pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 36, No. 1, pp. 42~50 (2021)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2021.36.1.42

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

국내 주요 5성급 호텔의 위생실태 조사와 ATP 결과의 상관분석 평가 연구

김보람[1,2] · 이정아[3] · 하상도[1]*
[1]중앙대학교 식품공학부, [2]그랜드하얏트서울, [3]한국 3M 기술연구소

Correlation Analysis of Inspection Results and ATP Bioluminescence Assay for Verification of Hygiene Status at 5 Star Hotels in Korea

Bo-Ram Kim[1,2], Jung-A Lee[3], Sang-Do Ha[1]*
[1]School of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Ansung, Korea
[2]Grand Hyatt Seoul Hotel,, Hygiene Manager, Seoul, Korea
[3]Food Safety Department, 3M Korea Ltd., Hwaseong, Korea

(Received November 1, 2020/Revised December 11, 2020/Accepted January 7, 2021)

ABSTRACT - Along with the rapid growth of the food service industry, food safety requirements and hygiene are increasing in importance in restaurants and hotels. Accordingly, there is a need for quick and practical monitoring techniques to determine hygiene status in the field. In this study, we investigated 5 domestic 5-star hotels specifically, personal hygiene (hands of workers), cooking utensils (knife, cutting board, food storage container, slicing machine blade, ice-maker scoop) and other facilities (refrigerator handle, sink). In addition, we examined the hygiene management status of customer contact points (tongs for buffet, etc.) to derive the correlation between the ATP values as a, a verification method. As a result of our five-hotel survey, we found that cooking utensils and personal hygiene were relatively sanitary compared to other inspection items (cookware 92.2%, personal hygiene 91.4%, facilities and equipment 76.19%, customer contact items 88.6%). According to our ATP-based mothod, kitchen utensils (51 ± 45 RLU/25cm^2) were relatively clean compared to other with facilities and equipment (167 ± 123 RLU/25cm^2). In the present study, we also evaluated the usefulness of the ATP bioluminescence method for monitoring surface hygiene at hotel restaurants. After correlation analysis of surveillance of hygienic status points and ATP assay, most results showed negative and high correlation (-0.64--0.89). Our ATP assay (92 ± 67 RLU/25cm^2) of each item after cleaning showed signigicantly reduced results compared to the ATP assay (1020 ± 1254 RLU/25cm^2) for normal status, thereby indicating its suitability as a tool to verify the validity of cleaning. By our results, ATP bioluminescence could be used as an effective tool for visual numerical evaluation of invisible contaminants.

Key words : ATP bioluminescence, Food safety, Hygiene inspection, Monitoring techniques, Hotel hygiene

국민 소득의 증대, 맞벌이 부부 및 1인 가구의 증가, 주 52시간 근무제 시행 등 사회 및 경제적 환경변화에 따라 외식산업의 시장규모가 지속적으로 증가하는 추세다[1]. 최근 5년간 통계에 의하면 식중독 발생이 가장 많은 곳이 외식업소로, 2019년 외식업소의 식중독 발생비율은 전체의 58.0%에 달한다[2,3]. 이로 인해 음식점 이용 소비자의 피해와 불만이 증가하였고, 음식점 판매 음식의 위생상태에 대한 불신이 증가하고 있어 음식점 위생관리의 질적 개선을 위한 대책 마련이 필요한 실정이다.

정부 기관에서도 식품의 안전성 확보와 경쟁력 제고를 위하여 식품제조 및 가공업소를 대상으로 HACCP 시스템을 적극적으로 권장하고 의무적용 범위를 넓혀가고 있다. 덧붙여 2017년 5월부터는 외식업체를 대상으로 음식점 위생등급제를 법제화하여 시행하고 있다[4]. 또한 2020년 코로나바이러스 감염증-19(COVID-19) 팬데믹으로 인해 다중이용시설인 호텔 및 외식업소의 위생관리는 더욱 중요해지고 있다.

*Correspondence to: Sang-Do Ha, Department of Food Science and Technology, Advanced Food Safety Research Group, Chung-Ang University, Ansung 17546, Korea
Tel: +82-31-670-4831, Fax: +82-31-675-4853
E-mail: sangdoha@cau.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

앞으로 호텔을 비롯한 외식업체에서는 식품 안전 및 위생에 대한 중요성 및 파급효과를 크게 인식해야 하며, 식중독 발생을 예방하기 위한 체계적인 위생관리 및 모니터링이 필수적이라고 볼 수 있다. 현재 대부분 외식업체의 위생관리방법은 체크리스트에 따른 육안 점검에 의존하고 있지만, 시설 장비나 기구의 오염도 및 세척·소독의 유효성을 검증하기 위해서는 육안 점검만으로 한계가 있다[5,6]. 기존 HACCP 업체에서는 표면 오염도 검사를 위해 swab 법을 활용한 일반 배양용 배지 또는 건조필름을 이용하고 있는데, 이는 결과 판정에 24시간 이상의 시간이 소요되고, 미생물 실험 기구와 장비를 갖춰야 하는 등 비용과 실험 전문인력이 필요해 식품접객업소에서 쉽게 모니터링 할 수 있는 방법으로 활용하기는 어려운 단점이 있다[7]. 한편 Adenosine Tri-Phosphate (ATP) bioluminescence를 이용하는 위생관리 방법은 미생물 실험에 필요한 복잡한 기술이나 장비가 필요 없어 간편하므로 국내·외 소규모 식품업체, 급식시설, 요식업체 등에서 널리 이용되고 있다[8-10].

