

군대급식시설 HACCP 시스템에서 위해 요소로 선정된 식재료 및 기구에 대한 안전성 검증

Safety Verification for microbiological Hazard Analysis of HACCP System Certified Military Food Service

이 시 영¹, 송 유 나¹, 이 현 옥², 엄 애 선^{*}

한양대학교 생활과학대학 식품영양학과¹, 한양대학교 한국생활과학연구소²

Shi-Ying Lee¹, Yu-Na Song¹, Heon-Ok Lee², Ae-Son Om^{*}

¹Department of Food and Nutrition, Hanyang University

²Korean Living Science Research Institute, Hanyang University

Abstract

This study was conducted to assess the microbiological quality of HACCP system certified military food service in Gyeongsangnam-do, South Korea. Samples of raw materials, cooked foods, water, and equipments were collected in May of 2013 to July of 2014. Hygiene indicator organisms (total plate counts, *Escherichia coli*, and total coliforms) and food borne pathogens (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., Enterohemorrhagic *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, and *Yersinia enterocolitica*) were analyzed for raw materials and cooked foods. Average contamination levels of total plate counts of raw materials before and after washing or heating were 3.8 log CFU/g and 2.9 log CFU/g, respectively. *E.coli*, total coliforms, and Foodborne pathogens were not detected in all food samples. *Salmonella* spp. was analyzed for equipments and not detected. *Salmonella* spp., and *Y. enterocolitica* was analyzed for water and not detected. The analyzed microbial hazards could indicate that HACCP system is very efficient for controlling food sanitation and reducing the expense.

Key words : Microbiological hazard analysis, HACCP, Military food service, food material, equipments, safety verification

주제어 : 미생물학적위해요소분석, 식품안전관리인증기준, 군대급식시설, 식재료, 기구, 안전성검증

1. 서론

식품의 안전성을 확보하기 위한 사전 예방적 관리체계인 식품안전관리인증기준 제도, HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)은 식품의 원·부자재 입고/보관, 전처리, 제조·가공, 보관, 출하의 전 과정에서 식품에 위해요소가 오염되거나 증식 또는 혼입되는 것을 방지하기 위하여 각 과정을 중점적으로 관리하는 시스템을 말한다. 국내·외에서 HACCP 시스템을 식품에 적용하기 시작하였고 현재 우리나라의 경우 비가열음료, 병과류, 냉동수산식품, 어묵류, 레토르트식품, 배추김치에 대해 HACCP 의무적용이 완료되었으며, 2020년까지 과자, 캔디류 등 어린이가 선호하는 식품 및 영유아용 식품을 포함하는 특수용도 식품 등 8개 품목에 대해 단계적으로 의무적용을 진행 중이다. 더불어 섭취 빈도가 높은 순대, 떡볶이 떡, 알가공품을 3대 특별관리식품으로 지정하여

HACCP의 단계별 의무화 추진 방안을 발표함으로써 더욱 확대되고 있는 실정이다(식품의약품안전처, 2015).

우리나라 단체급식 시장 규모는 2010년 기준 국민의 25%가 넘는 1,390만명 정도로 국민의 4명 중 1명은 단체급식을 이용하고 있다. 반면, 우리나라 식중독 발생 통계에 따르면 집단급식소에서 식중독 발생은 2002년 16건에서 2007년 98건, 2014년 66건으로 꾸준히 증가하였고, 식중독 발생건당 평균 환자수도 2002년 1,392명에서 2014년 4,515명으로 대형화 추세에 있다(식품의약품안전처, 2015). 이처럼 단체급식소에서 식중독 사고는 대형사고의 특성을 지니고 있기 때문에 식자재의 구매에서 급식에 이르는 전 단계를 통해 식품의 안전성을 보장할 수 있는 과학적이며 체계적 예방체계인 HACCP 시스템의 도입이 절실히 필요하다.

군대급식은 약 60만명의 장병에게 제공되는 급식으로 매해 국방부에서 마련한 '급식방침'을 기준으로 식단이 작성되며, 국방부가 급식의 원재료 구매부터 검수, 조리, 위생까지 총괄적으로 관리하고 있다(국방부, 2009). 그러나, 병사식당의 식수와 급

* Corresponding Author ; Ae-Son Om

Tel : 82-2-2220-1203, E-mail : aesonom@hanyang.ac.kr

모를 고려하면 군대급식은 단체급식에서 양적으로 상당한 비중을 차지함에도 불구하고, 국가 보안 및 용이하지 않은 접근성 등 여러 가지 이유로 다른 분야에 비해 질적으로 다소 낙후된 실정이다.

