

학교급식에 공급되는 식재료의 유통단계별 미생물 평가 -채소류, 가공식품-

김윤화¹ · 전소윤² · 류 경³ · 이연경^{2*}

¹대구대학교 식품영양학과, ²경북대학교 식품영양학과, ³영남대학교 식품영양학과

Microbiological Quality and Safety During Delivery of Food Ingredients Supplied to Elementary Schools : Vegetables and Processed Food

Yun-Hwa Kim¹, So-Yun Jun², Kyung Ryu³ and Yeon-Kyung Lee^{2*}

¹Department of Food Science and Nutrition, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

²Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

³Department of Food Science and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

Abstract

We evaluated changes in the microbiological quality and safety of food items (vegetables, seaweed, and processed food) supplied to elementary school food services to evaluate the distribution/delivery system. Pretreated vegetables, seaweed, and processed food were delivered to schools in refrigerated ($\leq 10^\circ\text{C}$) vans that made several delivery stops before arriving at the schools. During the distribution stage, total plate and coliforms counts were: bellflower roots $7.6 \times 10^5 - 6.7 \times 10^6$ and $5.8 \times 10^4 - 5.2 \times 10^5$ CFU/g; blanched bracken $4.5 \times 10^3 - 2.1 \times 10^5$, $5.0 \times 10 - 3.1 \times 10^4$ CFU/g; onion $1.2 \times 10^4 - 1.4 \times 10^4$, 5.0×10 CFU/g; soybean sprouts $9.6 \times 10^4 - 6.3 \times 10^7$ and $1.1 \times 10^3 - 1.2 \times 10^7$ CFU/g; soybean curd $<10 - 9.7 \times 10^5$ and $<10 - 2.3 \times 10^5$ CFU/g; and starch jelly $<10 - 3.8 \times 10^3$ and <10 CFU/g. *Bacillus cereus* $<10 - 4.1 \times 10^2$ CFU/g, *Escherichia coli* $1.0 \times 10 - 2.0 \times 10$ CFU/g, and *Staphylococcus aureus* $1.3 \times 10^2 - 4.1 \times 10^2$ CFU/g were detected on peeled bellflower, whereas *B. cereus* $<10 - 4.1 \times 10^2$ CFU/g, *Listeria monocytogenes* $1.0 \times 10 - 4.5 \times 10^2$ CFU/g, and *S. aureus* $1.8 \times 10^2 - 4.5 \times 10^2$ CFU/g, were detected on soybean sprouts. Most food items were double-wrapped in vinyl and placed in corrugated cardboard boxes prior to delivery, but the boxes, when placed in vans, were not segregated from other food items being delivered to schools and other destinations.

Key words : microbiological safety, vegetables, processed food, distribution/delivery stages, school food services

서 론

학교급식 등 단체급식소에서는 조리과정의 편리함과 조리인력 절감, 조리과정 단축을 목적으로 전처리 농산물 및 가공식품의 이용이 급증하고 있다(1,2). 전처리 제품은 운반과정에서 온도관리가 잘 이루어지지 않는 경우 일반식품 재료에 비해 위생 및 품질 면에서 차이가 나지 않을뿐더러 전처리채소, 냉동가공조리식품, 두부 등의 고위험 식재료

의 제조·가공 직후 기준치를 초과하는 미생물 안전성 문제, 유통단계에서 운반차량과 저장고의 온도 부적절로 인한 식재료의 안전성 위협 등의 문제가 제기되고 있으며(3-6), *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 등에 오염된 신선편의 농산물과 관련한 식중독 사고들이 상당 수 보고되어있다(7).

개정된 식품공전(8)에는 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 가공공정을 거친 농·임산물을 신선편의 식품으로 분류하여 대장균군 음성, 황색포도상구균 1g당 100 이하, 살모넬라, 장염비브리오균 음성, 바실러스 세레우스 1g 당 1,000 이하의 미생물 기준을 설정하였고, 두부는 대장균군 1g 당

*Corresponding author. E-mail : yklee@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-6234, Fax : 82-53-950-6229

10 이하, 묵류는 충전, 밀봉한 제품에 대해 음성으로 제시되어 있다. 또한 가공두부, 묵류는 풍미에 영향을 주는 다른 제품과 분리 보관되어야 하며, 10°C 이하에서 냉장 보존하여야 하고, 가공두부는 운반 시에 품질유지를 위해 냉장차량을 이용하도록 규정하고 있다. 영국 PHLS(Public Health Laboratory Service, 9)의 신선채소 및 과일류에 대한 수용할 만한 권장규격으로 *Listeria monocytogenes*, *V. parahaemolyticus*, *S. aureus*, *C. perfringenes*가 20-100 CFU/g, *B. cereus* 10³, 기타 병원성 미생물 불검출로 제시하고 있고, 유럽연합(10)에서는 ready-to-eat 과채류와 두채류는 *Salmonella* 불검출, *E. coli* 최대값이 100과 1000 CFU/g 사이, 호주와 뉴질랜드에서는 두채류 *E. coli* 불검출, 초고열로 처리하지 않는 두부는 *B. cereus*와 *S. aureus*가 최대값이 100과 1000 CFU/g 사이, *E. coli* 불검출로 규정하고 있다(11).

