

ATP bioluminescence Assay를 이용한 대학 급식시설의 위생상태 평가에 관한 연구

박 영 숙

대구대학교 식품영양학과

Evaluation of Hygienic Status of University Foodservice Operation using ATP bioluminescence Assay

Young-Sook Park

Dept. of food and Nutrition, Taegu University

Abstract

An investigation was conducted to evaluate the hygienic status of university foodservice operation by using conventional swabbing technique plus standard plate count and ATP bioluminescence assay. The results of the study were as follows: 1) For all kitchen boards, knives, feeding trays, and dish towels tested, there was an overall agreement at 84.7% level between the results obtained using ATP bioluminescence and plate count when using a pass/fail cut-off of $3 \times$ control values for ATP assay and 40 CFU(colony forming unit)/cm² for plate count. 2) The agreement rate between ATP assay and standard plate count was 87.5% for the samples before use, 29.2% for those during use, and 42.7% for those after cleaning and sanitizing. 3) The plate counts of three university foodservice operations for kitchen board, kitchen knife, feeding tray and dish towel were within the acceptable limits when tested before using. However, none of them were within the acceptable limits when tested during using and after cleaning and sanitizing. 4) Above results suggested that an immediate action needs to be taken to reduce the potential danger of cross-contamination and also effective sanitary control methods needs to be developed to improve the sanitary condition.

Key words: University foodservice operation, ATP bioluminescence assay, plate count, acceptable limit

I. 서 론

산업 발달에 따른 경제 성장과 더불어 우리의 식생활 양식에 많은 변화를 가져왔고 이에 대응하여 급식산업이 급속도로 발전하고 있다. 단체급식의 역할은 비중을 더해 가고 있으며 특히 학교 급식의 급증은 긍정적인 면과 더불어 대량 식중독 및 위생상의 문제점을 포함하고 있어 효율적인 관리의 필요성이 고조되고 있다.¹⁻³⁾

단체급식에서 미생물학적 안전성 품질 관리를 위한 도구로 HACCP(hazard analysis and critical control point)^{2,6)} 개념이 적용되어 이용되고 있는데, 외국의 경우 이 개념을 바탕으로 예비식 급식제도를 이용하고 있는 병원^{7,8)}, party용 음식을 생산 배급하는 주문 급식소⁹⁾ 및 식중독 발생률이 높은 중국 음식점 등^{10,11)}을 대상으로 음식 생산에 있어서의 위험 요인의 분석 및 품질 관리를 위한 연구가 활발히 진행, 보고되고 있다. HACCP에 의한 식품의 위생관리 특징은 CCP(critical control point)

에서의 위해가 적절히 관리되는지 여부를 가능한 그 자리에서 바로 판단하는데 있다. 즉 관리 상태가 적절하지 못한 사실을 확인한 경우 바로 개선조치를 취할 수 있도록 시간이나 온도 등 즉시 판단할 수 있는 기준치를 설정하는 것이 중요하다. 식품의 위생관리상 중요한 미생물 검사를 종래의 청정도 관리하에서는 식품의 제조, 가공 기기의 표면이나 식품 중에 부착 혹은 오염된 미생물을 모니터링 지표로 한 스왑(swab)법¹²⁻¹⁵⁾이 사용되었으나, 결과 판정에 24시간 이상의 시간이 소요되어 HACCP system의 요구조건인 신속성, 간편성을 충족시킬 수 없다는 단점이 있었다. 보다 빠르고 효과적인 미생물 품질검사법의 이용은 급식분야에 보다 효과적인 위생관리와 HACCP 프로그램을 시행할 수 있다.

최근에 미생물 품질관리의 모니터링 지표로 무균 실험에 필요한 복잡한 기술이나 장비가 없이 오염지표로서 ATP(adenosine triphosphate)를 사용하여 미생물 오염 유무를 신속히 판정할 수 있는 고감도 생물발광법

(bioluminescence assay)¹⁸을 이용하고자 하는 시도가 이루어지고 있다^[16-20]. ATP bioluminescence은 살아있는 세포의 ATP 분해과정에서 방출되는 빛이다. Luminometer는 이것을 측정하는 장치로써 미생물이 가지고 있는 ATP를 측정하는 원리를 이용하여 생균수를 간접적으로 측정할 수 있는 간편한 휴대용 측정기로 미생물을 배양하지 않고 직접 측정할 수 있다^[17]. 시료에 따라서는 생균수를 40초~10분 내에 측정할 수 있는 장점이 있으나, 주스나 고형의 식품 등을 균질화한 경우는 식품에도 소량의 ATP가 존재하므로 생균수의 측정이 정확하지 않는 단점이 있다. 그러나 죽은 세포는 자기분해에 의해 ATP를 빠른 시간 내에 소실해 버리므로, 주어진 시료 내에 ATP 양은 살아 있는 세포의 수에 직접적으로 비례한다고 볼 수 있으며 또한 죽은 세포의 ATP는 미생물 ATP의 측정 전 단계에서 세균 세포의 영향을 받지 않고 가수분해시키든지 혹은 미생물 세포로부터 ATP를 추출할 수 있는 추출제의 사용으로 정확한 값을 얻을 수 있다^[18-20].

