

서울시 일부 중·고등학교의 급식용 식재료 및 조리식품의 미생물학적 품질

김명희¹ · 신원선^{2*}

¹영남대학교 식품·외식학부

²한양대학교 식품영양학과

Microbiological Quality of Raw and Cooked Foods in Middle and High School Food Service Establishments

Myunghee Kim¹ and Weon-Sun Shin^{2*}

¹School of Food Science and Technology/Food Service Industry, Yeungnam University, Gyeongsbuk 712-749, Korea

²Dept. of Food & Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Abstract

The evaluation of microbiological quality for school food samples collected from 19 selected middle and high schools located in Seoul was undertaken. Eighty-nine food samples consisting of 38 non-pretreated vegetables, 13 pre-washed and cut vegetables, 9 meats and poultry, 3 fish and shellfish, 7 dried fish, and shellfish and 20 processed foods were collected. Aerobic plate count, total coliforms, and *Escherichia coli* (*E. coli*) were detected using Petrifilm™, and the food-borne pathogens were screened by multiplex PCR with species-specific primer sets. Sequentially, the quantitative and confirmative test of the food-borne pathogens were carried out with the selective media and biochemical kits. The contamination of coliform counts was observed on the pre-washed vegetables (3.4~4.3 log CFU/g) and meats (2.2~4.3 log CFU/g). Also, the cooked foods were heavily contaminated with coliform, ranging from 1.0 to 5.5 log CFU/g. *E. coli* counts were found in 16 raw and cooked food samples, exceeding the microbiological standards for the guideline of safety management for school foods. Through PCR detection, *Bacillus cereus* was detected in 32 raw and cooked foods, and quantitatively found in pre-washed carrot, radish, and pan-broiled dried shrimp and filefish ranging from 2.3~3.6 log CFU/g, respectively. *E. coli* O157:H7 was detected on frozen pork sample and was confirmed with API kit. *Campylobacter jejuni* was found in 3 ready-to-eat type vegetables. *Vibrio parahaemolyticus* were found in 4 pre-washed vegetables and 2 cooked foods, indicating unsatisfactory quality based upon the microbiological standards of ready-to-eat vegetables and cooked foods by Korea Food and Drug Administration. *Salmonella* spp. was detected in frozen chicken sample and confirmed by API kit and latex antisera agglutination.

Key words: microbiological quality, food safety, school-food management, multiplex PCR, quantitative detection

서 론

2007년도 교육과학부 자료인 '학교급식 실시현황'에 따르면 전국 초·중·고교 및 특수학교 11,136개 학교 중 99.7%인 11,106개교에서 학교급식을 실시하고 있으며, 이 중 직영급식교가 9,781개교(88.1%)이고 위탁급식 체계로 운영하는 학교가 1,325교(11.9%)이었으며, 급식소요 총 경비인 4조 1973억원 중 61%를 차지하는 2조 5,606억원이 식품비가 차지하는 것으로 나타났다(1). 이와 같이 학교급식에 공급하는 식재료 시장이 커짐에 따라 식재료 납품업체의 수도 급증하고 있으며, 이들 업소와 식품의 품질관리를 위한 체계적인 위생관리 시스템을 구축하는 것이 당연한 과제이다. 식품의약품안전청이 2008년 2월에서 3월에 걸쳐 실시한 식재료 공급업소(363개소)에 대한 실태조사와 관련 시설 지도 점검 결과,

전체업소의 98.6%(358개소)가 학교를 대상으로 영업을 하고 있었으며, 87.6%(318개소)가 10개 이상의 학교, 13.2%(48개소)가 50개 이상의 학교에 식재료를 동시에 납품하는 것으로 조사되었으며, 이들 중 유통기한이 경과한 제품을 판매 목적으로 보관 중이거나 위생상태가 불량한 5개소를 적발하였다고 보고하였다. 이와 같이 소규모업체에서 다수의 품목을 여러 학교에 동시에 납품할 경우 대규모 식중독이 발생할 개연성이 높아 지속적인 지도·점검과 교육·홍보를 실시할 예정이며 식재료 공급업체들은 '집단급식소 식품판매업'(2008년 3월 14일 시행)으로 영업신고를 의무화한다고 발표하였다(2).

교육과학부(3)는 '학교급식 주요 정책'에서 양질의 식재료 선정과 구매를 위하여 학교급식용 식재료 납품업체와 위탁급식업체는 학교운영위원회 심의를 거쳐 공정하고 투명하

*Corresponding author. E-mail: hime@hanyang.ac.kr
Phone: 82-2-2220-1204, Fax: 82-2-2292-1226

게 선정하고 식자재검수 및 급식위생의 안전성확보를 위하여 체계적인 관리체제를 구축하도록 하였으며, 2007년도에 급식계약 및 구매방법 혁신을 위한 학교급식 계약관리 투명성 제고, 지역거점 급식지원센터 설치 및 운영 방안을 모색하기 위한 중장기 학교급식 개선 추진과제를 발표하였다. 이에 식재료 공급업체 관리·감독 강화를 위한 방안으로 식재료 전문공급업체 신설, 식품관련 법령 위반업체 정보공유체제 구축, 농·수·축산물 이력추진 관리제도 시행확대 등을 추진하기로 하였다(4).

국내 업무용 식자재 유통시장은 2008년 현재 19~20조원 규모로 추정되고 있으며 GDP의 증가, 주 5일 근무제의 확산에 따른 전체 외식비율의 증가, 대형 외식업체의 증가 및 식재의 아웃소싱이 늘어나면서 급성장하고 있다(5). 따라서 이들 식재료공급에 있어 안전성 및 편의성을 고려하여 수확 후 전처리 단계에 대한 필요성이 크게 대두되고 있으며 현재는 축산물에 한해서 이루어지고 있는 HACCP시스템의 도입 여부도 검토되고 있다. Ryu(6)는 단체급식소의 안전한 식자재 공급을 위하여 식자재공급업체 및 유통업체에 대한 관리가 필요하며 이를 위해서는 식자재공급업체 및 전처리업체가 신고제 혹은 허가제로 전환되어 정기적인 지도와 관리가 이루어져야 한다고 보고하였다. 또한, 공급업체 스스로가 위생관리를 수행할 수 있도록 현장에서 쉽게 적용할 수 있는 위생관리 지침을 개발하여 보급하여야 한다고 보고하였다.

본 연구는 대부분이 위탁급식 형태로 운영되는 중·고등학교의 급식용식재료와 이를 이용하여 조리한 식품의 미생물적 품질을 평가하기 위하여 중·고등학교에 점심식사용으로 공급되는 식재료 및 조리식품을 수거하여 위생지표 미생물과 식중독 유발 미생물의 오염도를 조사하였다.