군대 내 식중독 발생현황에 따르면 식중독에 걸린 장병수는 2004년 19명에서 2005년 62명, 2006년 179명, 2000년 677명으로 급증하고 있는 추세로 나타났으며, 2010년에는 군대 내 식중독 환자가 5명이었으나 2012년에는 214명으로 40배 이상 증가된 것으로 나타났다(국방부, 2012). 이에 대응하여 식중독 예방활동 및 급식 개선 등에 많은 예산과 노력을 기울이고 민간투자사업(Build-Transfer-Lease, BTL) 등으로 시설 개선에 많은 예산을 사용하고 있지만 실질적인 시스템 구축에는 아직 미흡한 실정이다. 2010년 기준 204개 군납 식품업체 중 HACCP 인증을 받은 업체는 66개 업체(33.8%)에 불과하고 비인증업체가 135개 업체(66.2%)로 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 특히, 군 장병들이 매일 섭취하는 식품인 김치의 경우 60.9%, 고추장은 80.0%, 된장은 80.0% 그리고 조미김류는 100%가 HACCP 인증을 받지 못한 업체에서 공급받는 것으로 드러났다(김옥이, 2010).

군대급식은 구성원들에게 적절한 급식을 제공함으로써 개인의 체력 및 사기를 증진시키며, 전투력을 최대로 발휘하여 국민의 재산과 생명을 보호하고 더 나아가 국민 건강향상에도 기여하는데 의의가 있다.

따라서 본 연구는 식품의약품안전처(KFDA)로부터 군급식시설 중 최초로 집단급식소 HACCP 인증을 받은 경남 진주에 위치한 군대급식시설에서 위해요소로 선정된 식품 원재료, 조리된 식품, 음용수 및 조리도구 중 위생지표균과 식중독균을 분석하는 방법으로 미생물학적 위해요소 분석을 실시하여 안전성을 검증하였으며, 향후 군대급식의 안전성을 확보하는데 활용하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 시료 선정 및 수집

2013년 5월부터 2014년 7월까지 경상남도에 위치한 HACCP 인증을 받은 군대급식시설을 방문하여 전처리 및 조리단계의 식품, 음용수, 조리 도구 시료를 2차 오염을 방지하기 위하여 무균적으로 멸균 비닐백과 멸균 병에 채취하였다. 시료 채취 후 ice box에 담아 실험실로 배송하여 미생물 분석을 수행하였다. 모든 분석은 시료를 채취한 후 당일 이내에 진행되었다.

Table 1. Hygiene indicator microbiological results of food samples collected from HACCP system certified military food service in Gyeongsangnam-do, Korea.

| Preparation method | Food | Bacterial counts (log CFU/g) | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| | | Total plate count | <i>E. coli</i> | Total coliforms |
| Raw material | Cucumber ¹⁾ | | | |
| | Before | 4.8 | N.D. ³⁾ | N.D. |
| | After | 4.2 | N.D. | N.D. |
| | Cabbage ¹⁾ | | | |
| | Before | 2.7 | N.D. | N.D. |
| | After | 1.5 | N.D. | N.D. |
| | Green pepper ¹⁾ | | | |
| | Before | 3.7 | N.D. | N.D. |
| | After | 3.5 | N.D. | N.D. |
| | Sprout ²⁾ | | | |
| | Before | T.N.T.C. ⁴⁾ | N.D. | N.D. |
| | After | 1.5 | N.D. | N.D. |
| Cooked | Chicken patty ²⁾ | | | |
| | Before | 4.2 | N.D. | N.D. |
| | After | 1.0 | N.D. | N.D. |
| | Pork ²⁾ | | | |
| | Before | 3.7 | N.D. | N.D. |
| | After | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Seasoned salad | 1.1 | N.D. | N.D. |
| | Fried food | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Kimchi | 4.0 | N.D. | N.D. |
| | Cucumber pickle | 3.5 | N.D. | N.D. |
| | Bibimbap sprouts | 3.1 | N.D. | N.D. |

1) Cucumber, cabbage or green pepper confirmed before and after washing.

