

고등학교 급식시설 운영실태 및 ATP Bioluminescence를 이용한 위생상태 조사연구

계 승 희 · † 황 성 희*

가천대학교 교육대학원, *세명대학교 바이오식품산업학부

Evaluation of Management & Hygienic Status of High School Foodservice using ATP Bioluminescence Assay

Seung-Hee Kye and †Seong-Hee Hwang*

Dept. of Food & Nutrition, Gachon University, Seongnam 461-701, Korea

**School of Foods and Nutrition Science for Bioindustry, Semyung University, Jecheon 27136, Korea*

Abstract

An investigation was conducted to evaluate the hygienic status of 53 high school foodservice systems in Gyeonggi province by using hygiene management guide checklist, ATP bioluminescence assay of food utensils were conducted during process. The 5 hygiene management guide checklist groups about personal hygiene, cooking facilities control, cross contamination control, cook and storage control, management control were checked by experts and had good grades but there were some inadequate behaviors on observation. Total cleaning levels were inadequate, including hand, rubber gloves, aprons, knives, food tray, machine and instruments. The possibility of cross contamination is also noted in handles for refrigerators, ovens, food dryers, hand washing. It was also noted that there were too much work on the nutritionist and cook, additional personnel need to be added. lack of space, deterioration of facilities were identified in some high school foodservice systems. ATP bioluminescence assay was conducted on surface of food facilities, ATP ranged 1,393±5,041.2 RLU on yellow gloves, 244±258.7 RLU on pink gloves, 3,780±11,418.6 RLU on apron, 49,056±62,831.4 RLU on refrigerator grip, 41,422±61,259.8 RLU in oven, 31,407±41,344.9 RLU on hand cleaning board.

Key words: school foodservice, hygiene management guide, evaluation of hygienic status, ATP bioluminescence assay

서 론

우리나라 학교급식은 급격히 사회가 발달하고 경제수준이 향상되며, 학부모와 지역사회의 학교급식 확대 분위기로 인해 짧은 시간에 확대 실시되게 되었다. 우리나라 학교급식의 발전과정은 우선 급식의 하드웨어 부분인 제도적 기반을 양적으로 확대, 성장하는데 초점을 두었으나, 학교의 전면 급식으로 전국 모든 학교와 학생들이 학교급식의 대상인구로 대두되면서 중요성이 더욱 높아져, 이들의 건강증진에 기여할 수 있는 학교급식의 질 관리에 대한 국가차원의 정책결정과

각급 학교에서의 실천이 절실히 요구되고 있다. 학교급식에서 식품안전성을 확보하여 위생적이고 안전한 음식을 제공하는 것이 학교급식의 최종 목적일 것이다(Kwon & Park 2015). 학교급식법 제1조에 의하면 학교급식의 목적은 급식을 통한 학생의 건전한 심신의 발달을 도모하고, 나아가 국민식생활 개선에 기여함을 목적으로 한다고 규정되어 있다. 또, 국가와 지방자치단체는 영양교육을 통한 식습관의 개선과 학교급식의 원활한 수행을 위하여 필요한 시책을 강구하여야 한다(학교급식법 제3조)고 하고 있고, 학교급식은 교육의 일환으로 운영되어야 한다(학교급식법 제6조)라고 명시해, 학교 급식의

† Corresponding author: Seong-Hee Hwang, School of Foods and Nutrition Science for Bioindustry, Semyung University, Jecheon 27136, Korea. Tel: +82-43-649-1578, Fax: +82-43-649-1759, E-mail: h2seong@hanmail.net

운영과 방향을 제시하고 있다. 이를 위해 지금은 학교급식의 질적 향상을 위한 내실화에 관심을 갖고 실천하여야 할 시기이고, 효율적인 급식시설과 설비의 보급뿐만 아니라, 능률적인 작업수행을 위한 물리적 환경도 개선되어야 한다. 따라서 교육인적자원부는 2002년부터 학교급식에 급식품질의 안전성 확보를 위해 과학적인 위생관리 체계인 식품안전관리인증기준(HACCP; Hazard Analysis and Critical Control Point)을 적용하도록 하였다. 학교급식은 수년간 정부의 위생교육의 결과로 점차 자리를 잡아가고 있으나, 실제로 위생상태가 개선되고 있는지는 의문시되고 있다.

식품의약품안전처에서 집계한 식중독 발생현황에 의하면 위탁이나 직영의 학교급식에서 발생한 환자는 2012년 3,185명, 2013년 2,247명, 2014년 4,135명, 2015년 1,980명으로 그해 발생한 총환자수의 52.6%, 45.3%, 55.4%, 33.1%를 차지하고 있어, 식중독의 주요 발생시설이라고 할 수 있다(Ministry of Food and Drug Safety 2016).

학교급식의 위생관리는 우수한 시설, 설비확보와 위생관리 프로그램의 체계화를 통해 실현되고 유지될 수 있으나 무엇보다 중요한 것은 가장 일선에서 서비스를 제공하고 식품을 우선적으로 취급하는 조리종사자의 위생관리에 대한 수행수준을 높이는 것이 중요하다(An & Kim 2013).

본 연구는 경기도 연천, 포천, 과천, 안양, 고양, 김포, 시흥 지역의 53개 고등학교에서 학교급식 위생안전 점검표를 사용하여 급식시설의 위생실태를 조사하고, 또한 작업 중 조리종사자가 접촉하는 설비 접촉면의 미생물 오염실태를 알아보기 위해 ATP 생물발광기를 이용하여 측정하였다. 이는 학교급식 서비스의 문제점을 파악하여 향후 식품위생관리의 방향을 제시하고자 함이다.

연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2014년 6월에서 8월까지 경기도 연천, 포천, 과천, 안양, 고양, 김포, 시흥 소재 고등학교 급식소 53곳을 전문가가 방문하여, 영양사의 설문답변이 아닌 학교급식위생·안전점검표의 점검항목을 조리준비 단계부터 최종 급식이 끝날 때까지 지켜보면서 직접 조사하였다(MEST 2010).