재료 및 방법

대상 학교 선정 및 시료의 채취

중·고등학교에 공급되는 식재료와 이를 이용하여 조리한 식품의 미생물적 품질을 조사하기 위하여, 서울시 학교보건원에서 2004년도에 실시한 위생점검 결과, 위생관리 수준이 상·중·하로 판정된 학교들 중에서 각 등급의 학교가 고르게 분포되도록 하여 중등학교 4개교와 특수학교를 포함한 고등학교 15개교를 선정하였다. 시료는 2005년 6월에서 7월, 9월에서 10월(총 2회)에 걸쳐 각 학교에서 1회씩 채취하였다. 시료는 점심 식사용으로 사용된 식재료와 조리된 식품으로 밥과 국을 제외한 생채류, 숙채류, 볶음류, 튀김류, 조림류 등을 수거하였다.

시료전처리 및 위생지표 세균

시료의 미생물 품질을 조사하기 위하여 전처리 혹은 세절 단계에서 식재료를 채취하였으며 조리된 식품은 배식 전 단계의 음식을 각각 150 g씩 멸균된 시료채취용 플라스틱 백에 채취하고, 즉시 아이스박스에 담아 가능한 빠른 시간 내에

실험실로 운반하여 다음과 같이 분석하였다. 정량검사를 위한 시료는 25 g을 Sterile sampling bag(whirl-Pak, Fort Atkinson, WI, USA)에 무균적으로 취하여 10배의 생리식염수를 넣고 시료균질기(Pulsifier, Microgen, Surrey, UK)로 균질화한 원액을 시험원액으로 하였다. 일반세균, 장내세균, 대장균군, 대장균 수 측정을 위하여 시료의 균질액을 0.85% saline에 십진 희석한 후, 건조필름인 Petrifilm™ aerobic count plate(PAC), Petrifilm™ coliform count plate(PCC), Petrifilm™ *E. coli*/coli form count plate(PEC)(3M, St. Paul, MN, USA)에 무균적으로 접종하여 35°C에서 48시간 배양한 뒤 계수하였다. 모든 시료는 이 반복으로 측정하였다.

Multiple PCR을 이용한 식중독균 검출

Salmonella spp., *Escherichia coli* O157:H7(*E. coli* O157:H7), *Listeria monocytogenes*(*L. monocytogenes*), *Staphylococcus aureus*(*S. aureus*), *Bacillus cereus*(*B. cereus*), *Campylobacter jejuni*(*C. jejuni*), *Vibrio parahaemolyticus*(*V. parahaemolyticus*), *Shigella* spp. 등 8종의 식중독 유발세균의 정성검출 실험을 위하여 상업적으로 판매하고 있는 병원성 세균유래 유전자 특이적 프라이머 세트를 이용하여 multiple PCR법을 수행하였다(7). PCR시험 후 양성 검출된 경우, 각각의 식중독 균을 선택배지로 증식하여 API kit 및 각 세균 특이적 혈청 응집반응을 이용하여 확인 실험을 수행하였다.

PCR시험에서 검출된 식중독 유발세균의 확인 및 동정

E. coli O157:H7은 novobiocin(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 첨가한 mEC broth(Difco, Livonia, MI, USA)를 시료의 10배 부피로 가하여 35°C에서 18~24시간 증균하고, 이 증균액 1백금이를 취해 Sorbitol McConkey agar(SMAC, Difco)에서 의심집락을 분리하였다. SMAC에서 중심부가 짙으면서 무색 또는 회색을 나타내는 집락을 취해 EMB agar(Difco)에 도말하여 초록의 금속성광택을 나타내는 집락을 API 20E(Biomérieux, Marcy l'Etoile, France)로 생화학적 동정을 하였다.

Salmonella spp.는 BPW에서 35°C에서 18~24시간 증균하고, 증균액 0.1 mL를 10 mL의 RV broth(Oxoid, Cambridge, UK)에 접종하여 42°C에서 24시간 선택증균하고, XLD agar(Difco)에서 의심집락을 분리하였다. *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp.는 API 20E로 생화학적 동정을 하였고, *Salmonella* spp.는 *Salmonella* latex test(Oxoid)로 *Salmonella* 항혈청에 대한 응집반응 여부를 확인하였다.

*L. monocytogenes*는 시료 25 g을 무균적으로 취하여 *Listeria* Enrichment broth(Difco)를 225 mL를 가하고 균질화한 후 30°C에서 24시간 배양하여 PALCAM agar(Merck, Darmstadt, Germany)에 획선 도말하여 35°C에서 24시간 배양한 후 전형적인 집락 유무를 확인하였다.

*S. aureus*의 계수는 ISO 6888-2-1999(*S. aureus* enumer-

ation of coagulase-positive Staphylococci) 방법에 준하였으며, 정량검사용 시료 전처리 액을 단계적으로 희석하여 0.1 mL를 Baird-Parker RPF agar(Biomerieux)에 도말하여 37°C에서 24시간 배양한 후 침전에 의해 불투명한 환이 생긴 회색 또는 검은 색의 coagulase 양성인 *S. aureus* 집락만을 계수하였다.

*B. cereus*는 정량검사용 시료 전처리 액을 단계적으로 희석하여 MYP agar(Difco)에 도말하여 30°C에서 24시간 배양한 후, lecithinase 양성으로 주변에 침전이 생성된 분홍색 또는 붉은 색의 깃털모양의 집락을 계수하였다. 확인 동정은 MYP agar에 나타난 집락을 선택하여 API 50CHB 및 API 20E로 동정하여 계수한 값에 *B. cereus*로 동정된 집락의 수를 곱하여 *B. cereus*로 하였다.

결과 및 고찰

조사대상 급식소의 일반사항

조사대상 19개 급식학교의 급식인원수를 기준으로 분류하면 1,000식 이하가 4개교, 1,000식 이상 2,000식 이하가 15개교, 2,000식 이상을 제공하는 학교가 3개교이었으며, 운영 형태는 1개교가 직영급식, 나머지 18개교는 위탁급식 형태(Table 1)였다. 중학교는 4개교 모두 중식만을 제공하고 있었으며, 고등학교는 석식까지 제공하는 학교는 5개교이었으며 중학교와 공동급식실 형태로 운영하는 학교가 8개교로 조사되었다. 영양사는 급식횟수에 관계없이 1개교만 제외하고 모두 1명씩 근무하고 있었다.

식재료 및 조리식품의 일반세균수, 대장균군, 대장균, 장내세균수

18개교 일반 중·고등학교와 1개교 특수학교에서 수거한

식재료 및 조리식품은 총 89종이었으며, 그 중 비전처리 채소가 38종, 전처리 채소가 13종, 육류 9종, 어패류(냉동 혹은 조미 포함) 3종, 건어물 7종, 반가공 혹은 가공 식재료 20종이었다.