무균 실험에 필요한 복잡한 기술이나 장비가 없이 오염지표로서 ATP bioluminescence을 이용한 위생 관리 방법은 외국의 식품회사와 급식시설에서 이용된 보고는 있으나 국내에서 이용된 보고는 거의 없다. 본 연구에서는 대학 급식 시설의 미생물적 위생 평가에 ATP bioluminescence과 표준평판 균수(colony forming unit)를 측정 비교함으로써 급식 시설의 위생 관리 평가에 ATP bioluminescence의 이용을 위한 기초 자료를 얻고자 수행되었다.

II. 연구내용 및 방법

1. 시료채취

미생물 검사는 1999년 5월 15일부터 5월 25일까지 10일 동안 도마, 칼, 행주, 식판을 사용중, 사용후, 세척·소독후에 방문하여 시료를 채취하였다. 시료채취 방법은 멀균한 swab을 buffer solution으로 적신 후 16 cm²의 내부면 적을 잘 문지른 후 무균적으로 처리한 tube에 취하여 ice box에 담아 실험실에 운반하여 시료로 사용하였다.

2. Bioluminescence ATP assay

ATP(adenosine triphosphate bioluminescence) hygiene monitoring kits(Promega, USA)을 구매하여 제조회사의 지시사항을 따라 실험을 행하였다.

100 µl negative control을 tube에 취한 후 100 µl extractant을 첨가한 후 바로 luminometer(Lumat LB 9506, EG&G Berthold)로 luminescence을 측정한다.

100 µl positive control을 tube에 취한 후 100 µl extractant을 첨가한 후 바로 luminometer로 luminescence을 측정한다. Negative control의 값은 50 RLU이하, positive control의 값은 20,000 RLU이상이어야 한다.

채취한 swab tube에 ATP assay kit와 함께 제공된 treatment reagent 350 µl을 첨가하여 20초 동안 심하게 흔들어 섞은 후 swab를 tube 벽면에 눌러 짠 후 swab를 제거한 후 tube에 100 µl 미생물 ATP 추출제를 첨가한 후 10초 동안 방치한 후 100 µl luciferin/luciferase reagent를 첨가한 후 바로 luminometer로 luminescence을 쟁다.

3. 총세균수 측정

채취한 swab는 5°C에서 실험실로 운반되었으며 24시간 이내 분석에 이용되었다. 채취한 swab는 멀균된 10 ml의 0.1% peptone water(Difco)에 넣어 흔들어 짠 후 1 ml를 취하여 Bacto Plate Count Agar에 부운 후 32°C에서 48시간 배양기에서 배양시킨 후 세균수를 측정하였다.

4. 위생에 대한 실행태도 조사

시료를 채취함과 동시에 도마, 칼, 식판, 행주의 위생에 대한 급식종사자들의 실행태도를 면접을 통하여 설문지를 조사하였다. 설문지 내용은 도마, 칼, 식판, 행주의 용도별 분리 사용, 세척·소독 횟수, 세척·소독 방법에 대하여 작성되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 사용중인 기구 및 용기의 미생물적 검사

대구·경북지역에 있는 6개 대학 급식시설을 예고없이 방문하여 사용하고 있는 도마, 칼, 식판 및 행주의 16 cm² 내부면적을 swab로 잘 문지른 후 무균적으로 처리한 실험관에 취하여 ice box에 담아 실험실에 운반하여 미생물 검사를 한 결과는 Table 1에 집계하였다.

Harrigan과 McCance^[21]는 기구, 설비 및 용기에 대한 미생물적 수준을 표준평판 균수는 1 cm²당 5미만일 때 만족할 만한 수준이고, 5~25은 시정을 요하며 25이상일 때는 즉각적인 조치를 취해야 한다고 했으며 사용중인 경우에는 20미만일 때 만족할 만한 수준이고, 20-40일 때 시정을 요하며 40이상일 때는 즉각적인 조치를 취해야 한다고 했다. 또한 Seeger와 Griffiths^[18]에 의하면 고기용 칼과 식판에 대한 위생 청결도 수준으로 표준평판 균수가 1 cm²당 40미만일 때 허용수준으로 하였다. 칼, 도마, 식판, 그리고 행주에 대한 위생 청결도의 미생물 모니터