2. 연구 방법

1) 학교급식시설의 위생점검 실시

학교급식위생관리기준 지침서의 학교급식 위생·안전점검표를 기준으로 학교급식시설의 식중독 예방진단 컨설팅 진단표를 작성하고, 점검을 실시하였다. 그 내용은 작업 전 건강확인 및 적정조치 여부, 수세시설 적정 설치 여부, 손씻

는 방법 확인, 손 세척 여부를 확인하는 (1) 개인위생 20점, 소독 실시 및 건조 여부, 세척한 식기와 세척하지 않은 식기의 구분보관 여부, 보관장소 및 도구·용기의 청결 여부, 자외선 또는 전기소독고, 식기세척기의 정상작동 및 청결 사용 여부를 확인하는 (2) 조리도구관리 20점, 작업구역 구분, 작업대 세정대 조리 전, 후 구분 사용 여부, 조리 전·후로 구분 여부(교차오염 방지), 교차오염을 일으킬 수 있는 모든 작업 위생 과정 확인의 (3) 교차오염관리 20점, 충분한 온도 및 시간 가열 및 확인 여부, 생으로 먹는 채소류, 과일류를 충분히 세척·소독하는지 여부, 밥, 국을 포함한 열장식품은 57℃ 이상 유지 또는 조리완료 시점에서 배식완료까지 2시간 이내로 관리, 잠재적으로 위험한 식단은 배식 전 1시간 30분 이내 조리완료 확인하는 (4) 조리 및 보관관리 20점, 영양(교)사의 적정인력 배치 여부, 조리종사원의 적정인력 배치 여부, 식중독 비상대책반 구성 및 담당자 임무 숙지 여부, 식단 구성의 적절 여부를 확인하는 (5) 운영사항 20점으로 총 100점 만점으로 이루어졌다. 각 항목의 자세한 관찰항목은 다음과 같다. 본 설문의 응답은 전문가가 해당 학교를 현장 방문하여 급식준비과정을 3시간 이상 관찰한 사항으로 조사되었다.

개인위생

질병 및 외상이 있는 종사자는 식품취급을 하여서는 아니 된다.

1. 작업 전 건강확인 및 적정조치 여부

가. 제1군감염병, 결핵, 피부병(비감염성 제외), 화농성 질환 여부

나. 경미한 부상의 경우, 방수 드레싱 조치 후 작업 가능하다. 설사 등의 증상이 있을 경우 작업장 출입 금지 손세척시설을 설치하여야 하며, 오염된 경우 손을 세척하여야 한다.

2. 수세시설 적정 설치 여부

가. 구획구분되어 있는 경우 실별로 설치(단, 세척실 설치 권장)

나. 모든 수세시설 손잡이는 페달식 또는 원터치식으로 설치

다. 물비누, 페이퍼타올, 손톱솔, 소독액 비치 여부

라. 온수 공급 여부 및 적정 사용 여부

3. 손씻는 방법 확인

가. 세척 → 헹굼 → 물기제거 → 소독 → 건조

4. 손 세척 여부

· 손을 씻어야 하는 경우

가. 작업 시작 전, 화장실을 이용한 후

나. 작업 중 미생물 등에 오염되었다고 판단되는 기구 등에 접촉한 경우

다. 쓰레기나 청소도구를 취급한 후

- 라. 일반작업구역에서 청결작업구역으로 이동하는 경우
 마. 육류, 어류, 난각 등 미생물의 오염원으로 우려되는 식품과 접촉한 후
 바. 귀, 입, 코, 머리 등 신체 일부를 만졌을 때
 사. 감염증상이 있는 부위를 만졌을 때
 아. 음식찌꺼기를 처리했을 때 또는 식기를 닦고 난 후
 자. 음식을 먹은 다음, 또는 차를 마시고 난 후
 차. 전화를 받고 난 후, 담배를 피운 후, 식품 검수를 한 후
 카. 코를 풀거나 기침, 재채기를 한 후 등 손 씻기가 필요한 경우

조리도구관리

식품과 직접 접촉하는 도구 및 용기는 사용 후에 세척·소독을 실시하여 청결하게 보관관리하여야 한다.

5. 소독 실시 및 건조 여부
 가. 열탕소독, 약품소독, 자외선 소독 등
 나. 식판 등 열탕소독 후 온도 확인(71℃ 이상)
 다. 식기구 소독액 농도 준수
 6. 세척한 식기와 세척하지 않은 식기의 구분보관 여부
 7. 보관장소 및 도구·용기의 청결 여부
 가. 바닥으로부터 60 cm 이상 보관
 8. 자외선 또는 전기소독고, 식기세척기의 정상작동 및 청결 사용 여부
 가. 적정온도(행균) 관리
 나. 올바른 세척제 사용(수산화나트륨 5% 미만 제품 사용)

교차오염관리

조리과정에서 교차오염 방지하기 위해 작업구역 및 조리기구를 용기 용도별 및 조리전·후로 구분사용하는지?

9. 작업구역 구분
 가. 일반작업구역(가열·소독 전 작업) : 검수, 전처리, 식재료 저장, 세정, 식품절단구역 등
 나. 청결작업구역(가열·소독 후 작업) : 식품절단, 조리, 정량 및 배선, 식기보관구역 등
 10. 작업대 세정대 조리전·후 구분 사용 여부
 가. 시간 또는 공간적으로 분리 사용
 11. 조리전·후로 구분 여부(교차오염 방지)
 가. 식재료, 기구 등 조리전·후로 구분 취급 보관
 나. 칼, 도마 : 조리전(채소, 육류, 어류), 조리 후 구분 사용 여부
 다. 앞치마, 고무장갑, 바구니, 받드, 기구 등 조리전·후로 구분 사용 여부
 12. 교차오염을 일으킬 수 있는 모든 작업위생 과정 확인 여부

조리 및 보관관리

식품의 소독, 온도와 시간관리를 통하여 미생물증식이나

독소 생성을 억제하는지 여부?

13. 충분한 온도 및 시간 가열 및 확인 여부
 가. 75℃ 1분 이상, 패류는 85℃ 1분 이상
 나. 굽기, 튀기기의 경우 bath당 3개 이상 측정
 14. 생으로 먹는 채소류, 과일류를 충분히 세척·소독하는지 여부
 가. 소독순서 : 다듬기 → 세척 → 소독 → 행균
 나. 소독액 농도 확인(유효염소 100 ppm) 후 5분간(타이머 사용) 침지, 흐르는 물에 충분히 행균
 다. Test-paper 사용 및 소독액 유통기한 확인
 15. 밥, 국을 포함한 열장식품은 57℃ 이상 유지 또는 조리 완료 시점에서 배식완료까지 2시간 이내로 관리
 16. 잠재적으로 위험한 식단은 배식 전 1시간 30분 이내 조리완료 확인

운영사항

적정인력이 배치되어 있는가?