본 연구는 국내 5성급 호텔의 위생실태를 조사하고, ATP bioluminescence 값과의 상관분석을 통하여 그 연관성을 확인하고, 세척 전후의 ATP bioluminescence 값을 비교하여 위생실태 모니터링 도구로서의 유효성을 확인하고자 한다.

Materials and methods

연구 대상 및 기간

본 연구는 국내 5성급 호텔 중 같은 위생기준으로 운영되는 5개 호텔을 대상으로 방문 조사하였다. 각 호텔 별 조리종사자 손(개인위생)과 음식이 직접 접촉하는 조리도구의 표면 5개, 조리장내 시설·설비 3개, 고객 접점항목(뷔페용 집게)의 표면을 대상으로 위생실태조사 및 ATP 값을 15회씩 측정한 결과를 자료 분석에 이용하였다. 호텔의 위생실태조사와 ATP값 측정은 2020년 7월 11일~9월 11일까지 실시하였다.

위생실태조사

위생실태조사표의 항목은 총 70 문항으로 호텔 조리장의 위생관리실태를 분석하기 위하여 고안되었으며, 평가항목은 크게 '개인위생', '조리도구', '시설·설비', '고객 접점항목' 총 4가지로 분류하여 작성하였다. 평가항목을 다시 세분화하여 '개인위생'은 손에 관한 7문항, '조리도구'는 칼, 도마, 식품보관용기, 슬라이스 머신 칼날, 제빙기 스쿱에 관한 7문항, '시설·설비'는 냉장고 손잡이, 작업대, 싱크대에 관한 7문항, '고객 접점항목'은 뷔페용 집게 7문항으로 구성하여 조사하였다. 본 연구진이 ATP 측정용 시료 채취와 동시에 실태조사 하였고, 손의 경우 ATP값 측정 시 호텔 종사자와 면접을 통하여 실태조사표를 작성하여 분석자료로 활용하였다.

통계분석

수집된 자료는 SPSS Statistics 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 조사 항목에 대해서는 예 1점, 아니오 0점으로 각 문항은 1점 만점이고 각 7문항 당 총점의 평균값을 백분율(%)로 환산하여 비교하였다.

ATP 측정

ATP 측정은 5개 호텔의 All-Dining Restaurant의 주방을 방문하여 시료를 채취하였다. ATP 측정 전용 시료 채취 면봉으로 작업자 손, 칼, 도마, 식품보관용기, 슬라이스 머신 칼날, 제빙기 스쿱, 냉장고 손잡이, 작업대, 싱크대의 5×5 cm^2 및 뷔페용 집게의 내부면적을 대상으로 평소 보관상태 및 세척건조 후 시료를 취하였다. 모든 실험은 호텔 별 3회 반복, 총 15회 수행하였다. ATP bioluminescence 측정장치는 3M™ Clean-Trace™ LM1 (3M Co., St. Paul, MN, USA)를 사용하여 제조회사에서 제시하는 안내사항에 따라 실험을 수행하였다. Swab test는 3M™ Clean-Trace™ Surface swab (3M Co., St. Paul, MN, USA)으로 측정하고자 하는 표면을 일정한 면적(5 × 5 cm^2)으로 구획을 설정하여 swab하였다.

Results

위생실태조사 결과

개인위생

개인위생관리 실태조사 결과는 Table 1에 제시되었다. 7개 항목의 평균값은 91.43±22.55% 로 비교적 높은 점수를 획득했다. '조리작업 전 손 세척 여부' 및 '조리장내 손 세척대 구비 여부'는 모두 예로 답하여 위생적인 손 관리가 잘 이루어지고 있는 것으로 관찰되었다. 그러나, 식품 포장재인 종이박스를 만진 후, 냉장고를 이용한 후 바로 조리에 임하는 경우를 관찰 할 수 있었다. 또한 신입 조리사가 손 세척 절차를 제대로 숙지하지 못한 사례도 관찰되어 일부 미흡한 부분이 있었다.

Min 등[11] 에 의하면 주방조직 내 식품안전환경의 지각을 높이기 위해서는 정기적인 위생교육을 통해 실무자로 하여금 위생지식을 향상시키는 것이 매우 중요하다 할 수 있다. 또한 위생교육을 실시함에 있어 쉽게 이해하고 공감할 수 있는 교육프로그램을 구성하고 종사원들에게 교육에 대한 피드백을 받아 이를 고려하여 교육활동을 계획해야 할 것이며 정기적인 위생교육 외에 적절한 수시 교육이 병행되어야 할 것 연구한 바 있다.

