

단체급식소의 음용수, 식재료와 조리식품의 세균 오염분석

조선경 · 박종현*
가천대학교 식품생물공학과

Microbial Contamination Analysis for Drinking Water, Foodstuff, and Cooked Food for Foodservice Operation

Sun-Kyung Cho and Jong-Hyun Park*

Department of Food Science and Biotechnology, Gachon University

Abstract In order to evaluate the microbial safety of the foodstuffs and manus in regards to foodservice operations, the total of 1,051 samples of drinking waters, vegetables, and cooked foods were collected. Total viable count (TVC), coliform group, and pathogens were analyzed. Twenty five percent samples of 441 drinking waters showed high contamination of above 2 log CFU/g TVC. Twenty percent of the waters were contaminated by above one log CFU/g coliform. Forty percent of non-heated food, *Moochim*, were contaminated by above 5 log CFU/g TVC and 26% of *Moochim* were contaminated by above 2 log CFU/g coliform. *Bacillus cereus* and *Escherichia coli* were detected on boiled rice and kimchi, and *B. cereus* was detected with a high ratio. Therefore, the foodstuffs and manus regarding foodservice operations appear to be generally safe. However, efficient microbial control for drinking water and *Moochim*-style food is necessary and in particular, careful management to reduce microbial contamination should be applied to drinking water.

Keywords: foodservice operation, drinking water, foods, total viable count, coliform

서 론

단체급식소에서의 대형 식중독 사고가 계속 일어남에 따라 급식품질의 안전성 확보 및 과학적 위생관리가 요구되고 있다. 한국의 식중독 사고는 2006년도에 10,833명으로 근래에 가장 높았고 그 이후는 점점 감소하는 경향을 보이고 있다. 2006년도 이전에는 단체급식소의 식중독발생이 한국 전체 식중독 환자의 약 70%를 보이고 있다가 그 이후로는 약 50%를 유지하고 있는 실정이다. 그러나 2007년 인구 백만명 당 식중독 환자수는 201명으로 10년 동안 무려 3.5배가 증가하고 있으며 일본의 162명, 미국의 83명, 대만의 141명 발생한 것보다 높은 수치이다(1). 따라서 아직도 우리 단체급식소 식품안전 사고는 높은 비율을 보이고 있는 것이 사실이다.

단체급식소 식중독 발생의 주요 원인으로는 오염된 식재료와 조리기구의 사용, 급식생산 과정에서의 부적절한 온도관리, 조리종사원의 개인위생 불량, 교차오염 등이 있다. 식중독 발생을 감소시키기 위한 주요 위생관리 영역은 식재료의 위생, 조리종사원의 개인위생, 급식소 시설이나 조리기구의 조리환경 위생으로 크게 분류할 수 있다(2). 이러한 각 영역의 위생관리가 적합하게 수행될 때, 단체급식소에서 배식되는 최종 조리식품의 안전성이 확

보될 수 있을 것이다.

단체급식소 메뉴로 제공되는 식품의 재료와 조리식품의 위해 분석에 관련하여 Yoo 등(3)은 생채류의 일부 원부재료의 일반세균수는 조리 후 음식의 일반세균수와 비슷하여 생채류의 조리특성상 원부재료의 위생상태가 그대로 전이되어 전반적으로 위생상태가 문제될 수 있다고 보고하였다. 숙채류의 경우 조리과정 중 한번 뜨거운 물에 데침에도 불구하고, 미생물 오염수준이 감소되지 않은 것은 조리시에 사용된 양념, 사용된 그릇, 조리사의 손 등 다른 오염원으로부터 기인한 교차오염의 가능성이 있음을 보여주고 있다. 특히 이들 메뉴 중에서 가장 안전성에 문제가 될 수 있는 것은 가열공정을 거치지 않는 비가열식품, 즉석섭취 편의식품류이다. 이들은 최소가공(minimally processed) 또는 반가공하여 제품으로 공급되는데 가공공정에는 보통 다듬기, 박피, 절단, 세척, 세정 등이 포함된다(4). 이때에 식물조직의 손상, 최소가공에 따른 미생물 안전의 불확실성, 식물조직의 활발한 물질대사, 그리고 제품 종류의 제한 등이 문제가 된다(5,6). 일반적으로 이들 제품은 밀봉 파우치에 포장되거나 플라스틱 트레이형 용기에 포장되며, 운송과정과 조리기간 등을 고려하면, 냉장 후 최소 며칠간의 유통기간이 필요하다. 신선편의 과채류는 조리용 재료로도 이용될 수 있으나, 대부분의 경우에는 그대로 소비되고 있다(7). 신선편의식 채소류 제품의 생산은 약 30여년전 미국에서 시작되었으며, 주로 대형 급식이나 패스트푸드 산업에서 이용되다가 한국에서도 근래에 들어서 소매용 제품들까지 개발되어 시장이 확장되고 있다.

