

음식점과 집단급식소의 자외선 살균소독기 사용실태

이남훈 · 김남일 · 목철균
경원대학교 식품생물공학과

Usage of Ultraviolet Sterilizers Used in Domestic Restaurants and Catering Businesses

Nam-Hoon Lee, Nam Il Kim and Chulkyoon Mok

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University

Abstract

The usage of the ultraviolet(UV) sterilizers were surveyed for the 140 restaurants and catering businesses (R&C) in Seoul and Gyeonggi-do. The survey revealed that there were many misuses of the UV sterilizers in domestic R&C. No one have changed the UV lamps periodically among the surveyed R&C. Only a half of the surveyed R&C put the cups in one layer in the UV sterilizers and only 60% placed the cups facing to the UV lamps. Over three quarters of the surveyed R&C put wet cups in the UV sterilizers skipping drying process after washing. The sterilization time varied from 0 to more than 120 min, and showed the highest frequency in 6 to 10 min. Recommendations were made for the proper usage of the UV sterilizers.

Key words: ultraviolet(UV) sterilizers, usage, restaurants, catering businesses

서론

식중독 발생은 미생물에 오염된 식품 원료를 사용하거나 조리 또는 제조 중 적절한 살균과정이 누락되었거나 생산, 보관, 저장 등 취급 시 작업자나 기계, 기구로부터 오염되는 미생물에 의해 발생한다. 양질의 원료를 위생적으로 처리하고 교차오염을 방지하는 작업은 식중독 예방에 필수 불가결한 전제 조건이며, 식품의 위생성과 품질의 확보는 식품의 안전과 국민의 건강에 필수적인 요소이다.

우리나라의 식중독 발생 추이를 보면 과거에는 제한된 지역에서 소규모로 발생하던 것이 최근에는 교통의 발달, 집중화된 식품가공 및 대규모 유통 시스템이 보편화됨에 따라 보다 넓은 지역에서 대규모로 발생하는 추세를 나타내고 있다. 연도별 국내 식중독 발생 건수와 규모를 보면 1996년에는 81건

발생에 환자 수 2,797명이었으나, 1999년에는 174건에 7,764명, 2003년에는 135건에 7,909명, 2006년에는 259건에 10,833명으로 발생 건수도 지속적으로 증가하고 있고 발생 건당 환자수도 꾸준히 늘어 점차 대형화하고 있다(KFDA, 2007).

식중독 발생을 장소 별로 비교하면 2006년도의 경우 집단급식소가 93건, 8,073명으로 가장 많은 환자수를 보였으며, 음식점이 108건, 1,971명, 가정집이 15건, 119명으로서 집단급식소와 음식점이 주요 식중독 발생 장소로 부각되고 있다(KFDA, 2007). 이는 외식 인구 증가와 단체급식 등 식품공급 체계의 변화에 따른 것으로, 식중독 예방을 위해서는 음식점 및 집단급식소의 위생관리가 매우 중요함을 시사하고 있다.

식중독 발생은 오염된 식품 원료로부터 식중독균이 제품에 직접적으로 이행되어 발생할 수도 있지만, 식품의 조리, 가공 및 생산 중 작업자, 기계, 도구, 용기, 포장재 등 식품과 접촉하는 모든 사람 및 물체를 통하여 일어날 수 있으며, 식품 조리, 가공 및 생산 과정 중에 일어나는 식중독균 오염이 집단 식중독 발생의 주요한 원인이다. 식중독 발생을 예

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University, San 65 Bokjeong-dong Sujeong-gu Seongnam, 461-701, Korea.
Phone: +82-31-750-5403, Fax: +82-31-750-5273
E-mail: mokck@kyungwon.ac.kr

방하기 위해서는 식품 원료의 세척, 살균 등 적절한 처리 뿐 만 아니라, 식품과 접촉하는 모든 작업자와 물체에 대한 철저한 세척과 살균이 필수적이다.