채소류는 전체 채소류의 표면에 흙이 붙어있는 상태로 반입되어 조리준비장에서 흙과 비가식부위를 제거하는 전처리 작업과 세척이 필요한 비전처리 형태(75%), 최소한의 전처리 과정을 거친 상태인 껍질을 제거한 형태, 채소의 껍질을 제거하고 세척한 후 포장된 형태, 그리고 채썰기나 반달썰기 등 일부 조리작업까지 된 전처리 형태(25%)로 급식장에 반입되었다. 전처리 채소 중 양배추, 당근, 양파, 호박, 오이, 무가 박피-세척-썰기-포장상태로 반입되었으며 일부 대형 위탁급식업체에서 주로 구입되고 있었다. 또한, 감자, 알감자, 밤의 경우는 박피과정까지 처리되어 진공포장 형태로 반입되었고, 당근, 양파 등은 껍질을 제거하고 포장된 형태로 반입되었으며, 쪽파, 적양배추, 양상추 등은 외부의 껍질을 제거한 형태로 공급되었다. 중·고교에 공급된 육류는 썰기 및 다짐 등 전처리된 것을 사용하였으며, 냉동탕수육, 햄버거스테이크, 미트볼 등의 반가공 육제품의 경우 냉동식품을 사용하였다.

Table 2에 제시한 바에 따르면 수거한 식재료 중 비전처리 채소에서는 일반세균이 1.7~7.9 log CFU/g 수준이었으며, 대장균군은 1.3~6.3 log CFU/g 수준, 대장균은 호박(1.3~4.3 log CFU/g), 깻잎(2.0 log CFU/g), 콩나물(0.7 log CFU/g)에서 각각 검출되었다.

전처리야채 8종에서 대장균군을 검출한 결과, 채썬 양배추는 6.9 log CFU/g(n교), 4.1 log CFU/g(r교) 수준으로 검출되었으며 전처리 상추는 6.0 log CFU/g(g교), 채썬 당근은 4.3 log CFU/g(f교), 6.6 log CFU/g(n교), 얇게 썬 당근은

Table 1. Demographic information of school foodservice establishments involved in microbiological analysis

Foodservice establishments	Type of management	Distribution of food	Frequency of meal supply per a day	Number of meals per a day	Joint school-food service
a	contracted	classroom	1	1,400	-
b	middle school	contracted	1	660	-
c		contracted	1	900	-
d		contracted	1	1,300	-
e		contracted	classroom	2	1,875
f	contracted	cafeteria	2	1,600	-
g	high school	contracted	1	915	middle school
h		contracted	1	1,695	middle school
i		contracted	1	1,580	middle school
j		contracted	1	1,661	-
k		contracted	2	1,545	-
l		contracted	2	1,335	middle school
m		contracted	1	3,000	girl's high school
n		contracted	1	2,000	middle school
o		self-operated	3	328	-
p		contracted	1	2,000	-
q	contracted	1	1,000	-	
r	contracted	1	1,268	middle school	
s	contracted	1	1,500	middle school	

3.4 log CFU/g(r교) 수준으로 검출되었다. 채썬 양파는 6.4 log CFU/g(n교), 5.9 log CFU/g(r교) 수준으로 검출되었으며 반달썰기 호박은 5.4 log CFU/g(r교), 채썬 오이는 6.1 log CFU/g(f교) 수준으로 검출되었다.

급식소로 반입된 가공되지 않은 육류는 총 4종이었으며

이 중 사골도 1종 있었다. 그 중 각뚝썰기 형태의 돼지고기(d교)와 돼지고기 다짐육(s교)에서 대장균군이 각각 2.5 log CFU/g와 4.2 log CFU/g으로 검출되었다. 곰국용 사골(r교)에서는 2.9 log CFU/g, 쇠고기는 2.2 log CFU/g(g교), 2.9 log CFU/g(i교)로 검출되었고 쇠고기 다짐육에서는 4.3 log

Table 2. Bacterial counts of raw materials collected from 19 middle and high schools in Seoul, Korea

Preparation method	Food	School	Bacterial counts (log CFU/g)			
			Total aerobic count	Total coliform	Total <i>E. coli</i>	Enterobacteriaceae
Raw	Potato	o	1.7	2.0	ND	ND ¹⁾
	Potato	j	5.3	3.4	ND	ND
	Potato	c	5.5	3.3	ND	4.4
	Cucumber	g	5.9	ND	ND	ND
	Cucumber	j	5.5	0.5	ND	ND
	Carrot	g	7.5	6.1	ND	ND
	Carrot	j	6.4	ND	ND	ND
	Carrot	p	6.0	1.3	ND	5.2
	Carrot	s	7.0	6.3	ND	6.4
	Carrot	q	4.5	5.8	ND	4.0
	Carrot	c	6.2	ND	ND	4.7
	Carrot	d	5.5	3.1	ND	3.6
	Radish	i	7.0	3.7	ND	5.0
	Onion	g	6.7	2.5	ND	ND
	Onion	s	6.1	1.5	ND	6.0
	Pumpkin	i	6.6	ND	1.3	2.8
	Pumpkin	b	6.4	4.6	4.3	5.3
	Green pepper	g	5.7	ND	ND	ND
	Stem of a garlic	a	5.7	ND	ND	5.5
	Pine mushroom	d	4.5	ND	ND	1.4
	Sesame leaf	g	6.8	5.2	ND	ND
	Sesame leaf	a	6.8	3.3	ND	6.3
	Sesame leaf	b	6.6	4.9	2.0	5.9
	Cabbage	d	4.6	1.6	ND	2.3
	Cabbage	j	5.3	4.1	ND	ND
	Cabbage	g	4.7	1.5	ND	ND
	Chinese cabbage	l	6.7	ND	ND	ND
	Chicory	s	7.7	5.0	ND	6.9
	Korean leek	b	6.9	5.8	ND	6.2
	Korean leek	j	6.3	1.5	ND	ND
	Korean leek	k	6.7	ND	ND	ND
	Green onion	j	5.8	ND	ND	ND
	Mungbean sprout	l	7.4	4.6	ND	ND
	Soybean sprout	j	7.2	2.7	ND	ND
	Soybean sprout	i	7.4	6.0	0.7	6.8
	Soybean sprout	s	7.9	6.5	ND	7.1
	Soybean sprout	c	7.1	6.0	ND	6.5
	Soybean sprout	b	7.5	5.9	ND	6.4
	Red cabbage (peeled)	g	4.9	2.2	ND	ND
	Cabbage (shredded)	n	7.2	6.9	3.0	6.2
Cabbage (shredded)	r	7.2	4.1	ND	ND	
Lettuce (peeled)	g	5.9	6.0	ND	ND	
Carot (shredded)	f	5.4	4.3	ND	5.1	
Carot (shredded)	n	7.6	6.6	ND	7.3	
Carot (sliced)	r	5.2	3.4	ND	ND	