17. 영양(교)사의 적정인력 배치 여부
 18. 조리종사원의 적정인력 배치 여부
 가. 학교급식 조리종사자 배치기준 준수 여부
 나. 작업별 인원 적정 배치 및 작업 관리 여부
 식중독 비상대책반 구성되어 있는가?
 19. 식중독 비상대책반 구성 및 담당자 임무 숙지 여부
 식단을 적절하게 구성하였는가?
 20. 식단 구성의 적절 여부
 가. 식단의 조화(식재료 중복 여부)
 나. 자연식품과 계절식의 사용
 다. 다양한 종류의 식품과 조리법 사용
 라. 염분·유지류·단순당류 또는 식품첨가물 등의 과다사용 제한

2) ATP 생물발광법

기구 표면의 ATP량을 측정하기 위해 ATP 위생모니터링 키트(Promega, USA)를 이용하여 실험하였다. 100 µL 음성 대조군을 튜브에 취한 후 100 µL 추출 용매를 가한 후 바로 luminometer(Lumat LB 9506, EG&G Berthold)로 측정하였다. 양성 대조군은 100 µL를 튜브에 취한 후 100 µL 추출 용매를 첨가한 후 바로 luminometer로 측정하였다. 채취한 면봉 튜브에 처리 시약 350 µL를 첨가하여 20초 동안 심하게 흔들어 섞은 후 sawb을 tube 벽면에 눌러싼 후 면봉을 제거하고 튜브에 100 µL 미생물 ATP 추출제를 첨가한 후 10초 동안 방치, 100 µL luciferin/luciferase reagent를 첨가하고 luminometer로 상대형광도(RLU: Relative Luminescence Unit)를 측정한다. 측정 장소는 조사자가 일반적으로 오염의 가능성이 높다고 판단되는 고무장갑, 앞치마와 조리 중 접촉이 가능한 기구설비를 자율적으로 정하여 측정하였다.

3. 자료의 통계처리

학교급식의 위생·안전관리기준은 각 항목별로, ATP 생물발광법의 결과는 상대형광도(RLU: Relative Luminescence Unit)값을 그대로 표시하였다. 평균 및 표준편차는 Microsoft Excel 2010에서 계산되었다.

결과 및 고찰

1. 학교급식시설의 형태

Table 1은 조사대상시설인 급식시설의 급식인원수, 급식종사자수, 급식장소 및 급식형태를 실시한 결과이다. 조사대상 경기 연천, 포천, 과천, 안양, 고양, 김포, 시흥 소재 고등학교 급식시설에서 조식을 제공하는 경우는 50식에서 918식(평균 231.5식), 중식은 635식에서 1,360식(평균 1,160식)을, 석식은 231식에서 745식(평균 464식)을 제공하고 있었다. 경기도의 다른 지역의 배식수와 비교해볼 때 중식과 석식에서는 큰 차이가 나타나지 않았으나, 조식을 시행하는 학교가 12개 고등학교가 조사대상에 포함되어 있었다. 기숙사 시설을 운영하는 외고 등의 학교에서 조식을 배식하고 있었는데, 종사자의 입장에서는 적절한 근무시간 조절이 이루어지지 않는다면 업무의 과중으로 이어질 가능성이 높다고 하겠다. 실제로 조사자의 의견에서도 영양사나 조리종사자의 업무 과중이 지적되고 있었다.

급식을 제공받는 학생의 수는 107명에서 2,300명(평균 1,072.4명)으로 큰 편차를 보였다. 또한 조리종사자도 급식수에 따라 3명부터 18명까지 다양하게 나타났다. 식사장소는 교실과 식당을 같이 사용하는 두 곳을 제외하고, 전부 식당에서 배식 및 식사를 제공하고 있었으며, 급식소의 급식은 전부 직영의 형태로 운영되고 있었다.

2. 학교급식시설의 식중독 예방진단 컨설팅 점검

학교급식시설의 위생점검은 학교급식위생관리기준 지침서의 학교급식 위생·안전점검표를 기준으로 학교급식시설

Table 1. General characteristics of the subject

	No or type
No. of meal	No. of breakfast 231.5±273.1
	No. of lunch 1,160.8±423.7
	No. of supper 464.5±347.5
No. of students	1,072.4±393.6
No. of employees	10.3±3.2
Distribution	Dinning room (distribution and meal)
Type of foodservice	Direct control

Table 2. Average scores of 5 evaluation area in 53 high-school foodservices

Evaluation area	Score
Personal hygiene	18.0±0.0
Cooking facilities control	18.5±1.41
Cross contamination control	17.2±1.54
Cook and storage control	19.8±0.64
Management control	19.4±1.21

의 식중독 예방진단 컨설팅 진단표를 작성하여 점검을 실시하였다. 개인 위생과 같은 다섯 분야에서 53개 고등학교가 받은 점수는 Table 2와 같다.

1) 개인위생에서의 조사항목과 지적사항을 나열해 보면 다음과 같다.

1. 작업전 건강확인 및 적정조치 여부
2. 수세시설 적정 설치 여부
 - 고무장갑, 앞치마 등의 소독조 설치 필요
 - 고무장갑 및 고무앞치마 소독고의 용량 부족 및 교체 필요
 - 급식실 출입시에 손 세척 시설 필요
3. 손씻는 방법 확인
 - 조리 중 절단, 무침 등 작업 전환시 수시 손(고무장갑) 세척 필요
 - 면장갑, 고무장갑은 손 세척 수준으로, 고무앞치마 세척의 강도를 높여야 함.
 - 조리 작업 전환 시마다 흐르는 물에 손(고무장갑) 세척 필요
 - 비가열조리 작업 시 1패트당 흐르는 물 세척 반복 작업 요망
 - 김치류 등의 비가열 식품의 작업시에는 1패치 작업당 수시 손(고무장갑) 세척 필요
 - 개인위생의 손세척 등은 잘 숙지하고 있으나 점검 항목 중 라향인 일반구역과 청결구역의 작업에 있어 위생수칙이 잘 지켜지지 않고 있어 교육이 필요함
 - 손, 고무장갑, 고무앞치마 등의 세척방법 개선 및 작업 전환시마다 염소 농도 유지 확인 필요
4. 손 세척 여부
 - 손, 면장갑, 고무장갑 등 전체적인 세척 수준 미흡
 - 고무앞치마의 경우 개인관리의 편차가 큼. 세척 방법 및 소독액 침지 관리 필요
 - 소독조 관리 철저 및 소독액의 농도 유지 및 침지시간 준수 필요
 - 고무앞치마, 건조기가 필요하며, 철저한 세척 및 개인관리 필요
 - 개인위생, 손씻기에 대해 전반적으로 인지도와 실천율은 높으나 점검 항목 중 일부분의 실천이(라~마 항목) 미흡함

이를 종합적으로 요약하면

1. 손, 면장갑, 고무장갑, 앞치마 등 전체적인 세척 수준이 미흡하다. 따라서 소독고의 추가 설치와 철저한 관리(소독액의 농도 유지 및 침지시간 준수)가 요구된다.
2. 조리 작업 전환시 마다 흐르는 물에 손(고무장갑) 세척 필요
3. ‘라. 일반작업구역에서 청결작업구역으로 이동하는 경우’, ‘마. 육류, 어류, 난각 등 미생물의 오염원으로 우려되는 식품과 접촉한 후’, ‘바. 귀, 입, 코, 머리 등 신체일부를 만졌을 때 흐르는 물에 손(고무장갑) 세척 미흡’의 사항이 가장 빈번히 지적되었다.

