J. Fd Hyg. Safety
Vol. 25, No. 1, pp. 49~58 (2010)

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

대학 내 급식소의 안전성 확보를 위한 미생물학적 안전성 평가

김경열[1] · 남민지[1] · 남보람[1] · 류희정[1] · 허록원[1] · 심원보[2]* · 정덕화[1,2]
[1]경상대학교 응용생명과학부(BK 21 program), [2]경상대학교 농업생명과학연구원

Microbiological Safety Assessment to Secure Safety of Food Service in University

Kyeongyeol Kim[1], Minji Nam[1], Bo-Ram Nam[1], Hee-Jung Ryu[1], Rokwon Heo[1], Won-Bo Shim[2]*, and Duck-Hwa Chung[1,2]
[1]*Division of Applied Life Science (BK 21 program), Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea*
[2]*Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea*
(Received December 22, 2009/Revised January 7, 2010/Accepted January 19, 2010)

ABSTRACT - The objectives of this study were to investigate the microbial contamination levels on food service in university and to provide the information of microbial contamination to improve food safety. A total of 288 samples were collected during summer and winter season between 2006 and 2008 from 4 food services located in the university in Western Gyeongnam and were used to detect sanitary indicator bacteria [aerobic plate count (APC), coliform, and *Escherichia coli*] and pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp.). As a result, APC and coliform for hand and kitchen utensils which are used often by the employee were detected at high levels of 1.1~5.5 and 1.3~5.3 log CFU/(100 cm^2, hand), respectively. The contamination levels of APC and coliform in cooked foods and drinking water were 0.8~6.4 and 1.3~5.0 log CFU/(g, mL), respectively. Especially, the cooked foods showed the highest contamination for APC (2.1~6.4 log CFU/g) and coliform (1.0~5.0 log CFU/g). We think the reason that the cooked foods may be contaminated with APC and coliform on cooking process by using employee's hand and kitchen utensils. Moreover, *S. aureus* for hand and kitchen utensils was detected at levels of 2.8~3.0 and 2.0~2.3 log CFU/(g, hand), but *Salmonella* spp. was not detected. According to the above results, contamination levels of the samples were mostly decreased irrespective of summer and winter season. The results obtained indicated that it is necessary to periodic monitoring for microorganism contamination and education about personal and environmental hygiene to employee for ensuring food safety of food service in university.

Key words : university, food service, microbial contamination, HACCP, GAP

최근 경제성장과 더불어 국민의 생활수준이 향상되고, 외식 산업이 발전됨에 따라 식생활의 방식에도 많은 변화를 가져왔다. 즉, 현대사회는 산업화, 도시화 및 집단화됨으로써 사람들의 생활양식이 급변화되고 복잡해져서 가정 중심의 식생활에서 특정한 여러 사람에게 계속적으로 식사를 제공하는 단체급식과 외식이 꾸준히 증가되고 있으며, 그 규모도 점차 대형화되고 있는 추세이다[1]. 특히, 학교에서 대부분의 생활을 하는 대학생들은 하루에 1회 이상 밖에서 식사를 하고 있는 경우가 많고, 그 중 대부분은 학교 내에서 식사를 하는 경향이 높아 학교 내의 식사형태가 대학생의 건강 및 식습관에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 영양과 건강 면에서 대학 내 급식소의 역할이 크다고 할 수 있다[2-4].

대학급식소는 이용자의 수가 거의 고정적으로 확보되어 경쟁력 강화의 필요성에 대한 인식도가 낮고, 저단가·고품질이라는 대학급식소 운영자들의 태도, 운영 수지상 저임금체제의 노동력 운영 및 유능한 관리자를 확보하지 못하는 점뿐만 아니라 대부분 급식의 질을 개선하기 위한 적극적인 투자가 부족한 점 등 많은 문제점을 내포하고 있다[5]. 실제로 양 등[6]의 조사에 의하면, 대학식당을 이용하는 학생들은 음식의 질은 가격과 비교하여 보통수준이

*Correspondence to: Won-Bo Shim, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea
Tel : 82-55-751-5480, Fax : 82-55-757-5485
E-mail: wbshim_75@hotmail.com

지만 맛, 메뉴의 다양성, 위생, 급식시설 및 서비스면에서는 개선이 필요한 것으로 보고하여 전체적으로 위생적인 관점에서는 낮은 만족도를 보이는 것으로 확인되었다.

우리나라의 대학 및 사업체 급식의 경우, 급식수요가 급증하여 양적으로 급격히 확대되었으나 급식시설의 환경미비 및 위생관리 체제의 부재 등 질적인 뒷받침이 절대적으로 부족한 상황이므로 급식의 안전성은 큰 위협을 받고 있다[7]. 학교급식은 특성상 일시에 많은 인원이 취식을 하기 때문에 단 한번의 오염으로도 식중독 사고가 대규모로 확산될 가능성이 있다. 또한 빠르게 확산될 수 있는 잠재적인 요인을 충분히 내포하고 있어 무엇보다도 식품의 안전성 확보와 철저한 위생관리가 이루어지지 않을 경우, 더욱 심각한 식중독 사고가 발생될 가능성이 높을 것으로 판단된다. 식품의약품안전청에 의하면 2006년 1월부터 2009년 6월 12일까지 총 81건의 학교 식중독 사고가 발생하여 약 4,639명의 환자가 발생한 것으로 보고되었고, 특히 2009년에는 1월부터 6월 동안에만 총 33건의 식중독 사고가 발생하여 약 1,496명의 환자가 발생하는 등 학교 급식소에서의 식중독 발생이 급증하고 있음을 알 수 있다[8]. 또한 우리나라 식중독 발생 양상은 전통적 식중독균인 *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* 등에 의한 식중독 사고 이외에 바이러스나 *Escherichia coli* O157 등에 의한 식중독 발생이 증가하고 있으며[9], 최근에는 원재료 오염에 의한 식중독 사고 또한 증가하고 있어 학교급식소내의 위생관리만으로는 한계가 있으므로 단체급식시설의 위생관리를 위한 적극적인 대책이 요구되고 있다. 그 대안으로 급식소에 대하여 사전예방적 관리시스템인 위해요소중점관리제도(Hazard analysis critical control of point; HACCP)의 도입과 정착이 지속적으로 요구되고 있으며[10,11], 최근에는 원재료의 안전성 확보를 위해 농산물의 생산에서부터 유통단계까지 농약, 중금속, 미생물 등 농식품위해요소를 관리하는 제도인 농산물우수관리제도(Good agricultural practices; GAP)가 소개되어 도입하도록 권장되고 있다[12,13]. 대학 내 단체급식소에서 발생할 수 있는 모든 활동 중 위해요소의 종류와 범위는 상당히 넓게 분포되어 있지만, 급식소에서 사용되는 용수, 조리기구 및 용기, 조리종사자의 개인위생 및 조리된 음식 등 단체급식시설의 위생환경은 식중독 예방을 위한 안전성 확보에 상당히 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 현재 단체급식시설의 위생환경에 대한 위해분석 자료나 정보는 상당히 부족한 설정이므로 단체급식시설에서의 장기적인 모니터링과 자료제공을 위한 세부적인 기반 연구가 절실히 요구되고 있다[14,15].