다양한 종류의 병원성 미생물이 식중독을 유발할 수 있는데, 이 중 *Shigella*, *Salmonella*, *E. coli* O157, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, virus 등이 과일과 채소류

*Corresponding author: Jong-Hyun Park, Department of Food Science and Biotechnology, Gachon University, Seongnam, Gyeonggi 461-701, Korea
Tel: 82-31-750-5523
Fax: 82-31-750-5501
E-mail: p5062@gachon.ac.kr
Received April 2, 2012; revised April 30, 2012;
accepted May 1, 2012

의 신선 농산물과 관련하여 식중독 사고를 유발시켜 국민 건강상의 문제에 크게 연관성이 있는 것으로 보고되고 있다(8). 한국에서는 지난 5년간 식중독 발생 현황을 원인균별로 보면 *E. coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*가 단체급식소의 주요 식중독 원인균으로 나타났다(1). 최근에는 norovirus에 의한 식중독 발생도 급격히 증가하고 있다. 미국에서는 매년 약 76만건의 식중독사고가 발생하며, 이들 대부분이 미진단으로 보도되지 않고 있으나 약 325,000명이 입원을 하며 5,000명 정도 사망하는 것으로 추정된다. 이들 주요 식중독균은 *E. coli* O157:H7, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Toxoplasma gondii* 이고(9), *Campylobacter*가 약 2만 4천건, non-typhoidal *Salmonella*가 1만 4천건, *E. coli* O157:H7을 포함한 병원성 *E.coli*에 의한 식중독이 2만 7천건이다(10). 일본의 식중독 발생통계를 보면 연간 식중독 발생건수는 한해 약 2,000건, 환자 수는 3만4만명으로 추정하고 있으며, 10명 정도가 사망하고 있다. *Salmonella*, *V. parahaemolyticus*, *C. jejuni*, *E. coli* O157:H7, norovirus가 주요 원인균이며, 5%정도는 원인불명이라고 보고하였다(11). 특히 이러한 병원성 미생물은 세척 살균과정 등에서 잘 제거되지 않아 식중독사고에 관여되는 것으로 알려져 있다(12). 따라서 유럽, 캐나다 등의 경우 이들 식품에서 정량 허용치를 제시하고 있으나 우리나라의 경우 식중독균은 불검출으로 기준을 제시하고 있다. 즉, 접객용 음용수인 경우 *E. coli*, *Salmonella*, *Y. enterocolitica*가 250 mL에서 음성으로 규정화 되어 있으며 조리식품인 경우 대장균은 음성이어야 한다. 다만 *Clostridium perfringens*는 100/g 이하이며 *B. cereus*는 10,000/g 이하로 정량화 되어 있고 비가열처리 식품인 경우 *S. aureus*가 100/g 이하로 규정되어 있어서 매우 엄격한 기준규격이 적용되고 있다(1). 그러므로 본 연구에서는 단체급식소의 고위험 메뉴인 즉석섭취 편의식품 중 음용수, 채소류와 그 조리식품의 미생물적 위해요소를 분석하고 이들 미생물을 제어관리 함으로써 단체급식소의 위생안전 향상을 위한 정보로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

시료 및 사용균주

2007년에서 2008년까지 국내 대형 단체급식소 400개소에 방문하여 전처리 후 납품 받아 사용하고 있는 441점의 음용수, 610점의 식재료 및 조리식품 등 총 1,051점을 무균적으로 sterile sampling bag에 채취하였다(Table 1, 2). 채취 후 즉시 냉장상태로 실험실로 운반하여, 중온성 총호기성균, 대장균군, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*의 분리실험을 하였다. 모든 검체를 채취할 때 사용되는 도구 및 용기와 실험 과정에서 이용되는 배지 및 기구는 121°C에서 가압 멸균하여 사용하였고, 모든 재료는 clean bench에서 무균적으로 처리하였다. 채취한 재료는 sterile sampling bag에 25 g을 취하고 0.85% 멸균 생리식염수 225 mL를 가하여 120초간 stomacher(Silver, IUL, Barcelona, Spain)로 균질화한 후 이중 1 mL을 시험 검액으로 사용하였다.

중온성 총호기성균수 측정

표준평판배양법(aerobic plate count)에 따라 전처리된 검액 1 mL을 취하여 0.85% 멸균 생리 식염수 용액 9 mL를 혼합하고 10 배수로 단계 희석한 시료를 Plate Count Agar(PCA, Oxoid, Hampshire, UK)에 도말하여 37°C, 48시간 배양한 후, 집락을 계수하였다.