Table 1. Comparison of ATP bioluminescence hygiene monitoring kit and conventional plate count method for examining swabs taken from the kitchen board, kitchen knife, feeding tray and dish towel during unannounced visit to six university foodservice operation

foodservice operation	kitchen board		kitchen knife		feeding tray		dish towel	
	ATP(RLU)	plate count (CFU/cm ²)	ATP (RLU)	plate count (CFU/cm ²)	ATP (RLU)	plate count (CFU/cm ²)	ATP (RLU)	plate count (CFU/cm ²)
1	7290(F) ^{a)}	471(F)	✓ ^{b)}	2438(F)	232(F)	✓	1106(F)	29(P)
2	3988(F)	348(F)	✓	16503(F)	6200(F)	✓	723(P)	17(P)
3	21124(F)	133(F)	✓	1752(F)	29(P)	X	3214(F)	162(F)
4	4766(F)	365(F)	✓	3625(F)	480(F)	✓	1293(F)	23(P)
5	31988(F)	4400(F)	✓	4217(F)	14(P)	X	694(P)	6(P)
6	52376(F)	1600(F)	✓	49750(F)	4400(F)	✓	23860(F)	7200(F)

^{a)} Letters in parenthesis refer to whether the sample was of an acceptable standard [e.g., pass (P) (ATP <3× control reading; plate count <40 CFU/cm²)], or was unacceptable [e.g., fail (F) (ATP >3× control reading; plate count >40 CFU/cm²)].

^{b)} ✓ indicates that the results obtained by the ATP method and plate count were in agreement.

^{c)} X indicates that the results obtained by the ATP method and plate count were not in agreement.

링 지표로 표준평판 균수가 1 cm²당 40미만을 허용기준으로 하였을 때 대학 급식 시설의 칼, 도마, 식판, 행주 의 4종류의 표준평판 균수가 허용기준 이상 검출된 곳이 1급식소, 3종류의 표준평판 균수가 허용기준 이상 검출된 곳이 1급식소, 2종류의 표준평판 균수가 허용기준 이상 검출된 곳이 3급식소, 1종류의 표준평판 균수가 허용기준 이상 검출된 곳이 1급식소, 그리고 4종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출된 곳은 없었으며 표준평판 균수의 허용기준치에 의하면 조사된 도마, 칼, 식판, 행주의 24개의 58.3%인 14개가 위생상태가 불량하여 즉각적인 조치가 시행되어야 할 것으로 보인다. 도마, 칼, 식판 그리고 행주 중에서 도마의 위생관리 상태가 가장 좋지 않는 것으로 나타났으며 조사한 6 급식업소의 도마 모두 즉각적인 개선조치를 해야 할 수준으로 나타났다. Table 1에 의하면 도마, 칼, 식판 및 행주의 미생물 검사에서 1 cm² 당 표준평판 균수는 도마가 133부터 4400까지로 평균 1220, 칼은 14부터 6200까지로 평균 1970, 식판이 6부터 7200까지로 평균 1240, 행주는 6부터 149까지로 평균이 56으로 나타났다. Cremer와 Chipley²²⁾ 는 예비식 급식제도를 사용하고 있는 병원의 roast beef 생산 과정에서 기구 표면의 미생물 검사를 실시한 결과, 2.5 cm²당 표준평판 균수는 반죽 그릇이 15, 칼의 상부가 560, 칼날이 2,400, 도마는 3,000으로 나타났다는 보고에서 도마의 표준평판 균수는 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보이고 있으며 칼의 표준평판 균수는 본 연구의 결과가 높게 나타났다. 대학 급식시설의 미생물 검사에서 100 cm² 당 도마와 행주의 표준평판 균수가 4,200 ~ 1,300,000이며 칼의 표준평판 균수는 960으로 매우 높게 나타나 즉각적인 조치가 필요한 수준이라는 류등¹⁴⁾

의 연구 결과보다는 낮은 경향을 보여주고 있다.

본 연구에서는 대학급식소의 기구 및 용기에 대한 미생물적 수준으로 표준평판 균수의 허용수준으로 40 CFU/cm²을 기준으로 하고 ATP는 800 RLU/cm²을 기준으로 하여 만족할만한 수준과 시정할 수준으로 구분하였다. 사용중인 도마, 칼, 식판과 행주에 대한 위생 청결도의 수준을 표시한 Table 1에 의하면 도마, 칼, 식판 및 행주 24개 중 18개는 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값의 결과가 일치하였고 6개는 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값의 결과가 일치하지 않았으며 ATP 측정방법과 표준평판 균수 측정방법으로부터 얻어진 결과의 75%가 일치하였다. ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값의 결과가 일치한 18개 중 4개는 ATP측정값과 표준평판 균수 측정값이 허용기준 이하로 위생관리 상태가 바람직하게 나타났으나 14개는 ATP 측정치와 표준평판 균수 측정치가 허용기준 이상으로 위생관리 상태가 개선 보완되어야 할 것으로 나타났다. ATP 측정과 표준평판 균수 측정으로부터 얻어진 결과가 불일치한 6개는 ATP 측정값은 허용기준 이상이지만 표준평판 균수 측정값은 허용기준 이하로 나타났는데 이는 ATP 측정값은 미생물에 의한 오염이 외에 식기 표면에 남아 있는 식품잔여물에 의한 ATP값이 포함되어서 측정값이 높아진 것으로 사려된다. HACCP system의 미생물적 품질평가에 표준평판 균수 측정방법을 대신하여 ATP 측정방법을 사용하는 것이 가능하다고 사려되나 앞으로 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