따라서 본 연구에서는 서부경남지역의 대학 내 단체급식소를 대상으로 2006년부터 2008년까지 하절기와 동절기로 구분하여 용수, 조리기구, 조리종사자의 개인위생 및 조리된 음식 등에 대하여 미생물학적 위해분석을 실시하여 대학 내 단체급식소의 안전성 확보를 위한 미생물학적 위해요소의 기초 정보를 제공하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

시료채취

본 연구는 2006년 7월부터 2009년 2월까지 3년 동안 서부경남지역에 소재하는 대학 내 급식소 4곳을 대상으로 하절기(6~9월)와 동절기(11~2월)로 분류하여 용수, 조리종사자, 조리도구 및 조리된 음식 등 288점의 시료를 수집하여 미생물학적 위해분석을 실시하였다(Table 1). 먼저, 미생물 분석을 위한 시료 채취는 용수의 경우 각 급식소에서 음용수로 사용되고 있는 정수기 용수를 멸균 채수병에 1 L 채취하였으며, 표면검체 시료인 칼, 도마 및 행주와 같은 조리도구는 검체의 형태에 따라 채취 가능한 면적 또는 10 × 10 cm의 면적대로 swab kit (3M e·swab, 3M China Ltd., China)를 사용하여 swabbing 하였다[16]. 그리고 조리종사자의 손에 대한 위생상태를 확인하기 위해 멸균 시료팩에 50 mL의 멸균 생리식염수를 붓고, 손을 씻어서 검액을 채취하는 glove juice법[17]에 준하여 시료를 채취하였으며, 두부조림, 쥐포조림, 양념불고기, 계란찜 및 멸치볶음 등의 조리음식은 시료채취 당일메뉴 중 무작위로 1종의 반찬을 선정하여 멸균 집게로 100 g 이상을 채취하였다. 이렇게 채취된 모든 시료는 얼음이 담긴 아이스박스에 담아 실험실로 냉장상태로 운반한 후 분석에 사용하였다.

표준균주

병원성 미생물의 분리에 대조군으로 사용된 표준균주로는 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923과 *Salmonella* Typhimurium ATCC 1311이고, 이들 균주는 식품의약품안전청으로부터 분양받아 본 연구에 사용하였다.

시료 전처리

채취된 모든 시료는 교차오염 인자를 차단하기 위해 무균작업대에서 무균적으로 처리되었고, 일반세균, 대장균군, 대장균 등 위생지표세균의 분석을 위한 전처리 과정은 다음과 같다. 정수기 용수는 별다른 전처리 과정 없이 분석에 사용하였고, swab된 조리도구인 칼, 도마 및 행주와 glove

Table 1. The kind and number of samples collected for the microbial analysis from food services in 4 universities during 3 years

Sources	Type of sample	The number of sample
Water	Drinking water	48
Kitchen utensils	Knife	48
	Cutting boards	48
	Dish towel	48
Employees	Hands	48
Cooked food	-	48
Total		288

juice법에 의하여 채취된 조리종사자의 손 시료는 강하게 진탕한 후 1 mL를 취하여 실험에 사용하였다. 또한 조리 음식과 같은 고체시료는 10 g을 칭량하여 균질화 팩 (Interscience, France)에 넣고 멸균된 0.85% 생리식염수 90 mL와 혼합하여 stomacher 80 (Seward, UK)으로 균질화 시켰다.

또한, 병원성 미생물을 측정하기 위한 정성분석은 음용수의 경우 멸균된 감압여과장치(GAST, USA)를 이용하여 시료 250 mL를 0.45 μm membrane filter (Advantec MFS, Japan)에 막 여과하여 각종 선택배지에 접종하였고[18], 조리도구 및 손 시료는 각각 1 mL씩 취하여 각각의 증균배지 9 mL에 접종하였으며, 고체시료인 조리음식은 10 g을 각각의 tryptic soy broth (TSB, Difco Lab., USA) 90 mL와 혼합하여 균질화 시켰다. 특히 *Staphylococcus aureus* 분석의 경우 2008년도 식품의약품안전청에서 *S. aureus*의 정량분석법이 신설·개정[19]되어 본 연구 수행중 2006과 2007년에는 정성분석을, 2008년에는 정량분석을 각각 실시하였고, *S. aureus*의 정량분석을 위한 전처리 과정은 앞서 설명한 위생지표세균의 전처리 과정과 동일하게 전처리하여 분석에 사용하였다.

위생지표세균 분석

일반세균 및 대장균군

채취된 시료에 대하여 위생지표세균인 일반세균과 대장균군을 대상으로 식품공전에 준하여 다음과 같이 미생물학적 위해분석을 실시하였다. 먼저, 전 처리된 시료 1 mL를 취하여 9 mL 0.85% 멸균 생리식염수를 이용하여 10진 희석법으로 단계희석한 후 각 희석농도에서 1 mL를 2개의 petridish에 접종하였다. 그 후 일반세균과 대장균군을 측정하기 위한 배지인 plate count agar (PCA, Difco, USA)와 desoxycholate lactose agar (DLA, Difco)를 각각 15~20 mL 정도 petridish에 분주하고, 시료와 배지를 잘 혼합하여 굳힌 다음 다시 중층한 후 37°C에서 48시간 배양하여 일반세균은 흰색 콜로니, 대장균군은 붉은색 콜로니를 각각 계수하였다.

대장균

대장균(*Escherichia coli*)은 각 시료 1 mL를 EC broth (Oxoid, UK)에 접종하여 37°C에서 24시간 동안 증균 과정을 거친 후 durham 발효관 내에 가스가 포집된 양성관에 한하여 선택배지인 eosin methylene blue agar (EMB agar, Difco, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양된 균은 gram staining, IMViC (Indol, Methyl red, Voges proskauer, Citrate utilization) test, TSI test, lysine decarboxylase test, motility test, urease test, lactose utilization test 등 생화학적 검사를 실시하여 확인하였으며, 다시 API 20E (bioMérieux®SA, France)를 이용하여 재확인하였다.