Table 2. Continued

Preparation method	Food	School	Bacterial counts (log CFU/g)			
			Total aerobic count	Total coliform	Total <i>E. coli</i>	Enterobacteriaceae
Raw	Onion (shredded)	n	8.6	6.4	ND	6.5
	Onion (shredded)	r	7.9	5.9	ND	ND
	Pumpkin (sliced)	r	2.4	5.4	ND	ND
	Cucumber (shredded)	f	6.0	6.1	ND	6.7
	Cucumber (shredded)	e	7.2	ND	ND	ND
	Radish (shredded)	e	7.3	ND	ND	ND
	Radish preserved with salt	h	3.9	ND	ND	1.7
	Radish pickle	a	ND	ND	ND	ND
	Soybean curd	j	7.3	0.9	ND	ND
	Pork (cubed)	d	4.7	2.5	ND	3.7
	Pork (minced)	s	5.7	4.2	1.3	4.8
	Bones of the four legs of a cow	r	5.3	2.9	ND	ND
	Beef	g	5.9	2.2	ND	ND
	Beef	i	5.1	2.9	0.7	3.7
	Beef (minced)	s	6.3	4.3	2.3	5.0
	Chicken	r	1.7	4.8	ND	ND
	Chicken	c	6.3	3.5	3.3	4.5
	Chicken	q	5.6	3.6	2.4	4.6
	Half dried Alaska pollack	r	3.8	1.4	ND	ND
	Hamburger steak (frozen)	n	7.3	5.8	ND	5.9
	Sweet-and-sour pork (Frozen)	l	6.5	0.6	ND	ND
	Meatball (frozen)	e	3.0	ND	ND	ND
	Japanese Spanish mackerel (frozen)	h	4.6	2.2	ND	2.8
	Japanese Spanish mackerel (seasoned with salt and pepper, chilled)	p	6.1	4.7	ND	5.5
	Dried pollack (shredded)	j	7.0	1.5	ND	ND
	Dried pollack (shredded)	e	7.4	3.8	3.0	ND
	Seasoned and dried filefish (shredded)	a	7.0	4.8	3.3	5.1
	Anchovy	o	1.6	ND	ND	ND
	Dried shrimp	a	7.5	ND	ND	2.6
	Brown seaweed	o	5.3	ND	ND	ND
	Green laver	m	5.3	ND	ND	ND
	Ham	e	ND	ND	ND	ND
	Ham	g	4.6	ND	ND	ND
	Boiled fish paste	l	ND	ND	ND	ND
	Boiled fish paste (unpasteurized)	n	3.1	1.4	ND	2.4
	Quail's egg	e	0.5	ND	ND	ND
	Freshwater snail	k	1.5	ND	ND	ND
	Soybean curd	k	7.0	ND	ND	ND
	Soybean curd	j	7.3	0.9	ND	ND
	Green-lentil jelly (unpackaged)	p	ND	ND	ND	ND
	Acorn-starch jelly	f	1.0	ND	ND	ND
	Round rice cake	n	8.0	6.6	ND	ND
Round rice cake	m	6.8	5.7	ND	6.4	
Round rice cake	q	7.3	4.9	ND	5.8	
Bread	j	ND	ND	ND	ND	

¹ND: Not detected (10¹ dilution factor).

CFU/g(s교) 수준으로 검출되었다. 생닭에서는 4.8 log CFU/g(r교), 3.5 log CFU/g(c교), 3.6 log CFU/g(q교) 수준으로 검출되었다. 생선류는 반건 동태에서 1.4 log CFU/g(r교), 냉동삼치 2.2 log CFU/g(h교), 양념된 삼치 4.7 log CFU/g(p교), 명태채 1.5 log CFU/g(j교), 3.8 log CFU/g(e교), 어묵 1.4 log CFU/g(n교), 두부 0.9 log CFU/g(j교), 떡국떡 6.6 log CFU/g(n교), 5.7 log CFU/g(m교), 4.9 log CFU/g(q교)로 조사되었다.

특히, n교의 경우 전처리된 채썬 양배추(6.9 log CFU/g), 채썬 당근(6.6 log CFU/g), 채썬 양파(6.4 log CFU/g), 어묵(1.4 log CFU/g), 떡국떡(6.6 log CFU/g) 등이었으며, r교의 경우 채썬 양배추(4.1 log CFU/g), 얇게 썬 당근(3.4 log CFU/g), 채썬 양파(5.9 log CFU/g), 반달썰기 호박(5.4 log CFU/g), 곰국용 사골(2.9 log CFU/g), 생닭(4.8 log CFU/g), 반건조 동태(4.4 log CFU/g) 수준으로 대장균군이 검출되어 두 학교에 공급되는 식재료 전반의 미생물적 품질이 매우 낮은 것으로 나타났다.

조리된 식품에서 대장균군을 검출한 결과(Table 3), 생채와 샐러드에서 “학교급식 위생관리 지침”에서 제시한 대장균 검출 기준치(g당 1,000 CFU이하)를 넘어선 수준의 대장균군이 검출되었는데, 치커리와 양배추 샐러드(s교, 5.5 log CFU/g), 멕시칸샐러드(g교, 5.0 log CFU/g), 게맛살 샐러드(f교, 3.9 log CFU/g), 김치묵 무침(f교, 3.1 log CFU/g), 단무지무침(h교, 2.9 log CFU/g), 무생채(i교, 3.9 log CFU/g), 물미역무침(m교, 2.3 log CFU/g) 등에서 높은 수준의 대장균군이 검출되었다. 특히, 가열처리를 거친 조리식품에서도 대장균군이 검출되었는데 치킨 슴(c교, 1.4 log CFU/g), 코다리찜(j교, 2.9 log CFU/g), 삼치조림(p교, 1.6 log CFU/g), 소시지 떡볶이(m교, 1.1 log CFU/g) 수준이었다. 아울러, 콩나물 무침은 i교(3.8 log CFU/g), c교(2.5 log CFU/g), b교(2.4 log CFU/g), l교(1.6 log CFU/g)에서 검출되었고, 숙주나물은 1.0 log CFU/g, 콩나물과 고구마순 무침(2.9 log CFU/g), 청포묵 무침(3.5 log CFU/g) 수준으로 검출되었다.

조리식품 중에서 식재료를 모두 넣고 가열조리 한 식품보다는 숙채류인 나물 무침 혹은 묵무침 등에서 대장균군이 높은 수준으로 검출되었는데, 이는 가열처리한 재료와 가열처리하지 않은 식재료와 혼합되면서 대장균군이 교차오염된 것으로 판단되며, 세척 후 열처리 하지 않은 식재료에 대해 철저한 세척방법과 조리 후 보관에 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다.