대부분의 호텔에서 정기적인 위생교육을 통해 손 세척의 중요성을 강조하고 있기 때문에 손 세척을 언제, 어떻게, 왜 해야 하는지 등의 기본적인 지식은 충분히 숙지하고 있었다. 이번 연구과정에서 손 세척 전후의 ATP 값을

조리 종사원에게 수치로 보여주니, 조리 종사자가 오염도 수치를 확인하고, 세척 후 손 세척이 잘되었는지 즉시 확인할 수 있어서 교육적으로 긍정적인 효과를 기대할 수 있었다. 이처럼 이론적인 교육도 중요하지만 실제 근무 중에 손 세척이 습관화되어 지켜질 수 있도록 실질적인 교육프로그램 및 모니터링 등 추가 방안이 필요한 것으로 사료된다.

조리기구

조리기구 관리 실태조사 결과는 Table 1에 제시되었다. 7개 항목의 평균값은 칼 92.38±11.85%, 도마 91.43±12.71%, 식품보관용기 92.38±12.44%, 슬라이스 머신 칼날 90.48±23.2%,

Table 1. Investigation of hygiene in 5 stars hotels by means of inspection

Contents		Score ± SD
Hands	1. Wash hands before cooking.	100.00±0.00
	2. The kitchen is equipped with a hand wash.	100.00±0.00
	3. Cook without wearing accessories such as rings.	93.33±24.94
	4. Know exactly how to wash hands.	80.00±40.00
	5. There's no scar on hands.	86.67±33.99
	6. Wash hands After going to the bathroom or touching something contaminated.	86.67±33.99
	7. Wear disposable sanitary gloves when handling ready-to-eat food.	93.33±24.94
Knife	1. The knife is stored separately in a knife sterilizer.	100.00±0.00
	2. Knives are divided into vegetables, meat, seafood, and instant food to prevent cross-contamination.	86.67±33.99
	3. After using a knife, go through cleaning, sterilizing, etc.	100.00±0.00
	4. Normally, there is no foreign substance between the handle and the blade.	60.00±48.99
	5. The blade and handle are not rusty, and are water-resistant.	100.00±0.00
	6. Sanitizer or sterilizing equipment is provided.	100.00±0.00
	7. There is a prescribed sterilization procedure ("no" if not known whether there is or not)	100.00±0.00
Cutting Board	1. It is stored separately in a sterilizer for cutting board storage.	100.00±0.00
	2. Cutting boards are divided into vegetables, meat, seafood, and instant food to prevent cross-contamination.	100.00±0.00
	3. After using a cutting board, go through cleaning, sterilizing, etc.	100.00±0.00
	4. Normally, the cutting board is clean without foreign substances.	80.00±40.00
	5. There are not many scratches on the cutting board and it is water-resistant.	60.00±48.99
	6. Sanitizer or sterilizing equipment is provided.	100.00±0.00
	7. There is a prescribed sterilization procedure ("no" if not known whether there is or not)	100.00±0.00
Food Storage Container	1. Food containers before and after cooking are used separately.	100.00±0.00
	2. To prevent cross-contamination, it is divided into vegetables and meat, etc.	80.00±40.00
	3. After using a cutting board, go through cleaning, sterilizing, etc.	100.00±0.00
	4. Normally, the inside of the container is clean without foreign substances.	66.67±47.14
	5. It is a water-resistant material and does not rust or break.	100.00±0.00
	6. Sanitizer or sterilizing equipment is provided.	100.00±0.00
	7. There is a prescribed sterilization procedure ("no" if not known whether there is or not)	100.00±0.00
Blade of Slice Machine	1. Disinfect it with sanitizer before use.	93.33±24.94
	2. To prevent cross-contamination of dairy products (cheese) and meat (salami) etc., it is used after washing and sterilizing them.	93.33±24.94
	3. After using a cutting board, go through cleaning, sterilizing, etc.	100.00±0.00
	4. Normally, there is no foreign substance between the blade and surface.	73.33±44.22
	5. The blade and slice machine are made of water-resistant material without rust.	100.00±0.00
	6. It is equipped with sanitizer or sterilizing that can sterilize blades.	86.67±33.99
	7. There is a prescribed sterilization procedure ("no" if not known whether there is or not)	86.67±33.99

Table 1. (Continued) Investigation of hygiene in 5 stars hotels by means of inspection