2. 세척·청결상태의 용기 및 기구의 미생물적 평가

연구의 다음 단계로 6 대학 급식시설에 미리 약속한

다음 방문하여 사용 전(오전 7시)과 사용한 다음 세척·소독 후(오후 9시)에 빙글하여 도마, 칼, 식판 그리고 행주의 16 cm^2 내부면적을 swab로 잘 문지른 후 무균적으로 처리한 tube에 취하여 ice box에 담아 실험실에 운반하여 미생물을 검사한 결과는 Table 2과 같다.

칼, 도마, 식판, 그리고 행주에 대한 모니터링 지표로 표준평판 균수가 1 cm^2 당 40미만을 허용 기준으로 하여 대학 급식 시설의 칼, 도마, 식판, 행주를 사용하기 전

Table 2. Comparison ATP biolumiscence and plate count methods for examining swabs taken from the kitchen board, kitchen knife, feeding tray and dish towel before use and after cleaning/sanitizing six university foodservice operation

university foodservice operation	Before use		After clean	
	ATP (RLU)	plate count (CFU/)	ATP (RLU)	plate count (CFU/)
operation 1				
kitchen board	320(P) ^a	31(P)	✓ ^b	31288(F) 1400(F) ✓
kichen knife	156(P)	28(P)	✓	1577(F) 138(F) ✓
feeding tray	267(P)	7(P)	✓	743(P) 29(P) ✓
dish towel	130(P)	16(P)	✓	185(P) 31(P) ✓
operation 2				
kitchen board	2114(F)	52(F)	✓	59222(F) 4200(F) ✓
kitchen knife	198(P)	17(P)	✓	2011(F) 41(F) ✓
feeding tray	190(P)	3(P)	✓	869(F) 131(F) ✓
dish towel	128(P)	16(P)	✓	311(P) 17(P) ✓
operation 3				
kitchen board	819(F)	44(F)	✓	7817(F) 141(F) ✓
kitchen knife	273(P)	29(P)	✓	1396(F) 31(P) X
feeding tray	197(P)	19(P)	✓	886(F) 52(F) ✓
dish towel	98(P)	4(P)	✓	217(P) 4(P) ✓
operation 4				
kitchen board	1196(F)	27(P)	X ^c	2922(F) 62(F) ✓
kitchen knife	503(P)	11(P)	✓	498(P) 37(P) ✓
feeding tray	482(P)	7(P)	✓	1187(F) 17(P) X
dish towel	437(P)	3(P)	✓	302(P) 21(P) ✓
operation 5				
kitchen board	755(P)	51(F)	X	3188(F) 68(F) ✓
kitchen knife	131(P)	4(P)	✓	1618(F) 29(P) X
feeding tray	201(P)	NA ^d	✓	176(P) 8(P) ✓
dish towel	192(P)	NA	✓	324(P) 13(P) ✓
operation 6				
kitchen board	653(P)	29(P)	✓	1498(F) 86(F) ✓
kitchen knife	281(P)	18(P)	✓	152(P) NA ✓
feeding tray	204(P)	11(P)	✓	43(P) 12(P) ✓
dish towel	104(P)	NA	✓	52(P) NA ✓

^a Letters in parenthesis refer to whether the sample was of an acceptable standard [e.g., pass (P)(ATP <3× control reading; plate count <40 CFU/cm²)], or was unacceptable [e.g., fail (F) (ATP >3× control reading; plate count >40 CFU/cm²)].

^b indicates that the results obtained by the ATP method and plate count were in agreement.

^c X indicates that the results obtained by the ATP method and plate count were not in agreement.

^d NA = not available.

표준평판 균수를 조사하여 허용 기준치와 비교하였다. 칼, 도마, 식판 그리고 행주의 4종류가 허용 기준 이하 검출된 곳이 3급식소, 3종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출되고 1종류의 표준평판 균수가 허용기준 이상 검출된 곳이 3급식소이고 그리고 4종류의 표준평판 균수가 허용기준 이상 검출된 곳은 없었으며, 사용 전 조사된 도마, 칼, 식판, 행주의 24개의 87.5%인 21개가 위생상태가 양호한 것으로 나타났다. 대학 급식 시설의 도마, 칼, 식판, 행주를 세척·소독 후 표준평판 균수를 조사하여 허용 기준치와 비교하였다. 도마, 칼, 식판 그리고 행주의 4종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출된 곳은 없었으며, 3종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출된 곳이 3급식소, 2종류의 표준평판 균수가 허용 기준 이하 검출된 곳이 2급식소, 1종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출된 곳이 3급식소이며, 전체적으로 조사된 도마, 칼, 식판, 행주의 24개의 58.3%인 14개가 위생상태가 불량하여 즉각적인 조치가 마련되어 시행되어야 할 것으로 보인다.