식품안전관리인증기준(HACCP) 제도가 학교급식시설에서도 적용실시됨에 따라 위험요인을 인지하는 능력도 높아졌으나(Song & Chae 2008; Han & Lee 2011), 그 실천면에서는 아직도 부족한 점이 있음을 알 수 있었다. Cho & Bae(2016)는 손의 위생상태와 같은 개인위생은 위생교육이 적절히 실시될 때 개선된다는 결과를 보고한 바 있다.

2) 조리도구 관리에서는 다음과 같은 항목을 관찰하였다.

5. 소독 실시 및 건조 여부

- 칼, 도마 소독조 염소 농도 미흡 및 침지시간 준수 요함.
- 작업대, 배식카 등 세척방법 개선 및 건조 후 관리 필요 (면과 면이 마르지 않은 상태에서 닫지 않도록)
- 조리용으로 쓰는 스텐 기구의 열탕소독관리
- 김치류 등의 박스(플라스틱)의 철저한 세척관리 필요
- 조리실 내 수도 꼭지의 세척 필요
- 식기전용 세척제 수산화나트륨 5% 미만 제품 사용
- 가마솥의 조리 세척 후 세척액의 잔류방지를 위해 열수로 세척 행균 필요
- 칼·도마 등의 철저한 관리를 위해 자비소독 필요
- 소독액 제조방법 인지 및 매뉴얼 라벨 부착 필요
- 회전국솥 세척 및 관리 불량하여 방법 개선 필요
- 플라스틱 의자 사용 지양하며, 사용시 철저한 세척 및 소독관리 필요

6. 세척한 식기와 세척하지 않은 식기의 구분보관 여부

- 각종 식재료의 포장지(김치류 등) 1차 물 세척 후 사용 필요
- 사용하지 않는 기계기구의 관리 필요

7. 보관장소 및 도구·용기의 청결 여부

- 스텐타봉 세척 및 소독방법 개선과 부침판 등의 관리 방법 개선 필요
- 기계·기구(양념기, 분쇄기 등)의 세밀하고 철저한 관리 필요
- 부침기판 관리 철저(위에 물 흐르는 작업 지양)
- 청결구역 내에서의 세척 작업 지양

- 조리 도구 이동시 주의 요함
- 짜야 하는 조리과정에서 스텐 대야 소독관리 후 사용 또는 별도의 누름판 필요
- 8. 자외선 또는 전기소독고, 식기세척기의 정상 작동 및 청결 사용 여부
 - 식판의 세척 수준을 더 강도 있고, 세밀하게(수압 확인 요망)
 - 기계 기구류의 외부 손상이 많음
 - 냉장고의 걸 비닐 포장 제거 및 세밀한 곳까지 세척 필요
 - walk in 냉장고 등의 내부 공기의 주기적 소독 및 환기 필요
 - 물걸 전기소독고 사용방법 숙지(충분한 세척, 건조 및 소독 필요)
 - 식당내 일부 소독고 미 가동 및 타 용도로 사용 중으로 시정 요망
 - 고무앞치마 전용 소독조 위치 변경 필요(청결구역 바닥을 습하게 만드는 요인이 되고 있음)
 - 자동 소독액 제조기 확인 및 수동 소독액 제조 방법, 라벨링 부착 필요

이를 요약하면 칼, 도마, 식판, 기계와 기구, 배식카 등 각종 조리도구의 세척, 살균 및 사용에서 아직 미비한 점이 관찰되어 좀 더 세심한 관리가 필요함을 나타내고 있었다. 10년 전 학교급식소를 대상으로 HACCP 시스템 적용과 시설·설비 부분의 미흡함을 지적한 Lee & Lee(2005)의 연구보다 훨씬 식품안전관리인증기준(HACCP)이 정착하였음을 보여주는 결과이나 지속적인 노력이 필요한 것으로 보인다.

3) 교차오염 관리에서는 다음과 같은 항목을 관찰하였다.

9. 작업구역 구분

- 작업간의 공간구분이 명확치 않아 교차오염이 우려됨. 교차오염 방지를 위한 일반구역과 청결구역 구분을 위한 자동개폐 차단막이 필요
- 청결구역내에 세척기가 설치되어 있어, 위생상 문제 발생 요인 존재
- 세척기 이전시에 조리실 내의 소독고 등 설치 가능
- 식품창고와 전처리실의 복합사용으로 인한 문제점, 식품창고의 이전이 바람직함
- 최종의 파인애플 작업은 가능한 청결구역에서 작업이 필요
- 식재료 저장 구역이 구분은 되어 있으나, 저장창고에 직사광선 노출로 인한 식재료의 신선도 저하 등이 우려
- 일반구역과 청결구역의 작업은 구분되어 있으나, 오픈되어 교차오염이 우려되며, 보관창고의 문이 고장상태로 교체 필요