수거한 식재료와 조리식품에서 대장균의 오염여부를 조사한 결과, 총 16종의 식품에서 검출되었다. 이 중 비전처리 채소인 호박에서 1.3~4.3 log CFU/g, 깻잎 2.0 log CFU/g, 콩나물 0.7 log CFU/g 수준으로 검출되었다. 전처리 채소 중 양배추에서 3.0 log CFU/g 수준으로 대장균군이 검출되었고, 돼지고기 다짐육 1.3 log CFU/g, 쇠고기 다짐육 2.3 log CFU/g, 생닭 2.4~3.3 log CFU/g, 명태채 3.0 log CFU/g,

쥐어채 3.3 log CFU/g 수준으로 대장균이 검출되었다. 조리 식품에서는 무생채에서 1.2 log CFU/g 수준으로 검출되었으며 콩나물무침에서 1.2~1.3 log CFU/g, 청포묵 무침에서 1.7 log CFU/g 수준으로 대장균이 검출되었다. 전처리 채소인 채썬 양배추는 샐러드, 무침용 조리식품에 들어가는 고품채소로 학교급식장에 반입된 후 다시 세척하지 않고 그대로 사용되는 야채로서 미생물이 오염되어 있을 경우 직접적으로 조리식품에 전이될 가능성이 높다. 본 연구에서 수거한 채썬 양배추는 대장균이 높은 수준(3.0 log CFU/g)으로 검출되어 식품의약품안전청(8)에서 고시한 “신선편이식품의 미생물적 품질기준(대장균, 음성)”에 부적합하였다. 또한, 건어포인 명태채(3.0 log CFU/g)와 쥐어채(3.3 log CFU/g)는 학교급식에서 많이 사용하는 식재료로 조리 전에 별도로 가열처리를 거치지 않고 무침 등에 이용될 경우 오염된 미생물이 그대로 전이될 가능성이 높고 잠재적으로 식중독 유발 가능성이 있다. 특히, 가열처리를 거친 숙채인 콩나물 무침과 청포묵 무침도 더 이상의 가열·조리과정 없이 그대로 섭취하는 ‘즉석섭취식품’으로서 식품공전 기준 및 학교급식 위생관리 지침서의 미생물적 품질기준(9)에 적합하지 않았다.

Shin 등(7)은 서울시내 초등학교 급식시설에 공급된 식재료와 이를 이용하여 조리한 식품들에 대한 미생물적 품질을 조사한 결과, 전처리채소의 미생물적 품질이 매우 낮았으며, 식재료에서 검출되지 않은 대장균군이 조리완제품에서 검출되어 조리 및 보관과정에서 재오염 혹은 교차오염의 가능성을 제시하였다.

곽 등(10)은 학교급식에 적용되고 있는 HACCP를 근거로 한 위생관리시스템 평가 연구에서 조사 대상이었던 채소류는 세척 전과 후, 또는 소독 전과 후에서 위해세균의 감소효과는 낮은 것으로 나타났으며 포장된 상태로 입고된 청포묵과 두부에서 *S. aureus*가 검출되어 재오염 혹은 교차오염의 가능성을 보고하였다. 떡과 탕수육용 육류에서는 기준치를 초과하는 일반세균수와 장내세균이 검출되었으며 축산물 중 쇠고기에서 기준치 이상의 *S. aureus*가 검출되어 구입에서 배식에 이르는 전 과정에서의 미생물적 품질관리가 요구된다고 보고하였다.

원부재료 및 조리식품의 식중독균의 검출 및 확인 동정 결과

Multiplex PCR로 식중독유발 세균인 *Salmonella* spp. *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *B. cereus*, *C. jejuni*, *V. parahaemolyticus*, *Shigella* spp.를 검사한 결과를 Table 4에 제시하였다. 19개의 중고등학교에서 수거한 34종의 시료에서 *B. cereus*가 검출되었다. *B. cereus*가 검출된 식품 가운데 16종의 비전처리 채소, 2종의 전처리 채소, 건새우, 냉동햄버거 스테이크, 무절임 등의 식재료를 포함하여 무생채와 단무지 무침 등의 비가열조리 식품, 감자조림, 닭고기덮밥, 햄버거스테이크, 삼치조림, 쥐어채볶음, 양송이볶

음, 콩나물무침, 배추무침 등의 가열조리 조리식품에서 검출되었다. PCR검출 결과에서 양성인 시료를 대상으로 정량검사를 실시한 결과, 당근 3.6 log CFU/g, 무 2.9 log CFU/g, 부추 2.5 log CFU/g, 건새우 쥐어채볶음 2.3 log CFU/g 수준으로 검출되었다.

*B. cereus*의 식중독위해는 포자를 형성하여 독소를 분비하는 구토형과 이와 다른 설사형으로 나누어지며 일반적으로 10(5) CFU/g이 존재하면 건강한 성인에게 반드시 질병을 유발시키지만 어린이와 면역력이 약화된 사람들에게는 10(3)~10(5) CFU/g 범위에서도 질병을 일으킨다고 알려져 있다. *B. cereus*는 조리 후 상온에 방치하면 세균의 포자증

식과 독소생성이 가능하여 많은 집단 식중독(구토형)은 상온에 방치하였다가 가열한 음식이나 볶은밥 등을 매개로 식중독을 유발할 수 있다(11). Wijnands 등(12)은 시중에서 임의로 수거한 식품에서 *B. cereus*의 오염정도를 조사한 결과, 우유 및 유제품, 채소 및 채소가공품, 파이프, 즉석식품류에서 *B. cereus*의 오염수준이 높았으며 이들 식품 중에서 즉석식품류인 밥류와 파스타 제품에서 *B. cereus*가 상당수 검출되었다고 보고하였다. 또한, Turner 등(13)은 건조 potato flake를 이용하여 제조한 감자제품이 *B. cereus* 등의 오염에 관련되어 있다고 보고한 논문에서 *B. cereus*는 potato flake에 포자형태로 존재할 수 있으며 재수화된 제품에서 발아하

Table 3. Bacterial counts of cooked foods collected from 19 middle and high schools in Seoul, Korea