학교급식법 시행령 및 시행규칙(12)에는 학교급식 식재료는 국내산 사용을 원칙으로 하며, 어육류, 냉동가공식품류, 난류 등 잠재적 위험성이 있는 급식품은 반드시 적정온도를 유지하고, 포장상태 등의 검수를 철저히 하여 위생적이고 안전한 상태로 운송 납품되도록 하여야 한다고 명시하고 있다. 그리고 2008년부터는 집단급식소 식품 판매업을 신설하여 냉장시설을 갖추도록 하여 학교급식 식재료의 유통을 관리하고 있다(13). 또 식재료 안전과 관련하여 ‘급식계약 및 식재료 구매방법 혁신’, ‘식재료 공급업체 관리 감독 강화’를 계획하고 있으며, 우수 식재료 사용 확대방안으로 ‘식재료 전문 공급업’의 식품의약품안전청 위생관리 감독 결과를 학교에서도 공유할 수 있도록 시스템을 갖추고, 우수식재료 사용을 확대하며, 농산물을 생산단계부터 판매단계까지 각 단계의 정보를 기록, 관리하여 농산물의 안전성 등에 문제가 발생할 경우 해당 농산물을 추적하여 원인규명 및 필요한 조치를 할 수 있도록 관리하는 농산물 이력관리 추적제도를 확대 시행하여 학교급식 식재료를 관리하고 있다(14).

학교급식은 식중독 발생에 대한 과학적이며 근원적인 관리가 이루어져야 할 것이나 현재 학교에 공급되는 식재료의 미생물 오염에 대한 데이터는 거의 축적되어 있지 않다(15,16). 따라서 본 연구에서는 학교급식 식재료 유통단계에서의 식중독 발생 원인을 규명하기 위하여 식재료 이용과

관리실태, 식재료 공급의 문제점을 살펴보고, 학교급식 식재료의 유통단계 분석과 각 단계에서의 미생물 평가를 통하여 학교급식에서의 식중독 발생에 대한 과학적이고 근원적인 관리를 위한 자료를 제시해 보고자 한다.

재료 및 방법

연구대상 및 기간

2006년 11월부터 2007년 3월까지 대구·경북지역 식재료 제조 및 가공공장에서 생산되어 초등학교로 납품되는 식재료 중 전처리 채소류와 두부, 묵류를 대상으로 실시하였다. 거래하는 단체급식소의 수에 따라 대규모업체 2곳, 중규모업체 6곳, 소규모업체 4곳에서 12개 업체의 9개 품목, 20개 제품을 선정하여 실시하였다.

시료채취 및 전처리

식재료가 가공공장에서 출고될 때부터 학교에 도착할 때까지 동행하며, 각 유통단계에서 시료를 채취하였다. 각 단계에서 250 g씩을 무균적으로 채취하여 아이스박스로 운반하여 4 시간 이내에 실험하였다. 채취한 시료 중 25 g을 취하여 225 mL의 인산완충희석액을 가하여 균질화한 후 시험원액으로 사용하였고, 이 원액을 냉동보관 하였다가 식중독균 정성실험에서 양성으로 나온 시료에 대하여 정량실험을 하였다.

미생물 분석 방법

채취된 샘플은 식품공전(17)의 방법을 기준으로 인산완충희석액을 가하여 균질화한 후 이 중 1 mL을 시험원액으로 하여 각 단계 (10⁻²~10⁻⁶) 별로 희석하였다. Total plate count(TPC), Coliform groups, *Escherichia coli*, *Salmonella* species, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus*와 *Staphylococcus aureus*를 Oxoid(UK)와 Difco(France)의 선택배지를 이용하여 배양 후 정성, 정량 분석하였다. *E. coli*는 *E. coli* 3M Petrifilm™ Plate를 이용하여 확인하였고, 병원성 미생물들은 β-hemolysis, gram, motility, oxidase, indole test 후 API kit (Biomérieux, France)를 사용하여 확인하였다. *S. aureus*

Table 1. The primers and conditions for DNA polymerase chain reaction of *B. cereus* used in this study

Gene	Primer		PCR Conditions
	Primer pair sequences (5'-3')	Size (bp)	
bceT1	TTACATTACCAGGACGTGCTT	428	5 min at 95°C, followed by 35 cycle of 20 sec at 94°C, 20 sec at 56°C, and 20 sec at 72°C, followed by 5 min final extension at 72°C
bceT2	TGTTTGTGATTGTAATTCAGG		
hblA1	GCTAATGTAGTTTCACCTGTAGCAAC	874	5 min at 95°C, followed by 35 cycle of 20 sec at 94°C, 40 sec at 58°C, and 40 sec at 72°C, followed by 5 min final extension at 72°C
hblA2	AATCATGCCACTGCGTGGACATATAA		

의 독소는 Staphylococcal enterotoxins A, B, C and D kit(Oxoid, Japan)를 사용하여 확인하였고, *B. cereus*의 독소 형성 유무는 boiling 법으로 DNA를 추출하여 설사를 유발하는 hbl A gene(18)의 유무를 확인하였다. 유전자의 DNA 염기서열들을 얻고자 PCR 증폭은 GeneAmp PCR system 9700 (Applied Biosystem)을 사용하였고, Primer 및 중합효소 연쇄반응 조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