Table 1. Foodstuffs collected from the foodservice operations for 2007 and 2008

Classification	Sample	Number/2007	Number/2008	Totals
Water	Drinking water	240	201	441
	Beverage	15	8	23
Vegetables	Red pepper (powder)	3	3	6
	Chard	3	-	3
	Chicory	¹⁾	3	3
	Sesame leaf	3	-	3
	Carrot	5	-	5
	Leek	23	32	55
	Korean leek	-	6	6
	Garlic	19	14	33
	Green lettuce	13	5	18
	Lettuce	10	7	17
	Cabbage	9	10	19
	Onion	6	9	15
	Cucumber	18	19	37
	Etc. ²⁾	26	28	54
Total	16	393	345	738

¹⁾Not collected; ²⁾other vegetables

Table 2. Cooked foods collected from the foodservice operations for 2008

Classification	Foods	Number
Rice,boiled	Rice	44
Side dish/ Subsidiary food	Cooked foods	
	Soup	27
	Stew	10
	Steamed food	10
	Roasted food	24
	Braised food	10
	Panfried food	19
Fried food	23	
Cooked and Non-cooked foods	Noodle	20
	Non-cooked foods	
Kimchi	31	
<i>Moochim</i>	62	
Other foods	33	
Total	12	313

대장균군(coliform group)과 *E. coli* 계수

대장균군은 검액 1 mL를 취하여 0.85% 멸균 생리 식염수 용액 9 mL를 혼합하고 10배수로 희석하여, Deoxycholate Lactose Agar(DLA, Oxoid)에 도말하여, 37°C에서 24시간 배양하고, 배양 후 보라색 또는 진분홍 집락을 모두 계수하였다. *E. coli* 계수는 전 처리된 검액 1 mL을 취하여 0.85% 멸균 생리 식염수 용액 9 mL를 혼합하고, 10배수로 희석하여 EMB(Oxoid)에 도말하여 37°C에서 24시간 배양한 후, 전형적인 집락을 관찰하고, API 20E kit (Biomérieux, France)를 이용하여, 확인하였다.

Bacillus cereus 검출 및 동정

전처리된 검액 1 mL을 취하여 0.85% 멸균 생리식염수 용액 9 mL를 혼합하고, 10배수로 희석하여 MYP(Oxoid)에 도말하여 30°C

에서 24시간 배양하였다. 배양 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별한 다음 적혈구가 침가된 TSA(Oxoid)에 도말하여, 배양후 투명환을 관찰하여 β -hemolysis 를 관찰하였다. 확인시험으로는 hemolysin BL gene에 해당하는 *hbla* 유전자를 target으로 하는 primer HblA1(5'-GCTAATGTAGTTTCACCTGTAGCAAC-3'), HblA2(5'-AATCATGCCACTGCGTGGACATATAA-3')를 사용하여, diarrheal toxin 유전자를 PCR로 확인하였다(13). PCR를 위한 DNA는 Accurep DNA extraction kit (Bioneer, Daejeon, Korea)를 사용하여 추출 및 정제하였다. 정제 DNA 2 μ L를 DNA모형으로 사용하였고 이 DNA를 2.5 U tag DNA polymerase, 250 M dNTP, 10 mM Tris-HCl(pH 9.0), 40 mM KCl, 1.5 mM MgCl₂ 반응액에 첨가하여 총 20 μ L가 되도록 하였다. DNA 연쇄반응기는 Gene Cycler(Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA, USA)를 사용하였다. 반응조건은 94°C에서 2분후에 94°C 1분, 58°C 1.5분, 72°C 2.5분에 30회전 후 72°C 7분으로 하였다. 반응생성물은 0.5 g/mL ethidium bromide가 함유된 1% agarose 를 UV transilluminator(Seolin Biotech, Suwon, Korea)에서 검출하였다.

Staphylococcus aureus 검출 및 동정

전처리된 검액 1 mL를 취하여, 0.85% 멸균 생리식염수 용액 9 mL를 혼합하고, 10배수로 희석하여 BPA(Baird-Parker Agar, Oxoid)에 도말하고, 35-37°C에서 48시간 배양한 후, 토끼혈청을 이용하여 coagulase 검사를 실시하였다. 확인법으로 Maddux 등의 방법(14)에 따라 *nuc* 유전자를 target으로 하는 primer sa-1(5'-GAA AGGATACGCAAAGA-3'), sa-2(5'-TAGCCAAGCCTTGACGAA CT-3')를 이용하여 PCR를 수행하였다. PCR 반응 조건은 95°C에서 4분간 열변성으로 전처리를 한 후에 95°C에서 1분간 열변성, 55°C에서 1분간 합성, 72°C에서 1분 20초간 신장 반응을 35회 반복하도록 수행하였다.

결과 및 고찰

단체급식소 음용수 및 식재료 세균수 분석

2007년에서 2008년까지 단체급식소의 집객용 음용수 먹는물과 식재료 및 조리식품의 세균 오염을 분석하였다(Table 3).

