대한영양사협회 학술지
J Korean Diet Assoc 19(3):236-252, 2013

결식아동을 위한 가정배달 도시락의 생산과 배달과정 중 미생물적 평가

문정아 · 유창희 · 이경은†
서울여자대학교 식품영양학과

Microbiological Assessment of Home-Delivered Meals for Children from Low-income Families during Production and Delivery

Jeong - A Moon · Chang - Hee Yoo · Kyung - Eun Lee†
Dept. of Food and Nutrition, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the microbiological quality of home-delivered meals during production and delivery for children from low-income families. Production flows from a facility in Seoul that provides home-delivered meals were analyzed and the time-temperature of the food was measured. Microbiological assessment was performed for the production environment, personal hygiene, and food samples at each production and delivery step based on the process approach. It took 2 hours or longer from completion of production to meal delivery. An aerobic colony count (ACC) and coliform were not detected at knives, cutting boards, and dish towels. However, ACC (at pre-preparation, preparation, and packing areas) and coliform (at the preparation area) were detected on the hands and gloves of employees. Air-borne bacterial counts varied according to day and preparation area (ND～6 CFU/plate/15 min). Food temperatures, on the completion of production and meal delivery, fell into temperature danger zones. ACC and coliform counts of raw ingredients did not decrease after pre-preparation (washing and sanitizing) for menus involving food preparation with no cook step. ACC decreased after cooking step for menus of food preparation with cook step, but the ACC of the stir-fried and seasoned dried filefish fillet on the completion of cooking was too numerous to count due to improper heating. The ACC of seasoned young Chinese cabbages (a menu with complex food preparation) increased during delivery (from 2.5 log CFU/ml to 5.0 log CFU/ml). This qualitative assessment of foodborne pathogens revealed that *B. cereus* was detected in vegetable and meat product menus. These results suggest time-temperature control is necessary during production and delivery and management guidelines during production of home-delivered meals are provided for safe production.

Key words : home-delivered meals, children from low-income families, mircobiological assessment, foodborne illness

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2010-0012082).
접수일 : 2013년 3월 25일, 수정일 : 2013년 5월 31일, 채택일 : 2013년 6월 3일
† Corresponding author : Kyung-Eun Lee, Department of Food and Nutrition, Seoul Women's University, 621 Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea
Tel : 82-2-970-5648, Fax : 82-2-976-4049, E-mail : klee@swu.ac.kr

서 론

사회구조 변화와 경제적 양극화 현상으로 빈곤계층의 규모는 커지고 있는 추세이며(Chun 등 2002), 빈곤 아동 수의 증가에 따라 무료급식 서비스를 지원받는 아동의 수도 증가하고 있다(Ko 2008). 지난 2003년까지는 교육인적자원부에서 학기 중에 결식이나 결식우려 아동에 대해서만 무료급식을 지원하였고 그 수도 14,533명에 불과하였다. 그러나 2004년에 보건복지부가 급식지원 사업에 추가로 참여하여 지원범위를 기초생활보장대상에서 차상위계층까지의 대상으로 하였고, 기간도 방학과 학기 중 토·공휴일로 확대함에 따라 무료급식 지원을 받는 아동은 235,202명으로 급증하였다. 2007년 경제위기 이후 무료급식 지원 아동 수가 증가하여 2008년에 415,519명이 지원을 받았으며, 2012년 438,042명이 지원을 받은 것으로 나타났다(Ministry of Gender Equality and Family 2012; Ministry of Health and Welfare 2012).

결식아동은 일반적으로 '가정 사정으로 하루 한 끼 이상 굶고 있거나 외부 도움이 없을 시 굶을 우려가 높은 18세 미만의 미성년자'로 정의된다(Chung 2005). 아동의 건강과 충분한 영양 상태는 건강한 성인이 되기 위한 기초가 되므로, 아동급식은 아동의 건강과 영양에 기여하여 국가의 경쟁력을 높이는 투자라고 할 수 있다(Kwak 2006). 또한 성장기의 영양문제는 건강뿐만 아니라 지적, 정신적, 사회적 발달에도 영향을 미치므로(Kim 2008), 지속적이고 올바른 식습관 개선과 영양상태의 교정이 필요하며, 이에 따라 정부 및 민간차원에서 저소득층 아동들이 건강하게 자랄 수 있도록 지역실정과 아동의 가정환경 및 요구에 맞는 급식서비스를 제공하고 있다(Ministry of Health and Welfare 2011).