10. 작업대 세정대 조리 전, 후 구분 사용 여부

- 우유박스, 김치류 등의 박스 및 포장관리 필요. 흐르는 물 세척 후 절단 작업 필요
 - 작업대의 세척 및 소독 철저 및 물 제거용 스퀴시 세척 및 소독 방법 개선
 - 조리 작업 공정상 드라이 시스템으로 작업하도록 세정대 및 무침기 등의 기계류의 보완이 필요함(물 흐름 구멍 필요), 배수구와 직접 연결 필요
 - 냉장고 및 냉동고 내의 식재료의 철저한 구분 관리 필요(해물, 완제품 : 주스 등, 빵 등)
11. 조리전·후로 구분 여부(교차오염 방지)
- 비가열, 가열조리식품 모두 조리 완료 후로부터 배식까지의 시간, 온도관리 필요
 - 생채소로 먹어야 하는 경우, 더 정밀한 앞치마 세척 등이 필요
 - 튀긴 후 치킨텐더 절단 작업공정 개선 필요
 - 조리 전, 후 작업 공간 협소로 인하여 작업간의 구분이 명확치 않아 교차오염이 우려됨
12. 교차오염을 일으킬 수 있는 모든 작업위생 과정 확인 여부
- 냉장고, 오븐기 등의 손잡이의 경우, 교차오염 발생이 되는 곳으로 더욱 철저한 세척 및 소독관리가 필요
 - 냉장고 문의 흠 사이로 미생물 오염의 위험이 있으므로 부착되어 있는 비닐 제거
 - 에어컨, 에어커튼, 선풍기 등의 경우, 공기가 분사되는 곳으로 오염되었을 경우에 확산되어 식중독의 우려가 있으므로 더욱 철저한 세척 및 소독 관리 필요
 - 물 사용이 많은 세정대 등의 수도꼭지 등의 청소관리 필요
 - 학생 음용수대의 주변 및 수도꼭지(손, 입 닿는 부분)의 청소관리 철저 필요
 - 음식물 탈수기 분해하여 소독 확인 후 사용
 - 탈수기 내부 소독 시(소독액 첨가 자비소독) 뚜껑 및 기계 내부 분해 소독 필요
 - Walk in 냉장고의 소독 및 환기 필요
 - 식당 내 일부 소독고 미 가동 및 타용도로 사용중
 - 앞치마의 철저한 세척 및 소독 필요(앞치마 소독고 필요)
 - 식재료의 저장창고에 대한 철저한 청결 유지 및 창고 출입 통로 개선 요망
 - 자동문이 고장상태이어서 교차오염이 우려되므로 차단막으로 교체 필요
 - 조리 후 음식을 배식하기 위해 전처리구역을 통과하여야 하므로, 청결구역과 전처리구역에서 사용하는 장갑, 앞치마 등 구분이 안 되어 교차 오염이 우려됨
 - 식품 원재료 입고 검수장의 위치가 식당을 통과하도록 되어 있어 교차오염이 우려되며, 화장실이 조리장과 마주 보게 설치되어 교차오염과 대장균 등 위생적인 오염의 위험이 있음
 - 식재료 전처리실에서 주방쪽 출입구 부분에 배수구 설치 요망

이를 요약하면 냉장고, 오븐기 등의 손잡이, 앞치마, 음식물 탈수기, 손(고무장갑) 등의 교차오염의 위험이 아직도 많이 지적되고 있으며, 급식시설의 구조상 혹은 잘못 사용으로 인한 교차오염의 가능성도 지적되고 있다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 17.2 ± 1.54 로, 전 분야에서 가장 낮은 평가를 받고 있었다. An & Kim(2013)은 단체급식소 조리종사자의 위생관리 수행도 및 교차오염에 대한 수행도는 높으나, 개인 위생에 대한 것은 상대적으로 낮다는 결과를 보고한 바 있는데, 본 연구의 결과와는 다소 차이가 보인다. Jeon & Lee(2004)는 비가열 조리공정의 경우 특히 교차오염의 위험이 심각하며 적절히 관리되고 있지 않음을 보고하였다. 닭볶음탕, 잡채, 비빔밥, 콩나물무침도 조리자의 손, 바구니, 도마 등에서 교차오염되었다는 사례도 있었다(Bae HJ 2006).

4) 조리 및 보관관리에서는 다음과 같은 문제점이 관찰되었다.

13. 충분한 온도 및 시간 가열 및 확인 여부
- (가열식품의 경우) 시간 및 온도 관리 필요성 인지 교육
 - 식재료의 전처리 작업 후 반드시 냉장관리 필요하며, 조리 시간 및 온도관리 준수
 - 식당 및 교실의 혼합 급식을 하고 있는 경우, 식기보관 및 급식품의 보관 관리 필요(냉·온장고 추가 설치 요망)
 - 조리 후 냉장고의 내부 청소 및 냄새 제거 필요
 - 생선가스 튀김시 중심온도 체크에 대한 인지는 하고 있으나 현장 기록 미흡
 - 와플 등 냉동완제품의 해동시간 및 해동방법의 숙지, 관리 철저 요함
 - 잠재적 위험요소의 경우, 시간 및 온도관리 필요
14. 생으로 먹는 채소류, 과일류를 충분히 세척·소독하는지 여부
- 조리 중(비가열식품의 경우) 작업 전환 시마다 손 수시 세척 후 작업 필요
 - 김치류 등의 경우 속포장지를 세척 후 절단 작업 개시 필요
 - 오이, 부추 등 잠재적 위험이 있는 식재료의 경우, 염소액 농도 및 침지 시간을 준수하여야 하며, 식초 등의 조미료 사용이 필요하며, 냉장 보관하여야 함.
15. 밥, 국을 포함한 열장식품은 57℃ 이상 유지 또는 조리 완료 시점에서 배식완료까지 2시간 이내로 관리
- 김치류 등의 보관관리 필요(배식카에 장시간 방치)
 - 조리 후 음식을 기구 소독고에 저장하였다가 배식하는 것이 관찰됨. 별도의 설비 필요
 - 식당내 냉 온장고 설치 필요
16. 잠재적으로 위험한 식단은 배식 전 1시간 30분 이내 조리완료 확인
- 양념밥 등 오염 발생이 생길 수 있는 작업공정에 대한 기구(스텐대야 및 고무장갑 등) 관리 및 배식시간 철저히 지킬 것

이를 요약하면 조리 전, 조리 중, 조리 후 보관에서 식품의 특징에 따라 적절한 조리 및 보관이 필요함을 보여주고 있다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 19.8±0.64로 매우 우수한 평가를 받고 있었다.

5) 운영사항에서는 다음과 같은 항목을 관찰하였다.

운영사항에서 전문가에 의해 지적된 문제점은 다음과 같았다.