먹는물의 중온성 총 호기성균수(세균수)는 환경부의 먹는물 관리법 기준규격(15)인 2 log CFU/g 이하로 정해져 있으며 이 기준에 의하면 2007년에 약 75%, 2008년에는 약 76%가 적합한 것으로 나타났다. 따라서 평균 25%의 부적합율로 나타나서 먹는물 관리가 필요함을 알 수가 있었다. 2007년 식재료 세균수는 5-6 log CFU/g이었고, 2008년 식재료 세균수도 5-6 log CFU/g으로 2007년 미생물오염 분석결과와 2008년 미생물 오염분석 결과는 비슷한 수준을 나타내었다. 2007년 세균수가 가장 높게 검출된 식재료 채소류의 경우 고추, 부추, 양파, 마늘 등에서 세균수 6 log CFU/g 이상인 비율이 약 70, 40, 30, 80%로 나타났다.

Shin 등(16)의 연구에서도 콩나물, 알파파작, 숙주나물 등의 싹 채소는 평균 6.2 log CFU/g, 쑥갓, 깻잎, 파슬리 등의 엽채류는 평균 6.4 log CFU/g 검출되었으며 본 연구결과와 유사하였다. Jeon 등(17)의 연구에서는 오이, 실파, 생채의 미생물 오염도는 세균수가 평균 5.4 log CFU/g 수준으로 검출되었고, 세척·소독 후 기준치 이하로 감소되었다. 그러나, 썰기 작업 후 세균수와 대장균군의 수치가 기준치를 초과함으로써, 교차오염의 가능성이 높은 것으로 보고하였다. Solberg 등(18,19)은 즉석섭취·편의식품의 세균수 기준이 6 log CFU/g 이하, 대장균군은 3 log MPN/g 이하, 대장균은 검출되지 않아야 한다고 제안하였다. 2008년 세균수 분석에서도 마늘, 부추, 양파 등의 오염이 가장 높았는데, Jeon 등(17)의 연구에서도 마늘의 세균수는 6.9 log CFU/g, 대장균군 3.5 log CFU/g 수준으로 높게 검출되었고, 무침 후에도 여전히 기준치를 초과하는 것으로 보고되었다.

Table 3. Total viable counts(TVC) in the foodstuffs collected from the foodservice operations for 2007 and 2008

Foodstuff	High microbial contamination (2007/2008) (%) ¹⁾	TVC-2007/TVC-2008 (logCFU/g)		
		Mean	Minimum	Maximum
Drinking water	25.0/25.8 ²⁾	3.04±2.14/3.19±2.21	0.30/0.30	7.12/7.21
Beverage	20.0/25.0 ²⁾	3.04±2.60/2.57±1.85	0.30/1.26	7.21/7.23
Red pepper	66.7/0.0	6.42±1.00/4.22±0.25	5.26/4.04	7.09/7.40
Chard	33.3/- ³⁾	5.87±1.60/-	4.73/-	7.22/-
Chicory	-/0.0	-/5.62±0.12	-/5.48	-/5.70
Sesame leaf	0.0/-	4.90±0.11/-	4.78/-	5.00/-
Carrot	0.0/-	4.72±0.62/-	3.70/-	5.30/-
Leek	39.1/46.9	5.86±1.00/6.21±0.94	4.03/3.30	7.32/7.09
Korean leek	-/16.7	-/5.95±0.96	-/4.46	-/7.12
Garlic	79.0/92.9	6.68±0.79/6.66±1.27	4.32/2.26	7.29/7.33
Green lettuce	23.1/0.0	4.97±1.04/4.67±0.93	3.00/3.30	6.33/5.38
Lettuce	0.0/14.3	5.15±0.58/5.13±1.31	4.18/2.30	5.96/6.35
Cabbage	22.2/20.0	5.26±1.14/5.52±1.04	3.85/3.90	7.45/7.24
Onion	33.3/22.2	6.00±0.62/6.46±0.94	5.37/5.38	7.24/7.64
Cucumber	5.6 /5.3	4.45±1.10/4.77±1.05	3.00/3.48	7.02/7.22
Other foods	23.1/53.6	5.54±1.20/6.22±0.93	2.40/4.15	7.44/7.62

¹⁾Ratio of sample with more than 6 log CFU/g except for drinking water and beverage

²⁾Ratio of sample with more than 2 log CFU/g

³⁾Not available

Table 4. Total coliform count (TCC) in the foodstuffs collected from the foodservice operations for 2007 and 2008