2) Sprout, chicken patty or pork confirmed before and after heating.

3) N.D.: Not detected

4) TNTC: Too numerous to count

원재료로 세척 전과 후 오이, 양배추와 풋고추, 콩나물, 가열 전과 후 치킨패티와 돼지고기 총 6가지 시료가 선정되었다. 조리된 식품으로 무침 및 생채류, 튀김류, 김치, 오이피클 샐러드과 콩나물 비빔밥 나물 5가지가 선정되었다. 환경 중 교차오염 가능성을 확인하기 위하여 식기, 찬기, 젓가락, 숟가락, 도마, 칼, 행주 등 조리도구를 대상으로도 미생물 분포를 확인하였다.

2. 위생 지표균 분석

2.1. 일반 세균수 정량분석

군대급식시설의 위생지표를 조사하기 위하여 총균수, 대장균 및 대장균군을 정량 분석하였다. 총균수는 식품공전(식품의약품안전처, 2014)에 따라 시료 25 g에 멸균 인산 완충 희석액 225 mL을 가하여 균질기(Stomacher, BagMixer-Interscience 400, St Nom, France)를 이용하여 180초간 균질화시킨 후 시험액 1 mL를 취하여 멸균 인산완충 희석액 9 mL에 단계 희석하였다.

각 단계 회석액 1 mL를 평판에 분주하고 Plate Count Agar(PCA, Oxoid, Basingstoke, UK)를 약 15~20 mL씩 부어 고르게 혼합한 후 35~37℃에서 24~48시간 인큐베이터(Incubator, JiSICO, Seoul, Korea)에서 배양하여 성장한 집락 수를 측정하였다.

2.2. 대장균(*Escherichia coli*) 및 대장균군(total coliforms) 정량 분석

대장균 및 대장균군은 식품공전(식품의약품안전처, 2014)에 따라 일반 세균수와 동일하게 단계별로 회석되었다. 각 단계 회석액 1 mL은 대장균 건조필름배지(3M Petrifil E.coli/Coliform Count Plate, MN, USA)에 접종한 후, 35~37℃에서 24시간 배양하였다. 대장균의 측정은 가스방울이 붙어 있는 청색 집락수를 계수하였으며, 대장균군의 측정은 가스방울이 붙어 있는 적색 집락수를 계수하였다.

3. 식중독균 분석

3.1. 바실러스 세레우스(*Bacillus cereus*) 정량 분석

바실러스 세레우스의 정량분석은 식품공전(식품의약품안전처, 2014)에 따라 실시하였다. 일반 세균수와 동일한 시험액 1 mL을 단계별로 회석한 후, Mannitol Egg yolk Polymyxine agar(MYP, Oxoid, Basingstoke, UK)에 각 단계 회석액을 0.2 mL 씩 5장에 도말하여 총 접종액이 1 mL가 되게 한 다음 30℃에서 24시간 배양하였다. 성장한 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락수를 계수하였다.

3.2. 황색 포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 정량 분석

황색 포도상구균의 정량 분석은 식품공전(식품의약품안전처, 2014)에 따라 실시하였다. 일반 세균수와 동일한 시험액 1 mL을 단계별로 회석한 후, Baird Parker(BP, Oxoid, Basingstoke, UK)에 각 단계 회석액을 0.3, 0.3 및 0.4 mL 씩 3장에 도말하여 총 접종액이 1 mL가 되게 한 다음 35~37℃에서 48시간 배양한 후 투명한 띠로 둘러싸인 광택의 검정색 집락수를 계수하였다.