17. 영양(교)사의 적정인력 배치 여부
 - 3개 이상의 급식학교로 급식인원 1,000명 이상 영양사 추가 고용 필요
18. 조리종사원의 적정인력 배치 여부
 - 업무 분담은 중식을 중점적으로 하되, 석식 업무를 교대로 하는 방법 필요
 - 조리원 근무 강도 높음
 - 주 6일 급식 지양(인건비 등으로 인하여 식재료비 등의 영향을 미치며, 피로도 누적의 경우 위생 안전상의 문제 발생 우려)
 - 식당 배식, 교실 병행하고 있으므로 세척 작업 등의 작업량 과다로 인해 세척 시의 인력(시간제) 보강 필요
 - 튀김 등 고온 작업의 경우, 인력 순환 당번제 필요
 - 남자 탈의실 별도 필요
19. 식중독 비상대책반 구성 및 담당자 임무 숙지 여부
 - 식중독 대책반 운영계획은 있으나, 대책반 미 구성
 - 급식모니터링 활동(구입관리, 조리 및 위생관리, 시설, 배식 및 식사, 조리원 관리 등의 항목)에 맞도록 운영 개선 필요
20. 식단 구성의 적절 여부
 - 식단은 식생활교육의 중요한 자료로써, 표준화된 식단명 사용 필요

이를 요약하면 하루 3식 이상의 급식을 시행하는 학교의 경우는 영양사 및 조리사의 업무가 과다하게 부여되므로, 이에 대한 추가 인원의 보충이 필요하며, 인원의 적절한 배치로 힘든 작업과 낮은 작업의 업무를 분산시켜야 함이 지적되었다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 19.4±1.21로 매우 우수한 평가를 받고 있었다. 아직은 형식적인 관리에 치중하는 면이 관찰되고 있어 좀 더 생활화되고 실제적인 관리가 이루어져야 하겠다. 비슷한 조건을 갖는 Jang & Hwang(2015)의 88.03±9.61점, Kim JG(2003)의 89.3점보다 높은 점수를 보이고 있었다. Song & Bae(2016)는 관리수행도의 향상을 위해서는 영양사의 직무만족도 향상을 위한 근무조건 개선이 선행되어야 함을 지적한 바 있다.

다섯 항목의 총점은 86점에서 96점(92.7±2.45) 사이에 분포하고 있었다.

6) 기타

기타 전문가에 의해 지적된 문제점은 다음과 같았다.

- 대체적으로 조리실 내의 세척, 청소 및 소독의 수준 미흡하여, 위생교육 필요
- 학생들의 음용수대 관리 철저 필요하며, 손 씻기 지도 필요
- 식당 온습도 관리 필요
- 급식실 외부 출입문 방충문 교체 필요(좌우 개폐식)
- 조리실(특히 청결구역)내 세정대 호스는 배수구와 직접 연결 필요
- 급식실(조리실 내) 환풍 시설 미흡(시설 개선 필요)
- 배식 동선 위치 조정 필요
- 전 처리실 협소(소모품 창고 정리 후 활용 가능)
- 식품창고의 소독고 등 식품의 물품 이동
- 조리장 내 수증기 등의 환풍 용량 부족 및 정수기 위치 이동
- 각종 식기류 소독보관고 보관 필요(밥 뚜껑 등)
- 배식카 보관 전등 스위치 설치 필요하며, 보관장소의 살균등 설치 고려(전문가 상의)
- 기계 기구류의 외부 손상이 많음(스텐제품이라도 조심히 다루어야 함)
- 사용하지 않는 기계기구(선풍기망 포함)라 하더라도 세척, 소독 보관관리 유지되어야 함
- 급식시설에 있어 HACCP 관리를 위해서는 구역구분을 위한 색, 공간표시 등으로 표시하고, 구역을 이동시 용도에 맞는 장갑과 앞치마 착용이 가능하도록 구비가 필요함.
- 영양교사의 사무실 위치 전환 필요(급식실 내의 조리 과정이 보일 수 있도록)
- 창고 내 구멍 막음 및 전처리실 천정 타일 파손 수리 필요
- 천정 공사, 소모품 창고 물 셈 공사 필요
- 조리장 내 세제류 보관고 이동
- 식당 및 조리장(세척기쪽) 바닥에 물넘침 방지용 트랜치 설치 필요
- 식기보관고의 수평(받침목 휨) 조절 및 수리 필요
- 영양관리실 출입문(외부출입) 필요 및 각 구역별 출입문 방충문 필요
- 천정 석고텍스 교체 요망
- 전기 소독고의 온도관리 불충분으로 수리 또는 교체 요망
- 급식 기계 기구 설치장소의 협소로 인해 급식실 확장 필요
- 급식인원수에 비해 조리실이 협소하며, 조리 전·후의 충분한 공간구분이 필요
- 식재료 저장창고에 소독고가 설치되어 있어 저장온도가 상승함(28℃)
- 조리실과 식당의 동선이 길고 강당으로 겸용하므로 교차오염이 우려, 전용식당 설치가 필요함

- 식품 창고는 독립된 공간으로 식재료의 반입만 필요함
- 사람의 출입은 별도의 출입 공간(영양사실 출입)이 필요함.
- 주방입구와 세척실 출입 바닥 미끄럼 방지대책 강구
- 다수의 급식인원으로 열 작업 조리원의 작업환경 온도 관리 대책 필요
- 조리 후 음식 배식은 전처리구역이나 외부공간을 통과하지 않고 운반하도록 각별히 주의 요망
- 조리장 내 외부인(급식실 종사자 외) 출입 통제(출입문에 인터폰 설치)
- 고장 에어컨 방치물 제거 및 온습도 조절을 위한 냉·온풍기 시설 별도 필요

기타에서 지적된 사항은 급식시설의 공간적 제약으로 야기되는 문제, 시설의 노후로 인한 문제들이 주를 이루었다. 단 시간 안에 해결되기 어렵지만, 간단한 수리, 세척, 보완으로 개선될 수 있는 부분도 많아 관심이 요구된다. Hwang 등(2008)이 단체급식소의 시설 및 설비가 잘 갖추어졌을수록 위생관리가 잘 이루어지고 있다고 보고하고 있는데, 학교급식소도 제반 시설, 설비, 기계 등이 잘 갖추어지는 것이 위생적인 급식의 기본 조건이라고 할 수 있다. Kook & Rho(2009)의 연구에 의하면 전북지역에도 전처리실, 소모품 보관실의 보유 비율이 다소 낮았고, 조리실이 좁아 불만을 보이는 영양사가 많은 것으로 나타났다. Lee JR(2011)는 교차오염을 방지하기 위해서도 공간의 위생적 배치가 중요하다고 보고한 바 있다.

3. ATP 생물발광법의 측정

HACCP 시스템의 신속성, 간편성을 충족시킬 수 있는 검사 방법인 ATP 생물발광법으로 고등학교 급식시설의 위생상태를 측정하였다. 조리 및 배식에 사용하는 용기, 기구들은 적절한 방법으로 세척, 소독, 건조된 것을 사용하여야 하며, 만약 세척이 적절치 못했을 경우, 미생물과 잔여물질이 제거되지 못하므로 초기 낮은 수로 존재하는 미생물에게는 충분한 영양소가 될 수 있으며, 또한 표면의 세척 후 사용하기까지의 시간 동안 충분히 미생물을 성장시킬 수 있어, 식품의 안전성을 떨어뜨릴 수 있는 중요한 위험 요인이 되고 있다 (Lee & Oh 1998).