유통단계별 미생물 품질

전처리 채소류

전처리 채소인 박피도라지와 깎양파의 유통단계별 납품 시간, 샘플온도, 미생물 품질변화는 Table 2와 같다. A사 박피도라지의 유통과정 중 일반세균, 대장균군은 각각 $1.1 \times 10^6 \sim 6.7 \times 10^6$ CFU/g, $5.8 \times 10^4 \sim 5.2 \times 10^5$ CFU/g 검출되었고, 살균공정을 거치지 않은 1차 샘플에서 *E. coli*와 *S. aureus*가 검출되었으나 살균공정을 거친 2차 샘플에서는 검출되지 않았으며, 기타 병원성 미생물들은 1, 2차 모두

검출되지 않았다. B사 박피도라지의 유통과정 중 일반세균은 $7.6 \times 10^5 \sim 1.7 \times 10^6$ CFU/g, 대장균군이 $2.0 \times 10^5 \sim 4.9 \times 10^5$ CFU/g 검출되었고, 독소를 형성하는 *B. cereus*가 $1.3 \times 10^2 \sim 4.1 \times 10^2$ CFU/g 검출되었다. 시장 도라지의 유통과정 중 검출된 일반세균은 $1.3 \times 10^6 \sim 2.9 \times 10^6$ CFU/g, 대장균군은 $2.0 \times 10^5 \sim 2.1 \times 10^5$ CFU/g이 검출되었고, *S. aureus*가 $2.4 \times 10^2 \sim 4.3 \times 10^2$ CFU/g 검출되었다. 3개 업체 모두 유통과정 중 균의 증식이나 오염은 없었다. 하지만 소독공정이 없는 A사 박피도라지의 1차 샘플에서 *E. coli*와 *S. aureus*가 검출되었고, 시장 도라지에서도 *S. aureus*가 검출되어 Coliforms (-), *S. aureus* 100/g 이하, *Salmonella*와 *V. parahaemolyticus* (-), *B. cereus* 1,000/g 이하인 식품공전의 신선편의식품의 기준에 부적합하였다. B사의 박피도라지에서는 *B. cereus*가 검출되었으나 식품공전 및 PHLS의 기준에는 수용할 만한 수준으로 평가되었다. 하지만 대장균군의 기준에서는 세 업체 도라지 모두 PHLS의 수용할 만한 수준인 10^4 미만인 기준에 적합하지 않았고, 하와 류(6)의 서울지역 초등학교에 납품되는 전처리 도라지의 검수 시 검출된 일반세균 수 4.2×10^5 CFU/g, 대장균군 수 0.9×10^2 CFU/g 보다 높은 오염 수준을 보여 가공공정에서 좀 더 철저한 작업위생관리

Table 2. Microbial count of peeled bellflower roots and onions at each delivery stages

Stages/Items	Time	Temperature (°C)	Microbial count (CFU/g)				
			TPC	Coliforms	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
Peeled bellflower roots of company A (1st)							
Taking out from factory	07:30	2	3.6×10^6	4.6×10^5	1.0×10	$3.4 \times 10^2(-)$	<10
Arriving at school	08:30	5	1.1×10^6	5.2×10^5	2.0×10	$5.1 \times 10^2(-)$	<10
Peeled bellflower roots of company A (2nd)							
Taking out from factory	03:30	3	1.9×10^6	5.8×10^4	<10	<10	<10
Arriving at supplier	05:10	3	4.2×10^6	2.1×10^5	<10	<10	<10
Taking out from supplier	06:40	4	2.9×10^6	9.0×10^4	<10	<10	<10
Arriving at school	08:14	-1	6.7×10^6	4.8×10^5	<10	<10	<10
Peeled bellflower roots of company B							
Taking out from agency	04:10	2	7.6×10^5	4.5×10^5	<10	<10	$3.1 \times 10^2(+)$
Arriving at supplier	05:30	2	8.3×10^5	2.0×10^5	<10	<10	$1.3 \times 10^2(+)$
Taking out from supplier	07:30	4	1.7×10^6	2.6×10^5	<10	<10	$4.1 \times 10^2(+)$
Arriving at school	08:20	4	1.1×10^6	4.9×10^5	<10	<10	$2.1 \times 10^2(+)$
Peeled bellflower roots of company K							
Buying	07:30	6	1.3×10^6	2.0×10^5	<10	$2.4 \times 10^2(-)$	<10
Arriving at school	08:30	9	3.0×10^6	2.1×10^5	<10	$4.3 \times 10^2(-)$	<10
Peeled onion of company B							
Taking out from supplier	07:30	6	1.2×10^4	5.0×10	<10	<10	<10
Arriving at school	08:20	10	1.4×10^4	5.0×10	<10	<10	<10

Salmonella spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 were not detected.

(-): A, B, C, D toxin not detected

B. cereus enterotoxin test: PCR, (+): toxin detected

Detection limit: <10

가 요구되었다.

B사의 깐 양파에서는 일반세균 1.4×10^4 CFU/g, 대장균군 5.0×10 CFU/g 검출되었고, 유통단계에서 균의 증식은 없었다. B사 깐 양파에서의 일반세균과 대장균군의 수는 Nam(19)의 연구에서 한식당 식재료 검수 시 양파의 일반세균 수 1.0×10^4 CFU/g, 대장균군 수 3.0×10 CFU/g와 비슷한 미생물 품질을 나타내었다. Shin 등(15)의 초등학교 공급 식재료 및 조리식품의 미생물학적 품질평가에서는 일반세균 $3.09 \sim 4.24$ log CFU/g, 대장균군이 $2.02 \sim 3.28$ log CFU/g, *B. cereus*가 3.09 log CFU/g 검출되었다.