Contents		Score ± SD
Ice Scoop	1. When not in use, wash, sterilize, and keep it dry.	80.00±40.00
	2. When in use, put it in the 200 ppm disinfection water.	100.00±0.00
	3. After using a cutting board, go through cleaning, sterilizing, etc.	93.33±24.94
	4. Normally, the surface of the scoop is clean and free of foreign substances.	86.67±33.99
	5. Scoop is a water-resistant material that does not rust.	100.00±0.00
	6. It is equipped with sanitizer or sterilizing that can sterilize scoops.	100.00±0.00
	7. There is a prescribed sterilization procedure ("no" if not known whether there is or not)	100.00±0.00
Refrigerator Handle	1. Normally, the refrigerator handle is not sticky, and there is no food residue on it.	46.67±49.89
	2. Normally, not open the refrigerator door with your hands dirty with food.	40.00±48.99
	3. Even if it is not a prescribed cleaning schedule, clean it frequently if it is dirty or has food on it.	60.00±48.99
	4. The handle is not rusty, and it is water-resistant material.	100.00±0.00
	5. Sanitizer, Sterilizing equipment, and methods are available to sterilize handles.	93.33±24.94
	6. Set the cleaning schedule and clean it regularly.	73.33±44.22
	7. There is a prescribed sterilization and cleaning procedure ("no" if not known whether there is or not)	80.00±40.00
Working Station	1. Normally, there is no sticky food scraps on the working station.	53.33±49.89
	2. Clean and disinfect the working station frequently after preparing or cooking.	73.33±44.22
	3. It is used to prevent cross-contamination of vegetables and meat.	86.67±33.99
	4. Working stations are made of non-rusting, water-resistant material.	100.00±0.00
	5. Not prepare food directly on the working station without cutting boards.	80.00±40.00
	6. It is equipped with sanitizer or sterilizing that can sterilize working stations.	100.00±0.00
	7. There is a prescribed sterilization procedure ("no" if not known whether there is or not)	93.33±24.94
Sinks	1. Normally, food scraps are removed from time to time and do not get stuck in a corner.	53.33±49.89
	2. The dishes are not piled up, but they are often handled.	73.33±44.22
	3. In the morning, the sink is dry and clean.	73.33±44.22
	4. The sink is not rusty, and it is water-resistant material.	100.00±0.00
	5. Food preparation sinks and dishwashing sinks are seperated.	53.33±49.89
	6. Set the cleaning schedule and clean it regularly.	73.33±44.22
	7. There is a prescribed sterilization and cleaning procedure ("no" if not known whether there is or not)	93.33±24.94
Buffet Tongs	1. When not in use, wash, sterilize, and keep it dry.	100.00±0.00
	2. When in use, there is a place or method for storing tongs, not on the food.	60.00±48.99
	3. After using a cutting board, go through cleaning, sterilizing, etc.	100.00±0.00
	4. Normally, the surface of the tong is clean and free of foreign substances.	100.00±0.00
	5. The tongs do not rust and are water-resistant. (wood is 'No')	73.33±44.22
	6. It is equipped with sanitizer or sterilizing that can sterilize tongs.	100.00±0.00
	7. There is a prescribed sterilization procedure ("no" if not known whether there is or not)	86.67±33.99

제빙기 스쿱 94.3±14.16% 로 나타났다. 칼의 경우 실태조사 결과 위생관리가 잘 이루어지고 있는 것으로 나타났지만, 일부 자외선소독기 안에 보관중인 칼이 음식물로 오염된 경우를 관찰했다. 대부분 호텔에서 모두 칼을 세척 후 자외선소독기에 보관하고 있는 것으로 나타났다. 교차오염 방지를 위하여 칼은 취급하는 식품에 따라서 육류, 조류, 해산물, 과일·야채, 즉석섭취식품(Ready-to-eat)으로 5가지 색을 분류하여 사용하고 있었다. 도마의 경우 전체적으로 위생관리가 잘 되고 있었으나 일부 도마의 경우는 낡아서 흠집이 많거나, 나무 재질의 도마를 사용하는 것을 관찰했다.

Park[12] 에 따르면, 특히 칼과 도마는 교차오염의 가능성

이 크다고 밝혔고, 식품위생법 시행규칙 제2조 식품 등의 위생적인 취급에 관한 기준에 따라, 식품의 조리에 직접 사용되는 기계·기구는 사용 후에 세척·살균하고, 어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마는 각각 구분하여 사용하도록 법제화하여 시행하고 있다.

식품보관용기의 경우 대부분의 호텔에서 육안으로 외관을 관찰했을 때, 위생적으로 관리되고 있었다. 그러나 육류나 야채류 해산물 등에 따라 용기를 별도로 구분하고 있는 곳은 드문 것으로 확인되었다. 슬라이스 머신 칼날의 경우 일부 칼날이 분리되지 않거나, 무겁고 위험하다는 이유로 세척 소독이 미흡한 것으로 확인됐다. 제빙기 스쿱은 사용 중에는 200 ppm의 4급 암모늄계 살균소독수에 침지하여 사용하는 것을 확인했고, 사용 후에는 세척 및 소독 후 건조하여 보관하고 있었다. 조리도구는 전반적으로 위생실태조사결과 육안으로 외관을 관찰했을 때 위생적으로 관리되고 있었다.

시설·설비

시설·설비관리 실태조사 결과는 Table 1에 제시되었다. 냉장고 손잡이 70.48±36.72%, 작업대 83.81±27.58%, 싱크대 74.29±36.77% 로 나타났다. 냉장고 손잡이의 경우 조리사들 대부분은 조리 중에 음식이 묻은 손으로 냉장고 문을 여닫았고, 손을 닦지 않고 또 다시 조리를 하는 등의 행동을 보여 냉장고 손잡이의 위생관리에 대한 인식이 미흡한 것으로 사료되었다. 작업대의 경우는 전체적으로 끈끈하고 음식물찌꺼기가 붙어있는 경우를 쉽게 확인할 수 있었다, 또한 '야채, 육류 등의 교차오염 없이 구분 사용 여부'에 대해서는 낮은 점수를 얻어 교차오염의 구분관리가 잘되지 않는 것으로 나타났다. 싱크대의 경우 중간중간 음식찌꺼기를 제거하는 것에 대해 낮은 점수를 얻었다. 또한 조리용과 설거지용을 분리한 곳도 있었지만, 전반적으로 분리사용은 잘 지키지 않는 것을 관찰할 수 있었다. 눈에 보이는 위생만이 아니라 손으로 인한, 도구로 인한 교차오염에 대한 실질적인 교육과 쉽게 활용할 수 있는 모니터링 방법의 도입이 필요한 실정이다.