식품생산 및 제조 현장에서 사용되는 살균소독제로는 염소계, 4급암모늄염계, 요오드계, 과산화물계 화합물 등 화학적 살균제와 열탕, 열풍, 자외선 등 물리적 살균제가 있다. 이 중 자외선의 살균작용은 미생물 DNA의 adenine-thymine 공유결합을 파괴하고 thymine-thymine dimer 등 pyrimidine dimer를 형성함으로써 미생물의 번식을 저해하여 사멸시키는 것으로 알려져 있다(U.S. EPA, 2003). 자외선 살균소독의 장점은 저압수은등을 사용하여 쉽게 생성할 수 있고, 생산설비의 가격이 저렴하며, 현장에서 생산 및 관리가 용이하고, 잔존 화합물을 생성하지 않는 것 등이며, 이러한 장점을 바탕으로 식품제조 및 판매업소, 위생업소, 정수장 등 다양한 장소에서 널리 사용되고 있다. 외국의 경우 자외선 살균은 주로 음용수 소독에 사용되고 있으며, 북미에서는 500개 이상의 자외선 살균시설이 수처리에 이용되고 있고 유럽에서는 2000개 이상의 정수장에서 자외선 살균이 사용되고 있다(Lopez-Malo & Palou, 2005). 이에 반해 우리나라의 경우 자외선은 식품 제조가공 기계기구등의 표면 소독에 주로 이용되고 있다.

현재 국내의 식품 관련 자외선 살균소독기 사용은 소규모 음식점에서부터 집단급식소, 대형식품제조업체 이르기 까지 보편적으로 설치되어 사용 중에 있고, 그 용도 또한 일반적으로 사용되는 컵 살균은 물론 칼, 도마, 행주 등의 도구 및 기물의 소

독, 위생복, 앞치마, 장화, 고무장갑 등의 개인위생 용구의 소독에 이르기 까지 다양하다.

그러나 널리 보급되어 있는 자외선 살균소독기의 올바른 사용실태에 관한 점검은 이루어지지 않고 있으며, 자외선 살균소독기의 살균효과에 대한 막연한 믿음을 바탕으로 한 잘못된 사용방법은 자칫 식중독 사고로 이어질 수 있다. 본 연구는 서울 및 경기 지역의 음식점과 집단급식소를 대상으로 자외선 살균소독기의 사용 실태를 조사하여 보다 효율적이고 합리적인 자외선 살균소독기 사용 방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

자외선 살균소독기 사용실태 조사

자외선 살균소독기의 사용실태와 성능을 바탕으로 보다 합리적인 자외선 살균소독 기계장치의 관리와 운영을 위한 방안을 마련하고자 서울 및 경기도 소재 식당 140곳을 방문하여 Table 1의 내용으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 대상 업소의 기본 사항으로 업태, 업종, 소재지(시도, 구, 동) 1일 식사 인원을 조사하였고, 자외선 살균소독기의 일반 사항으로 자외선 살균소독기 보유 대수, 사용 목적, 구입 시기 등을 설문하였다. 자외선 살균소독기의 구체적 사용 실태에 관한 사항으로는 자외선 램프의 위치 및 수량, 컵 살균 시 배열 층수 및 배열 방향, 투입 시 컵의 건조 여부, 평균 살균시간을 설문하였다. 아울러 일정 살균력의 유지를 위한 자

Table 1. Survey on usage of ultraviolet sterilizer in restaurants and catering businesses

Survey on Usage of Ultraviolet Sterilizers	
Business types	Restaurants
	Korean Chinese Japanese Western
	Catering businesses
Location	City/Province: Gu: Dong:
Number of UV sterilizers	
Purpose of UV sterilizer use	
Purchasing date of UV sterilizers	
Position of UV lamp in UV sterilizers	Top, Bottom, Side
Layout of cups in UV sterilizers	One layer, Multi layers
Direction of cups in UV sterilizes	Upright, Upside down, Laying down
Dryness of cups before putting in UV sterilizers	Wet, Dry
Sterilization time of cups in UV sterilizers	
Periodical change of UV lamp	Yes, No

외선램프의 주기적 교체 여부도 질문하였다.