Preparation method	Food	School	Bacterial counts (log CFU/g)			
			Total aerobic count	Total coliform	Total <i>E. coli</i>	Enterobacteriaceae
Cooked	Chicory and cabbage salad	s	5.5	5.5	ND	5.5
	Mexican salad	g	6.5	5.0	ND	ND ¹⁾
	Noodles with vegetable mixtures	g	6.4	1.5	ND	ND
	Salad sandwich	j	2.4	1.6	ND	ND
	Seasoned freshwater snail	k	5.0	1.6	ND	ND
	Cold crab meat and vegetables with orange sauce	f	6.3	3.9	ND	4.4
	Seasoned acorn-starch jelly mixed with <i>Kimchi</i> and laver	f	6.4	3.1	ND	3.8
	Seasoned green-lentil jelly	q	2.7	ND	ND	0.7
	Seasoned radish preserved with salt	h	5.0	2.9	ND	3.8
	Seasoned radish	i	6.0	3.9	1.2	4.8
	Radish and miyoek seaweed seasoned with vinegar	m	4.6	2.3	ND	2.9
	Seasoned pickled radish and sesame leaf	a	5.2	1.2	ND	ND
	Hard boiled rib of pork	d	1.7	ND	ND	ND
	Hard-boiled anchovy with soy sauce	o	3.0	ND	ND	ND
	Hard-boiled potato with soy sauce	o	0.7	ND	ND	ND
	Boiled fish paste with round rice cake	n	3.0	ND	ND	ND
	Hard-boiled meatball with quail's egg	e	1.3	ND	ND	ND
	Bowl of boiled chicken and rice	r	5.2	ND	ND	ND
	Chopped roast chicken	q	4.1	ND	ND	ND
	Chopped roast chicken soup	c	ND	1.4	ND	0.7
	Panbroiled dried pollack seasoned with red pepper paste	e	5.0	ND	ND	ND
	Panbroiled dried pollack seasoned with red pepper paste	j	6.8	2.9	ND	ND
	Panbroiled dried shrimp and filefish	a	2.9	ND	ND	ND
	Panbroiled pine mushroom	d	3.0	ND	ND	ND
	Scrambled egg mixed with pork and beef	s	3.4	ND	ND	ND
	Hard boiled Japanese Spanish mackerel seasoned with red pepper paste and starch syrup	p	4.7	1.6	ND	1.0
	Fried Japanese Spanish mackerel	h	2.5	0.3	ND	1.0
	Hamburger steak	n	2.0	ND	ND	ND
	Sweet-and-sour pork	l	ND	ND	ND	ND
	Sweet-and-sour pork	k	1.4	ND	ND	ND
	Baked sausage and round rice cake	m	4.1	1.0	ND	1.4
	Panfry vegetables mixed with egg	b	1.5	ND	ND	ND
	Seasoned soybean sprout	i	5.8	3.8	1.3	4.7
	Seasoned soybean sprout	c	5.4	2.5	1.2	3.0
	Seasoned soybean sprout	b	6.2	2.4	ND	3.0
	Seasoned mungbean sprout	l	6.4	1.6	ND	ND
	Seasoned dropwort and mungbean sprout	r	7.3	1.0	ND	ND
	Panbroiled young pumpkins	i	6.3	ND	ND	ND
	Seasoned soybean sprout, stem of sweet potato, pumpkin, carrot, onion and cucumber	s	7.4	2.9	ND	3.0
	Seasoned Chinese cabbage	l	6.7	ND	ND	ND
Green-lentil jelly seasoned with dried laver	p	4.6	3.5	1.7	4.0	

¹⁾ND: Not detected (10¹ dilution factor).

여 번식할 수 있다고 보고하였다. 즉, 재수화조건이 37°C, 42°C, 50°C에서 각각 *B. cereus*가 10(3) CFU/g, 10(6) CFU/g, 10(4) CFU/g으로 증식하여 따뜻한 상태로 유지하는 감자제품은 60°C이상에서 소비하는 것이 안전하며 제조된 식품은 2시간이내에 폐기처분하여야 한다고 보고하였다.

*B. cereus*는 내열성 포자를 형성하여 가열 조리 후에도 식품에 잔존하여 독소를 발생시켜 식중독을 유발할 수 있다고 알려져 있다. Lee 등(14)은 떡류의 가공과정 중 식중독 유발 미생물의 저감효과 및 저장과정 중 미생물 증식효과를 조사한 결과, 쌀가루에 비포자형성 미생물인 *E. coli* O157:H7,

Table 5. Confirmation of food-borne pathogens by biochemical and selective plate methods

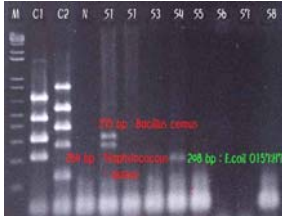
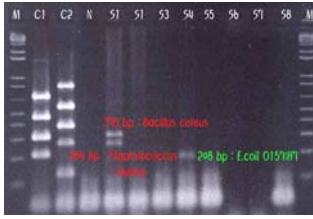




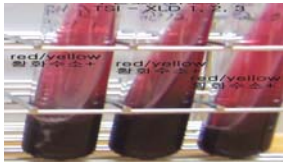

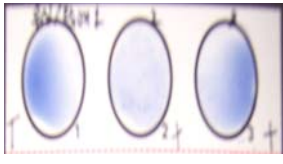
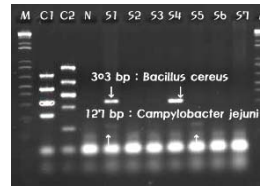
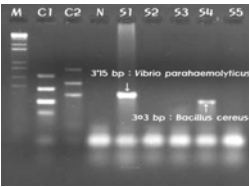
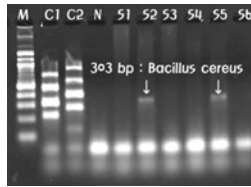
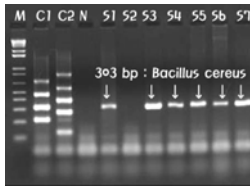








<i>E. coli</i> O157:H7		<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Salmonella</i> spp.	
School	k	School	k	School	r
Sample	Sweet-and-sour pork (frozen)	Sample	Korean leek	Sample	Beef
PCR		PCR		PCR	--
SMAC		Baird-parker RPF		XLD	
EMB		--	--	TSI	
API 20E		--	--	<i>Salmonella</i> LATEX TEST	
<i>Bacillus cereus</i>					
School	i	p	b	a	
Sample	Radish (S1)	Carrot (S4)	Korean leek (S5)	Pan broiled dried shrimp (S4)	
PCR					
MYP					
API 50CHB					

Table 5. Continued

<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ¹⁾								
School	g							
Sample	Carrot (S1)	Lettuce (peeled) (S3)	Red cabbage (peeled) (S4)	Sesame leaf (S5)	Noodles with vegetable mixtures (S6)	Cabbage (S7)	Piment (S8)	Ham (S9)
PCR								
School	f		e		p			
Sample	Cucumber (shredded)		Cucumber (shredded) (S1)	Meatball (frozen) (S4)	Japanese spanish mackerel (S1)			
PCR								
<i>Campylobacter jejuni</i> ¹⁾								
School	i		r		f			
Sample	Bean sprout (S5)	Radish (S1)	Cabbage (shredded)	Cucumber (shredded)	Carrot (shredded)			
PCR								
<i>Shigella spp.</i> ¹⁾			<i>Staphylococcus aureus</i> ¹⁾					
School	g		School				k	
Sample	Beef (S12)		Sample				Korean leek (S1)	
PCR								
<i>Bacillus cereus</i> ¹⁾								
School	s				l			
Sample	Carrot (S2)				Chinese cabbage (S3)	Seasoned Chinese cabbage (S4)		
PCR								

¹⁾Samples only detected positive for each pathogen by PCR method.