3.3. 살모넬라(*Salmonella* spp.), 장출혈성 대장균(*Enterohemorrhagic Escherichia coli*), 장염비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*), 리스테리아 모노사이토제네스(*Listeria monocytogenes*) 및 여시니아 엔테로콜리티카(*Yersinia enterocolitica*) 정성 분석

살모넬라, 장출혈성 대장균, 장염비브리오, 리스테리아 모노사이토제네스 및 여시니아 엔테로콜리티카와 같은 병원성 미생물 정성시험은 식품공전(식품의약품안전처, 2014)에 따라 진행되었다. 즉 시료 25 g에 분석할 병원성 미생물에 따른 225 mL의 배양액을 각각 가한 후 균질기를 이용하여 180 초간 균질화 시킨 다음 리스테리아 모노사이토제네스는 30℃에서 48시간, 여시니아 엔테로콜리티카는 10℃에서 10일간, 나머지 균주는 35~37℃에서 18~24시간 각각 배양하였다. 병원성 미생물의 증균 배양액을 10 µL 취하여 각 균별 선택배지에 접종한 후 37℃에서 24시간 배양하였다. 이때 리스테리아 모노사이토제네스와 여시니아 엔테로콜리티카는 30℃에서 24시간 배양하였다. 의심되는 집락은 확인시험을 실시하였다. 음용수는 먹는 물 수질공정 시험기준(환경부, 2012)에 따라 살모넬라와 여시니아 엔테로콜리티카의 정성시험을 진행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 위생지표균 오염도

경상남도에서 주둔한 HACCP 인증을 받은 군대급식시설에서 채취한 식품의 원재료, 조리된 식품 및 조리도구의 위생 실태를 알아보기 위하여 위생지표균으로 총균수와 대장균 및 대장균군을 분석하였다[Table 1]. 총 6개 원재료의 가열(100℃ 이상) 및 세척 전의 총균수는 평균 3.8 log CFU/g, 최대 초과배양상태이었고, 대장균 및 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 가열 및 세척 후의 총균수는 평균 2.9 log CFU/g, 최대 4.2 log CFU/g이었고, 대장균 및 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았으며 세척 및 가열 과정을 거친 원재료에서 낮은 수준의 총균수가 검출됨을 알 수 있었다. 조리된 식품의 총균수는 평균 2.9 log CFU/g, 최대 4.0 log CFU/g이었고, 대장균 및 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았다. Cho와 Park의 연구에서는 식재료의 총균수가 평균 5.5 log CFU/g, 최대 6.8 log CFU/g으로 나타났다며 Oh 등의 연구에서는 식품시료의 총균수가 평균 4.7 log CFU/g, 최대 8.1 log CFU/g으로 나타났다(Cho SK & Park JH, 2012; Oh et al, 2015). 따라서 본 연구의 양배추의 세척 전 초과배양상태를 제외할 때, 가열 및 세척 전과 후에서 모두 낮은 수준으로 총균수가 검출됨을 알 수 있었다.

한편, 식품공전에서 즉석섭취, 편의식품류의 세균수 기준은 5 log CFU/g으로 제시되었으나(식품의약품안전처, 2014), 대장균군은 따로 명시되지 않았다. Solberg등도 세균수 기준을 6 log CFU/g이하로 제안하였고, 대장균군은 3 log MPN/g 이하로 검출되지 않아야 한다고 제안한 바 있다(Sorberg M et al, 1990). 비록 본 연구에서는 모든 시료에서 대장균군이 검출되지 않았

지만, 현재 대장균군에 대한 기준이 정해져 있지 않은 실정이므로 위생지표균인 대장균군의 추가적인 기준이 필요하다고 여겨진다.

2. 식중독균 오염도

HACCP 인증을 받은 군대급식시설에서 원재료의 가열 및 세척 전과 후 식품, 조리된 식품 및 조리도구를 채취하여 바실러스 세레우스, 황색 포도상구균의 정량분석 및 살모넬라, 장출혈성 대장균, 장염비브리오, 리스테리아 모노사이토제네스, 여시니아 엔테로콜리티카의 정성분석을 실시하였다.

바실러스 세레우스는 토양에서 유래된 미생물로 토양, 물, 먼지와 같은 자연환경에 널리 분포되어 있으며 원재료를 통해 식품에 오염된다고 알려져있다. 일반적으로 바실러스 세레우스는 열에 안정성이 있는 포자를 형성하며 이는 135℃의 온도에서도 4시간 동안 생존이 가능하므로(Granum PE & Lund T, 1997), 식품에 이미 오염되었을 경우 일반적인 열처리로는 포자를 제거할 수 없다. 식품 내 바실러스 세레우스의 수준이 3~6 log CFU/g 이상일 경우 식중독을 야기할 수 있다는 연구결과도 발표된 바 있다(Andersson A et al, 1995; U.S. Department of Agriculture/Food Science & Inspection Service, 2004; U.S. Food & Drug Administration, 2004). 또한, 식품공전에서 식품접객업소(집단 급식소 포함)의 조리식품 등의 바실러스 세레우스 기준은 4 log CFU/g 이하로 정해져 있다(식품의약품안전처, 2014). 본 연구에서는 바실러스 세레우스 정량분석 결과 모든 시료에서 검출되지 않은 것으로 나타났다[Table 2].