결과 및 고찰

설문조사 대상 업소 140개소의 업태와 비율은 Table 2에서 보는 바와 같이 한식당이 96개소로 68.6%, 중식당이 15개소로 10.7%, 양식당이 17개소로 12.2%, 일식당이 9개소로 6.4%, 단체급식업소가 3개소로 2.1%를 차지하였다. 조사 대상 업소의 1일 식사 인원은 101~300명인 곳이 105개소로 75.0%를 차지하였고, 301~500명인 곳이 20개소로 14.3%를 차지하였다. 그 외 100명 이하인 업소가 9개소 (6.4%), 501~1,000명인 업소가 5개소 (3.6%), 1,001명 이상

Table 2. Surveyed restaurants and catering businesses on usage of UV sterilizers

Business types	Restaurants		
		Korean	96 (68.6%)
	Chinese	15 (10.7%)	
	Japanese	9 (6.4%)	
	Western	17 (12.1%)	
	Catering businesses	3 (2.1%)	
	Less than 100	9 (6.4%)	
Served meals per day	101~300	105 (75.0%)	
	301~500	20 (14.3%)	
	501~1,000	5 (3.6%)	
	More than 1,000	1 (0.7%)	

Table 3. Results of survey on usage of UV sterilizers

Positions of UV lamp in UV sterilizers	Top	140 (100%)
	Bottom	0 (0%)
	Sides	0 (0%)
Periodical change of UV lamp		0 (0%)
Layout of cups in UV sterilizers	One layer	69 (49.3%)
	Multi layers	71 (50.7%)
Direction of cups in UV sterilizes	Upright	84 (60.0%)
	Upside down	55 (39.3%)
	Laying down	1 (0.7%)
Dryness of cups when they were put in UV sterilizers	Wet	108 (77.1%)
	Dry	32 (22.9%)
	0 min	21 (15.0%)
	< 1 min	7 (5.0%)
	2~5 min	11 (7.9%)
	6~10 min	47 (33.6%)
Sterilization time of cups in UV sterilizer	11~30 min	40 (28.6%)
	31~60 min	8 (5.7%)
	61~120 min	5 (3.6%)
	> 120 min	1 (0.7%)

인 업소가 1개소 (0.7%)이었다.

설문조사 결과 업소에서 사용 중인 모든 자외선 살균소독기의 구조는 Table 3에 나타난 바와 같이 자외선램프가 자외선 살균소독기의 상부, 즉 천정에 장착되어 있었으며, 자외선 살균소독 기계장치를 구입하여 사용한 이래 정기적으로 자외선램프를 교환하는 업소는 단 한 곳도 없었으며, 램프가 끊어진 경우에만 교체하며 사용하고 있었다. 자외선램프의 출력 자외선 강도는 램프의 사용시간에 따라 감소하며, 통상 출력 자외선 강도가 새 램프의 60%에 도달하면 교체가 필요한데(U.S. EPA, 2003), 이를 시행하는 업소는 한 곳도 없는 것으로 나타났다. 저압수은등의 경우 자외선 강도는 약 5,000 시간 사용 후에 60%로, 중압수은등의 경우는 500 시간 사용 후에 60%로 감소하는 것으로 알려져 있다(U.S. EPA, 2003).

자외선 살균소독기 사용방법을 컵의 경우를 대상으로 컵 배열 방법에 관하여 설문한 결과 한 층으로 배열하여 살균하는 곳은 69개 업소로 49.3%를 차지하였고, 절반을 상회하는 50.7%에 해당하는 71개 업소는 여러 층으로 포개서 살균하고 있었다(Table 3).