결식아동을 위한 급식서비스는 사회복지관, 민간 및 종교단체 급식소에서 교육 프로그램과 함께 제공되거나, 일반음식점 이용, 도시락 배달, 주·부식 배달, 식품권 등 다양한 형태로 지원된다. 지역 특성에 따라 다소 차이가 있지만 식품권 지급이 35.2%로 가장 많고, 주·부식 배달(26.5%), 일반음식점(12.3%), 단체급식과 도시락 배달 급식(각각 10.5%)이 이용되고 있다(Ministry of Health and Welfare 2007). 급식소나 식당을 이용한 지원 방법은 아동이 제대로 된 식사를 할 수 있고, 전달이 쉽다는 장점이 있으나, 저소득층이라는 낙인현상을 우려해 아동들의 참여율이 저하되는 단점이 있다. 주·부식 배달은 가정에서 원하는 음식을 조리할 수 있다는 장점이 있으나, 조리 능력이 부족하거나 조리해 줄 사람이 없는 경우 식사 내용이 부실해지는 단점이 있다. 식품권 지급은 아동이 원하는 음식이나 식품을 구입할 수는 있지만, 식품 외 물품 구입에 이용될 수 있다. 도시락 배달급식은 양질의 식사 제공이 가능하며 조리된 음식 제공으로 가정에서 요리부담이 적으므로 아동급식사업에 가장 부합되는 대안이 되고 있다(Yoon 2008). 그러나 가정으로 배달되는 과정 중 음식의 온도 저하와 배달에 따른 추가비용이 발생할 수 있고(Yoon 등 2009), 도시락 관리가 부적절할 경우 식중독이 발생할 우려가 있다.

단체급식에서 위생관리는 '식품이 미생물이나 해로운 물질에 오염되지 않도록 취급되거나 조리되어 급식자에게 안전한 상태로 제공되는 것(Kwak 2006)'을 말하며, 건강과 직접적으로 연관되므로 가장 중요한 관리요소라 할 수 있다. 단체급식에서 식중독이 발생하게 되는 주요 원인은 안전하지 못한 공급원으로부터 구입한 식재료 사용, 부적절한 식품 조리 및 보관온도, 오염된 조리기기와 기구 사용, 개인위생불량, 감염자에 의한 식품 취급으로 보고되고 있다(Olsen 등 2000; Chen 등 2001; Lee 등 2006; Chung 등 2010).

결식아동 가정으로 배달되는 도시락은 도시락 생산기관에서 대량 생산하여 개별포장하기 때문에 식품의 전처리, 조리종사자나 조리기구의 위생관리 등이 철저히 이루어지지 않으면 미생물에 의한 오염이 생기기 쉬우므로 개인 및 조리도구의 위생관리를 통해 교차오염의 방지가 중요하다. 도시락의 생

산 중 위생관리와 더불어 도시락 급식에는 포장과 배달 과정이 추가되기 때문에 부적절한 온도에서 장시간 노출 시 미생물이 잘 자랄 수 있는 환경을 제공하게 되어 이에 따른 식중독이 발생될 수 있는 위해요소가 많다. 우리나라 사회복지시설에서 제공하는 도시락은 저온 유통체계가 확보되지 않아 배달과정 중에 음식의 품질이 저하될 수 있다고 보고된 바 있다(Kye 등 1988). 실제 도시락 제공기관의 45%가 도시락 온도 유지를 위한 기구 및 기계를 구비하거나 방법을 시행하지 않고 있었으며(Yoon 등 2009), 냉장차를 보유하고 있었지만 작동되는 경우는 낮아 부적절한 온도 관리로 인한 미생물 증식이 우려되었다(Shin 등 1990). 배달 시 소요시간도 가정배달급식 품질유지에 매우 중요한데(Brown 2005), 미국의 Food Code에 의하면 5～57°C에서는 미생물이 빠르게 증식하므로 음식을 상온에서 2시간 이상 보관하지 않도록 하고 있다(Food and Drug Administration 2009). 미국의 가정배달 도시락 배달시간을 보면 31%의 트럭에서 총 배달시간이 2시간 이상이었고 최대 6.5시간이 걸렸으며(Namkung 등 2007), 우리나라 노인가정배달 급식도 조리완료 후 마지막 가정에 도착하기까지 평균 73.25분이 걸린 것으로 나타났다(Lee 등 2007).