DeMicco 등[13] 은 안전한 식품 취급을 위해서는 개인위생을 포함한 위생교육 훈련이 가장 중요하다고 했다. 위생관리의 효과를 얻을 수 있는 가장 쉽고 효율적인 경제적 방법이 위생 교육이며 위생에 대한 지식, 기술은 지속적인 훈련을 통해 습득된다. 이런 선행연구에서 비추어 볼 때 안전하고 위생적인 식품을 취급하기 위해서는 실무자를 대상으로 정기적인 위생교육이 선행되어야 할 것이다.

고객 접점항목

뷔페용 집게 실태조사 결과는 Table 1에 제시되었다. 결과는 88.57±18.17%로 나타났다. 전반적으로 세척·소독 및 건조·보관 등 관리가 잘되고 있었지만, 뷔페용 집게가 준비된 식품 위에 보관된 것을 쉽게 관찰할 수 있었다. 이는 고객이 이용했던 집게 손잡이를 통해 준비된 음식으로 교차오염이 가능하다. 또한 일부 호텔은 나무재질의 집게를 사용하여, 낡고 흠집이 생긴 경우를 확인할 수 있었다. 뷔페이용 고객 간의 교차오염을 예방하기 위한 관리방법을 추가해야 할 것으로 사료된다.

ATP 측정 결과

5개 호텔에서 개인위생 부분, 조리기구 부분, 시설·설비 부분, 고객 접점항목의 점검 당시의 평소 상태(보관 중, 사용 전, 작업 중) ATP값을 측정한 결과는 Table 2 와 같다. 작업자 손 1789±981 RLU/25 cm^2, 칼 376±391 RLU/25 cm^2, 도마 277±324 RLU/25 cm^2, 식품보관용기 796±2452 RLU/

Table 2. ATP values (RLU) of Hygiene status at 5 stars hotels in Korea

Item		Usual status		After Cleaning	
		ATP values (RLU/25 cm^2)	Range (RLU/25 cm^2)	ATP values (RLU/25 cm^2)	Range (RLU/25 cm^2)
Personal Hygiene	Hands	1789±981	270~3173	141±69	30~283
Kitchen utensils	Knives	376±391	18~1315	39±47	11~196
	Chopping boards	277±324	12~1157	41±27	11~105
	Food storage containers	796±2452	11~9645	35±27	10~91
	Blade of slice machines	1379±2575	14~4751	80±85	14~324
	Ice scoop	65±65	16~277	37±23	8~86
Facilities & Equipment	Refrigerator handles	2644±2543	128~6933	140±98	22~356
	Working Station	1660±2009	18~6818	122±111	18~452
	Sinks	1118±1105	25~3817	239±159	25~459
Customer high touched item	Buffet tongs	101±92	27~390	49±27	10~98

25 cm^2, 슬라이스 머신 칼날 1379±2575 RLU/25 cm^2, 제빙기 스쿱 65±65 RLU/25cm^2, 냉장고 손잡이 2644± 2543 RLU/25 cm^2, 작업대 1660±2009 RLU/25 cm^2, 싱크대 1118±1105 RLU/25 cm^2, 뷔페용 집게 101±92 RLU/cm^2로 나타났다. 세척·소독 후에는 ATP값을 측정한 결과는 Table 2 와 같다. 작업자 손 141±69 RLU/25 cm^2, 칼 39±47 RLU/25 cm^2, 도마 41±27 RLU/25 cm^2, 식품보관용기 35±27 RLU/25 cm^2, 슬라이스 머신 칼날 80±85 RLU/25 cm^2, 제빙기 스쿱 37±23 RLU/25 cm^2, 냉장고 손잡이 140±98 RLU/25 cm^2, 작업대 122±111 RLU/25 cm^2, 싱크대 239±159 RLU/25 cm^2, 뷔페용 집게 49±27 RLU/25 cm^2로 나타났다.

그 중 평소 상태의 냉장고 손잡이가 다른 조리도구들에 비해 높은 ATP 값을 보였다. 이는 냉장고 손잡이, 문손잡이, 카트 손잡이 등 직접적으로 음식과 접촉하는 기구는 아니지만, 여러 사람의 손이 자주 접촉하는 부분으로 눈에 보이지는 않지만 오염도가 높고, 위생적이지 않다는 것을 보여주고 있다. 슬라이스 머신도 보관중인 상태에서 높은 ATP 값을 관찰했다. 슬라이스 머신은 햄, 소시지, 치즈 등 즉석섭취식품의 컷팅에 많이 사용된다. 추가 조리과정이 없기 때문에 슬라이스 머신 사용 전에 반드시 소독을 해야 하는 추가적인 관리방안이 필요하다.