Table 2. *Salmonella* spp. results of equipments samples collected from HACCP system certified military food service in Gyeongsangnam-do, Korea.

| equipments | Bacterial counts (log CFU/g) |
|---------------|------------------------------|
| | <i>Salmonella</i> spp. |
| Bowl | N.D. ¹⁾ |
| Dishes | N.D. |
| Chopsticks | N.D. |
| Spoon | N.D. |
| Cutting board | N.D. |
| Kitchen knife | N.D. |
| Dish towel | N.D. |

1) N.D.: Not detected

그 외 황색 포도상구균, 살모넬라, 장출혈성 대장균, 장염비브리오, 리스테리아 모노사이토제네스 및 여시니아 엔테로콜리티카도 분석된 모든 식품에서 음성으로 나타났다[Table 3].

Table 3. Foodborne pathogens microbiological results of food samples collected from HACCP system certified military food service in Gyeongsangnam-do, Korea.

| Preparation method | Food | Bacterial counts (log CFU/g) | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | <i>B. cereus</i> | <i>S. aureus</i> | <i>Salmonella</i> spp. | Enterohemorrhagic <i>E. coli</i> | <i>V. parahaemolyticus</i> | <i>L. monocytogenes</i> | <i>Y. enterocolitica</i> |
| Raw material | Cucumber ¹⁾ | | | | | | | |
| | Before | N.D. ³⁾ | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | After | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Cabbage ¹⁾ | | | | | | | |
| | Before | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | After | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Green pepper ¹⁾ | | | | | | | |
| | Before | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | After | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Sprout ²⁾ | | | | | | | |
| | Before | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | After | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| Cooked | Chicken patty ²⁾ | | | | | | | |
| | Before | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | After | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Pork ²⁾ | | | | | | | |
| | Before | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | After | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Seasoned salad | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Fried food | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Kimchi | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Cucumber pickle | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | Bibimbap sprouts | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

1) Cucumber, cabbage or green pepper confirmed before and after washing.
2) Sprout, chicken patty or pork confirmed before and after heating.
3) N.D.: Not detected

식품공전에서 식품접객업소(집단 급식소 포함)의 조리식품 등의 장염 비브리오 기준은 2 log CFU/g 이하, 조리과정 중 가열처리를 하지 않거나 가열 후 조리한 식품의 경

우 황색포도상구균은 2 log CFU/g 이하이며 나머지 식중독 균은 모두 음성이어야 한다고 정해져 있다(식품의약품안전처, 2014). 황색포도상구균은 건강한 사람의 25~50%가 보균자이며 이 중 15~20%는 enterotoxin gene을 생성할 수 있기 때문에 조리 종사자에 의해 오염될 가능성이 있으므로 급식소 내 종사자~환경~식품 간의 교차오염에 대한 안전관리가 필요할 것으로 여겨진다(Kim SR et al, 2015).

조리도구의 경우 살모넬라 검출 결과 모두 음성으로 나타났다. 살모넬라는 사람이나 온혈동물 장관에서 발견되며 종종 분변을 통한 오염에 의해 식품으로 전이되는 미생물이다(David M et al, 2005). 살모넬라균을 가진 가축, 야생동물, 보균자나 오염되어 있는 우유, 계란 등에 의해 오염될 수 있으며 1차 오염된 신선편이 식품, 샐러드 등에 의해 감염된다고 보고된다(Oliveira SD et al, 2003). 식품공전에서 칼, 도마, 및 손가락, 젓가락, 식기, 찬기 등 음식을 먹을 때 사용하거나 담는 것의 경우 살모넬라는 음성이어야 한다고 규정되어 있다(식품의약품안전처, 2014).