사용 전 도마, 칼, 식판 그리고 행주의 24개 중 22개의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 일치하여 91.7%의 일치도를 보였으며 ATP 측정값과 표준평판균수 측정값이 일치하지 않는 1개의 ATP 측정값은 허용기준 이상이고 표준평판 균수 측정값은 허용기준 이하이며, 또 다른 1개의 ATP 측정값은 허용기준 이하이고 표준평판 균수 측정값은 허용기준 이상이었다. 세척·소독후 도마, 칼, 식판 그리고 행주의 24개 중 21개의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 일치하여 87.5%의 일치도를 보였으며 사용중인 기구들의 일치도 75%보다 더 높게 나타났다. ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 일치하지 않는 3개는 ATP 측정값은 허용기준 이상이고 표준평판 균수 측정값은 허용기준 이하로 이는 ATP 측정값은 미생물에 의한 오염이외에 식품잔여물에 의한 ATP값이 포함되어서 측정값이 높아진 것으로 보인다. ATP 측정법은 세척·소독후 도마, 칼, 식판 그리고 행주에 남아 있는 식품 잔여물의 유무를 검출할 수 있어서 HACCP system의 청결도의 지표로 표준평판 균수보다 더 효과적인 것으로 보인다

본 연구 결과 조사된 도마, 칼, 식판 및 행주의 총 72개 중 61개의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 일치하여 전체적으로 84.7%의 높은 일치도를 보인다. 식품의 미생물적 품질을 평가하기 위해서는 그 지표로서 표준평판 균수와 대장균 수를 측정하는 방법이 흔히 사용되었으나,²¹⁾ 결과 판정에 24시간 이상의 시간이 소요되어 HACCP system의 요구조건인 신속성, 간편성을 충족시킬 수 없다는 제한점이 있었다. 급식업체의 위생, 안

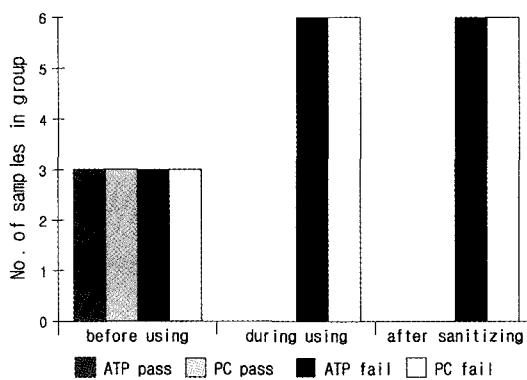


Fig. 1. Use of ATP bioluminescence and plate count to monitor cleanliness of kitchen board.

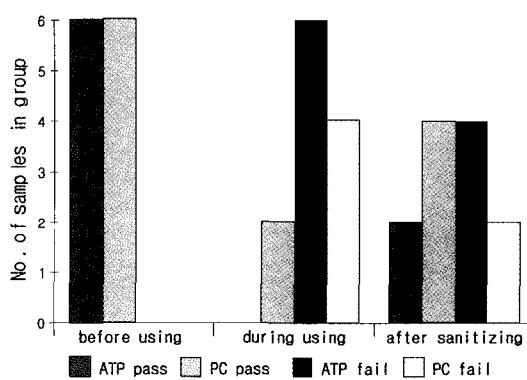


Fig. 2. Use of ATP bioluminescence and plate count to monitor cleanliness of kitchen knife.

전성을 확보하기 위해서는 급식업체에서 실제적으로 쉽게 활용할 수 있는 객관적인 위생관리 방법이 필요하며 ATP 측정 방법은 미생물 오염검사를 30초 이내에 신속하게 종료하여 위생 관리 상태가 적절하지 못한 사실을 확인한 경우 바로 개선조치를 취할 수 있어서 HACCP system에 적합한 방법으로 사려된다.