병원성 미생물 분석

Staphylococcus aureus

시료 중 *S. aureus*의 정성분석을 위해 10% NaCl이 첨가된 TSB를 이용하여 37°C에서 24시간 증균 배양하였다. 증균된 균액을 mannitol salt agar (MSA, Difco, USA)에 37°C에서 24시간 획선 배양한 후 mannitol 분해능이 있는 황색불투명 집락을 선택하여 다시 2차 선택배지로서 egg-yolk tellurite emulsion을 첨가한 baird-parker agar (BPA, Oxoid, UK)에 37°C에서 24시간 획선 배양하였다. 배양 후 tellurite 저해작용에 의해 검은색 침전이 형성되고, 단백질 분해(proteolysis)작용으로 집락주위에 밝은 환(clear zone)이 나타나는 단일 집락을 대상으로 생화학적 확인실험을 실시하였다[20]. 생화학적 확인실험으로는 분리 배양된 단일 집락에 대하여 gram staining을 비롯하여 deoxyribonuclease 생성능 확인을 위한 DNase test, 용혈성을 확인하는 β-heamolysis test, 그리고 혈액 응고성 균주 판별을 위한 coagulase test를 실시하였다. Coagulage test는 tube coagulase test법을 이용하였고, *Streptococcus* spp.와 구분하기 위한 catalase test를 실시하여 생화학적인 성상을 확인하였으며, API Staph (bioMérieux®SA, France)를 이용하여 *S. aureus*를 재확인하였다[21]. 또한 *S. aureus*의 정량분석은 식품공전[19]에 준하여 실시하였고, 전처리된 시료 1 mL를 취해 멸균된 생리식염수를 이용하여 10진 희석법으로 희석한 후 각각 0.1 및 1 mL씩을 BPA에 도말하여 37°C에서 48시간 배양하였다. 배양한 후 앞서 설명한 특정 집락을 대상으로 API Staph kit를 이용하여, 생화학적 확인실험으로 확인한 후 집락을 계수하여 $\log_{10}$CFU값으로 환산하여 나타내었다.

Salmonella spp.

Salmonella spp.의 분석을 위해 수집된 시료는 식품공전과 AOAC법[21]에 따라 rappaport vassiliades R-10 broth (Difco, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 증균하였다. 증균액 1 백금이를 취하여 선택배지인 hektoen enteric agar (HEA, Difco, USA)에 37°C에서 24시간 획선 배양한 후 청록색 단일 집락을 취하여 생화학적 확인실험에 사용하였다. *Salmonella* spp.의 생화학적 확인실험으로는 IMViC test gram staining, TSI test, lysine decarboxylase test, motility test, urease test 및 API 20E kit를 이용해서 여러 가지 생화학적 성상을 표준균주인 *S.* Typhimurium (ATCC 1311)과 비교하여 최종 확인하였다.

통계분석

모든 분석결과는 유의차 검증을 위하여 SAS® version 9.1 (SAS Institute Inc., Cary. NC. USA) 프로그램으로 Mixed Model Procedure를 사용하여 통계 분석을 실시하였다. 분석된 시료에 대한 평균(Least Squared Mean)간 유

의차는 Pairwise *t*-test를 이용하여 alpha = 0.05의 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

위생지표세균 분석

조리종사자의 개인위생

대학 내 급식소의 개인위생 상태를 조사하기 위해 조리종사자의 손에 대하여 위생지표세균인 일반세균, 대장군균 및 대장균을 대상으로 2006~2008년 동안 3년에 걸쳐 미생물 분석을 실시한 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 전체적으로 일반세균은 2.6 ± 0.2 ~ 5.5 ± 0.0 log CFU/hand, 대장균군은 1.9 ± 0.1 ~ 4.4 ± 0.0 log CFU/hand로 각각 검출되어 비교적 높은 수준으로 나타났으며, 대장균은 검출한계(< 50 CFU/mL)이하로 분리되었다. 먼저 일반세균의 경우, 분석된 4곳 급식소의 연도별(2006~2008)과 계절별(여름, 겨울)에 따른 오염도는 비교적 유의적으로 증가하진 않았지만, 급식소 B의 오염수준은 다른 급식소에 비해 약간 높은 경향으로 나타나 상대적으로 위생상태가 불량한 것으로 판단되었다($P < 0.05$). 그리고 급식소 D는 2006년부터 2008년까지 시간이 경과됨에 따라 대체로 오염수준이 감소하고 있는 것을 확인할 수 있었지만, 그것은 단지 다른 급식소와 비교하여 오염수준만 상대적으로 다소 낮은 것으로 급식소 4곳 모두 개인위생에 관한 엄격한 관리가 필요한 것으로 확인되었다. 또한, 대장균군도 역시 시간과 계절이 경과함에 따라 대체적으로 검출되는 수준이 줄어드는 경향을 보였지만, 특히 2007년 겨울의 경우, 급식소 4곳 모두 약 2.0 ± 0.0 ~ 4.4 ± 0.0 log CFU/hand의 높은 수준으로 대장균군이 검출되어 조리종사자의 개인위생 불량에 의한 교차오염이 우려되었다. 더구나 조리종사자에 대한 손 시료의 채취는 세척제와 알코올 등으로 2회 세척한 직후에 실시한 점을 고려해 볼 때 적절한 손 씻기 방법이나 효과적인 세정제의 사용이 필요한 것으로 생각된다. Martin 등[22]은 오염된 작업자의 손이나 작업복이 병원성 미생물을 식품이나 최종제품으로 교차오염을 발생시킬 수 있는 직접적인 운반체로서의 역할을 할 수 있다고 보고하였고, 미국 식품의약품안전청(Food and Drug Administration, FDA)[23]은 식중독을 일으키는 미생물의 경로 중 작업자에 의한 교차오염이 상당부분을 차지한다고 지적하였으며, 미국 질병관리센터(Center for disease control; CDC)[24] 에서는 알맞은 손씻기가 교차오염이나 감염의 발생을 사전에 차단할 수 있는 가장 효과적인 방법으로 인식하여 알맞은 손씻기 습관이 가장 중요한 것으로 보고하였다. 또한 대부분 식중독 발생은 오염된 식재료, 조리 음식, 조리도구, 배식 · 주변기구 및 조리종사자의 손 등이라는 점을 미루어볼 때, 오염원이 될 수 있는 위해요소를 중점적으로 관리함으로써 식중독사고를 사전에 예방하는 노력이 필요할 것이다. 그리고 영양사와 조리종사자에 대한 주기적인 위생교육과 훈련을 통해서 각자의 업무에 맞는 급식위생의 개념과 태도를 향상시키고, 개인위생의 필요성에 대한 인식의 전환이 필요하며, 세척제, 종이타월 및 건조대 등이 갖춰진 별도의 위생시설을 마련하여 작업 전·후로 올바른 손씻기 등 작업자의 올바른 작업습관을 배양시키기 위한 노력이 선행되어야 할 것으로 생각된다.