가정배달 도시락의 경우 조리 후 배달시간과 온도 설정이 중요하나, 아직까지 우리나라에서는 결식아동 가정배달 도시락의 안전에 대한 연구가 많이 이루어지지 않고 있다. 특히 가정배달 도시락은 다른 단체급식과 달리 영양과 위생 전문가가 있는 기관의 비율이 낮고 조리와 배달을 주로 자원봉사자에 의존하기 때문에 비전문가에 의한 부적절한 식품관리가 가정배달 도시락의 위해요소가 될 수 있다(Chung & Kim 1997; Yang 등 1998; Lee 등 2009; Yoon 등 2009). 따라서 본 연구에서는 결식아동에게 제공되는 가정배달 도시락 서비스의 생산과 배달과정 중 식품 및 환경의 미생물 분석을 통해 결식아동을 위한 가정배달 도시락의 미생물적 위험 요소를 밝히고, 개선방안을 제시하고자 하였다.

연구방법

1. 실험 대상 및 기간

실험에 참여한 기관은 서울 소재 도시락만을 전문적으로 생산하여 지역의 저소득층 가정 아동과 노인들에게 도시락을 제공하는 업체로 아동과 노인의 도시락을 구분하여 생산하였다. 그 중 결식아동에게 제공되는 도시락의 생산과 배달 과정에 대한 전반적인 미생물 평가를 실시하였고, 분석 영역을 환경위생, 개인위생, 식품위생영역으로 분류하여 각 영역별 관련 대상을 선정하여 미생물 측정을 실시하였다. 환경위생영역에서는 교차오염의 요인이 될 수 있는 칼, 도마, 행주와 작업공간의 공중 낙하균을 실험대상으로 하였다. 개인위생영역에서는 전처리실, 조리실, 포장실에서 근무하는 조리종사자 손과 장갑의 미생물을 검사하여 교차오염의 가능성이 있는지 파악하고자 하였다. 식품위생영역에서는 도시락으로 제공되는 메뉴의 각 조리공정 단계에서 채취한 식품을 실험대상으로 하였다. 대상메뉴는 학교급식 위생관리 지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2010)에서 제시한 조리공정 분류를 기준으로 하여 기관에서 비가열 조리공정 메뉴 4종, 가열조리후 처리공정 메뉴 2종, 가열조리공정 메뉴 3종을 선정하였다. 본 실험은 2011년 1월 11일부터 2011년 2월 28일까지 진행되었다.

2. 환경위생영역의 미생물 측정

1) 칼, 도마, 행주의 미생물 측정

칼과 도마는 사용하기 전 소독된 것을 대상으로 표면을 멸균된 가스켓을 이용하여 e-swab(3M, USA)으로 표면을 스왑하였다. 행주는 사용 전 행주를 무균적으로 채취하여 얼음을 채운 아이스박스에 담아 실험실로 운반한 후 행주 25 g에 해당하는 부분을 225 ml 0.1% 펩톤용액(Samchun, Korea)에 넣고 균질기(HG400, Mayo, Italy)로 1분 30초간 스토마킹하여

그 원액을 시료로 하였다. 균질화된 희석액 1 ml를 일반세균(3M, USA)과 대장균군(3M, USA) 페트리필름에 분주하여 35°C로 고정한 배양기에서 48시간 동안 배양한 후 형성된 집락수를 계수하였다. 시료는 3일간 같은 방법으로 채취하여 분석되었다.

2) 공중 낙하균 측정

환경위생영역의 미생물 측정을 위해 식품의약품안전청(Korea Food and Drug Administration 2011)의 식품위생미생물시험법을 참고하여 표준한천배지(Difco, USA)를 제조하였다. 제조된 배지를 전처리실, 조리실, 포장실에 각각 15분씩 열어두어 공중 낙하균을 샘플링하고, 샘플링된 배지는 35°C 배양기에서 48시간 후에 생성된 집락수를 계수하였다. 공중 낙하균 측정은 3일 동안 실시하였다.

3. 개인위생영역의 미생물 측정

개인위생검사를 위해 3일 동안 전처리실, 조리실, 포장실에서 작업하는 조리종사원 1명씩 총 3명을 선정하였다. 시료 채취는 글로브주스(glove juice)방법을 사용하여 멸균된 0.1% 펩톤용액(Samchun, Korea) 200 ml를 멸균백에 부은 후, 각 공정(전처리, 조리, 포장)에 참여하기 직전 조리종사원의 손과 장갑을 멸균백에 담가 손목 부위를 밀봉하고 손과 장갑에 있는 미생물이 용액에 잘 분산될 수 있도록 2분 동안 손 전체를 골고루 마사지 하였다. 채취한 시료를 원액으로 하여 1 ml를 일반세균(3M, USA)과 대장균군(3M, USA) 페트리필름에 각각 분주하여 35°C로 고정한 배양기에서 48시간 동안 배양한 후 형성된 집락수를 계수하였다. 계수된 집락수는 희석배수를 곱한 후 log CFU/ml로 나타내었다.