Fig. 1-4는 각 급식소의 도마, 칼, 식판, 및 행주의 사용 전, 사용 중, 그리고 세척·소독 후의 미생물적 검사 결과를 비교한 것이다. 사용 전 도마(Fig. 1)의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 허용기준 이하와 허용기준 이상이 각각 3개로 도마의 50%가 허용기준치 이상으로 나타났다. 사용 중 도마의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값 모두 허용기준 이상으로 사용 중에 급격한 미생물의 증가가 일어나고 있다. 세척·소독 후 도마의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 모두 허용기준 이상으로 나타났으며 세척·소독 후에 가장 미생물적 위생상태가 불량한 것은 도마로 나타났다. 특히 본 조사대

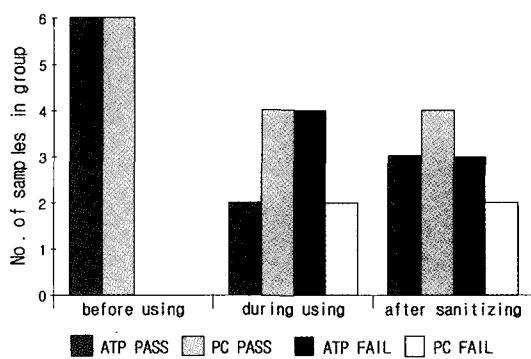


Fig. 3. Use of ATP bioluminescence and plate count to monitor cleanliness feeding tray.

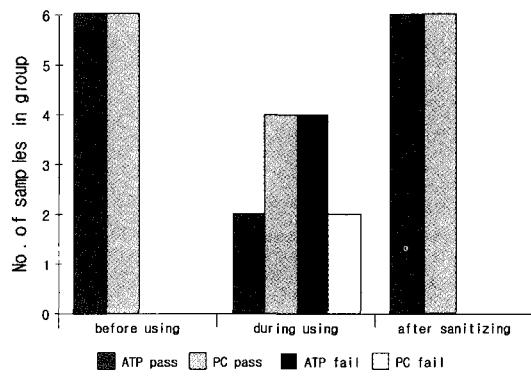


Fig. 4. Use of ATP bioluminescence and plate count to monitor cleanliness kitchen towel.

상 급식시설 내에서 사용되는 도마가 미생물의 생육조건에 노출되는 시간을 최소화하기 위해서 도마의 사용시간을 가능한 짧게 최소화하고 식품 용도별 분리사용 및 다른 식품을 취급하기 전에 세척·소독이 철저히 이루어져야 하면 도마의 적절한 세척 방법 및 소독방법이 강구되어야 할 것으로 사려된다.

Fig. 2의 경우 사용 전 칼의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 모두 허용기준 이하로 미생물적 위생상태는 양호한 것으로 나타났으나 사용하는 동안 미생물적 품질이 떨어져 6개의 ATP 측정값과 4개의 표준평판 균수 측정값이 허용기준 이상으로 높게 나타났고 세척·소독 후에도 4개의 ATP 측정값과 2개의 표준평판 균수 측정값이 허용기준 이상으로 나타나 칼의 분리 사용과 적절한 세척과 소독으로 위생적 통제가 요구되어진다.

식판의 경우(Fig. 3) 사용 전 식판의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값은 모두 허용기준 이하로 미생물적 위생상태는 양호한 것으로 나타났으나 사용하는 동안 4개의 ATP 측정값과 2개의 표준평판 균수 측정값이 허용기준 이

상으로 나타났으며 세척·소독 후에도 3개의 ATP 측정값과 2개의 표준평판 균수 측정값이 허용기준 이상으로 나타나 식판의 적절한 세척 소독 방법이 요구되어진다.

행주의 경우(Fig. 4) 사용 전 행주의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값은 모두 허용기준 이하로 미생물적 위생상태는 양호한 것으로 나타났으나 사용하는 동안 4 개의 ATP측정치와 2개의 표준평판 균수 측정치가 허용 기준 이상으로 높게 나타났고 세척·소독 후에는 6개의 ATP 측정값과 표준평판 균수 측정값이 허용기준 이하로 나타나 만족할만한 수준으로 행주의 세척·소독은 철저하게 이행되고 있었으나 사용하는 동안 장시간 사용은 미생물 증식의 위험이 있으니 사용시간을 짧게 행주를 자주 세척 소독된 것으로 고찰하여야 할 것으로 보인다.

3. 위생관리 실행실태

도마, 칼, 식판 그리고 행주의 위생관리 실행정도를 Table 3에서 나타난 바와 같이 조사된 도마를 용도에 따라 구분하여 사용한 대학급식소는 2곳이고 용도에 따라 구분하여 사용하지 않는 곳이 4곳이었고 칼을 용도에 따라 구분하여 사용한 대학급식소가 3곳으로 도마와 칼의 용도별 사용이 미흡한 정도이다. 특히 도마와 칼은 용도 별 구분하여 사용하지 않을 경우 교차오염이 흔히 일어날 수 있으므로 칼과 도마를 용도에 따라 구분하여 사용하도록 하고 사용 후 적절하게 소독함으로써 미생물오염을 방지하도록 강구되어야 한다고 사려된다. 행주를 용도 별 구분하여 사용하고 있는 대학 급식 시설은 1곳으로 조사되었으며 식판을 용도별 구분하여 사용한 곳은 없었다.