ATP 생물발광법의 측정결과는 Table 3과 같다. 53개 학교 급식시설에 3시간 이상 관찰하면서 문제가 있다고 생각되어 ATP 생물발광법을 측정한 것이므로 조사자에 따라 측정지점이 다양하나 공통적으로 고무장갑, 앞치마, 냉장고 손잡이는 거의 대부분의 조사자가 측정을 실시한 것으로 보인다. 모든 수치에서 급식시설별로 편차가 크게 나고 있었으나, 소독고 안에 있는 노란 고무장갑에서는 1,393±5,041.2 RLU, 분홍 고무장갑에서는 244±258.7 RLU로 노란 고무장갑의 수치가 매

Table 3. ATP (RLU) of food utensils

Item	Results (No. of school)	Range
Gloves (yellow, steril)	1,393±5,041.2 (48)	39~35,156
Gloves (pink, steril)	244±258.7 (12)	19~911
Apron (white, steril)	3,780±11,418.6 (47)	24~96,958
Bat (steril)	409±364.5 (11)	13~1,214
Cutting board (steril)	386±794.4 (18)	9~3,141
Kimchi pack (in)	14,255±50,003.1 (21)	17~231,942
Kimchi pack (out)	3,629±4,101.1 (10)	514~11,733
Food tray	327±1,387.7 (31)	0~7,781
Refriger handle	49,056±62,831.4 (51)	17~262,225
Air conditioner	5,196±6,176.8 (30)	107~28,527
Electric fan	16,244±26,812.7 (16)	587~102,918
Oven	41,422±61,259.8 (19)	254~206,712
Aircurtain	7,112±6,336.1 (28)	455~23,654
Hand cleaning board	31,407±41,344.9 (11)	1,093~132,552
Water purifier	1,925±2,630.9 (15)	25~8,617

우 높게 나타났다. 앞치마는 고무장갑보다 더 소독이 안되어 있는 것으로 드러났는데, 3,780±11,418.6 RLU의 결과를 보였다. 직접 식품과 접촉하는 고무장갑에는 소독에 더욱 주의를 기울이나, 직접 접촉이 없다고 생각되는 앞치마는 덜 주의를 기울이는 것으로 보인다. Jang & Hwang(2015)의 연구에서는 다른 지역 학교급식소의 앞치마에서 541~70,251 RLU를 보였는데, 이는 조사지역에서 24~96,958 RLU와 비슷한 결과로 보여진다. 그러나 고무장갑의 경우 30,000 RLU를 초과하는 학교도 있어서 기본적인 소독에 주의를 기울여야 할 필요가 있음이 지적되었다.

그 외 높은 오염도를 나타낸 지점은 냉장고 손잡이, 오븐, 세정대로 냉장고 손잡이의 경우에는 49,056±62,831.4 RLU로 조리종사자가 수시로 접촉하는 부분이므로 조리 중 혹은 재료의 이동으로 인해 종사자의 손에 의한 오염이 심각한 것으로 보인다. 식품에 직접 접촉되어 사용되지는 않으나, 조리종사자가 급식의 준비과정 중 맨손이나 고무장갑 등으로 접촉할 가능성이 높아 오염이 우려되나, 다시 조리해 복귀할 때 손을 세척하지 않는 경우가 많은 기구의 손잡이와 선반, 즉 소독고, 냉장고, 냉동고의 손잡이와 선반의 경우도 식품과 직접 접촉하는 기기, 기구와 마찬가지로 소독에 주의해야 한다. Jang & Hwang(2015)의 연구에서는 냉장고 손잡이에서 114~619,725 RLU의 결과를 보이고 있었다.

오븐도 41,422±61,259.8 RLU 정도의 수치로, 조리 시 묻은 오염이 적절히 세척되지 않고 있음을 보여주고 있었다. 손을 씻는 세정대의 수치는 의외의 결과로 31,407±41,344.9 RLU의

결과는 음식과 직접 접촉이 없다고 생각되어서인지 세정대가 청결히 관리되고 있지 않음을 보여주고 있다.

기타 조리자의 맨손, 배식카, 수저통, 조리작업대, 중심은 도계 등의 오염도도 측정되었으나, 측정치가 10개교 미만이라 결과에서 제외되었다.

Park YS(2000)의 연구에서는 기준치를 800 RLU로 약간 높게 설정하고, 800 RLU/cm²를 기준으로 했을 때, 사용 후 기구의 42.7%가 허용기준 이하라고 보고하였는데, 본 연구에서는 측정지점이 차이가 많아 비교하기 어려우나, 노란 고무장갑(소독고)의 경우 70.9%, 흰 앞치마(소독고)는 66.0%가 800 RLU/cm² 이하로 나타났음을 볼 때 비교적 잘 관리가 되고 있는 편이라 사료된다. 단지 앞치마의 RLU 수치는 편차가 매우 커서 주의가 요구된다고 할 수 있다. 이러한 ATP 생물발광법과 간이필름으로 검사한 일반세균수와도 상관관계가 이미 검증된 바 있다(Chen & Godwin 2006; Leon & Albrecht 2007; Kim 등 2010)

요약 및 결론

본 연구는 향후 학교급식 시설의 문제점을 파악하여 향후 식품위생관리의 방향을 제시하고자 경기도 연천, 포천, 과천, 안양, 고양, 김포, 시흥 지역의 53개 고등학교에서 급식시설의 위생실태를 조사하였다. 학교급식 위생안전 점검표를 사용하여 전문가가 직접 급식준비시부터 최종 급식까지 관찰 조사하고, 작업 중 조리종사자가 접촉하는 설비 접촉면의 미생물 오염실태를 알아보기 위해 ATP 생물발광기를 이용하여 측정하였다.

1. 개인위생의 측면에서는 손, 면장갑, 고무장갑, 앞치마 등 전체적인 세척 수준이 미흡하다. 철저한 관리(소독액의 농도 유지 및 침지시간 준수)가 요구되며, 조리 작업 전환 시 마다 흐르는 물에 손(고무장갑) 세척이 필요하다. 일반작업구역에서 청결작업구역으로 이동하는 경우 '마. 육류, 어류, 난각 등 미생물의 오염원으로 우려되는 식품과 접촉한 후', '바. 귀, 입, 코, 머리 등 신체 일부를 만졌을 때 흐르는 물에 손(고무장갑)세 척 미흡의 사항'이 가장 빈번히 지적되었다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 18.0±0.0으로 전 급식시설이 모두 18점 평가를 받고 있었다.

