary school. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(2) : 216-220
 Korea Food & Drug Administration. 2006. Outbreak of foodborne disease. www.kfda.go.kr
 Kwon SH, Lee HO, Chung DH, Shin WS, Om AS. 2003. The seasonal microbiological quality assessment for application of HACCP system to the elementary school food service. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(5) : 647-658
 Lee SC, Chang LY. 2000. Indoor air and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. Chemosphere, 41 : 109-113
 Ministry of Education & Human Resources Development. 2006a. Statistic data of diningroom in school period. www.moe.go.kr
 Ministry of Education & Human Resources Development. 2006b. Statistic data of school foodservice. www.moe.go.kr
 Nam BH, Hwang IJ, Kim DS. 2002. Pattern classification of PM-10 in the indoor environment using disjoint principal component analysis. J Korean Soc for Atmospheric Environment 18(1) : 25-37
 National Academy of Sciences(NAS). 1993. Human exposure assessment for airborne pollutants. Washington DC.
 Park HY, Kim KL, Shin HW, Kye SH, Yoo WC. 2000. Evaluation of microbiological hazards of cooking utensils and environment of mass catering establishments. J Food Hyg Safety 15(4) : 315-323
 Park SJ, Ha GS, Shim WB, Park MK, Chung DH. 2003. Environmental microbial assessment of food services at elementary school in western gyeongnam province. J Food Hyg Safety 18(1) : 14-24
 Paulson DS. 1993. Evaluation of three microorganism recovery procedures used to determine hand wash efficacy. Dairy Food Environ Sci 13(9) : 520-523
 Ryu K. 2003. Status and development strategy of sanitation management in foodservice industry. Kor J Food Nutr 16(3) : 267-272
 Sohn JR, Roh YM, Son BS. 2006. The Assessment of survey on the indoor air quality at school in Korea. Kor J Env Health 32(2) : 140-148
 Stolwijk JA. 1992. Risk assessment of acute health and comfort effects of in doors air pollution. Annals of the New York Academy of Sciences 641 : 56-62
 Sveum WH, Moberg LJ, Rude RA, Frank JF. 1992. Microbiological monitoring of the food processing environment. pp. 51-95. In : Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Vanerzant C, Splittstoesser DF (ed). American Public Health Association. Washington DC, U.S.A.
 The manual of MAS-100 Eco®; Appendix 17.2 Positive hole conversion table for all MAS-100 air monitoring systems, Switzerland, p 13

(2007년 4월 4일 접수, 2007년 5월 14일 채택)