Dominique 등[14] 은 ATP bioluminescence기술이 식품취급자들의 교육에서부터 각 위생 전반에 걸친 넓은 범위까지 결점을 최소화하기 위한 방법으로 제시하고 HACCP (Hazard analysis and critical control points)에 적용하였다. 현재 일부 식품기업 및 정부기관에서도 포괄적인 관리를 요하는 HACCP 및 위생점검에 ATP 측정을 적용시켜 활용하고 있다.

Lee[15] 는 손의 ATP는 교육 횟수 정도에 유의적인 차이를 보이며, 식중독 유발은 호텔의 위생관리시스템과 교육횟수 정도에 영향을 받는다고 연구한 바 있다. Cho 등[16]은 식품취급자가 음식에 교차오염이 가능한 병원성 미생물을 전염시킬 수 있는 위험이 있으므로 그들의 개인위생관리가 중요함을 강조하였다. 개인위생 중에서도 손에 관련된 위생은 여러 학자들에 의해서 강조되어 왔다.[17] 호텔에서의 위생관리를 위해 적절한 살균소독제 제공, 사용방법 교육 등 기구에 대한 위생관리가 필요한 것으로 사료된다.

ATP bioluminescence 검사법 통해 식품산업, 병원, 호텔, 외식 등 산업에서도 실시간으로 반응을 알아낼 수 있고, 표면 또는 액체 위생상태 관련 문제 해결에 유용하게 적용될 수 있다. 선행연구에서 통계학적으로도 칼, 도마 등에서 ATP (RLU)와 APC (CFU) 결과의 유의적인 양의 상관성 (p<0.01)을 갖는 것으로 조사되었다[19]. 또한 ATP bioluminescence 기술이 그 유용성으로 인해 보편화되어 사용될 것으로 전망하였다[10,18,20].

본 연구에서는 Table 2와 같이 각 항목의 평소 상태에 비해 세척 후 ATP 값이 현저히 감소하였으며, 세척의 유효성을 확인하는 도구로 적합성을 확인할 수 있었다.

위생실태조사와 ATP 값의 상관성 분석

개인위생

작업자 손에 대한 5개 호텔의 ATP 측정 결과 및 실태조사 결과의 상관성 분석은 Fig. 1에 제시되었다. ATP값은 270~3173 RLU/25cm^2 사이에서 측정되어 있으며, 실태조사 점수는 86.6-100%까지 분포되어 있었다. 본 연구결과 ATP값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.746로 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 보여, 점수가 낮을수록 작업자 손의 위생관리가 잘 되고 있는 것으로 판단된다.

조리도구

5 가지 조리도구에 대한 5개 호텔의 ATP 측정 결과 및 실태조사 결과의 상관성 분석은 Fig. 2에 제시되었다. 칼의 경우 ATP 값은 18-1315 RLU/25cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사 점수는 60-100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었다. 본 연구결과 ATP값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.894로 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 보였다. 도마의 경우 ATP 값과 실태조사 결과의 상관성분석 결과, ATP값은 12-1157 RLU/25cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사 점수는 80-100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었고, ATP값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.797로 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 보였다. 식품보관용기의 경우 ATP값과 실태조사 결과의 상관성분석 결과, ATP값은 11-9645 RLU/25cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사 점수는 66.7-100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었고, ATP값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.688로 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 보였다. 슬라이스 머신 칼날의 경우 ATP 값과 실태조사 결과의 상관성 분석 결과, ATP값은 15-9360 RLU/25 cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사 점수는 73.3-

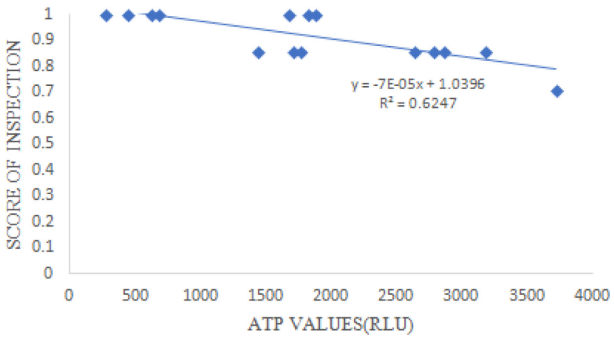

Fig. 1. Correlation between surveillance data and ATP values of personal hygiene (hands) in 5 stars hotels.

93.3%까지 분포되어 있음을 알 수 있었고, ATP값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.636로 유의적인 음의 상관성(p<0.05)을 보였다. 제빙기 스쿱의 경우 ATP값과 실태조사 결과의 상관성분석 결과, ATP값은 16-277 RLU/25 cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사점수는 86.7-100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었고, ATP값과 실태조사 결과는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 이는 제빙기 스쿱의 ATP값이 비교적 낮은 값으로 측정되었기 때문이라고 사료된다.