자외선은 파장 100~400 nm 범위의 전자기파로서 파장에 따라 315~400 nm 범위의 UV-A, 280~315 nm 범위의 UV-B, 200~280 nm 범위의 UV-C 및

100~200 nm 범위의 진공 UV로 구분된다. 살균소독에 사용되는 자외선은 UV-C이나 고체 및 일정 두께 이상의 액체를 투과할 만큼 그 에너지가 크지 않으며(U.S. EPA, 2003), 자외선이 물체의 표면에 도달하여 흡수되어야 살균작용을 나타내므로 살균소독 효과는 고체의 경우는 표면에서만, 액체의 경우는 일정한 두께 이내로 국한된다. 컵을 한 층으로 배열하지 않고 포개서 놓을 경우 최상단에 위치한 컵만이 자외선에 노출되므로 살균효과를 기대할 수 있으며, 그 아래에 위치한 컵은 자외선에 직접적으로 노출되지 않으므로 살균효과를 기대할 수 없다. 본 설문조사 결과에 따르면 살균소독 효과를 기대할 수 있도록 자외선 살균소독기를 사용하는 업소는 과반에 못 미치고 있었으며, 따라서 이에 대한 시정이 시급하였다. 이는 업소에서 사용하는 컵의 수량에 비하여 자외선 살균소독기의 용량 및 수량이 부족한 것도 원인이지만 현장 사용자의 자외선 살균소독 원리에 대한 이해의 부족도 또 하나의 원인으로 생각된다. 따라서 현장 종사자를 대상으로 한 자외선 살균소독기의 올바른 사용방법에 대한 교육과 홍보가 필요할 것으로 확인되었다.

또한 컵의 배열 방향은 컵의 내부가 자외선 살균소독기의 상부에서 조사되는 자외선에 노출되도록 상향 방향으로 놓은 곳은 84개소로 60%를, 하향 방향으로 놓은 곳은 55개소로 39.3%를, 눕혀서 놓은 곳은 1개소로 0.7%를 차지하였다. 즉, 컵의 물과 접촉하는 부분, 즉 컵 내부가 자외선에 노출되도록 배열한 업소는 절반을 약간 상회하는 수준이며, 40% 정도는 엎어서 놓거나 심지어 포개 상태로 눕혀서 사용하고 있어 자외선 살균효과를 기대할 수 없었다. 조사 대상 업소 가운데 자외선 살균에 적합한 방법인 컵을 한 층으로 상향 배열하여 살균하는 업소는 전체의 45.7%에 지나지 않는 64개 업소 뿐이었다.

컵 세척 후 자외선 살균소독기에 투입할 때의 컵의 건조 여부를 조사한 결과, 컵을 세척한 후 건조하여 자외선 살균소독기에 넣는 곳은 단지 32개 업소(22.9%)에 지나지 않았다. 반면에 세척 후 건조하지 않고 표면이 젖은 상태로 자외선 살균소독기에 넣는다는 곳이 108개 업소로 77.1%를 차지하여, 건조하지 않은 채로 자외선 살균하는 경우가 건조하여 살균하는 경우보다 3배 이상 많은 것으로 나타났다. 자외선의 살균효과는 상대습도에 반비례하며, 특히 상대습도가 50% 이상이면 살균효과는 급감하는 것으로 알려져 있다. 예를 들어 습도가 23%에

서 75%로 증가하면 미생물의 생존율은 6.5%에서 24%로 높아진다고 보고되어 있으며(Koller, 1965), Riley와 Kaufman(1972)는 공기 중의 *Serratia marcescens*의 자외선 살균에 미치는 습도의 영향을 조사한 결과 상대습도 60~70% 이상에서 급격한 살균력의 감소를 관찰하였다. 설문조사 결과 대다수로 나타난 것처럼 세척 후 젖은 컵을 건조시키지 않고 그대로 놓을 경우 자외선 살균소독기 내부의 상대습도는 거의 100%에 이르게 되므로 자외선 살균효과는 급감할 것으로 예상되었다.