Foodstuff	High microbial contamination (2007/2008) (%) ¹⁾	TCC-2007/TCC-2008 (log CFU/g)		
		Mean	Minimum	Maximum
Drinking water	16.0/18.0 ²⁾	1.31±0.83/1.41±0.70	0.30/0.30	2.65/2.79
Beverage	3.0/3.0 ²⁾	1.54±1.41/1.30±0.70	0.63/0.30	3.70/1.81
Red pepper	0.0/0.0	N.D ⁴⁾ /2.30	N.D/2.30	N.D/20.3
Chard	33.3/- ³⁾	3.16±0.54/-	2.78/-	3.54/-
Chicory	- /0.0	-/1.48	-/1.48	-/1.48
Sesame leaf	0.0 /-	2.36±0.10/-	2.30/-	2.48/-
Carrot	60.0/-	3.25±0.66/-	2.40/-	3.78/-
Leek	13.0/15.6	2.33±0.88/2.92±0.88	1.30/1.65	3.56/4.48
Korean leek	- /16.7	-/3.18±0.65	-/2.18	-/3.80
Garlic	0.0 /0.0	N.D/N.D	N.D/N.D	N.D/N.D
Green lettuce	30.8/0.0	3.15±0.57/2.32±0.40	2.23/2.04	3.70/2.60
Lettuce	10.0/14.3	2.97±0.83/3.44±0.85	2.00/2.85	4.30/4.04
Cabbage	22.2/20.0	2.63±0.57/2.96±0.84	1.78/2.00	3.08/7.24
Onion	16.7/11.1	3.11/2.51±0.94	3.11/1.18	3.11/3.72
Cucumber	11.1/0.0	2.65±0.72/2.60±0.36	1.48/2.00	4.18/2.90
Other foods	3.85/14.3	2.36±0.52/2.58±0.78	1.90/1.48	3.48/3.70

¹⁾Ratio of sample with more than 3 log CFU/g except for drinking water and beverage

²⁾Ratio of sample with more than 1 log CFU/g

³⁾Not available

⁴⁾Not detected

따라서 음용수의 약 25%는 기준 2 log CFU/mL보다 높은 세균이 오염되어 있어 적합하지 않은 것으로 나타났고 식재료인 채소류 일반세균의 경우 고추, 부추, 양파, 마늘에서 높은 오염을 보여 주었다. 그러므로 단체급식소 음용수의 철저한 미생물 관리가 필요하고 곁가지를 포함한 이 근채소류의 철저한 세척과 소독이 필요한 것으로 나타났다.

단체급식소 식재료 대장균군의 분석

2007년에서 2008년까지 단체급식소의 접객용 음용수와 식품 원재료의 대장균군 오염을 분석하였다(Table 4). 음용수의 대장균군은 평균 2 log CFU/g 이하를 보이고 있으며 식재료의 경우는 2-3 log CFU/g 범위로 검출되었다. 주로 근대, 당근, 상추의 30, 60, 30% 시료에서 3.0 log CFU/g 이상 오염되어 있었다. 세균수와 대장균군의 경우 식약청의 접객용 음용수 기준규격에는 제시되어 있지 않고 환경부 먹는물관리법에는 검출되어서는 안되는 것으로 규정되어 있다(1,15). 그러나 EU 및 캐나다에서는 음용수의 미생물 기준규격은 1 log CFU/g 이하를 규정되어 있다(20). 이 기준을 적용하면 음용수의 경우는 대장균군에 의한 부적합율이 약 18%까지로 나타났다.

많은 채소류는 가열조리 후 섭취를 하기 때문에 병원성 미생물로 인한 식중독 사고를 예방할 수 있다. 그러나 가열조리를 하지 않고 바로 섭취하는 생채소의 경우, 특히 무침류 또는 샐러드 등과 같이 초기 오염율이 높은 원재료를 사용하여 조리를 하는 경우, 대형식중독을 유발할 잠재적 위해요소가 높은 것으로 보인다. Bae 등의 연구(2)에서는 양파에서 평균 2.84 log CFU/g 수준의 대장균군이 검출되었으며, 커팅된 채소류에서는 평균 4.8 log CFU/g의 대장균군이 검출되어 미생물 오염수준이 높게 나타난 것과 동일한 경향이었다. Heo 등(21)의 연구에서는, 야채샐러드 등의 생채소에서 세척과정을 지나면서 균수가 감소하였다. 그러나 저장단계, 조리단계, 배식단계를 거치면서 점차적으로 균수가 증가하였다는 지적을 하였는데, 이는 시간경과 및 온도상승, 미생물 재오염 등에 기인한 것으로 추정된다. 또한 Jeon 등(17)은

학교급식소나 보육시설의 급식소에서 제공하는 세척, 소독된 생채소류의 미생물적 품질이 낮으며, 고춧가루, 마늘, 생강 등의 양념류의 원재료의 미생물 수치가 높게 나타났다고 보고하였다. 그리고 Sagoo 등(22)은 영국에서 조사한 즉석섭취·편의야채 중 67%에서 Enterobacteriaceae가 검출되었고, 그 중 33%에서 Enterobacteriaceae가 4 log CFU/g 이상으로 검출되었다고 보고하였다. 그러므로 가열조리과정을 거치지 않고 조리하여 제공되는 생채소류나 무침류, 샐러드류의 오염 미생물관리에 조심해야 할 것으로 보이나 특히, 음용수의 대장균군 제어관리를 철저히 할 필요가 있을 것으로 보인다.