전처리 채소류인 삶은 고사리와 해조류의 유통단계별 납품시간, 샘플온도, 미생물 품질변화는 Table 3과 같다. A사 삶은 고사리의 유통과정 중 일반세균은 $1.1 \times 10^5 \sim 1.2 \times 10^5$ CFU/g, 대장균군은 $1.8 \times 10^4 \sim 3.1 \times 10^5$ CFU/g 검출되었고, B사 삶은 고사리에서는 일반세균이 $4.5 \times 10^3 \sim 6.1 \times 10^3$ CFU/g, 대장균군이 $5.0 \times 10 \sim 9.0 \times 10$ CFU/g 검출되었으며, 시장에서 구입한 삶은 고사리에서는 일반세균이 $1.4 \times 10^5 \sim 2.1 \times 10^5$ CFU/g, 대장균군이 $3.1 \times 10^3 \sim 5.5 \times 10^3$ CFU/g 검출되었지만, 기타 병원성 미생물들은 3개 업체 모두에서 검출되지 않았다. 유통 각 단계에서의 미생물 증식이나 교차오염은 없었지만 A사 삶은 고사리의 대장균군의 수가 PHLS의 수용할 만한 수준인 10^4 미만인 기준에 부적합하였다. 박피 도라지와 데친 나물은 비닐과 박스포

장으로 유통과정에서의 교차오염은 확인되지 않았으며, 겨울철이기는 하지만 시장 고사리와 미생물 품질에 큰 차이가 없어 작업 중의 온도관리와 교차오염을 방지하기 위한 개인 위생과 작업위생이 철저하게 관리되어야 할 것으로 평가되었다.

건해조류에서는 대장균군이 검출되지 않아 신선편의식품의 기준에 적합하였지만 건조하지 않은 톳에서는 $10^2 \sim 10^3$ 이 검출되어 생으로 조리하는 해조류의 세척관리에 세심한 주의가 필요하였다. Yoo 등(20)의 연구에서도 건미역에서 일반세균 $1.0 \times 10^3 \sim 4.0 \times 10^3$ CFU/g, 대장균의 수 $<10 \sim 6.0 \times 10$ CFU/g 검출된 결과와 비슷하였다.

본 연구의 채소류 및 해조류의 미생물 오염도는 Kaneko 등(21)의 연구에서 생채소의 일반세균의 수 5.7 log CFU/g, 대장균군의 수 2.3 log CFU/g 보다는 우수한 품질을 보였다. Kim 등(22)의 한국인이 일상에서 최소가공 상태 또는 신선상태로 섭취할 수 있는 농수산 식품 소재인 구근류, 채소류, 해조류 등의 연구에서 일반세균 수는 당근이 10^5 CFU/g, 상추가 10^6 CFU/g 검출되었으며, 파래에서 일반세균 수 5.32 ± 1.45 log CFU/g, 대장균군 수 1.39 ± 0.91 log CFU/g, 12.0%의 제품에서 *B. cereus* 10 CFU/g, 다시마에서 일반세균 수 3.53 ± 2.03 log CFU/g, 대장균군 수 3.62 log CFU/g, *B. cereus*가 52%의 제품에서 검출되었으며, 갈조류에서 일반세균 수 1.98 ± 1.23 log CFU/g, 대장균군 수 3.83 log CFU/g

Table 3. Microbial count of blanched vegetables and seaweed at each delivery stages

Stages/Items	Time	Temperature (°C)	Microbial count (CFU/g)				
			TPC	Coliforms	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
Bracken, Blanched of company A							
Taking out from factory	07:30	2	1.1×10^5	1.8×10^4	<10	<10	<10
Arriving at school	08:30	5	1.2×10^5	3.1×10^4	<10	<10	<10
Bracken, Blanched of company B							
Taking out from factory	04:40	-2	5.9×10^3	8.0×10	<10	<10	<10
Arriving at supplier	05:40	0	6.1×10^3	9.0×10	<10	<10	<10
Taking out from supplier	07:30	2	5.3×10^3	7.0×10	<10	<10	<10
Arriving at school	08:40	4	4.5×10^3	5.0×10	<10	<10	<10
Bracken, Blanched of company K							
Buying	07:30	7	2.1×10^5	3.1×10^3	<10	<10	<10
Arriving at school	08:30	9	1.4×10^5	5.5×10^3	<10	<10	<10
Mixing seaweed, dried of company J							
Arriving at school	08:50	10	6.7×10^2	<10	<10	<10	<10
Seaweed fusiform of company K							
Buying	07:30	8	8.0×10^2	3.2×10^2	<10	<10	<10
Arriving at school	08:30	8	9.5×10^3	2.2×10^3	<10	<10	<10

Salmonella spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 were not detected.

(-): A, B, C, D toxin not detected

B. cereus enterotoxin test: PCR, (+): toxin detected

Detection limit: <10

으로 검출된 결과보다 미생물 품질이 우수하였다.