4. 식품위생영역의 미생물 측정

1) 가정배달 도시락의 생산공정별 온도-소요시간 평가

도시락 메뉴 생산을 위한 각 공정을 원재료부터 배달까지 관찰하여 공정흐름도를 작성하였다(Fig. 1). 각 메뉴의 식재료 입고, 전처리, 조리, 보관, 포장, 배달 단계에서 도시락 품질에 영향을 줄 수 있는 소요시간과 조리, 보관, 포장, 배달공정의 음식 및 도시락 생산하는 전처리실, 조리실, 포장실의 온도를 측정하였다. 각 단계의 소요시간은 각 공정단계의 시작과 끝나는 지점에서 측정하였고, 온도는 각 공정단계의 끝나는 지점에서 측정하였다. 도시락 음식의 내부온도는 시료의 중심부에 탐침온도계를 꽂아 측정된 온도를 기록하였고, 주위환경 온도는 일

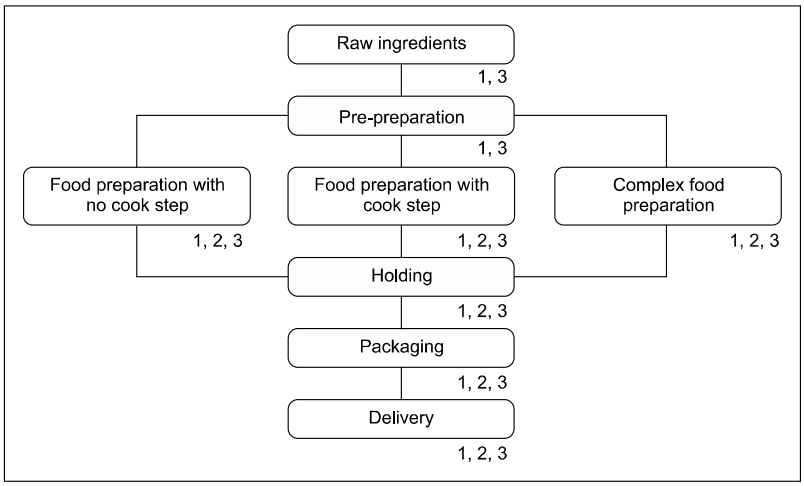

Figure 1. Product flow and indication of time-temperature measurement and microbiological assessment of home-delivered meals (1: Time measurement, 2: Temperature measurement, 3: Microbiological assessment).

반온도계를 사용하여 측정하였다. 생산공정 흐름도에 각 공정별로 온도, 소요시간, 미생물 분석을 위한 시료 채취 단계를 설정하여 표시하였다.

2) 가정배달 도시락의 생산 및 배달과정 중 일반세균수 및 대장균군수 평가

일반적으로 식품의 미생물 품질평가에 사용되는 일반세균과 대장균군을 측정하였다. 시료채취는 대상 메뉴의 각 생산 단계별 관련 식품을 생산 현장에서 멸균백에 100 g씩 채취하여 얼음을 채운 아이스박스에 담아 실험실로 운반하였으며, 시료채취와 실험 시 사용되는 모든 기구는 고압 멸균하여(121°C, 15분) 사용하였다. 채취된 시료는 클린벤치(CS-1200, Hanil, Korea)에서 25 g씩 정량하여 멸균한 0.1% 펩톤용액(Samchun, Korea) 225 ml에 넣고 균질기(HG400, Mayo, Italy)로 1분 30초간 균질화하여 원액을 제조하고 단계별로 희석하였다. 균질화된 희석액 1 ml를 일반세균(3M, USA)과 대장균군(3M, USA) 페트리필름에 각각 분주하여 35°C로 고정한 배양기에서 48시간 동안 배양한 후 형성된 집락수를 계수하여 희석배수를 곱한 후 log CFU/g로 나타내었다.