단체급식소 조리식품의 세균수 및 대장균군 분석

단체급식소 조리식품의 미생물 오염정도를 분석한 결과는 Table 5와 6과 같다. 가열조리식품의 세균수는 평균 1.7 log CFU/g, 대장균군은 평균 0.5 log CFU/g으로 낮은 수준의 오염을 보여 주었다. 주식인 밥은 1.0 log CFU/g 수준의 세균이 검출되었으며, 국, 부침류, 튀김류 등도 1.0 log CFU/g 수준의 미생물이 검출되었다. 반면 비가열식품 중 무침류 62개의 시료중 세균수 5 log CFU/g 이하가 60%정도이며, 6 log CFU/g 이상의 시료도 약 10% 나타나 비가열 메뉴는 높은 미생물 오염을 보여 주었다(자료미제시). Bae 등(2)은 가열조리식품인 닭볶음탕, 잡채, 쥐어채조림 등의 세균수는 모두 적합하게 관리되었다고 보고하였다. 그러나 무침류의 경우는 Yoo 등(3)의 연구에서 콩나물무침의 세균은 6 log CFU/g 이상, 대장균군은 4 log CFU/g 이상 검출되었고, 대장균도 검출되어, 위생상의 문제가 있는 것으로 보고되었다. 조리식품의 경우 Solberg 등(18)이 안전한 식품평가 기준으로 제시한 가열조리 음식의 세균수는 5 log CFU/g 이하, 대장균군은 2 log CFU/g 이하이며 식품공전(1)의 즉석섭취·편의식품의 세균수 규격기준인 5 log CFU/g 이하이다. 따라서 본 연구의 단체급식소 조리식품의 메뉴유형별, 조리공정별 일반세균과 대장균군의 적합 비율은 가열조리식품 중 밥, 국, 찌개, 찜, 구이류, 조림류, 부침류, 튀김류의 세균수가 5 log CFU/g 이하로써, 밥 93%, 국 96%,

Table 5. Total viable counts in the cooked foods collected from the foodservice operations

Food	High microbial contamination (%) ¹⁾	Total viable bacteria (log CFU/g)		
		Mean	Minimum	Maximum
Rice, boiled	6.8	1.15±1.98	N.D. ²⁾	6.10
Soup	3.7	0.68±1.71	N.D.	6.48
Stew	20.0	1.76±2.35	N.D.	5.15
Steamed food	10.0	1.30±2.83	N.D.	8.00
Roasted food	5.8	2.33±2.55	N.D.	8.40
Braised food	0.0	1.64±2.14	N.D.	4.43
Panfried food	5.3	0.92±1.64	N.D.	4.30
Fried food	4.4	0.74±1.72	N.D.	6.30
Noodle	25.0	2.20±2.83	N.D.	8.66
Kimchi	35.5	2.75±2.76	N.D.	6.76
Moochim	40.3	3.07±2.71	N.D.	6.76
Other foods	15.2	1.50±2.49	N.D.	8.51

¹⁾Ratio of sample with more than 5 log CFU/g for total viable counts
²⁾Not detected

Table 6. Total coliform counts in the cooked foods collected from the foodservice operations

Food	High microbial contamination (%) ¹⁾	Total coliform group (log CFU/g)		
		Mean	Minimum	Maximum
Rice, boiled	0.0	0.12±0.42	N.D. ²⁾	1.70
Soup	3.7	0.14±0.53	N.D.	2.30
Stew	0.0	0.61±0.51	N.D.	1.60
Steamed food	10.0	0.33±1.04	N.D.	3.30
Roasted food	8.3	0.45±0.91	N.D.	3.53
Braised food	20.0	0.70±1.18	N.D.	3.03
Panfried food	0.0	0.13±0.40	N.D.	1.48
Fried food	0.0	N.D.	N.D.	N.D.
Noodle	5.0	0.17±0.74	N.D.	3.30
Kimchi	3.2	0.25±0.70	N.D.	3.00
Moochim	25.8	0.96±1.43	N.D.	4.88
Other foods	6.0	0.36±0.95	N.D.	4.53

¹⁾Ratio of sample with more than 2 log CFU/g for total coliform counts
²⁾Not detected

찌개 80%, 찜 90%, 구이류 94%, 조림류 100%, 부침류 95%, 튀김류가 96%로 나타나 우수하게 관리되고 있는 것으로 나타났다. 그러나 무침류 등의 비가열조리식품의 미생물관리는 보다 더 철저히 해야 할 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 전처리 단계에서 가열공정을 거치지 않고, 세척 및 소독만 한 후 조리를 하는 메뉴는 미생물의 제거가 충분하지 않은 것으로 보인다. FDA Food Code(23)에서는 조리 후 위험한 온도범위 내에서 4시간을 초과하여 보관하지 않도록 권장규격을 제시하고 있다.