두채류

두채류의 유통단계별 납품시간, 샘플온도, 미생물 품질 변화는 Table 4와 같다. C사 콩나물의 유통과정 중 일반세균 $4.7 \times 10^6 \sim 6.3 \times 10^7$ CFU/g, 대장균군은 $2.3 \times 10^6 \sim 1.2 \times 10^6$ CFU/g 검출되었고, 독소를 형성하는 *B. cereus*가 $4.0 \times 10 \sim 1.1 \times 10^2$ CFU/g가 검출되었다. D사 콩나물의 유통과정 중 일반세균 $9.6 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^5$ CFU/g, 대장균군 $1.1 \times 10^3 \sim 4.3 \times 10^3$ CFU/g 검출되었고, 병원성 미생물은 검출되지 않았다. E사 콩나물의 유통과정 중 일반세균은 $1.3 \times 10^7 \sim 5.9 \times 10^7$ CFU/g, 대장균군은 $1.5 \times 10^6 \sim 2.2 \times 10^6$ CFU/g 검출되었고, *S. aureus*가 $1.8 \times 10^2 \sim 4.5 \times 10^2$ CFU/g, *L. monocytogenes*가 $1.0 \times 10 \sim 3.4 \times 10^2$ CFU/g, 독소를 형성하는 *B. cereus*가 $4.0 \times 10 \sim 2.2 \times 10^2$ CFU/g 검출되었다. 시장 콩나물의 유통과정 중 일반세균 $2.9 \times 10^6 \sim 6.7 \times 10^6$ CFU/g, 대장균군 $2.2 \times 10^5 \sim 3.2 \times 10^5$ CFU/g 검출되었다. 4개 업체 콩나물 모두 유통단계에서 균의 증식이나 교차오염은 없었으나 C사와 D사 전처리 콩나물의 일반세균 및 대장균군의 수준이 전처리하지 않은 시장콩나물에 비해 적지 않아 전처

리 콩나물의 세척 등의 공정에 대한 관리가 요구되었다.

콩나물은 친환경 선호 식재료이며, 한국식단에서 담백한 맛과 영양적 가치로 매우 중요한 식재료이나 가공단계에서의 빠른 미생물 성장속도가 특별히 문제점으로 지적되어 왔고(23). E사 콩나물은 냉장 온도관리와 낮은 외부기온, 비닐과 박스의 이중포장으로 인하여 유통과정 중에서의 균의 증식이나 교차오염은 확인되지 않았다. 하지만 세척하여 포장되어 배송되는 전처리 콩나물에서 *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*가 검출되어 재배 및 가공과정에서 균에 대한 관리가 철저히 이루어져야 할 것이고, 학교 조리 과정에서의 교차오염에 대한 관리가 철저히 이루어져야 할 것이다. 또한 3개 업체 콩나물과 시장 콩나물의 미생물 오염도에 큰 차이가 나지 않은 것은 세척 등의 가공과정에서 철저한 위생관리가 이루어지지 않음을 의미한다. 또한 하절기 배송에서는 기온이 높기 때문에 외부기온에 노출되었을 경우 온도관리에 많은 어려움이 있다. 따라서 가공과정 단계 중 세척단계에서 균에 대한 철저한 관리가 이루어져야 할 것이다. 본 연구의 콩나물 일반세균수는 $10^5 \sim 10^7$ CFU/g로 이것은 Park 등(24)의 연구에서 보고된 콩나물보다는 높은 수준이었으나 Yoo 등(20)의 연구에서보다는 낮

Table 4. Microbial count of soybean sprouts at each delivery stages

Stages/Items	Time	Temperature (°C)	Microbial count (CFU/g)					
			TPC	Coliforms	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. mono-cytogenes</i>	<i>B. cereus</i>
Soybean sprouts of company C								
Taking out from factory	16:40	7	1.8×10^7	4.3×10^6	<10	<10	<10	$4.0 \times 10(+)$
Arriving at agency	19:50	0	6.3×10^7	1.2×10^7	<10	<10	<10	$6.0 \times 10(+)$
Taking out from agency	04:10	3	4.7×10^6	2.3×10^6	<10	<10	<10	$7.0 \times 10(+)$
Arriving at supplier	05:30	5	2.2×10^7	4.1×10^6	<10	<10	<10	$9.0 \times 10(+)$
Taking out from supplier	07:00	5	2.3×10^7	6.7×10^6	<10	<10	<10	$1.1 \times 10^2(+)$
Arriving at school	08:50	6	2.9×10^7	8.7×10^6	<10	<10	<10	$4.0 \times 10(+)$
Soybean sprouts of company D								
Taking out from factory	16:50	13	2.8×10^6	3.3×10^5	<10	<10	<10	<10
Taking out from agency	07:20	2	9.6×10^4	1.1×10^3	<10	<10	<10	<10
Arriving at school	08:30	2	1.1×10^5	4.3×10^3	<10	<10	<10	<10
Soybean sprouts of company E								
Taking out from agency	04:30	3	1.3×10^7	1.7×10^6	<10	$1.9 \times 10^2(-)$	2.0×10	$4.0 \times 10(+)$
Arriving at supplier	05:30	5	5.3×10^7	5.1×10^6	<10	$4.5 \times 10^2(-)$	3.4×10^2	$2.2 \times 10^2(+)$
Taking out from supplier	07:10	6	2.3×10^7	1.5×10^6	<10	$2.8 \times 10^2(-)$	1.0×10	$5.0 \times 10(+)$
Arriving at school	08:20	8	5.9×10^7	2.2×10^6	<10	$1.8 \times 10^2(-)$	1.0×10	$7.0 \times 10(+)$
Soybean sprouts of company K								
Buying	07:30	3	6.7×10^6	2.2×10^5	<10	<10	<10	<10
Arriving at school	08:30	7	2.9×10^6	3.2×10^5	<10	<10	<10	<10

Salmonella spp., *E. coli* O157:H7 were not detected.