3) Polymerase chain reaction (PCR)을 이용한 가정배달 도시락의 병원성 미생물 평가

식중독 유발세균의 정성검출 실험을 위해 대상 메뉴의 생산과 배달의 각 단계별로 관련 시료를 25 g씩 정량하여 0.1% 펩톤완충용액(Difco, USA) 225 ml에 넣어 균질기로 1분 30초간 균질화하여 37°C에서 18~24시간 동안 증균 배양하였다. 증균배양액 1 ml를 1.5 ml 튜브에 넣고 12,000 rpm에서 1분간 원심분리 후 상층액을 제거하였다. 상층액을 제거한 튜브에 500 μl의 멸균된 3차 증류수를 넣고 1분간 강하게 혼합하고 12,000 rpm에서 1분 이상 원심분리 후 상층액을 제거하였는데 이 과정을 두 번 반복하였다. 상층액이 제거된 튜브에 150 μl의 멸균된 증류수를 넣고 펠렛(pellet)이 잘 풀어지도록 강하게 혼합하고, 95°C 이상에서 5분 이상 열처리를 한 후 12,000 rpm에서 5분 이상 원심분리가 끝난 튜브의 상층액 3 μl를 취하여 PCR 검출용 시료로 사용하였다.

식중독균 정성실험은 7종의 식중독균(*Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus, B. cereus, C. jejuni, C. perfringens*) 독소 유전자가 혼합된 PowerChek™ Multiplex Pathogen Detection Kit(Kogenebiotech, Seoul)와 PCR(Gene Amp PCR System 2700, AB, Singapore)을 이용하여 실시하였다. 즉, 전처리 된 상층액 3 μl, PowerChek™ Multiplex Pathogen Detection Kit 15 μl, 멸균된 3차 증류수를 혼합하여 총 양이 20 μl이 되도록 한 후 PCR을 작동시켰다. PCR 세팅은 95°C에서 12분 동안 초기 변성시킨 후, 95°C에서 30초 동안 변성, 60°C에서 30초간 아닐링, 72°C에서 30초 동안 연장반응을 총 40 사이클을 반복하였으며, 72°C에서 10분간 최종 연장반응을 시킨 후 종료하였다. PCR 증폭산물은 2% 아가로즈젤상에서 110 V로 25분간 전기영동을 하여 분리하였으며, 브로민화 에티듐(Ethidium bromide)으로 염색하고 자외선 투사기 상에서 사진을 찍어 관찰하였다.

결 과

1. 환경위생영역의 미생물 오염도 평가

세척 후 소독고에 보관된 사용하기 직전의 칼, 도마, 행주의 미생물 실험 결과 모두 일반세균과 대장균군이 검출되지 않아 세척, 소독, 보관 모두 적절한 방법으로 수행되고 있었다. 조사기관의 급식생산실은 전처리구역, 조리구역, 포장구역으로 분리되어 있어 이 구역에 대해 미생물 오염도 검사를 실시하였다. 공중 낙하균이 조사 1일에는 전처리와 조리구역에서 2 CFU/plate/15 min가 검출되었으나, 포장구역에서는 검출되지 않았다(Table 1). 조사 2일에는 전처리와 조리구역에서 1 CFU/plate/15 min로 조사 1

Table 1. Air-borne bacteria count and microbiological evaluation of employees's hands and gloves.

Area			Day 1	Day 2	Day 3	Mean±SD
Pre-preparation	Air-borne bacteria[1)]		2	1	ND	1.0±1.0
	Hands	Aerobic colony count[2)]	2.5	2.6	2.6	2.6±0.1
		Coliform[2)]	ND[3)]	ND	ND	−
	Gloves	Aerobic colony count	2.4	3.0	2.2	2.5±0.4
		Coliform	ND	ND	ND	−
Preparation	Air-borne bacteria		2	1	1	1.3±0.6
	Hands	Aerobic colony count	2.6	4.0	2.9	3.2±0.7
		Coliform	ND	2.2	ND	0.7±1.3
	Gloves	Aerobic colony count	1.9	2.1	2.6	2.2±0.4
		Coliform	ND	1.0	ND	0.3±0.6
Packaging	Air-borne bacteria		ND	6	1	2.3±3.2
	Hands	Aerobic colony count	2.7	1.9	1.4	2.0±0.7
		Coliform	ND	ND	ND	−
	Gloves	Aerobic colony count	ND	3.1	1.0	1.4±1.6
		Coliform	ND	ND	ND	−

1) Unit: CFU/plate/15 min
2) Unit: log CFU/ml
3) ND: not detected

일보다 적게 검출되었으나 포장구역에서는 6 CFU/plate/15 min로 공중 낙하균이 가장 많이 검출되었다. 조사 3일에는 전처리구역에서는 검출되지 않았고, 조리구역과 포장구역에서 1 CFU/plate/15 min로 검출되었다.