음용수

대학 내 급식소에서 제공되는 음용수를 대상으로 위생지표세균에 대한 미생물학적 위해분석을 실시한 결과, Table 3에서 보는 바와 같이 전체적으로 A~D 급식소에서 일반세균과 대장균군은 각각 0.8~4.4와 1.3~3.2 log CFU/mL 수준으로 검출되었지만, 대장균은 모든 시료에서 검출한계(< 1.0 log CFU/mL) 이하의 수준으로 검출되었다. 1 mL 중 일반세균수가 2.0 log CFU/mL 이하, 대장균군과 대장균은 음성이어야 한다는 환경부령의 먹는 물 수질 기준 및 검사 등에 관한 허용기준[25]으로 비교해 볼 때, 분석 첫 해인 2006년 하절기와 동절기에는 일반세균의 경우 모든 급식소가, 대장균군은 B와 C 급식소가 허용기준치를 초과한 것으로 나타났지만, 해(2006~2008년)가 거듭될수록 기준치에 적합한 수준으로 검출되는 비율이 증가하였고, 검출빈도 및 오염수준 역시 대체로 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($P < 0.05$). 또한, 3년 동안 각 급식소 별 위생지표세균의 검출현황을 비교해 보면, 일반세균의 경우, A 급식소를 제외한 B, C 및 D 급식소에서는 대체로 검출수준이 점차 감소한 것으로 나타났고($P < 0.05$), 대장균군도 역시 B와 C 급식소에서 2007년부터 모두 검출한계 이하로 검출되어 급식소가 점차 위생적으로 관리되고 있음을 확인할 수 있었다($P < 0.05$). 반면, A 급식소의 경우, 2006년에서 2007년까지 일반세균이 유의적으로 감소하는 듯 보였지만, 2008년 하절기 분석에서는 약 4.4 log CFU/mL의 비교적 높은 수준으로 증가되어 수집된 전체시료 중 가장 높은 오염수준을 나타었다. 뿐만 아니라 상대적으로 음용수의 섭취 비율과 식중독 발생의 위험이 높은 하절기에 그 오염율이 증가되었다는 점에서 주기적인 정수기 청소 및 규칙적인 필터 교체 등 보다 더 철저한 식수 관리가 필요하다고 판단된다. 한편, 각 연도별로 급식소간의 검출수준을 살펴보면, 전체적으로 2006년 급식소 분석에서 모든 급식소의 검출수준이 다른 연도에 비해 다소 높은 것을 확인할 수 있고, 특히 C와 D 급식소가 3.0~4.0 log CFU/mL 수준으로 가장 높은 오염도를 나타내었지만($P < 0.05$), 그 이후에는 오염도가 대체로 감소하는 경향을 보여 식수의 안전성에 대한 지속적인 관심을 가지고 관리한다면, 보다 위생적이고 안전한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 2. Levels (mean ± standard deviation; Log CFU/hand) of sanitary indication bacteria on hands of foodservice employees

Year	Season	Aerobic plate count				Coliform				*E. coli*			
		Food service of university				Food service of university				Food service of university			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
2006	Summer	3.4 ± 0.7^{cB}	5.0 ± 0.5^{aA}	3.4 ± 1.0^{abB}	5.0 ± 0.0^{aA}	3.1 ± 0.5^{aA}	3.0 ± 0.0^{bA}	ND^{bB}	2.8 ± 0.1^{bA}	ND	ND	ND	ND
	Winter	4.5 ± 0.0^{bB}	4.0 ± 0.1^{bC}	4.2 ± 0.2^{abC}	4.9 ± 0.2^{aA}	2.7 ± 0.1^{aA}	$ND^{1)cB}$	ND^{bB}	ND^{dB}	ND	ND	ND	ND
2007	Summer	4.2 ± 0.0^{bB}	5.0 ± 0.0^{aA}	2.9 ± 0.1^{bC}	2.6 ± 0.2^{cD}	3.1 ± 0.1^{aA}	ND^{cB}	ND^{bB}	ND^{dB}	ND	ND	ND	ND
	Winter	3.4 ± 0.0^{cC}	3.8 ± 0.2^{bB}	4.4 ± 0.0^{abA}	3.5 ± 0.0^{bC}	2.0 ± 0.0^{bD}	3.8 ± 0.1^{aB}	4.4 ± 0.0^{aA}	3.5 ± 0.1^{aC}	ND	ND	ND	ND
2008	Summer	4.4 ± 0.2^{bB}	5.2 ± 0.3^{aA}	3.1 ± 0.9^{bB}	3.5 ± 0.0^{bB}	ND^{cB}	ND^{cB}	ND^{bB}	1.9 ± 0.1^{cA}	ND	ND	ND	ND
	Winter	5.5 ± 0.0^{aA}	5.3 ± 0.0^{aB}	4.5 ± 0.1^{aC}	ND^{dD}	2.4 ± 0.0^{bA}	ND^{cB}	ND^{bB}	ND^{dB}	ND	ND	ND	ND

[1)]ND : Not detected (below detection limit : < 50 CFU/hand)
[a-d] Means within the same column with different superscripts are different ($P < 0.05$)
[A-D] Means within the same row with different superscripts are different ($P < 0.05$)

Table 3. Levels (mean ± standard deviation; Log CFU/mL) of sanitary indication bacteria on drinking water

Year	Season	Aerobic plate count				Coliform				*E. coli*			
		Food service of university				Food service of university				Food service of university			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
2006	Summer	3.0 ± 0.1^{bB}	2.7 ± 0.1^{aC}	3.4 ± 0.0^{aA}	3.0 ± 0.0^{cB}	$ND^{1)B}$	ND^{bB}	3.2 ± 0.1^{aA}	ND^{B}	ND	ND	ND	ND
	Winter	2.9 ± 0.1^{bC}	2.5 ± 0.1^{bD}	3.4 ± 0.1^{aB}	4.0 ± 0.1^{aA}	ND^{C}	1.6 ± 0.1^{aA}	1.3 ± 0.1^{bB}	ND^{C}	ND	ND	ND	ND
2007	Summer	2.6 ± 0.1^{cB}	ND^{eD}	1.1 ± 0.4^{cC}	3.4 ± 0.0^{bA}	ND	ND^{b}	ND^{c}	ND	ND	ND	ND	ND
	Winter	ND^{eB}	ND^{eB}	2.9 ± 0.1^{aA}	ND^{eB}	ND	ND^{b}	ND^{c}	ND	ND	ND	ND	ND
2008	Summer	4.4 ± 0.0^{aA}	0.8 ± 0.0^{dC}	2.3 ± 0.2^{bB}	ND^{eD}	ND	ND^{b}	ND^{c}	ND	ND	ND	ND	ND
	Winter	2.3 ± 0.0^{dA}	1.8 ± 0.1^{cB}	ND^{eC}	2.4 ± 0.1^{dA}	ND	ND^{b}	ND^{c}	ND	ND	ND	ND	ND

[1)]ND : Not detected (below detection limit : < 1.0 Log CFU/mL)
[a-e] Means within the same column with different superscripts are different ($P < 0.05$)
[A-D] Means within the same row with different superscripts are different ($P < 0.05$)