한편 자외선 살균소독 시간은 투입 후 즉시 사용한다는 곳이 21개 업소(15%)로 나타났는데, 이 경우 살균효과를 전혀 기대할 수 없을 것이다. 투입 후 1분 이내에 사용하는 업소는 7개소(5%), 2~5분 처리 후 사용하는 업소는 11개소(7.9%)로서 5분 이하로 처리하는 곳이 12.9%이었다. 즉, 27.9%에 해당하는 업소에서 5분 이내의 자외선 처리 후 컵을 사용하고 있었다. 살균 시간을 6~10분 사이로 사용하는 곳은 47개 업소(33.6%)로 가장 높은 빈도를 보였으며, 11~30분 사이로 살균하여 사용하는 곳은 40개 업소(28.6%)였다. 31분~1시간 살균하여 사용하는 곳은 8개소(5.7%), 1시간~2시간 살균하는 곳이 5개소(3.6%), 2시간 이상 살균하는 곳이 1군데(0.7%)이었다.a

이상의 자외선 살균 소독기 사용실태 조사 결과는 자외선 살균소독 기계장치에 대한 보다 과학적이고 합리적인 관리 및 운영지침의 마련이 필요함을 시사하며, 자외선 살균소독기의 올바른 사용지침을 준수할 때에만 살균효과를 얻을 수 있으므로 이에 대한 대책 수립 및 계도가 필요한 것으로 나타났다.

결론적으로 효과적인 자외선 살균소독을 위해서는 대상 기구를 세척한 후 건조하여 자외선 살균소독기에 투입하고 자외선에 노출되도록 한 층으로 자외선램프 방향으로 배열하여 일정시간 이상 살균하여야 효과를 기대할 수 있으며, 살균력 유지를 위해서는 주기적인 자외선램프의 교체가 필요하다.

요 약

자외선 살균소독기의 올바른 사용을 위한 과학적인 자료 제시와 관리지침을 제안하기 위하여 서울과 경기도에 소재한 140개의 식당과 집단급식소를 대상으로 자외선 살균소독기의 사용 실태를 조사하였다. 자외선 살균소독 기계장치를 구입하여 사용

한 이래 정기적으로 자외선램프를 교환하는 업소는 단 한 곳도 없었으며, 램프가 끊어진 경우에만 교체하며 사용하고 있었다. 컵의 자외선 살균소독 시한 층으로 배열하여 살균하는 곳과 여러 층으로 포개서 살균하는 곳이 각각 절반이었으며, 컵의 배열 방향은 상향방향이 60%, 하향방향이 39.3%, 눕혀서 놓은 곳은 0.7%이었다. 컵을 세척한 후 건조하여 자외선 살균소독기에 넣는 곳은 22.9%에 불과하였으며, 77.1%는 젖은 상태로 살균하는 것으로 나타났다. 살균소독 시간은 6~10분 사이로 사용하는 곳은 가장 높은 빈도를 보였다. 이러한 결과로부터 다수의 업소에서 살균력을 기대할 수 없는 방법으로 사용하고 있는 것으로 확인되었으며, 이에 대한 대책으로 자외선 살균소독기의 올바른 사용을 위한 권장사항을 제시하였다.

감사의 글

본 논문은 2006년도 식품의약품안전청 용역과제

로 수행된 연구 결과의 일부이며, 지원에 감사합니다.

참고문헌

- KFDA. 2007. Outbreak of Food Borne Diseases in 2006. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea
- Koller LR. 1965. Ultraviolet Radiation. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA. p. 243
- Lopez-Malo A and Palou E. 2005. Ultraviolet light and food preservation, In: Novel Food Processing Technologies. G.V. Barbosa-Canova, M.S. Tapia and M. Pilar Cano (ed.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA. Pp. 405-421
- Riley RL, and Kaufman JE. 1972. Effect of relative humidity on the inactivation of airborne *Serratia marcescens* by ultraviolet radiation, Applied Microbiology, **23(6)**: 1113-1120
- U.S. EPA. 2003. Ultraviolet Disinfection Guidance Manual. United States Environmental Protection Agency, Office of Water, Environmental Protection Agency, Washington DC, USA