Table 5. Continued

<i>Bacillus cereus</i> ¹⁾						
a						
Sample	Dried shrimp (S1)	Pan broiled dried shrimp and filefish (S2)	Stem of garlic (S3)	Pickled radish (S5)	Sesame leaf (S6)	Seasoned pickled radish and sesame leaf (S7)
PCR						
r						
Sample	Beef (S1)	Pumpkin (sliced) (S4)	Carrot (sliced) (S5)	Bowl of rice topped with boiled chicken and vegetables (S7)		
PCR						
c						
Sample	Seasoned bean sprout (S2)		Carrot (S3)	Potato (S4)	Hamburger steak (frozen) (S8)	
PCR						
b						
Sample	Seasoned bean sprout (S2)		Korean leek (S5)	Carrot (S2)	Pine mushroom (S5)	Pan broiled pine mushroom (S6)
PCR						
d						
Sample	Seasoned bean sprout (S2)		Korean leek (S1)	Carrot (S2)	Green onion (S3)	Cucumber (S5)
PCR						
k						
Sample	Fried Japanese Spanish mackerel (S2)		Radish preserved with salt (S3)	Seasoned radish preserved with salt (S4)	Potato (S2)	Potato boiled in soy with spices (S3)
PCR						
j						
Sample	Fried Japanese Spanish mackerel (S2)		Radish preserved with salt (S3)	Seasoned radish preserved with salt (S4)	Potato (S2)	Potato boiled in soy with spices (S3)
PCR						
h						
Sample	Fried Japanese Spanish mackerel (S2)		Radish preserved with salt (S3)	Seasoned radish preserved with salt (S4)	Potato (S2)	Potato boiled in soy with spices (S3)
PCR						
o						
Sample	Fried Japanese Spanish mackerel (S2)		Radish preserved with salt (S3)	Seasoned radish preserved with salt (S4)	Potato (S2)	Potato boiled in soy with spices (S3)
PCR						

¹⁾Samples only detected positive for *Bacillus cereus* by PCR method.

S. Typhimurium, *L. monocytogenes*, *S. aureus* 등과 포자형성균인 *B. cereus*를 집중하여 100°C에서 30분간 쪄낼 때 비포자 형성균들은 6 log CFU/g 이상이 저감되었고, *B. cereus*는 1~2 log CFU/g이 저감되었다. 그러나 *B. cereus*의 경우, 상온에서 3일간 저장했을 때 포자가 발아하였으며, 독소를 생산하는 한계치인 10(6) CFU/g까지 증식한 것으로 보고하였다.

영국의 즉석식품의 미생물품질 지침(15)에 의하면 *B. cereus*와 *Bacillus* spp.는 $\leq 10(3)$ CFU/g인 경우 “만족(satisfactory)”, $10(3) \sim <10(4)$ CFU/g인 경우 “수용가능(acceptable)”, $10(4) \sim <10(5)$ CFU/g인 경우 “불만족(unsatisfactory)”, $\geq 10(5)$ CFU/g은 “수용불가능/잠재적으로 위험(unacceptable/potentially hazardous)”로 제시하고 있다. 우리나라의 경우, 2002년 이후 생식과 장류에서 검출된 *Bacillus cereus*의 위해성 여부가 논란의 대상이 되어왔으며, 2006년 8월에 장류(된장, 고추장, 춘장, 청국장, 혼합장)에 존재하는 *B. cereus*를 10,000 CFU/g 이하로 규정하였으며, 즉석섭취식품은 1,000 CFU/g 이하, 신선편이식품은 1,000 CFU/g 이하로 제시하고 있다(8).

용혈성 대장균인 *E. coli* O157:H7은 가공식품인 탕수육용 냉동돼지고기(k교)에서 검출되었고, API kit를 이용하여 생화학적 방법으로 확인·동정되었다(Table 4, 5). Shin 등(7)은 전보에서 서울시에 위치한 초등학교에서 수거한 급식용 식재료와 조리식품에서 다중 유전자분석법을 이용하여 식중독 유발세균의 오염여부를 조사한 결과, 냉동쇠고기 시료에서 *E. coli* O157:H7이 검출되었으며 이를 선택배지와 생화학적 확인실험 결과를 보고하였다.

*C. jejuni*는 i교에 공급된 비전처리 채소인 무와 r교의 전처리 채소인 채썬 양배추, f교의 오이채, 당근채에서 검출되었다.

*V. parahaemolyticus*는 g교의 비전처리 채소류인 당근, 피망, 양배추, 깻잎과 전처리 채소인 깻잎, 양배추, 오이채, 깻잎, 양상추에서 검출되었으며 조리된 식품인 비빔채소국수에서 검출되었고, e교와 f교에 공급된 전처리 채소인 오이채와 e교에 공급된 가공식품인 냉동 미트볼에서 검출되었다. 이는 식품의약품안전청에서 제시한 ‘즉석섭취식품’, ‘즉석조리식품’, ‘신선편이식품’에서의 *V. parahaemolyticus*는 ‘음성’ 검출기준에 적합치 않은 것으로 나타났다.

*S. aureus*는 k교의 비 전처리 부추에서 검출되었으나, 선택배지에서는 검출되지 않았다. 또한, *Salmonella* spp.는 r교에 공급된 냉동 닭고기에서 1건이 검출되었고 API kit 및 *Salmonella* 항혈청에 대한 응집반응을 통해 확인·동정하였다(Table 5).

식중독세균은 전 세계적으로 인간의 건강을 위협하는 주요 위해요인으로 알려져 있으며, 이들 식중독유발 세균의 검출기법 및 분석방법에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 유전자분석방법인 PCR법은 신속하고 고감도 검출방법으로

로 식품의 미생물적 품질평가 및 현장감증 실험(monitoring 혹은 surveillance) 등에 광범위하게 적용(16)되어 왔으며, 최근에는 다양한 식중독유발 세균을 동시다발적으로 검출하는 multiplex PCR법(17-19)과 대량으로 처리(high-throughput)하기 위한 microarray법(20-22) 등에 대한 연구가 다각적으로 수행되고 있다. 본 연구에 적용한 다중유전자검출법은 8종의 식중독 유발 미생물을 동시에 검출할 수 있는 “유전자 특이적 프라이머(gene-specific primers)”를 이용한 것으로 오염 미생물을 증식하지 않고, 별도의 DNA추출 단계 없이 검출이 가능한(16) 고감도 검출방법이다. 위탁급식 시스템을 이용하는 학교 및 단체급식소에서 발생하는 식중독은 동시다발적이고 규모가 크기 때문에 공공보건적인 위해도가 높을 뿐만 아니라 파급되는 사회경제적 손실이 크다. 따라서 다중 유전자검출법은 식품종류에 따른 매트릭스의 차이, 조리과정에서 유래하는 방해요인에 의한 검출한계 저하 등의 제한점들이 존재하지만 단체급식소에 공급되는 식재료에 대한 미생물품질을 사전 평가용으로 사용하거나 식중독 발생 후에 원인균의 규명 등 사후 검증용으로 유용하게 적용할 수 있을 것이다.