음용수의 경우도 살모넬라와 여시니아 엔테로콜리티카 검출 결과 모두 음성으로 나타나 먹는 물 수질 기준에 적합한 것을 알 수 있었다(환경부, 2012). 식품공전의 접객용 음용수 기준 규격에 따르면 대장균, 살모넬라와 여시니아 엔테로콜리티카의 경우 음성이어야 한다고 제시되어 있고, 총균수와 대장균균에 관한 기준은 제시되어 있지 않다(식품의약품안전처, 2014).

본 연구에서는 원재료의 가열 및 세척 전과 후, 조리된 식품에서 모두 식중독균이 검출되지 않았다. 하지만, 가열조리를 하지 않고 바로 섭취하는 생채소와 같은 원재료의 경우, 특히 무침류 또는 샐러드와 같이 초기 오염률이 높은 원재료를 사용하여 조리를 하면 대형 식중독을 유발하는 잠재적 위험도가 높은 것으로 여겨진다. Heo 등의 연구에서는 야채샐러드 등의 생채소에서 세척과정을 지나면서 균수가 감소였다. 그러나 저장단계, 조리단계, 배식단계를 거치면서 점차적으로 균수가 증가하였다는 지적을 하였는데, 이는 시간경과 및 온도상승, 미생물 재오염 등에 기인한 것으로 추정된다(Heo YS & Lee BH, 1999). 또한, Jeon 등은 학교급식소나 보육시설의 급식소에서 제공하는 세척, 소독된 생채소류의 미생물적 품질이 낮으며 고춧가루, 마늘, 생강 등 양념류 원재료의 미생물 검출 수치가 높다고 보고하였다(Jeon JG & Park JH, 2010). 그러므로 가열조리과정을 거치지 않고 조리하여 제공되는 생채소류나 무침류, 샐러드류의 오염 미생물 관리에 조심해야 할 것으로 여겨진다.

IV. 결론

본 연구는 식품의약품안전처로부터 군 급식시설 중 최초로 집단급식소 HACCP 인증을 받은 경남 진주에 위치한 군대급식시설의 식품, 조리도구 및 환경 중 위생지표균과 식중독균을 분석하는 방법으로 미생물학적 위해분석을 실시하여 향후 군대급식의 안정성을 확보하는데 활용하고자 하였다. 식품 원재료의 가열 및 세척 전의 총균수는 평균 3.8 log CFU/g, 최대는 초과배양상태였으며, 대장균 및 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 가열 및 세척 후의 총균수는 평균 2.9 log CFU/g, 최대 4.2 log CFU/g였으며 대장균 및 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았고, 세척 및 가열 과정을 거친 원재료에서 낮은 수준의 총균수가 검출됨을 알 수 있었다. 조리된 식품의 총균수는 평균 2.9 log CFU/g, 최대 4.0 log CFU/g이었고 대장균 및 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 식품공전의 즉석섭취, 편의식품류의 총균수 기준은 5 log CFU/g 이하로 본 연구 결과는 기준 이하로 오염됨을 알 수 있었다. 한편, 현재 식품공전에 위생지표균으로 총균수와 대장균에 관한 기준은 제시되어 있으나 대장균군은 따로 명시되어 있지 않다. 따라서 대장균군의 추가적인 기준이 필요하다고 여겨진다.

식중독균의 오염도를 확인하기 위하여 바실러스 세레우스, 황색포도상구균의 정량분석 및 살모넬라, 장출혈성 대장균, 장염비브리오, 리스테리아 모노사이토제네스, 여시니아 엔테로콜리티카의 정성분석을 실시한 결과, 모든 시료에서 음성으로 나타났다. 식품 시료 외에 조리도구와 음용수의 미생물 오염도 확인 결과, 조리도구의 경우 살모넬라 검출 결과가 모두 음성으로 나타났다. 음용수의 경우도 살모넬라와 여시니아 엔테로콜리티카 검출 결과 모두 음성으로 나타나 먹는 물 수질 기준에 적합한 것을 알 수 있었다.