조리음식

선정된 대학 내 급식소 4곳을 대상으로 시료채취 당일 배식되는 조리음식을 무작위로 선정하여 위생지표세균을 검사한 결과, Table 4에 나타난 바와 같이 모든 시료에서 검출한계(< 1.0 log CFU/g) 이하 수준으로 검출된 대장균을 제외한 일반세균과 대장균군의 오염수준은 전체적으로 각각 2.1 ± 0.0 ~ 6.4 ± 0.1 log CFU/g과 1.0 ± 0.1 ~ 5.0 ± 0.1 log CFU/g으로 비교적 높은 오염도를 나타내어 Natick 연구소[26]에서 제시한 조리된 식품 내의 미생물 기준치인 일반세균수 5.0 log CFU/g, 대장균군 2.0 log CFU/g과 비교해 볼 때, 기준치를 초과한 것으로 식중독예방과 급식의 안전성 확보를 위해서는 보다 더 위생적 관리가 필요한 것으로 확인되었다. 권 등[27]은 서울지역 초등학교 급식소 4곳을 대상으로 조리된 음식을 분석한 결과, 떡찜, 닭도리탕 볶음밥 및 김치 등에서 5.2 log CFU/g 이상의 수준으로 검출되어 역시 Natick의 지침기준을 초과하는 것으로 보고하였다. 박 등[28]은 서부 경남지역의 초등학교 급식소 5곳에 대하여 조리된 식품 13종을 대상으로 미생물 분석한 결과, 가열 조리 공정을 거친 우동을 포함한 8종의 시료에서 일반세균이 평균 3.0 log CFU/g, 김치에서는 5.0 log CFU/g 이상 검출되어 조리된 식품의 경우 가열 온도 및 시간이 중요관리점이 될 수 있음을 보고하였다. 한편, 일반세균과 대장균군의 오염수준은 대체로 2006년에서 2008년으로 시간이 경과함에 따라 검출율이 감소하는 것으로 확인되었지만, 2008년 여름과 겨울에서의 일반세균은 A, B 및 C 급식소가 2.0 ~ 2.9 log CFU/g 수준으로 겨울이 여름에 비해 약 1.5 ~ 2배 정도로 오염수준이 크게 증가한 것으로 나타났다. 본 연구결과는 일반적으로 봄과 여름에 미생물의 한계치를 초과하여 식중독이 발생하는 등 위생상태가 불량하다는 점과 달리 겨울에 더 많은 오염도를 나타내는 것으로 나타났다. 이것은 여름과 겨울 등의 계절에 따른 기후조건 등의 환경적인 요인보다는 사용된 원재료, 조리도구 및 조리종사자의 개인위생이나 조리과정에서의 부적절한 가열온도 및 세척과정에 기인하는 것으로 판단된다. 그리고 일반적으로 초·중·고등학교에서와 같이 일정하게 중·석식의 식사시간이 정해져 있어 집중적으로 배식과정이 이루어지기 보다는 대학 내 급식소는 대개 개인의 수업 스케줄 등에 따라 식사시간이 선택되는 경우가 많기 때문에 미리 조리된 음식이 일정 시간 동안 실온에서 방치되는 등의 부적절한 보관이나 관리로 인해 미생물의 오염 및 증식이 상대적으로 높은 것이라고 판단된다. 실제로 bryan 등[29]은 급식소에서 대학 내 급식소는 음식을 배식하기 전에 만들어 조리 후 급식까지 12시간 이상 실온에 방치하는 것(30.8%)이 식중독 발생의 주요한 원인인 것으로 보고한 만큼 조리된 음식에 대한 적절한 관리기준이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

또한, 대장균군은 2006년에는 각 급식소 별로 약 2.2 ± 0.0 ~ 5.0 ± 0.1 log CFU/g의 매우 높은 오염도를 나타내었지만, 시간이 경과함에 따라 검출되는 오염수치가 지속적으로 감소하고 있는 것으로 확인되었고, 2008년 여름에는 급식소 B와 C에서 약 1.3 log CFU/g 이하로 검출되어 비교적 양호한 수준으로 감소한 것으로 나타났다. 위의 결과를 바탕으로 대학 내 급식소에서 조리된 음식에 대한 안전성을 확보하기 위해서는 농산물의 생산에서 유통단계까지 위해요소를 사전에 관리하는 농산물우수관리제도(GAP)로 생산된 안전한 급식원료를 이용하여 제조·가공과정의 사전예방적 관리시스템인 위해요소중점관리제도(HACCP)를 도입하여 위생적으로 관리되어야 하고, 조리종사자 및 조리도구에 의한 교차오염을 방지하기 위해서 위생·세척시설을 마련하여 운영하는 강화된 위생관리가 필요하다. 그리고 조리종사자가 사용하는 장갑, 위생모 및 마스크 등은 되도록 일회용을 사용하는 것이 교차오염을 줄일 수 있지만, 여의치 않을 경우 조리에 사용되는 기구나 사용된 장갑 등의 세척이나 소독의 주기, 방법 및 교체주기를 설정하는 등의 구체적이고 적용 가능한 관리운영방안이 모색되어야 할 것으로 판단된다.

조리도구

대학 급식소에서 사용되는 조리도구 중 칼, 도마 및 행주 등을 대상으로 3년 동안 여름과 겨울로 구분하여 미생물 검사를 실시한 결과, Table 5에서 보는 바와 같이 전체적으로 일반세균과 대장균군은 각각 시간이 경과함에 따라 3 종의 조리도구에 대하여 검출빈도 및 수준이 비교적 감소하는 경향으로 나타났지만, 3년 동안 여름과 겨울의 오염도는 유의적인 차이가 확인되지 않았다($P < 0.05$). 먼저, 조리도구 중 칼은 2006과 2007년에는 일반세균과 대장균군이 각각 1.1 ± 0.1 ~ 4.4 ± 1.1 log CFU/100 cm^2과 1.3 ± 0.1 ~ 4.4 ± 0.1 log CFU/100 cm^2 범위로 검출되어 1.1 ± 0.1 ~ 3.1 ± 0.1 log CFU/100 cm^2과 1.5 ± 0.0 ~ 1.6 ± 0.0 log CFU/100 cm^2 수준으로 검출된 2008년에 비해 다소 감소한 것으로 확인되었다. 또한, 도마와 행주에서도 각각 2.8 ± 0.1과 1.7 ± 0.1 log CFU/100 cm^2 이하로 검출되어 칼의 경우와 같이 2008년에 상대적으로 낮은 수준으로 분리된 것으로 나타났고, 특히 도마와 행주의 경우, 2008년도에는 대장균군과 대장균(결과 데이터는 표시하지 않음)이 여름과 겨울 모두 검출한계 이하의 수준으로 검출되었다. 이 결과는 제조기구 및 설비에 대하여 일반세균과 대장균군이 각각 2.7 log CFU/100 cm^2 (500 CFU/100 cm^2)와 1.0 log CFU/100 cm^2 (10 CFU/100 cm^2) 미만으로 검출되어야 안전한 수준인 것으로 보고한 Harrigan과 McCance의 기준[30]과 비교하면 대부분 만족하는 것으로 확인되었지만, Solberg 등[31]이 제시한 식품 접촉 용기의 잠정적 위험수준인 10 CFU 이하/12.4 cm^2 (161 CFU/200 cm^2 = 2.2 log CFU/200 cm^2 ≒ 1.1 log CFU/100 cm^2)에 대해서는 대부분 그 기준을 만족하는 못하는 것으로 확인되었다. 그리고 행주를 포함한 조리도