도마의 소독 횟수는 '미일 소독한다' 2곳, '3일에 1번 소독한다' 2곳, '일주일에 1번 소독한다' 2곳이고 도마의

Table 3. Sanitary management procedures kitchen boards, knife, dish towel, and feeding tray of six university foodservice operation

Separate use	yes	no
kitchen boards	2	4
kitchen knife	3	3
feeding tray	6	0
dish towel	1	5
Sanitizing time	every day	1 per 3 day
kitchen boards	2	2
kitchen knife	3	2
feeding tray	2	0
dish towel	6	.
Sanitizing method	chlorine	boiling/steaming
kitchen boards	3	.
kitchen knife	2	4
feeding tray	.	3
dish towel	6	6

소독방법은 3 급식소에서 랙스(염소세제) 화석액으로 도마를 씻는다라고 응답하였으며 3군데서는 물로 세척하여 일광에 전조시킨다라고 응답하였다. 도마는 앞의 표준평판 균수 측정 방법과 ATP 측정 방법에서 즉각적인 조치가 필요하게 나타났으며 매일 적절한 소독방법의 이용이 강구되어야 할 것으로 생각된다. 칼의 소독횟수는 '매일 소독한다' 3곳, '3일에 1번 소독한다' 2곳, '일주일에 1번 소독한다' 1곳이며 소독방법은 2곳에서는 랙스를 넣어 삶아서 쓴다고 하였으며 4곳에서는 씻어서 말려서 사용하고 있었다. 식판의 소독횟수는 '매일 소독한다' 2곳, '3일에 1번 소독한다' 2곳이며 소독방법은 식기세척기를 이용하여 끓는물 혹은 증기로 소독하여 건조하여 사용하고 있었다. 그러나 식기세척기를 사용하지 않는 대학 급식 시설에서는 적절한 소독을 하지 않고 사용하고 있었다. 행주의 소독횟수는 '매일 소독한다' 6곳으로 조사된 대학 급식 시설에서는 행주의 위생관리는 잘 이루어지고 있었다. 소독방법은 6개 대학 급식 시설에서 랙스(염소세제)를 넣고 삶아서 소독을 하고 햇볕에 말려서 사용하고 있었다. 행주를 사용할 때 5곳에서 용도 구분하여 사용하지 않았고 1곳만 용도 구분하여 사용하고 있었다. 행주는 사용 중 미생물 수치가 높게 나타났는데, 이는 행주를 미생물 증식에 적절한 실온에서 5~6시간 이상을 계속 사용하고 있는 점을 고려할 때 행주의 분리 사용 및 사용시간을 단축하여 자주 교체하는 것이 위생관리적으로 바람직하다고 본다.

IV. 요약

대학 급식 시설의 미생물적 위생상태를 평가하기 위해서 도마, 칼, 식판 그리고 행주에 대하여 ATP bioluminescence와 표준평판 균수를 측정 비교하여 분석, 평가한 결과는 다음과 같다.

1) 도마, 칼, 식판 그리고 행주에 대한 표준평판 균수의 허용기준으로 1 cm^2 당 40을 기준으로 하고 ATP bioluminescence는 800 RLU를 허용기준으로 하여 만족 할만한 수준과 시정할 수준으로 구분하여 위생상태를 평가하였을 때 ATP bioluminescence 측정값과 표준평판 균수 측정값은 84.7%의 일치도를 보였다.

2) 사용 전 도마, 칼, 식판, 및 행주의 ATP bioluminescence 측정값과 표준평판 균수 측정값의 일치도는 91.7%, 사용 중 두 값의 일치도는 75%, 그리고 세척·소독 후의 두 값의 일치도는 87.5%로 사용 전의 일치도가 가장 높았고 사용 중의 일치도가 가장 낮았다.

3) ATP bioluminescence 측정과 표준 평판 균수 측정으로 얻어진 결과에서 사용 전 도마, 칼, 식판, 및 행

주의 87.5%가 허용기준 이하이고, 사용 중 도마, 칼, 식판, 및 행주와 29.2%만이 허용기준 이하이며, 세척·소독 후 도마, 칼, 식판, 및 행주의 42.7%가 허용기준 이하로 사용전의 위생상태가 가장 양호하며 사용 중인 경우 위생상태가 가장 불량하여 즉각적인 조치가 필요하다.

4) 사용 전 도마, 칼, 식판, 행주 4종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출된 대학 급식 시설은 3곳이며, 사용 중 4종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출된 곳은 없었고 세척·소독 후 4종류의 표준평판 균수가 허용기준 이하 검출된 곳도 없었다.

5) 도마, 칼, 식판, 및 행주의 용도별 분리사용은 거의 이루어지고 있지 않고 있다. 특히 칼과 도마는 교차오염의 가능성이 크므로 용도에 따라 구분하여 분리 사용이 필요하며 소독방법 및 횟수에서 행주의 소독이 가장 잘 이루어지고 있으며 도마의 소독이 가장 미흡하게 나타나고 있다. 사용 중 도마, 칼, 행주에 대한 즉각적인 조치와 분리 사용이 필요하며 칼, 도마, 행주에 대한 적절한 소독 방법이 강구되어야 한다고 사려된다.