(-): toxin not detected

B. cereus enterotoxin test: PCR, (+): toxin detected

Detection limit: <10

았다. Yoo 등(20)의 연구에서도 *L. monocytogenes*가 검출되었고, Pao 등(25)의 연구에서도 *B. cereus*가 검출되었다. Shin 등(15)의 연구에서 콩나물에서 일반세균 6.91 log CFU/g, 대장균군 5.08 log CFU/g이 검출되었다. Oh 등(26)은 2000년 이후 문헌상 발표된 자료연구를 통하여 콩나물 및 샐러리, 양상추, 치커리 군에서 *L. monocytogenes*가 0.4% 검출되었다고 보고하였다.

두부, 목류

두부와 목, 만두, 냉동면의 유통단계별 납품시간, 샘플은도 및 미생물 품질변화는 Table 5~6과 같다. F사 판두부의 유통과정 중 일반세균은 $10 \sim 2.3 \times 10^3$ CFU/g, 대장균군은 <math>< 10</math> CFU/g 검출되었고, G사, N사 두 업체 포장두부의 유통과정 중 일반세균은 <math>< 10</math> CFU/g, 대장균군은 <math>< 10</math> CFU/g 검출되었으며, 시장 판두부에서 일반세균은 $5.0 \times 10^5 \sim 9.7 \times 10^5$ CFU/g, 대장균군 $1.1 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^5$ CFU/g 검출되었다. 두부는 국민 최다소비 식품이었음에도 불구하고 식품공전에서 미생물적 기준을 다루지 않았으나, 식품의약품

안전청 고시 제2007-71호로 두부의 미생물 기준 및 규격이 개정되어 2007년 10월 30일부터 시행되고 있다(8). 세업체의 포장두부는 식품공전의 기준에 모두 적합하였으나 포장하지 않은 M업체의 두부에서는 대장균군이 10^5 CFU/g으로 검출되어 위생관리에 많은 문제점을 내포하고 있었다. Park & Yi (27)의 연구에서 포장되지 않은 판두부에서 황색포도상구균이 검출되었고, 일반세균 수가 업체 평균 4.48 log CFU/mL 검출되었다.

F사 목에서는 일반세균이 $5.0 \times 10 \sim 3.8 \times 10^3$ CFU/g, 대장균군이 <math>< 10</math> CFU/g 검출되었으며, I사 목의 유통과정 중 일반세균, 대장균군은 모두 <math>< 10</math> CFU/g 검출되었다. 두부, 목 모두 병원성 미생물은 검출되지 않았고, 유통단계에서의 균의 증식이나 교차오염은 없었다. Kim 등의 연구에서도 제조·가공공장에서 출고될 때의 위생품질이 학교급식 식재료의 위생품질에 가장 큰 영향을 미친다고 보고하였다(28). Yoo 등(20)의 단체급식 원부재료 미생물분석에서도 토리목에서 일반세균이 1.8×10^2 CFU/g, 대장균군이 <math>< 10</math> CFU/g 검출되었다. Shin 등(18)의 연구에서는 청포목에서

Table 5. Microbial count of soybean curd at each delivery stages

Stages/Items	Time	Temperature (°C)	Microbial count (CFU/g)				
			TPC	Coliforms	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
Soybean curd of company F							
Arriving distribution center	23:00	3	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Taking out from distribution center	04:00	5	6.2×10	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Arriving at supplier	05:30	4	3.8×10^2	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Taking out from supplier	07:30	5	1.5×10^2	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Arriving at school	08:20	7	2.3×10^3	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Soybean curd of company G							
Arriving at agency	16:00	9	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Taking out from agency	04:10	2	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Arriving at supplier	05:50	3	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Taking out from supplier	07:00	7	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Arriving at school	8:00	5	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Soybean curd of company H							
Arriving at agency	02:10	6	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Taking out from agency	04:30	2	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Arriving at supplier	05:30	3	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Taking out from supplier	07:10	4	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Arriving at school	08:10	3	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Soybean curd of company K							
Buying	07:30	9	5.0×10^5	1.1×10^5	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>
Arriving at school	08:30	6	9.7×10^5	2.3×10^5	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>	<math>< 10</math>

Salmonella spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 were not detected.
Detection limit: <math>< 10</math>

Table 6. Microbial count of starch jelly at each delivery stages

Stages/Items	Time	Temperature (°C)	Microbial count (CFU/g)				
			TPC	Coliforms	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
Mungbean starch jelly of company G							
Arriving distribution center	23:00	3	5.0×10	<10	<10	<10	<10
Taking out from distribution center	04:00	5	3.3×10 ²	<10	<10	<10	<10
Arriving at supplier	05:30	4	2.0×10 ³	<10	<10	<10	<10
Taking out from supplier	07:30	5	3.8×10 ³	<10	<10	<10	<10
Arriving at school	08:20	5	2.3×10 ³	<10	<10	<10	<10
Acron starch jelly of company I							
Arriving at agency	19:50	15	<10	<10	<10	<10	<10
Taking out from agency	04:10	0	<10	<10	<10	<10	<10
Arriving at supplier	05:00	1	<10	<10	<10	<10	<10
Taking out from supplier	07:00	2	<10	<10	<10	<10	<10
Arriving at school	08:10	3	<10	<10	<10	<10	<10

Salmonella spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 were not detected.
Detection limit: <10

일반세균과 대장균군이 검출되지 않았고, 두부에서 일반세균 3.07 log CFU/g, 대장균군 3.15 log CFU/g가 검출되었다.