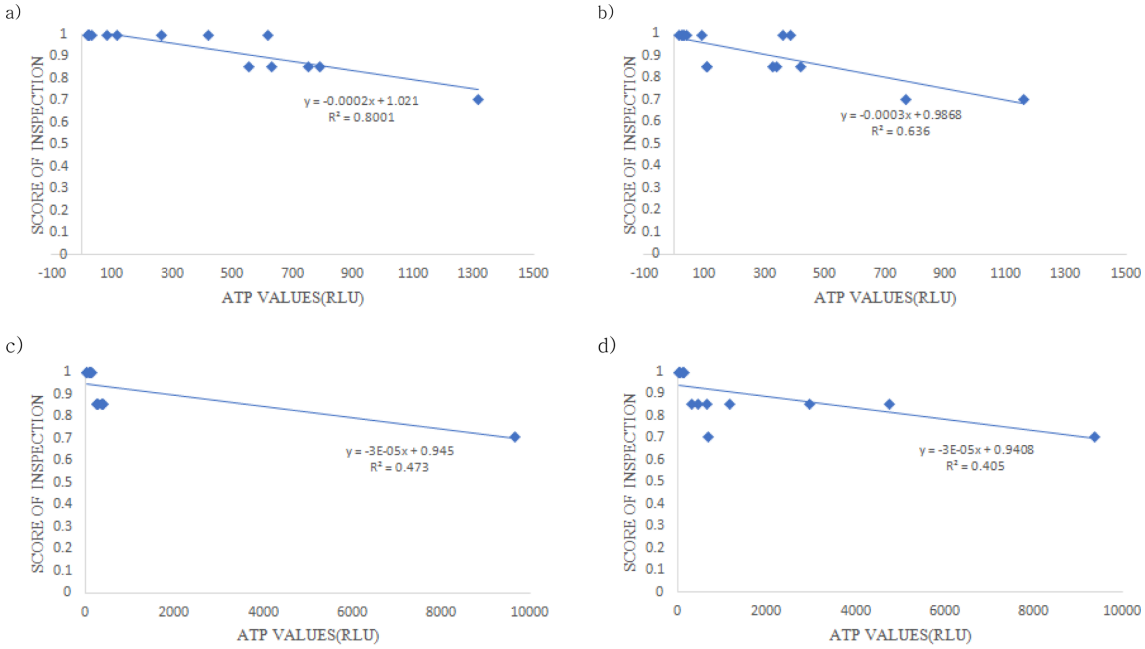

Fig. 2. Correlation between surveillance data and ATP values of Kitchen utensils in 5 stars hotels.
a) Knife, b) cutting board, c) food storage container, d) blade of slice machine.

Fig. 3. Correlation between surveillance data and ATP values of Facilities & Equipment in 5 stars hotels.
a) Refrigerator, b) working station, c) sinks.

시설·설비

시설·설비에 대한 5개 호텔의 ATP 측정 결과 및 실태조사 결과의 상관성 분석은 Fig. 3에 제시되었다. 냉장고 손잡이 ATP값은 128-6933 RLU/25cm^2 사이에서 측정되어 있으며, 실태조사 점수는 40-100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었다. 본 연구결과 ATP값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.856로 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 보였다. 작업대의 경우 ATP 값과 실태조사 결과의 상관성분석 결과, ATP값은 18-6818 RLU/25 cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사 점수는 53.3-100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었고, ATP값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.810로 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 보였다. 싱크대의 경우 ATP 값과 실태조사 결과의 상관성분석 결과, ATP값은 25-3817 RLU/25 cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사 점수는 53.3-100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었고, ATP 값과 실태조사 결과는 두 값 사이의 상관계수는 -0.845로 유의적인 음의 상관성(p<0.01)을 보였다.

고객 접점항목

고객 접점항목인 뷔페 집게의 경우 ATP 값과 실태조사 결과의 상관성분석 결과, ATP 값은 16-277 RLU/25 cm^2 사이에서 측정되었으며, 실태조사 점수는 80~100%까지 분포되어 있음을 알 수 있었고, ATP 값과 실태조사 결과와는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 이는 뷔페 집게의 ATP 값이 대부분 낮게 측정되었기 때문이라고 사료된다. ATP 값이 낮다는 의미는 유기물의 오염도가 낮다는 것으로[21], 본 연구에서는 측정한 뷔페 집게의 오염도는 낮았고, 뷔페 집게에 대한 ATP 값과 실태조사 결과의 상관성은 없었다.