본 연구 결과 원재료의 가열 및 세척 전과 후, 조리된 식품, 음용수 및 조리도구에서 모두 식중독균이 검출되지 않았지만, 가열조리를 하지 않고 바로 섭취하는 생채소와 같은 원재료의 경우 초기 오염률이 높은 원재료를 사용하여 조리를 하면 대형 식중독을 유발하는 잠재적 위험도가 높은 것으로 여겨진다. 따라서, 식품의 안전성을 확보하기 위한 사전 예방적인 식품안전관리인증 제도, HACCP 시스템의 적용이 중요하다.

비록 본 연구의 군대급식시설은 HACCP 인증을 받았지만, 병사 식당의 식수와 규모 등을 고려하였을 때 단체급식에서 군대급식이 양적으로 상당한 비중을 차지함에도 불구하고 군대급식소에서 HACCP 시스템의 적용은 아직 걸음마 단계에 지나지 않는다. 따라서 HACCP 시스템을 군대급식소에 도입하기 위하여 정부의 노력이 필요하며, 이를 통해 군 장병들의 사기 진작과 전투력 유지를 할 수 있다면 비용 대비 큰 효과를 거둘 수 있을 것이라고 생각된다.

참고문헌

- 국방부(2009). 2009년도 급식방침.
- 국방부(2012). 국정감사자료.
- 김옥이(2010). 유용원의 군사세계, 국정감사.
- 식품의약품안전처 식품독통계시스템(2015).
<http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do> Accessed Mar. 11.
- 식품의약품안전처. 보도자료(2015).
<http://m.mfds.go.kr/renewal/jsp/menu/menuForward.jsp?menuId=21&seq=29335&cmd=v&page=1>.
- 식품공전(2014). 10-3-1-43. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea.
- Andersson, A., Ronner, U., & Granum, PE. (1995). What problems does the food industry have with the spore-forming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*?. *Int. J. Food Microbiol*, 28, 145-155.
- Cho, SK., Park, JH. (2012). Microbial contamination analysis for drinking water, foodstuff, and cooked food for foodservice operation. *Korean J. Food Sci. Technol*, 44, 478-483.
- David, M., Nancy, RR., & Richard, L. (2005). *Essentials of Food Safety and Sanitation*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, USA. 50.
- Granum, PE., Lund, T. (1997). *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol Lett*, 157, 223-228.
- Heo, YS., Lee, BH. (1999). Application of HACCP for hygiene control in university foodservice facility-focused on vegetable dishes (sengchae and namul). *J. Fd. Hyg. Safety*, 14, 293-305.
- Jeon, JH., Park, JH. (2010). Toxin gene analysis of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* isolated from cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol*, 42, 361-367.
- Kim, SR., Cha, MH., Chung, DH., & Shim, WB. (2015). Profiles of toxin genes and antibiotic susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from perilla leaf cultivation area. *J. Fd. Hyg. Safety*, 30, 51-58.
- Ministry of Environment (2012). Law for the management of drinking water. Available from: <http://www.me.go.kr>. Accessed on Jan. 30, 2012.
- Oliveira, SD., Rodenbusch, CR., Ce, MC., Rocha, SL., & Canal, CW. (2003). Evaluation of selective and non-selective enrichment PCR procedures for *Salmonella* detection. *Lett. Appl. Microbiol*, 36, 217-221.
- Oh, TY., Baek, SY., Koo, MS., Lee, JK., Kim, SM., Park, KM., Hwanf, DK., & Kim, HJ. (2015). Analysis of Foodborne Pathogens in Food and Environmental Samples from Foodservice Establishments at Schools in Gyeonggi Province. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*, 44, 1895-1904.
- Sorberg, M., Buckalew, JJ., Chen, CM., Schaffner DW., O'Neill, K., McDowell, J., Post, LS., & Bodeck, M. (1990). Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *J. Food Technol*, 44, 68-73.
- U.S. Department of Agriculture/Food Science & Inspection Service. (2004). Examination of meat and poultry products for *Bacillus cereus*. U.S. Department of Agriculture/Food science & Inspection Service Microbiology Guidebook. Available from
<http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/7aa41946-bd89-4ba9-91cf-7ea72e15e677/MIgchp12.pdf?MOD=AJPERES>. (accessed Sep 2015).
- U.S. Food & Drug Administration. (2004). Bacteriological analytical manual. U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition. Available from
<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070875.htm> (accessed Sep 2015).