2. 개인위생영역의 미생물 오염도 평가

조사 1일에 전처리, 조리, 포장에 참여한 종사원들의 손과 장갑에서는 대장균군이 검출되지 않았으나, 일반세균수는 손에서 2.5～2.7 log CFU/ml, 장갑에서는 2.4 log CFU/ml 이하로 나타나 장갑보다 손에서 일반세균이 더 많이 검출되었다(Table 1). 조사 2일에는 조리종사자의 손에서 일반세균수가 1.9～4.0 log CFU/ml, 장갑에서는 2.1～3.1 log CFU/ml로 나타났다. 특히 조리작업을 하는 조리종사원의 손과 장갑에서 대장균군이 검출되었고, 일반세균수도 손에서 4.0 log CFU/ml, 장갑에서 2.1 log CFU/ml로 나타나 부적절한 손세척으로 인한 교차오염의 위험을 내포하고 있었다. 조사 3일에는 조사 1일과 같이 전처리, 조리, 포장에 참여한 조리종사원들의 손과 장갑에서 대장균군이 검출되지 않았으나, 일반세균수는 손에서 1.4～2.9 log CFU/ml, 장갑에서는 1.0～2.6 log CFU/ml로 장갑보다 손에서 더 많은 일반세균이 검출되었다.

3. 식품위생영역의 미생물 평가

1) 가정배달 도시락의 생산공정별 온도-소요시간 평가

비가열 조리공정 메뉴 중 도라지오이무침의 생산공정별 소요시간과 온도 측정결과, 전처리에서 조리까지 1시간 30분 정도 소요되었다(Table 2). 도라지오이무침의 조리 완료 후 온도는 8.8°C로 위험온도인 4～60°C에 이미 노출되어 있었고, 포장단계에서 10.9°C, 배달단계에서 19.6°C로 온도가 계속 상승하였다. 배달음식과 같은 상하기 쉬운 음식은 상온에서 2시간 이상 노출되지 않도록 권고하는데(Food

Table 2. Time-temperature, microbiological evaluation, and foodborne illness pathogens qualitative analysis of menus of preparation with no cook step.

Menu	Step	Food	Time[1)] (min)	Food temperature[2)] (°C)	Aerobic colony count[2)] (log CFU/ml)	Coliform[2)] (log CFU/ml)	Foodborne pathogen	
							B. cereus	*S. aureus*
Seasoned balloon flower and cucumber	Receiving	Balloon flower	60	−	4.6	3.2	+[4)]	−[5)]
		Cucumber		−	4.5	ND[3)]	+	−
	Pre-preparation	Balloon flower	60	−	4.3	1.2	+	−
		Cucumber		−	4.2	3.4	+	−
	Preparation		30	8.8	4.5	3.3	+	−
	Packaging		30	10.9	4.5	3.4	+	−
	Delivery		30	19.6	3.7	3.0	+	−
Seasoned acorn jello	Receiving	Acorn jello	60	−	ND	ND	−	−
		Cucumber		−	5.2	3.2	−	−
		Carrot		−	4.7	2.7	−	+
		Crown daisy		−	7.4	3.0	−	+
	Pre-preparation	Acorn jello	60	−	2.5	1.7	−	−
		Cucumber		−	ND	1.0	−	+
		Carrot		−	6.2	2.3	−	−
		Crown daisy		−	6.4	3.3	−	+
	Preparation		40	7.7	4.4	1.2	−	−
	Packaging		40	16.4	5.1	ND	−	−
	Delivery		30	20.0	4.5	1.0	−	−
Yogurt salad	Receiving	Cucumber	60	−	6.2	3.4	+	−
		Green bell pepper		−	6.7	2.9	+	−
		Corn salad		−	2.0	1.5	−	−
	Pre-preparation	Cucumber	30	−	6.0	3.0	−	−
		Green bell pepper		−	5.9	1.2	+	−
		Dressing		−	ND	1.4	−	−
	Preparation		20	8.5	3.2	2.6	−	−
	Holding		30	10.3	3.0	1.5	+	−
	Packaging		30	17.3	3.4	1.4	+	−
	Delivery		30	28.2	3.0	2.6	+	−
Seasoned salted small octopus and white radish	Receiving	Salted small octopus	60	−	5.1	1.4	−	−
		White radish	30	−	4.3	1.2	+	−
	Pre-preparation	White radish	30	−	4.4	1.9	+	−
	Preparation		60	14.2	4.2	1.6	−	−
	Holding		100/60	3.9/13.7	4.2	0.7	−	−
	Packaging		70	17.3	4.2	0.7	−	−
	Delivery		80	22.0	4.4	0.7	−	−