국문요약

외식산업의 급속한 성장과 함께 호텔을 비롯한 외식업체에서는 식품안전 요구 및 위생에 대한 중요성 이 증가하고 있다. 이에 현장에서 위생상태를 판단할 수 있는 신속하고 실용적인 모니터링기법이 요구된다. 본 연구는 국내5성급 호텔 5군데를 대상으로 개인위생(작업자의 손), 조리기구(칼, 도마, 식품보관용기, 슬라이스 머신 칼날, 제빙기 스쿱), 시설·설비(냉장고 손잡이, 작업대, 싱크대), 고객 접점항목(뷔페용 집게)에 대한 위생관리 실태를 조사하였고 그에 대한 검증법인 ATP 값의 상관관계를 도출하고자 하였다. 5개 호텔의 위생관리 실태조사 결과, 다른 검사 항목보다 상대적으로 조리기구 및 개인위생 결과가 비교적 위생적으로 관리되고 있었으며(조리기구 92.2%, 개인위생 91.4%, 시설·설비 76.19%, 고객 접점항목 88.6%)으로 시설·설비는 비교적 미흡한 것으로 나타났다. ATP검사 결과, 조리 기구(51±45 RLU/25 cm^2)는 시설·설비(167±123 RLU/25 cm^2)보다 비교적 위생적으로 잘 관리되었다. 위생실태 조사 결과 점수와 ATP 값의 상관성 분석을 실시한 결과, 각 호텔 별 작업자 손, 조리기구, 시설·설비의 대부분 음의 상관관계를 가지며 높은 상관성(-0.64 - -0.89)을 보였다. 또한 이번 연구에서 각 검사 항목의 평소 상태의 ATP 값(1020±1254 RLU/25 cm^2)에 비해 세척 후 ATP 값(92±67 RLU/25 cm^2)이 현저히 감소되어 세척의 유효성을 확인하는 도구로 적합성을 확인할 수 있었다. 호텔을 비롯한 외식업체에서 수행하는 주관적인 위생실태조사와 ATP 검사법을 병행한다면, 실시간으로 보이지 않는 오염물질의 객관적인 수치화를 통해 식품사고 발생을 예방하기 위한 효과적인 모니터링 방법이 될 것으로 사료된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Bo-Ram Kim https://orcid.org/0000-0002-2971-1960
Jung-A Lee https://orcid.org/0000-0001-5770-7494
Sang-Do Ha https://orcid.org/0000-0002-6810-2092

References

1. Lee, H.J., Hong, W.S., Importance and performance analysis of sanitation management in workers at small and medium foodservice industries using HACCP prerequisites. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **45**, 1497-1507 (2016).
2. Wang, K.M., Hong, W.S., Importance-performance analysis on kitchen hygiene management of small-scale foodservice company employees. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **48**, 1291-1302 (2019).
3. Ministry of Food and Drug Safety, (2020, October 14). Food borne poisoning statistics (2013–2017). Retrieved from https://www.mfds.go.kr/wpge/m_312/de01060310001.do
4. Heo, S.J., Bae, H.J., A survey on customers' perception of a hygiene grade certification system for restaurants. *J. Nutr. Health*, **53**, 203-214 (2020).
5. Seo, M.R., Kim, M.S., Park, E.J., An assessment of food hygiene management and airborne microbial contamination of restaurants in Jeju based hotels. *Korean J. Food Cook. Sci.*, **36**, 392-403 (2020).
6. Jo, S.H., Kim, C.I., Ha, S.D., Outbreak pattern forecasting of food-borne disease in group food services in Korea. *J. Food Hyg. Saf.*, **24**, 19-26 (2009).
7. Lim, G.Y., Microbiological evaluation of lunchbox manufacturer in Incheon. PhD thesis, University of Hanyang, Seoul, Korea (2019).
8. Kim, B.Y., Song, H.Y., Park, I.S., Kim, Y.S., Lee, Y.S., Ha, S.D., A correlation study of surveillance data and ATP biolu-

minescence assay for verification of hygienic status in major hotels in Seoul. *J. Food Hyg. Saf*., **24**, 277-284 (2009).
9. Moon, H.K., Comparison of the sanitary inspection results and adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence assay for equipment in children's foodservices. *Korean J. Food Cook. Sci.*, **33**, 461-470 (2017).
10. Kye, S.H., Hwang, S.H., Evaluation of management & hygienic status of high school foodservice using ATP bioluminescence assay. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30**, 515-524 (2017).
11. Min, K.C., Hong, W.S., A comparative study of food safety climate perceptions among hotel cooking staff. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **48**, 139-148 (2019).
12. Park, Y.S., Evaluation of hygienic status of university foodservice operation using ATP bioluminescence assay. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **16**, 195-201 (2000).
13. DeMicco, F.J., Palakurthi, R.R., Sammons, G., Williams, J.A., Nutrition education and food service management training needs of school food service professionals. *Sch. Foodserv. Res. Rev. (USA),* **18**, 80-88 (1994).
14. Champiat, D., Matas, N., Monfort, B., Fraass, H., Applications of biochemiluminescence to HACCP. *Luminescence*, **16**, 193-198 (2001).
15. Lee, D.K., Japanese restaurants' assessment of food safety practices and necessity of HACCP manual, Master thesis, University of Kyunggi, Seoul, Korea (2004).
16. Cho, H.O., Bae, H.J. Effect of foodservice employee's hand hygiene improvement according to food safety education. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **45**, 284-292 (2016).
17. Aycicek, H., Oguz, U., Karci, K., Comparison of results of ATP bioluminescence and traditional hygiene swabbing methods for the determination of surface cleanliness at a hospital kitchen. *Int. J. Hyg. Environ. Health,* **209**, 203-206 (2006).
18. Kim, Y.S., Moon, H.K., Kang, S.I., Nam, E.J., 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 (2010).
19. Leon, M.B., Albrecht, J.A., Comparison of adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence and aerobic plate counts (APC) on plastic cutting boards. *J. Foodserv.*, **18**, 145-152 (2007).
20. Yue, W., Bai, C., Improved design of automatic luminometer for total bacteria number detection based on ATP bioluminescence. *J. Food Saf.*, **33**, 1-7 (2013).
21. Griffiths, M.W., Applications of bioluminescence in the dairy industry. *J. Dairy Sci.*, **76**, 3118-3125 (1993).