2. 조리도구 관리 측면에서는 칼, 도마, 식판, 기계와 기구, 배식카 등 각종 조리도구의 세척, 살균 및 사용에서 아직 미비한 점이 관찰되어 좀 더 세심한 관리가 필요함을 나타내고 있었다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 18.5±1.41로 비교적 우수한 평가를 받고 있었다.

3. 교차오염 관리 측면은 냉장고, 오븐기 등의 손잡이, 앞치마, 음식물 탈수기, 손(고무장갑) 등의 교차오염의 위험이

아직도 많이 지적되고 있으며, 급식시설의 구조상 혹은 잘못 사용으로 인한 교차오염의 가능성도 지적되고 있다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 17.2±1.53으로, 전 분야에서 가장 낮은 평가를 받고 있었다.

4. 조리 및 보관관리 측면은 조리 전, 조리 중, 조리 후 보관에서 식품의 특징에 따라 적절한 조리 및 보관이 필요함을 보여주고 있다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 19.8±0.64로 매우 우수한 평가를 받고 있었다.

5. 운영사항 측면은 하루 3식 이상의 급식을 시행하는 학교의 경우는 영양사 및 조리사의 업무가 과다하게 부여되므로 이에 대한 추가 인원의 보충이 필요하며, 인원의 적절한 배치로 힘든 작업과 늦은 작업의 업무를 분산시켜야 함이 지적되었다. 53개 고등학교 급식시설에서 이 분야의 전문가 점수는 19.4±1.21로 매우 우수한 평가를 받고 있었다. 총점은 86점에서 96점(92.7±2.45) 사이에 분포하고 있었다.

6. 기타에서 지적된 사항은 급식시설의 공간적 제약으로 야기되는 문제, 시설의 노후로 인한 문제들이 주를 이루었다.

7. 53개 학교급식시설에 조사자가 3시간 이상 관찰하면서 문제가 있다고 생각되는 측정지점에 ATP 생물발광법을 측정하였다. 조사자에 따라 측정지점이 다양하나, 소독고 안에 있는 노란 고무장갑에서는 1,393±5,041.2 RLU, 분홍 고무장갑에서는 244±258.7 RLU로 노란 고무장갑의 수치가 매우 높게 나타났다. 앞치마는 3,780±11,418.6 RLU의 결과를 보여 고무장갑보다 더 소독이 안 되어 있는 것으로 드러났다. 냉장고 손잡이의 경우에는 49,056±62,831.4 RLU로 조리종사자가 수시로 접촉하는 부분이므로, 조리 중 혹은 재료의 이동으로 인해 종사자의 손에 의한 오염이 심각한 것으로 보인다. 오븐도 41,422±61,259.8 RLU 정도의 수치로, 조리 시 문은 오염이 적절히 세척되지 않고 있음을 보여주고 있었다. 손을 씻는 세정대의 수치는 의외의 결과로 31,407±41,344.9 RLU의 결과는 음식과 직접 접촉이 없다고 생각되어서인지 세정대가 청결히 관리되고 있지 않음을 보여주고 있었다.

감사의 글

이 논문은 2016학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행된 연구임.

References

- An JM, Kim HA. 2013. Analysis of relationship between sanitary knowledge and sanitary management performance of school foodservice employees in Gyeongnam. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1139-1147

- Bae HJ. 2006. Analysis of contamination of bacteria from raw materials, utensils and workers' hands to prepared foods in foodservice operations. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 655-660
- Chen FC, Godwin SL. 2006. Comparison of a rapid ATP bioluminescence assay and standard plate count methods for assessing microbial contamination of consumers' refrigerators. *J Food Prot* 69:2534-2538
- Cho HO, Bae HJ. 2016. Effect of foodservice employee's hand hygiene improvement according to food safety education. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:284-292
- Han JS, Lee YE. 2011. Employees' sanitation practice level and sanitation knowledge at school foodservice operations in Chungbuk province. *Kor J Human Ecol* 20:637-649
- Hwang SS, Chon MY, Kim JM, Choi SH, Lee JA, Yoo IY, Jung MH. 2008. Hygiene · safety and HACCP system by management type of school food service. *J Korean Soc Living Environ Sys* 15:372-382
- Jang JS, Hwang SH. 2015. Evaluation of hygienic status of high school foodservice using ATP bioluminescence assay & micro-organism test strips. *Kor J Food Nutr* 28:918-925
- Jeon IK, Lee YK. 2004. Verification of the HACCP system in school foodservice operations - Focus on the microbiological quality of foods in non-heating process -. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1154-1161
- Kim JG. 2003. A Survey on the sanitary condition of kitchens in school food-service programs. *Kor J Env Hlth* 29:87-93
- Kim YS, Moon HK, Kang SI, Nam EJ. 2010. Verification of the suitability of the ATP luminometer as the monitoring tool for surface hygiene in foodservices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1719-1723
- Kook SJ, Rho HO. 2009. Survey on internal facilities and sanitary management of elementary, middle, and high school foodservice in Chonbuk area Korea. *J Kor Soc Hlth Educ Prom* 18:1135-1145
- Kwon DJ, Park OJ. 2015. Analysis on the research trend about sanitation management and education for safety of school food service. *J Kor Assoc Safety Sec* 8:119-144
- Lee JM, Oh SW. 1998. Hygiene monitoring using ATP bioluminescence. *Bulletin of Food Technology* 11:129-138
- Lee JR. 2011. A study on hygienic spatial composition of self-service restaurants by applying HACCP. *J Kor Instit Interior Design* 20:178-187
- Lee KE, Lee HS. 2005. Influence of school food service dietitians' job satisfaction and perception of barriers to HACCP implementation on food sanitation/safety management performance in Gyeongbuk province. *J Kor Diet Asso* 11:179-189
- Leon MB, Albrecht JA. 2007. Comparison of adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence and aerobic plate counts (APC) on plastic boards. *J Foodservice* 18:145-152
- Ministry of Education and Science Technology. 2010. Hygiene management guide in school food service
- Ministry of Food and Drug Safety. Food-born disease e-stat. <http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do?nMenuCode=26>
- Park YS. 2000. Evaluation of hygienic status of university food-service operation using ATP bioluminescence assay. *Korean J Soc Food Sci* 16:195-201
- Song IS, Chae IS. 2008. The analysis of the school foodservice employees' knowledge and performance degree of HACCP system in Jeju. *Kor J Nutr* 41:870-886
- Song YJ, Bae HJ. 2016. Influence of characteristics of hospital foodservice operation and dietitian on performance of HACCP prerequisite program. *Korean J Food Cook Sci* 32:107-113

Received 24 January, 2017

Revised 18 April, 2017

Accepted 24 May, 2017