교육과학기술부에서는 안전한 학교급식을 위해 1999년 학교급식 HACCP 관리계획을 개발하여 2001년 시범사업을 실시한 후 2003년부터 학교현장에 전면적으로 실시해 오고 있으나 학교 급식소에서의 위생관리만으로는 안전한 급식을 제공하는데 한계가 있음이 지적되어(29), 학교급식 식재료 납품업체 인증제(30)와 식품 유통단계에서의 HACCP 모델 개발(11)에 관한 연구가 이루어졌다. 또 식재료관리를 강조하여 학교급식의 질적 향상과 급식서비스 수준을 개선하는 데 주안점을 두어 2008년 3월 21일 학교급식법 개정을 실시하였다.

미국에서는 학교급식 식중독 발생을 줄이기 위해 공급업체 또는 급식업체의 생산시설에 대해 정기적인 모니터링과 가공업체의 품질조사 및 적어도 1년에 한번 공급업체에 대한 식품위생검사를 실시하고 있다(31). 일본에서도 양질의 안전한 식재료를 학교에 공급하기 위해 납품업체와의 모임을 마련하여 학교급식의 의의와 역할 이해 및 위생관리 본연의 자세에 대해 정기적인 의견을 교환함으로써 납품업체의 이해와 협력을 얻고 있다. 또한 업체선정, 식재료 구매 및 식재료와 관련된 규정을 제시하여 철저한 위생관리를 하고 있다(32-33).

최근 학교급식 규모가 커지고, 수입식품의 범람, 유전자 조작 식품의 유통, 광우병 파동, 조류독감, 신종 인플루엔자 A(H1N1) 등 식품 안전의 중요성이 강조되고 있어 식재료의 안전과 위생은 중요한 관심영역이 되고 있다. 식재료의 유통에서의 위생안전관리에 관한 기초자료를 제공하고자 실시된 본 연구를 통하여 학교급식 식재료의 안전한 유통을

위하여 다음 몇 가지를 제안하고자 한다. 첫째, 우수하고 안전한 식재료의 공급을 위해서는 먼저 생산단계에서의 철저한 품질관리와 위생관리가 이루어져야 할 것이다. 둘째, 냉동식품인 수산물, 육류, 만두와 면류의 혼재 배송을 막아 철저한 온도관리가 이루어져야 한다. 셋째, 식재료 오염의 잠재적 위험을 줄이기 위해 많은 유통단계를 줄여야 한다. 넷째, 소규모 학교에서 식재료 구매의 어려움을 해소하기 위한 체계적인 유통 관리를 지원할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

요 약

본 연구의 목적은 대구·경북지역 초등학교에 공급되는 전처리 채소와 가공식품의 유통단계를 분석하고, 유통과정에서의 미생물 변화와 학교급식에 이용되는 식재료의 미생물 품질을 평가하기 위하여 실시되었다. 유통 중 박피도라지에서 일반세균 $7.6 \times 10^5 \sim 6.7 \times 10^6$ CFU/g, 대장균군 $5.8 \times 10^4 \sim 5.2 \times 10^5$ CFU/g, *E. coli* <10~ 2.0×10 , *S. aureus* <10~ 5.1×10^2 CFU/g, *B. cereus* <10~ 4.1×10^2 CFU/g이 검출되었다. 전처리 양파에서는 일반세균 1.4×10^4 CFU/g, 대장균군 5.0×10 CFU/g이 검출되었고, 고사리 등의 데친나물에서 일반세균 $4.5 \times 10^3 \sim 2.1 \times 10^5$ CFU/g, 대장균군 $5.0 \times 10 \sim 3.1 \times 10^4$ CFU/g이 검출되었다. 콩나물에서는 일반세균 $9.6 \times 10^4 \sim 6.3 \times 10^7$ CFU/g, 대장균군 $1.1 \times 10^3 \sim 8.7 \times 10^6$ CFU/g, *S. aureus* <10~ 4.5×10^2 CFU/g, *B. cereus* <10~ 2.2×10^2 CFU/g, *L. monocytogenes* <10~ 3.4×10^2 CFU/g이 검출되었다. 두부, 묵류에서는 일반세균 <10~ 9.7×10^5

CFU/g, 대장균군 $<10\sim 2.3\times 10^5$ CFU/g이 검출되었고, 해조류에서는 $6.7\times 10^2\sim 9.5\times 10^3$ CFU/g, 대장균군 $<10\sim 2.2\times 10^3$ CFU/g이 검출되었다.

학교급식 식재료는 냉동, 냉장, 상온보관 식재료가 혼재되어 배송되고 있었고, 실제 유통단계에서 노상에 방치되거나 온도관리가 제대로 잘 되지 않는 경우도 있어 학교급식 식재료의 유통단계에서 철저한 위생관리가 이루어져야 할 것으로 조사되었다.