요 약

18개교 일반 중·고등학교와 1개교 특수학교에서 수거한 식재료 및 조리식품은 비전처리 채소가 38종, 전처리 채소가 13종, 육류 9종, 어패류(냉동 혹은 조미 포함) 3종, 건어물 7종, 반가공 혹은 가공 식재료 20종이었다. 수거한 식재료 중 전처리 야채(8종)에서 대장균군이 3.4~4.3 log CFU/g 수준으로 검출되었으며, 육류(4종)에서는 대장균군이 2.2~4.3 log CFU/g 수준으로 검출되었다. 조리식품인 생채와 셀러드에서 “학교급식 위생관리 지침”에서 제시한 대장균 검출 기준치(g당 1,000 CFU이하)를 넘어선 수준의 2.3~5.5 log CFU/g 수준의 대장균군이 검출되었고, 가열처리를 거친 조리식품에서도 1.0~3.5 log CFU/g수준으로 대장균군이 검출되었다. 수거한 식재료와 조리식품 중 16종의 식품에서 대장균이 검출되어 식품의약품안전청(8)에서 고시한 “신선편이식품 및 즉석식품의 미생물적 품질기준(대장균, 음성)”에 부적합하였다. 병원성 식중독 세균 중에서 *B. cereus*는 16종의 비전처리 채소, 2종의 전처리 채소, 3종의 가공식재료, 3종의 비가열조리 식품, 8종의 가열조리식품에서 검출되었으며, 정량검사를 실시한 결과, 당근 3.6 log CFU/g, 무우 2.9 log CFU/g, 부추 2.5 log CFU/g, 건새우 쥐어채볶음 2.3 log CFU/g 수준으로 검출되었다. 용혈성 대장균인 *E. coli* O157:H7은 가공식품인 탕수육용 냉동돼지고기(k교)에서 검출되었고, API kit를 이용하여 생화학적 방법으로 확인·동정되었다. *C. jejuni*는 i교에 공급된 비전처리 채소인 무와 r교의 전처리 채소인 채썬 양배추, f교의 오이채, 당근채에서 검출되었다. *V. parahaemolyticus*는 g교의 비전처리 채소류

인 당근, 피망, 양배추, 깻잎과 전처리 채소인 간 적양배추, 오이채, 간 양상추에서 검출되었으며 조리된 식품인 비빔채 소국수에서 검출되었고, e교와 f교에 공급된 전처리 채소인 오이채와 e교에 공급된 가공식품인 냉동 미트볼에서 검출되었다. 이는 식품의약품안전청에서 제시한 ‘즉석섭취식품’, ‘즉석조리식품’, ‘신선편이식품’에서의 *V. parahaemolyticus* 는 ‘음성’ 검출기준에 적합치 않은 것으로 나타났다. *Salmonella* spp.는 r교에 공급된 냉동 닭고기에서 1건이 검출되었고 API kit 및 *Salmonella* 항혈청에 대한 응집반응을 통해 확인·동정하였다

문 헌

1. Ministry of education and human resources development (MOE). 2006. <http://www.moe.go.kr/main.jsp?idx=0306010101&pageSize=10&cp=1&mode=list> Korea.
2. Korea Food & Drug Administration. 2008. 보도/해명자료: 개학철대비 식재료 공급업소 지도·점검결과 및 위생관리 강화. <http://www.kfda.go.kr>
3. Ministry of Education, Science & Technology. 2006. 보도자료: 학교급식주요정책. <http://www.mest.go.kr>
4. Ministry of Education, Science & Technology. 2007. 보도자료: 중장기 학교급식 개선 추진과제. <http://www.mest.go.kr>
5. <http://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2008052762641>
6. Ryu K. 2006. Safety management of food commodity in foodservice operations. *Food Industry & Nutrition* 11: 30-34.
7. Shin WS, Hong WS, Lee KE. 2008. Assessment of microbiological quality for raw materials and cooked foods in elementary school food establishment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 379-389.
8. Korea Food & Drug Administration. 2008. Food code. Korea.
9. Ministry of education and human resources development (MOE). 2004. Manual for Safety Management in School Food Service(11-1340000-000185-14). Seoul, Korea. p 27-38.
10. 광동경, 강영재, 류경, 김성희. 2004. 학교급식 식재료 및 급식 시설 안전관리 기준설정에 관한 연구. 교육정책연구 과제보고서.
11. Korea Health Industry Development Institute. 2006. Development of procedures to investigate foodborne disease. Appendix 1: Foodborne illness-some facts and figures. p 91-109.
12. Wijnands LM, Dufrenne JB, Rombouts FM, in't Veld PH, van Leusden FM. 2006. Prevalence of potentially pathogenic *Bacillus cereus* in food commodities in The Netherlands. *J Food Prot* 69: 2587-2594.
13. Turner NJ, Whyte R, Hudson JA, Kaltovei SL. 2006. Presence and growth of *Bacillus cereus* in dehydrated potato flakes and hot-held, ready-to-eat potato products purchased in New Zealand. *J Food Prot* 69: 1173-1177.
14. Lee SY, Chung HJ, Shin JH, Dougherty RH, Kang DH. 2006. Survival and growth of foodborne pathogens during cooking and storage of oriental-style rice cake. *J Food Prot* 69: 3037-3042.
15. Public Health Laboratory Service (PHLS). 2000. Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Comm Dis Pub Health* 3: 163-167.
16. Moon GS, Kim WJ, Shin WS. 2004. Optimization of rapid detection of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* by PCR and application to field test. *J Food Prot* 67: 1634-1640.
17. Mukhapadhyay A, Mukhapadhyay UK. 2007. Novel multiplex PCR approaches for the simultaneous detection of human pathogens: *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *J Microbiol Method* 68: 193-200.
18. Bhagwat AA. 2003. Simultaneous detection of *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* and *Salmonella* strains by real-time PCR. *Int J Food Microbiol* 84: 217-224.
19. Ramesh A, Padmapriya BP, Chrashekar A, Varadraj MC. 2002. Application of a convenient DNA extraction method and multiplex PCR for the direct detection of *Staphylococcus aureus* and *Yershinia enterocolitica* in milk samples. *Mol Cell Probes* 16: 307-314.
20. Kim HJ, Par SH, Lee TH, Mahm BH, Kim YR, Kim HY. 2008. Microarray detection of food-borne pathogens using specific probes prepared by comparative genomics. *Biosens Bioelectron* 24: 238-246.
21. Eom HS, Hwang BH, Kim DH, Lee IB, Kim YH, Cha HJ. 2007. Multiple detection of food-borne pathogenic bacteria using a novel 16s rDNA-based oligonucleotide signature chip. *Biosens Bioelectron* 22: 845-853.
22. Call DR, Borucki MK, Loge FJ. 2003. Detection of bacterial pathogens in environmental samples using DNA microarrays. *J Microbiol Methods* 53: 235-243.

(2008년 7월 25일 접수; 2008년 9월 17일 채택)