Table 4. Levels (mean ± standard deviation; Log CFU/g) of sanitary indication bacteria on cooked foods

Year	Season	Aerobic plate count				Coliform				*E. coli*			
		Food service of university				Food service of university				Food service of university			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
2006	Summer	4.6 ± 0.0^{bB}	4.0 ± 0.0^{eC}	5.6 ± 0.1^{cA}	3.4 ± 0.1^{bD}	ND[1)dC]	5.0 ± 0.1^{aA}	ND^{dC}	2.7 ± 0.2^{bB}	ND	ND	ND	ND
	Winter	3.9 ± 0.1^{cC}	6.3 ± 0.3^{aA}	5.9 ± 0.1^{bAB}	5.8 ± 0.1^{aB}	3.6 ± 0.1^{bA}	3.0 ± 0.1^{bB}	2.2 ± 0.0^{bC}	ND^{dD}	ND	ND	ND	ND
2007	Summer	3.9 ± 0.1^{cB}	3.4 ± 0.1^{dC}	6.4 ± 0.1^{aA}	6.4 ± 0.0^{aA}	4.5 ± 0.0^{aA}	ND^{dD}	3.1 ± 0.1^{aC}	3.3 ± 0.1^{aB}	ND	ND	ND	ND
	Winter	3.3 ± 0.0^{dA}	2.3 ± 0.0^{eC}	2.5 ± 0.0^{eB}	2.2 ± 0.1^{cC}	1.0 ± 0.0^{cB}	1.3 ± 0.1^{cA}	1.1 ± 0.0^{cAB}	1.0 ± 0.1^{cB}	ND	ND	ND	ND
2008	Summer	2.3 ± 0.1^{eB}	2.5 ± 0.1^{eA}	2.4 ± 0.0^{eAB}	2.2 ± 0.1^{cB}	ND^{dC}	1.3 ± 0.0^{cA}	1.0 ± 0.1^{cB}	ND^{dC}	ND	ND	ND	ND
	Winter	5.2 ± 0.1^{aA}	5.1 ± 0.1^{bA}	4.4 ± 0.1^{dB}	2.1 ± 0.0^{cC}	ND^{d}	ND^{d}	ND^{d}	ND^{d}	ND	ND	ND	ND

[1)]ND : Not detected (below detection limit : < 1.0 Log CFU/g)
[a-e] Means within the same column with different superscripts are different ($P < 0.05$)
[A-D] Means within the same row with different superscripts are different ($P < 0.05$)

Table 5. Levels (mean ± standard deviation; Log CFU/100 cm^2) of sanitary indication bacteria on kitchen utensils

Sample	Year	Season	Aerobic plate count				Coliform			
			Food service of university				Food service of university			
			A	B	C	D	A	B	C	D
Knife	2006	Summer	2.6 ± 0.7^{aB}	ND[1)eC]	4.1 ± 1.8^{aA}	4.4 ± 1.1^{aA}	2.1 ± 0.0^{aC}	ND^{bD}	4.4 ± 0.1^{aA}	3.6 ± 0.3^{aB}
		Winter	ND^{cC}	1.9 ± 0.0^{cB}	ND^{cC}	2.7 ± 0.1^{bA}	ND^{bB}	ND^{bB}	ND^{cB}	1.3 ± 0.0^{bA}
	2007	Summer	ND^{cD}	4.3 ± 0.1^{aA}	3.0 ± 0.1^{bB}	2.7 ± 0.2^{bcC}	ND^{bC}	ND^{bC}	1.5 ± 0.0^{bA}	1.3 ± 0.1^{bB}
		Winter	ND^{cB}	ND^{eB}	ND^{cB}	1.1 ± 0.1^{cA}	ND^{bB}	ND^{bB}	ND^{cB}	1.4 ± 0.1^{bA}
	2008	Summer	ND^{cC}	3.1 ± 0.1^{bA}	ND^{cC}	1.3 ± 0.4^{cB}	ND^{bA}	ND^{bB}	ND^{cB}	1.5 ± 0.0^{bA}
		Winter	1.1 ± 0.1^{bC}	1.3 ± 0.1^{dB}	2.2 ± 0.1^{cA}	ND^{dD}	ND^{bB}	1.6 ± 0.0^{aA}	ND^{cB}	ND^{cB}
Cutting boards	2006	Summer	3.8 ± 0.4^{bB}	ND^{dC}	2.8 ± 0.4^{aB}	5.5 ± 0.1^{aA}	2.1 ± 0.0^{bB}	ND	1.5 ± 0.0^{bC}	4.5 ± 0.1^{aA}
		Winter	ND^{cD}	1.4 ± 0.1^{cB}	1.1 ± 0.1^{bC}	1.9 ± 0.1^{bA}	ND^{c}	ND	ND^{c}	ND^{c}
	2007	Summer	5.3 ± 0.3^{aA}	ND^{dB}	ND^{cB}	ND^{cB}	5.3 ± 0.3^{aA}	ND	2.2 ± 0.1^{aB}	1.3 ± 0.0^{bC}
		Winter	ND^{cB}	1.0 ± 0.1^{cdA}	ND^{cB}	ND^{cB}	ND^{cB}	ND^{B}	1.5 ± 0.0^{bA}	ND^{cB}
	2008	Summer	ND^{cB}	1.6 ± 0.1^{bA}	ND^{cB}	ND^{cB}	ND^{c}	ND	ND^{c}	ND^{c}
		Winter	ND^{cB}	2.8 ± 0.1^{aA}	ND^{cB}	ND^{cB}	ND^{c}	ND	ND^{c}	ND^{c}
Dish towel	2006	Summer	2.3 ± 0.1^{aB}	ND^{bC}	3.5 ± 0.0^{aA}	ND^{C}	1.6 ± 0.1^{aB}	ND^{C}	2.7 ± 0.1^{aA}	ND^{bC}
		Winter	ND^{b}	ND^{b}	ND^{c}	ND	ND^{bB}	ND^{B}	ND^{bB}	1.3 ± 0.1^{aA}
	2007	Summer	ND^{bB}	ND^{bB}	2.4 ± 0.0^{bA}	ND^{B}	ND^{bB}	ND^{B}	ND^{bB}	1.3 ± 0.1^{aA}
		Winter	ND^{b}	ND^{b}	ND^{c}	ND	ND^{b}	ND	ND^{b}	ND^{b}
	2008	Summer	ND^{bB}	1.7 ± 0.1^{aA}	ND^{cB}	ND^{B}	ND^{b}	ND	ND^{b}	ND^{b}
		Winter	ND^{b}	ND^{b}	ND^{c}	ND	ND^{b}	ND	ND^{b}	ND^{b}