단체급식소 가열조리식품의 대장균군의 경우 밥, 국, 찌개, 찜, 구이, 조림, 부침, 튀김, 국수, 김치류 평균 95% 시료에서 2 log CFU/g 이하로는 나타나 우수하게 관리되고 있었다. 김치류는 일반세균은 높게 검출되었으나 97%시료가 대장균군이 2 log CFU/g 이하로 위해미생물의 오염율은 낮은 것으로 판단된다. 그러나 무침류는 대장균군수에서도 2 log CFU/g 이상의 시료가 25%로

Table 7. Detection of food-borne pathogens from boiled rice and kimchi collected from the foodservice operations

Food (No.)	Food-borne pathogens		
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
Rice, boiled (44)	N.D. ¹⁾	N.D.	5 ²⁾
Kimchi (31)	1 ²⁾	N.D.	N.D.

¹⁾Not detected

²⁾Detected sample No.

정도이므로 미생물 오염도의 관리에 특히 주의가 필요한 메뉴 유형인 것으로 보인다.

단체급식소 조리식품에 대한 식중독 세균 분석

가열조리식품중 밥과 김치의 병원성 식중독균 검출 시험분석 결과는 Table 7과 같다. 대부분은 검출되지 않았으나 44개의 시료중 5개 밥시료에서 *Bacillus cereus*가 검출되었고 한 개의 김치에서 분변오염지표 세균인 *E. coli*가 검출되었다. Shin 등의 연구(16)에서도 전처리 채소를 포함한 채소류와 조리된 식품 27종에서 *B. cereus*가 검출되었다고 보고되었다. Jeon 등(24)의 보고에서도 *B. cereus*가 많이 검출되었고 주로 emetic toxin을 분비한다고 보고하였다. Littel 등(25) 양념과 이들 양념이 첨가된 즉석조리식품에 대한 미생물적 품질을 조사한 연구에서 수거한 750종의 양념류 중 2% 이상이 5 log CFU/g 수준의 *B. cereus*와 *Bacillus spp.*가 검출되어 미생물적 품질이 나빴다. 그리고 이들이 첨가된 즉석취취·편의식품에서도 4 log CFU/g의 높은 수준으로 *B. cereus*가 검출되었음을 보고하였다. 자연상태에 광범위하게 분포되어있는 *B. cereus*는 135°C에서 4시간의 가열에도 견디는 내열성 포자를 형성하는 Gram 양성 간균으로 원재료와 조리과정에서 끊임없는 통제가 필요하다(26). Bae 등(27)의 연구조사에 따르면 오징어채 무침에서 *E. coli*가 검출되었고 원재료인 오징어채에서도 대장균이 검출되어 가열조리공정을 거치지 않는 무침류의 조리특성상 *E. coli*가 원재료에서 최종 음식으로 전이된 것으로 판단된다고 보고하였다.

그러나 본 연구 단체급식소 밥, 김치 등의 가열조리식품의 식중독 세균의 제거가 대체로 잘 되고 있었는데 단지 *B. cereus*는 검출율이 높아 이 세균의 미생물제어 관리가 되어야 할 것으로 보인다.

요 약

단체급식소가 식품안전에서 중요한 관리장소이므로 이들 메뉴 미생물 오염을 분석하여 안전성을 평가하고자 하였다. 441점의 접객용 음용수, 고오염 메뉴인 610점의 채소류와 조리식품 등 총 1,051점을 수집하여 총세균, 대장균군, 식중독 세균들의 오염을 분석하였다. 음용수의 25%는 2 log CFU/mL보다 높은 세균이 오염되어 있었고 대장균군은 약 20%시료에서 1 log CFU/g을 초과하여 검출되었다. 식재료인 채소류의 경우 부추, 양파, 마늘 등에서 총균수 6 log CFU/g 이상인 비율이 약 40, 30, 80%로 나타났다. 당근, 상추, 근대 등에서 대장균군 3 log CFU/g 이상이 60, 30, 30%로 나타났다. 대부분의 조리식품은 총세균과 대장균군이 매우 낮게 나타났다. 그러나 비가열 식품인 무침류는 총세균 5 log CFU/g 이상의 시료가 40%, 대장균군수가 2 log CFU/g 이상의 시료가 26%로 미생물 오염도의 관리에 특별한 주의가 필요한 메뉴 유형인 것으로 보인다. 대부분의 식중독 세균은 검출되지 않았지만 *B. cereus*와 *E. coli*가 밥과 김치에서 분리되었고 *B. cereus*