1) Time spent from beginning to completion of each process
2) Measured at the completion point of each process
3) ND: not detected
4) +: positive
5) −: negative

and Drug Administration 2009), 도토리묵무침의 조리 소요시간은 40분이었고, 포장 시작부터 배달완료까지 1시간 10분 정도 소요되어 총 2시간을 넘지 않았다. 그러나 조리완료 후 7.7°C이었던 음식온도가 배달완료 시 20°C로 올라갔다. 요거트 샐러드는 조리완료 후 음식내부 온도가 8.5°C이었던 것이 보관단계에서 10.3°C, 포장단계에서 17.3°C, 배달단계에서 28.2°C로 점차 온도가 증가되었다. 낙지젓무무침은 저녁에 배달되는 메뉴이나 조리는 오전 중에 완료되고, 냉장보관 후 포장, 배달되었다. 조리완료 후 낙지젓무무침의 온도는 14.2°C로 측정되었으나 3시간 보관 후 음식의 온도는 3.9°C로 측정되었다. 그러나 포장 전 미리 냉장고에서 꺼내어 상온에서 1시간 정도 방치하여 낙지젓무무침의 온도는 포장하기 직전 13.7°C였고, 포장단계를 거치면서 지속적으로 온도(17.3°C)가 상승하여 배달 시에는 22°C로 높아졌다.

가열 조리공정 메뉴인 햄부침도 저녁에 배달되는 메뉴이었지만 조리는 오전 중에 완료되고, 상온에서 보관 후 포장, 배달되었다(Table 3). 조리직후 햄부침의 내부 온도는 82.0°C였고, 상온에서 2시간 동안 보관 후, 온도가 19.6°C로 낮아졌다. 포장완료 후 저하된 온도(18.3°C)는 배달완료 후 19.7°C로 상승하였고, 배달시간만 1시간 20분이 소요되었다. 쥐포채무침은 조리 후 배달완료까지 약 2시간이 소요되었고, 조리완료 후 음식 내부 온도는 50.4°C에서 포장완료 후

Table 3. Time-temperature, microbiological evaluation, and foodborne illness pathogens qualitative analysis of menus of food preparation with cook step.

Menu	Step	Food	Time[1)] (min)	Food temperature[2)] (°C)	Aerobic colony count[2)] (log CFU/ml)	Coliform[2)] (log CFU/ml)	Foodborne pathogen		
							B. cereus	*S. aureus*	*C. perfringens*
Pan-fried ham	Receiving	Ham	50	−	0.4	ND	+[5)]	−[6)]	−
	Preparation		60	82.0	ND[3)]	ND	−	−	−
	Holding		120	19.6	0.1	ND	−	−	−
	Packaging		100	18.3	2.2	ND	−	−	−
	Delivery		80	19.7	0.5	ND	+	−	−
Stir-fried and seasoned dried filefish fillet	Receiving	Dried filefish fillet	90	−	5.4	2.3	−	−	−
	Preparation		40	50.4	TNTC[4)]	ND	−	−	−
	Packaging		40	26.7	4.7	ND	−	−	−
	Delivery		50	20.0	4.9	1.0	−	+	−
Stir-fried sausage and vegetables	Receiving	Green bell pepper	60	−	4.9	3.6	+	−	−
		Onion	60	−	3.7	1.4	+	−	−
		Sausage	110	−	ND	ND	+	−	−
	Pre-preparation	Green bell pepper	50	−	2.8	2.2	+	−	−
		Onion	50	−	2.8	ND	+	−	−
	Preparation		70	84.0	2.2	ND	+	−	+
	Holding		110	26.5	1.7	ND	+	−	−
	Packaging		100	18.6	1.3	ND	+	−	−
	Delivery		100	21.5	2.0	ND	+	−	+

1) Time spent from beginning to completion of each process
2) Measured at the completion point of each process
3) ND: not detected
4) TNTC: too numerous to count
5) +: positive
6) −: negative

Table 4. Time-temperature, microbiological evaluation, and foodborne illness pathogens qualitative analysis of menus of complex food preparation.