[1)]ND : Not detected (below detection limit : < 1.0 Log CFU/100 cm^2)
[a-e] Means within the same column with different superscripts are different ($P < 0.05$)
[A-D] Means within the same row with different superscripts are different ($P < 0.05$)

Table 6. Evaluation of pathogenic bacteria on all samples collected from food services in 4 universities during 3 years

Sample	Year	Season	*Staphylococcus aureus*				*Salmonella* spp.			
			Food service of university				Food service of university			
			A	B	C	D	A	B	C	D
Hand	2006	Summer	-[1)]	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2007	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	Summer	3.0 ± 0.1^{A}	ND^{C}	ND^{C}	2.8 ± 0.2^{B}	-	-	-	-
		Winter	ND[2)]	ND	ND	ND	-	-	-	-
Drinking water	2006	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2007	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	Summer	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
		Winter	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
Cooked foods	2006	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2007	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	Summer	2.1 ± 0.1^{B}	2.3 ± 0.1^{A}	2.0 ± 0.1^{B}	ND^{C}	-	-	-	-
		Winter	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
Knife	2006	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2007	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	Summer	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
		Winter	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
Cutting boards	2006	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2007	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	Summer	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
		Winter	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
Dish towel	2006	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2007	Summer	-	-	-	-	-	-	-	-
		Winter	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008	Summer	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
		Winter	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-

[1)]- : Not detected

[2)]ND : Not detected (below detection limit : < 1.0 Log CFU/hand, g, mL, 100 cm^2)

[A-C] Means within the same row with different superscripts are different ($P < 0.05$)

구의 경우, 겨울보다는 봄과 여름에 일반세균과 대장균군의 수치가 더 높았다는 이 등[32)]의 연구결과와 달리 겨울에도 비교적 높은 수준으로 검출된 경우도 있어 대학 내 급식소의 안전성을 확보하기 위해서는 계절에 관계없이 조리기구 및 설비에 대한 세척이나 소독 매뉴얼을 보완하고, 외부인에 대해 조리장 내부로의 출입 및 조리종사자 등의 개인위생에 대하여 더욱 철저하게 관리하는 등 많은 노력이 필요할 것으로 생각된다.

병원성 미생물 분석

선정된 4곳의 대학 내 급식소를 대상으로 음용수, 조리종사자의 개인위생, 조리음식 및 조리도구에 대하여 *S. aureus*와 *Salmonella* spp.에 대한 오염도를 분석한 결과는 Table 6과 같다. 전체 시료 중 조리종사자의 손과 조리된 음식에서만 *S. aureus*가 2.0 ~ 3.0 log CFU/(hand, g)으로 비교적 높은 수준으로 분리되었고, 모든 시료에서 *Salmonella* spp.는 검출되지 않은 것으로 나타났다. 개인위생과 관련하여 조리종사자의 손에서 *S. aureus*가 높은 수준으로 검

출된 것으로 보아 조리과정에서 조리종사자의 개인위생불량으로 인한 교차오염 발생이 우려되었고, 특히, 앞서 설명한 바와 같이 시료 채취는 알코올과 세정제에 의한 2차 손세척이 이루진 직후에 이루진 것을 감안해 볼 때, 평소 잘못된 손씻기 등 올바르지 못한 작업습관과 적절하지 못한 세정물품에 기인한 것으로 판단된다. Hatakka 등[33]과 김 등[34]의 연구에 의하면, 개인위생과 관련된 손, 코, 피부, 작업복에서 빈번하게 *S. aureus*가 검출되었고, 그 중 25~50%가 *S. aureus* 보균자이며, 사람에서 분리된 균주의 15~20%는 enterotoxin 생산주 인 것으로 나타났다. 따라서 조리종사자를 대상으로 정기적인 개인위생교육과 훈련을 실시하여 위생의식을 향상시키고, 손 소독조를 포함한 위생시설과 조리종사자들이 쉽게 볼 수 있는 위치에 손씻기 매뉴얼 등 안내문구를 각각 설치하여 작업 전후로 올바른 손씻기 등 작업습관의 개선을 유도함으로써 급식소의 안전성이 확보될 수 있을 거라 판단된다.

요 약

본 연구는 서부경남지역에 소재하는 대학 내 급식소에 대하여 미생물학적 안전성 평가를 실시하고, 안전성 확보를 위한 미생물학적 정보를 제공하기 위해 수행되었다. 본 연구를 위하여 서부경남지역에 소재하는 대학 내 급식소 4곳을 대상으로 2006년부터 2008년까지 하절기와 동절기로 구분하여 개인위생, 음용수, 조리된 음식 및 조리도구와 관련된 항목들에 대하여 위생지표세균과 병원성 미생물에 대한 미생물학적 위해분석을 실시하였다. 원료와의 접촉 빈도가 높은 칼, 도마 및 행주 등의 조리도구와 조리종사자의 손에 대하여 일반세균과 대장균군이 각각 1.1~5.5와 1.3 ~ 5.3 log CFU/(100 cm^2, hand)으로 높게 검출되었고, 조리된 음식과 음용수에서도 일반세균과 대장균군이 각각 0.8~6.4와 1.3 ~ 5.0 log CFU/(g, mL)으로 비교적 높은 오염도를 나타내어 조리과정 중의 교차오염의 발생이 우려되었다. 또한 병원성 미생물 중 *S. aureus*가 조리종사자의 손과 조리된 음식에서 각각 2.8~3.0과 2.0 ~ 2.3 log CFU/(hand, g)로 비교적 높은 수준으로 검출되어 조리과정 중 개인위생불량으로 인한 교차오염 발생 가능성이 높은 것으로 확인되었고, *E. coli*와 *Salmonella* spp.는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 따라서 대학 내 급식소의 안전성을 확보하기 위해서는 농산물우수관리제도(GAP) 등에 의해 생산된 안전한 원료를 위해요소중점관리제도(HACCP system) 매뉴얼에 적용하여 운영될 수 있도록 널리 보급하고, 조리종사자에 대한 철저한 개인위생관리와 주기적인 위생교육을 실시함으로써 원료 입고에서 배식까지의 모든 과정에 대한 위해요소를 사전에 차단 할 수 있을 것이라고 판단된다.

감사의 글

김경열과 허록원 교육과학기술부 BK21 프로그램의 장학금을 수혜 받았음.