감사의 글

본 연구는 2006 식품의약품안전청 용역연구사업의 어린이 먹거리 안전관리 사업과제(과제번호 06042먹거리755) 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Kim GM, Lee SY. (2009) A survey on the foodservice management job of school dietitians and the uses of preprocessed and processed foods-focused on Seoul, Gyeonggi and Incheon areas-. J. Korean Diet. Assoc., 15, 22-40
- Yun HJ, Chang HJ. (2009) Effectiveness of the preprocessed foods on productivity and satisfaction in school foodservices. J. Korean Diet. Assoc., 15, 262-277
- Kim HY, Cha JM. (2002) A study for the quality vegetable dishes without heat treatment in foodservices establishments. Korean J. Food Cookery Sci., 18, 309-318
- Jung DS, Kweon MR, Auh JH, Cho KY, Choi YH, Kook SU, Park KH. (1996) Effects of temperature and fluctation range on microbial growth and quality of foods stored in domestic refrigerator. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 632-637
- Kim JG. (2002) A survey of the temperature control of refrigerators and freezers in retail food shops. Korean J. Environ. Health. Soc., 28, 161-171
- Ha SD, Ryu K. (2005) Safety management of child food and school food service. The Final Report of Korean Food and Drug Administration Research Project
- Seo JE, Lee JK, Oh SW, Koo MS, Kim YH, Kim YJ. (2007) Changes of microorganisms during fresh-cut cabbage processing: focusing on the changes of air-borne microorganisms. J. Food Hyg. Safety, 22, 288-293
- Korea Food and Drug Administration. (2008) Korean Food Code, Part I, Standards and Specifications
- Gilbert RJ, De Louvois J, Donovan T, Hooper WL, Nichols G, Peel RN. (2000) Microbiological guidelines for some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. Commun. Dis. Public Health, 3, 163-167
- European Council Regulation. (2005) No 2073/2005 of the European parliament and of the council of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs.
- Park KH. (2007) Development of generic HACCP model for ready-to-eat foods. The Final Report of Korean Food and Drug Administration Research Project
- Ministry of Education, Science and Technology. (2007) School Meals Act
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries & Ministry of Health and Welfare. (2007) Enforcement Decree of the Food Sanitation Act
- Ministry of Education, Science and Technology. (2010) School Foodservice Sanitary Management Guidebook.
- 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
- Kim YH, Ryu K, Lee YK. (2009) Microbiological safety during delivering of food ingredients supplied to elementary school food services in Daegu and Gyeongbuk provinces-seafood, meat and frozen processing food. J. Korean Diet. Assoc., 15, 152-167
- Korea Food and Drug Administration (2009) Food Code, Part II, Standard Test Methods
- Jang JH, Lee NA, Woo GJ, Park JH. (2006) Prevalence of Bacillus cereus group in rice and distribution of enterotoxin genes. Food Sci. Biotechnol., 15, 232-237
- Nam EJ. (2006) Development of a generic HACCP plan for large restaurants by food type. Doctor's degree thesis, Kyungpook National University
- Yoo WC, Park HK, Kim KL. (2000) Microbiological hazard analysis for prepared foods and raw materials of foodservice operations. Korean J. Dietary Culture, 15, 123-137
- Kaneko KI, Hayashidani H, Ohtomo Y, Kosuge J, Kato M, Takahashi K, Shiraki Y, Orawa M. (1999) Bacterial contamination of ready-to-eat food and fresh products in retail shops and food factories. J. Food Prot., 62, 644-649
- Kim SH, Kim JS, Choi JP, Park JH. (2006) Prevalence and frequency of food-borne pathogens on unprocessed agricultural and marine products. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 594-598

23. Kang JS, Lee JW, Choi IS. (2007) Influence of plant growth regulators on the formation of lateral roots and hypocotyl enlargement in soybean sprouts. *J. Bio-Environ. Control*, 16, 47-53
24. Park JP, Kim HW, Lee DS, Paik HD. (2007) Seasonal and market group variation in the microbiological quality of seasoned soybean sprouts. *J. Food Sci. Biotechnol.*, 16, 325-328
25. Pao S, Khalid MF, Kalantari A. (2005) Sprouting seeds and potential hazards associated with enterotoxigenic *Bacillus* spp. in homegrown sprouts. *J. Food Prot.*, 68, 1648-1653
26. Oh DH, Ding T, Ha SD, Bahk GJ. (2009) The risk estimation of *Listeria monocytogenes* for ready-to-eats fresh cut-vegetables. *J. Fd Hyg. Safety*, 24, 50-55
27. Park WH, Yi SH. (2003) The application of HACCP system to soybean curd and its effectiveness. *J. Food Hyg. Safety*, 18, 202-21
28. Kim YH, Ryu K, Lee YK. (2009) Microbiological safety during processing of food ingredients supplied to elementary school food services in Daegu and Gyeongbuk provinces. *J. Korean Diet. Assoc.*, 15, 152-167
29. Kim KA, Kwak TK, Lee KE. (2006) Food purchasing and quality management practices in school food service. *J. Korean Diet. Assoc.*, 12, 329-341
30. Ryu K, Park GH, Lee YK. (2007) Research on introduction of certification for school food ingredients suppliers. The Final Report of Seoul School Health Promotion Center Research Project
31. Ryu K. (2007) Status of supplier selection status and the practical use of purchase specifications for self-operated school foodservices in the Seoul area. *Korean J. Food Nutr.*, 20, 226-239
32. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan. (2008) The law school feeds. Available from: <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S29/S29HO160.html>/Accessed 2009 06. 01
33. A school board of hofu city, Japan. (2009) Collecting school food ingredients suppliers. Available from: http://www.city.hofu.yamaguchi.jp/8020gakkou/kyushoku/shokuzai/21shokuzai_index.htm/Accessed 09. 5.31

(접수 2010년 5월 4일, 수정 2010년 8월 16일 채택 2010년 8월 20일)