결론적으로 ATP bioluminescence 측정값은 표준평판 균수 측정값과 높은 일치도를 보여 급식 분야의 미생물 품질관리 평가에 ATP bioluminescence 측정의 이용 가능성 이 높게 나타나고 있으며 실제로 HACCP system에 적용하기 위하여 보다 지속적인 연구가 필요하다고 사려된다.

참고문헌

1. 곽동경, 류경 : 대학 급식 시설의 닭곰탕 생산과정에서 HACCP Model을 사용한 미생물적 품질 평가에 관한 연구. *한국조리과학회지*, 2(2):76, 1986
2. 류은순, 정동관 : 부산지역 학교급식의 위생관리 수행 평가. *한국식품영양과학회지*, 28(6):1398, 1999
3. 이용우 : 학교급식의 위생, 안전성 확보 방안. *전국영양사회학술대회 자료집*, 대한영양사회. pp. 23, 1997.
4. Bobeng, B. J. and David, B. D. : HACCP models for quality control of entree productionin hospital foodservice systems. 1. Development of hazard analysis critical control point models. *J. Am. Dietet. A.*, 73:524, 1978
5. Bobeng, B. J. and David, B. D. : HACCP models for quality control of entree productionin hospital foodservice systems. 2. Quality assessment of beef loaves utilizing HACCP models. *J. Am. Dietet. A.*, 73:530, 1978
6. Bauman, H. E. : The HACCP concept and microbiological hazard categories. *Food Technol.*, 28(9):30, 1974
7. Cremer, M. L. and Chipley, J. R. : Time and temperature, microbiological and sensory assessment of roast beef in a hospital foodservice system. *J. Food Sci.*, 45:1472, 1980
8. Cremer, M. L. and Chipley, J. R. : Hospital ready-prepared type foodservice system : Time and temperature condition, sensory and microbiological quality of scrambled eggs. *J. Food Sci.*, 45:1422, 1980
9. Bryan, F. L., H. and Misup, M. C. : Hazard analysis of party-pack foods prepared at a catering establishment. *J. Food Prot.*, 44:118, 1981
10. Bryan, F. L., Bartleson, C. A. and Sugi, M. : Hazard analyses of duck in Chinese restaurants. *J. Food Prot.*, 45:445, 1982
11. Bryan, F. L., Bartleson, C. A. and Sugi, M. : Hazard analyses of char siu and roast pork in Chinese restaurants and markets. *J. Food Prot.*, 45:422, 1982
12. 곽동경, 이해상, 양일선, 김성희, 문혜경 : 서울시내 턱아기판 급식의 영양적 균형 및 미생물적 품질 평가. *한국조리과학회지*, 7(4):111, 1991
13. 곽동경, 주세영, 이송미 : 병원 급식시설의 미생물 적 품질관리를 위한 위험요인 분석에 관한 연구. *한국조리과학회지*, 8(2):123, 1992
14. 류경, 김정미, 곽동경 : 대학 급식시설의 위생 실태조사 및 품질관리를 위한 연구. *한국영양학회지*, 18(4):283, 1985
15. 곽동경, 남순란, 김정리, 박신정, 서소영, 김성희, 최은희 : 공동조리 학교급식의 미생물적 품질보증을 위한 위험요인 분석. *한국조리과학회지*, 11(3):249, 1995
16. 김태한, 김연자, 안인호, 류충호, 木間茂 : Luminometer 를 이용한 식품의 위생관리. *한국식품영양과학회 제46차 학술대회 자료집*, 한국식품영양과학회. 96, 1999
17. Griffiths, M. W. : The role of ATP bioluminescence in the food industry : New light on old problems. *J. Food Technology.*, 50(6):62, 1996
18. Seeger, K. and Griffiths, M. W. : Adenosine triphosphate bioluminescence for hygiene monitoring in health care institutions. *J. Food protection.*, 57(6):509, 1994
19. Siragusa, G. R. and Cutter, C. N. : Microbial ATP bioluminescence as a means to detect contamination on artificially contaminated beef carcasses. *J. Food Protect.*, 58:764, 1995
20. Siragusa, G. R., Cutter, C. N., Dorsa, W. J., and Kohlmarie, M. : Use of a rapid microbial ATP bioluminescence assay to detect contamination on beef and pork carcasses. *J. Food Protect.*, 58:770, 1995
21. Harrigan, W. F. and McCance, M. E. : Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press Inc., Ltd., New York. 1976
22. Cremer, M. L. and Chipley, J. R. : Time and temperature, microbiological and sensory assessment of roast beef in a hospital foodservice system. *J. Food Sci.*, 45:1472, 1980

(2000년 3월 31일 접수)