참고문헌

1. Park, S.W. and Ha, K.H.: Assessment of university food service by students in Daejeon Area. *Korean J. Food Nutr.* **11**(5), 528-535 (1998).
2. Park, S.W., Chang, Y.S.: A survey on the utilization university food service by student in Daejeon city. *Korean J. Soc. Food Sci.***14**(4), 400-406 (1998).
3. Han, M.J.: A survey of college students opinions on school cafeteria in Seoul area. *Korean Soc. Food Culture*. **7**(2), 113-118 (1992).
4. Roh, J.M., Yoo, Y.S.: A study on the state of eating out and food preference of college students in Seoul (2). *Korean Home Ecomomics Assoc*. **27**(4), 51-58 (1989).
5. Han, M.J., Yoon, J.Y., Kim, N.Y., Yoo, Y.H.: Satisfaction of meal and service quality in university foodservice institutions. *Korean J. Soc. Fd Cookery Sci*. **20**(6), 545-552 (2004).
6. Yang, I.S., Lee Y.E., Kim D.H.: Measuring attitude and satisfaction of yonsei university students towards contracted vs. rented university foodservice. *Korean J. Dietary Culture*. **13**(5), 423 (1998).
7. Kim, S.H., Lee, Y.W.: A study on the sanitary management procedures of university and industry foodservice operations in Pusan. *J. Fd Hyg. Safety*. **16**(1), 1-10 (2001).
8. Korea Food & Drug Administration. Available: http://www.foodnara.go.kr/service. Accessed June 12, (2009).
9. Kwon, S.H., Lee, H.O., Chung, D.H., Shin W.S., Om, A.S.: 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 (2003).
10. Eo, G.H., Ryu, k., Park, S.J., Kwak, T.K.: Need assessments of HACCP-based sanitation training program in elementary school foodservice operations based on sanitization knowledge test of employees. *J. Korean Diet. Assoc*. **7**(1), 56-64 (2001).
11. Kim J.Y., Kim, S.R., Choi, J.G., Je, J.H., Chung, D.H.: Assessment of the level of microbial contamination in the processing company of sandwich products. *Korean J. Env. Heal*. **32**(4), 316-323 (2006).
12. Kim, K.Y., Nam M.J., Lee, H.W., Shim, W.B., Yoon, Y.H., Kim, S.R., Kim, D.H., Ryu, J.G., Hong, M. K., You, O.J., Chung, D.H.: Microbiological safety assessment of a perilla leaf postharvest facility for application of a good agricultural practices (GAP) system. *Korean J. Food Sci. Technol.* **41**(4), 392-398 (2009).
13. Lee, H.W., Yoon, Y.H., Seo, E.K., Kim, K.Y., Shim, W.B., Kil, J.K., Chung, D.H.: Microbiological hazard analysis for agricultural products processing center of tomato and recom-

mendations to introduce good agricultural practices (GAP) system. *Korean J. Food Sci. Technol.* **41**(2), 210-214 (2009).
14. Synder, O.P.: HACCP-an industry food safety self-control program-part VII (Basic considerations in environment control). *Dairy Food and Environ. Sanitat.***12**, 574-577 (1992).
15. Park, H.K., Kim, K.L., Shin, H.W., Kye, S.H., Yoo, W.C.: Evaluation of microbiological hazards of cooking utensils and environment of mass catering establishments. *J. Fd Hyg. Safety.* **15**(4), 315-323 (2000).
16. Beuchat, L.R.: *Listeria monocytogenes* - incidence on vegetables. *Food Cont.* **7**, 222-228 (1996).
17. Choi, J.W., Park, S.Y., Yeon, J.H., Lee, M.G., Chung, D.H., Lee, K.H., Kim, M.G., Lee, D.H., Kim, K. S., Ha, S.D.: Microbial Contamination Levels of Fresh Vegetables Distributed in Markets. *J. Fd Hyg. Safety.* **20**(1), 43-47 (2005).
18. Kim, S.R., Shim, W.B., Park, S.J., Ha, K.S., Yoon, H.S., Ha, S.D., Kim, K.S., Lee, K.H., Kim, M.G., Kim, K.Y., Lee, C.H., Chung, D.H.: Investigation of the level of microbial contamination in the environment for juice production. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**(2), 287-293 (2005).
19. Korea Food and Drug Administration. Food Code, KFDA, Seoul (2008).
20. Kim, S.R., Park, S.J., Shim, W.B., Kim, H.K., Chung, D.H.: Detection of *Staphylococcus aureus* and screening Staphylococcal enterotoxin a, b, c genes in strains isolated from strawberry juice shops in Jinju. *Korean J. Env. Heal.* **31**(1), 23-30 (2005).
21. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 17th ed. Association of Official Analytical communities, Arlington, VA, USA (1989).
22. Martin, M.C., Fueyo, J.M., Gonzalez-Hevia, M.A., Mendoza, M.C.: Genetic procedures for identification of enterotoxingenic stains of *Staphylococcus aureus* from three food poisoning outbreak. *Int. J. Food Microbiology.* **94**, 279-286 (2004).
23. Food and Drug Administration. Guidance for industry, Guide to minimize microbial food safety hazard for fresh fruits and vegetables. Available from: http://csan.fda.gov. Accessed September 26 (2009).
24. Center for disease control: Outbreaks of Salmonella infections associated with eating Roma tomatoes-United states and Canada, 2004. Available from: http://www.cdc.gov. Accessed August 11 (2009).
25. Ministry of Environment Republic of Korea: Drinking water quality standard and test. Available from : http://eng.me.go.kr. Accessed October 1 (2009).
26. Silverman, G. T., Carpenter, D. F., Munsey, D. T., Rowley, D. B. J. : Microbiological evaluation of production procedures for frozen foil pack meals of the central preparation facility of the frances E. warren air force base. Technical Report 76-37-FSL, U.S.Arm Natick Research and Development command, Natick, Mass (1976).
27. Kwon, S.H., Lee, H.O., Chung, D.H., Shin W.S., Om, A.S.: The seasonal microbiolgical quality assessment for application of HACCP system to the elementary school food service. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **19**(5), 647-658 (2003).
28. Park, S.J., Ha, G.S., Shim, W.B., Park, M.K., Chung, D.H.: Environmental microbial assessment of food services at elementary schools in western Gyeongnam province. *J. Fd Hyg. Safety.* **18**(1), 14-24 (2003).
29. Bryan, F.L.: Factors that contribute to outbreaks of foodborne disease. *J. Food Prot.* **41**, 816 (1978).
30. Harrigan, W.F., McCance, M.E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press Inc. Ltd., N. Y., USA (1976).
31. Solberg, M., Buckalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner, D.W., O'Neill, K., McDowell, J., Post, L.S., Boderck, M.: Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol.* **44**(12), 68-73 (1990).
32. Lee, H.S., Ryu, S.Y.: The seasonal microbiological quality assessment of kimbap(seaweed roll) production flow in foodservice facilities for univ. student - HACCP model-. *Korean J. Soc. Food Sci.* **14**(4), 367-374 (1998).
33. Hatakka, M., Bjorkoth, K.J., Asplund, K., Maki-Petays, N., Korkeala, H.J.: Genotypes and enterotoxicity of *Staphylococcus aureus* isolated from the hands and nasal cavities of flight-catering employees. *J. Food Prot.* **63**, 1487-1491 (2000).
34. Kim, J.S., Shim, W.B., Kim, J.H., Kim, S.R., Chung, D.H.: Sanitary microbial distribution at the tomato farms in western Gyeongnam. *Korean J. Env. Heal.* **32**(1), 77-88 (2006).