가 높은 비율로 밥에서 검출되었다. 그러므로 단체급식소 메뉴는 미생물 안전성이 높은 것으로 판단되나 일부 음용수, 근채류, 무, 김치 등은 효과적인 미생물제어가 필요한 것으로 보인다. 특히 음용수의 경우는 세균 오염이 되지 않도록 관리가 철저히 이루어질 필요가 있는 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 가천대학교 교내연구비 지원에 의한 결과이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Korea Food and Drug Administration. Available from: <http://www.kfda.go.kr>. Accessed on Dec. 18, 2011.
2. Bae HJ. Analysis of contamination of bacteria from raw materials, utensils, and worker's hands to prepared foods in foodservice operations. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 35: 655-660 (2006)
3. Yoo HC, Park HK, Kim KL. Microbiological hazard analysis for prepared foods and raw materials of foodservice operations. Korean J. Diet. Culture 15: 315-323 (2000)
4. Sawyer CA. Safety issues related to use of take out food. J. Foodservice Sys. 6: 41-60 (1991)
5. Harvey JM. Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. Ann. Rev. Phytopathol. 16: 321-341 (1978)
6. Megdalena MT, Ana MV, Murcia MA. Improving the control of food production in catering establishment with particular reference to the safety of salads. Food Control 11: 437-445 (2001)
7. Choi Sk, Lee MS, Lee KH, Lim DS, Lee KH, Choi KH, Kim CH. Change in quality of hamburgur and sandwich during storage under simulated temperature and time. Korean J. Food Sci. An. 18: 27-34 (1998)
8. Burnett SL, Beuchat LR. Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. J. Ind. Microbiol. Biot. 27: 104-110 (2001)
9. Tauxe RV. Surveillance and investigation of foodborne disease; Roles for public health in meeting objectives for food safety. Food Control 13: 363-369 (2002)
10. Mead PS, Slutskor L, Dietz V, McCaig LF, Bresee JS, Shaphiro C, Griffin PM, Tauxe RV. Food-related illness and death in the United States. Emerg. Infect. Dis. 5: 607-625 (1999)
11. Takahisa M. Overview of foodborne disease in Japan. p. 43. In Int. Food Safety Symposium. April 19. Coex, Seoul, Korea. The Korean Society of Food Science and Technology, Seoul, Korea (2004)
12. Beuchat LR. *L. monocytogenes* incidence on vegetable. Food Control 7: 223-228 (1996)
13. Muntynen V, Lindstöm KA. Rapid PCR-based DNA test for enterotoxigenic *Bacillus cereus*. Appl. Environ. Microb. 64: 1634-1694 (1998)
14. Maddux RL, Koehne G. Identification of *Staphylococcus hyicus* with API Staphstrio. J. Clin. Microbiol. 15: 984-986 (1982)
15. Ministry of Environment. Law for the management of drinking water. Available from: <http://www.me.go.kr>. Accessed on Jan. 30, 2012.
16. Shin WS, Hong WS, Lee KE. Assessment of microbiological quality for raw materials and cooked foods in elementary school food establishment. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 379-389 (2008)
17. Jeon IK, Lee YK. Verification if the HACCP system in school foodservice operations -Focus on the microbiological quality of food in non-heating process. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1154-1161 (2004)
18. Sorberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neill K, Mcdowell J, Post LS, Bodeck M. Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. J. Food Technol. 44: 68-73 (1990)
19. Sorberg M, Miskimin DK, Kramer R, Riha WE, Franke WC, Buchanan RL, O'Leary V, Berkowitz K. Assurance of microbiological safety in a university feeding system. J. Milk Food Technol. 39: 200-204 (1976)
20. Council of The European Economic Community Directive 98/83/EEC. On the quality of water intended for human consumption. The Council of the European Communities, OJ No. L330, 5.12 (1998)
21. Heo YS, Lee BH. Application of HACCP for hygiene control in university foodservice facility-focused on vegetable dishes (*sengchae* and *namul*). J. Fd. Hyg. Safety 14: 293-305 (1999)
22. Sagoo SK, Littel CL, Mitchel RT. Microbiological quality of open ready-to-eat salad vegetables: Effectiveness of food hygiene training of management. J. Food Protect. 66: 1581-1586 (2003)
23. FDA. The guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables, 1998. Available from: <http://www.cdc.gov/guidance.html>. Accessed Dec. 18, 2009.
24. Jeon JH, Park JH. Toxin gene analysis of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* isolated from cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 361-367 (2010)
25. Littel CL, Omotoye R, Mitchell RT. The microbiological quality of ready-to-eat foods with added spices. Int. J. Environ. Heal. R. 13: 31-42 (2003)
26. Jang JH, Lee NA, Woo GJ, Park JH. Prevalence of *Bacillus cereus* in rice and distribution of enterotoxigenes. Food Sci. Biotechnol. 15: 232-237 (2006)
27. Bae HJ, Lee JH, Oh SI. Effect of applying pretreatment methods before cooking for decreasing the microbiological hazard of cooked dried fish in foodservice establishments. Korean J. Sci. Food Cookery Sci. 19: 555-561 (2003)