Menu	Step	Food	Time[1)] (min)	Food temperature[2)] (°C)	Aerobic colony count[2)] (log CFU/ml)	Coliform[2)] (log CFU/ml)	Foodborne pathogen
							B. cereus
Seasoned young Chinese cabbage	Receiving	Carrot	60	−	3.4	0.5	+[4)]
		Young Chinese cabbage		−	3.3	ND[3)]	+
	Pre-preparation	Carrot	150	−	3.6	0.7	−[5)]
		Young Chinese cabbage	150	−	2.2	ND	+
	Preparation		30	9.0	2.5	0.5	+
	Holding		70	9.0	2.7	0.2	+
	Packaging		110	11.7	2.5	ND	+
	Delivery		80	20.4	5.0	0.4	+
Seasoned young radish with soybean paste	Receiving	Carrot	50	−	3.0	ND	−
		Young radish	50	−	3.6	ND	+
	Pre-preparation	Carrot	70	−	3.7	ND	−
		Young radish	70	−	3.8	1.8	+
	Preparation		60	14.2	2.7	ND	−
	Holding		90	15.2	2.8	ND	+
	Packaging		110	18.3	2.8	ND	+
	Delivery		90	21.4	2.8	ND	+

1) Time spent from beginning to completion of each process
2) Measured at the completion point of each process
3) ND: not detected
4) +: positive
5) −: negative

26.7°C, 배달완료 후 20.0°C로 낮아졌다. 소세지 야채볶음의 내부 온도는 조리 완료 후 84.0°C였고, 포장완료 후 18.6°C로 낮아지긴 하였으나 배달완료 후 21.5°C로 온도가 상승하였고, 포장에서부터 배달까지 약 3시간 20분이 소요되었다.

가열조리후 처리공정메뉴인 얼갈이 무침은 양념을 섞어 무친 후 1시간 정도 냉장고에 보관되었고 그 때의 음식 내부 온도는 9°C이었다(Table 4). 포장시작부터 배달완료까지 3시간 이상이 소요되었고 온도는 포장완료 후 11.7°C였던 것이 배달완료 후 20.4°C로 높아졌다. 열무된장무침은 조리완료 시 내부온도가 14.2°C였고, 조리완료 후 약 1시간 30분 동안 상온에 보관되었고, 보관 시 15.2°C로 측정되었다. 포장완료 후 18.3°C였던 열무된장무침은 배달완료 후 21.4°C로 상승된 수치를 나타냈으며 포장에서 배달 단계 동안 3시간 이상의 시간이 소요되었다.

2) 가정배달 도시락의 생산 및 배달과정 중 일반세균수 및 대장균군수 평가

미생물 평가기준은 원재료와 전처리 식품은 국내 기준이 없어 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준을 참고하여 일반세균수 6.0 log CFU/g, 대장균군수 3.0 log CFU/g 미만이 안전하다고 평가하였다. 조리단계를 포함한 이후의 과정은 국내 학교급식 위생관리 지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2004)를 참고하여 비가열 조리공정메뉴, 가열조리후 처리공정메뉴는 일반세균수 6.0 log CFU/g, 대장균군수 3.0 log CFU/g 미만이 안전하다고 평가하였고, 가열 조리공정은 일반세균수 5.0 log CFU/g, 대장균군

수 2.0 log CFU/g 미만이 안전하다고 평가하였다.

비가열 조리공정메뉴 중 도라지오이무침의 일반세균수는 원재료 상태인 도라지 4.6 log CFU/g, 오이 4.5 log CFU/g로 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 적합한 수준이었다. 그러나 세척, 소독, 절단 과정이 있는 전처리과정 이후에도 일반세균수는 크게 줄어들지 않았고, 배달완료 후 일반세균수는 3.7 log CFU/g로 나타났다(Table 2). 대장균군수는 도라지의 경우 원재료에서 3.2 log CFU/g였으나, 전처리 후 1.2 log CFU/g로 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 적합한 수준이었으나 오이와 혼합하는 조리단계를 거치면서 3.3 log CFU/g로 증가되어 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2004)에서 제시한 기준에 부적합한 수준이었다. 도토리묵무침의 원재료인 도토리묵에서는 일반세균과 대장균군 모두 검출되지 않았지만 오이, 당근, 쑥갓에서 일반세균과 대장균군이 검출되었다. 특히 쑥갓은 일반세균수가 7.4 log CFU/g였고, 오이와 쑥갓의 대장균군수는 각각 3.2 log CFU/g, 3.0 log CFU/g로 나타나 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 부적합한 수준이었다. 전처리 후에 도토리묵에서는 일반세균이 검출되었고, 당근의 일반세균수는 6.2 log CFU/g로 오히려 증가하였으며, 쑥갓도 6.4 log CFU/g로 나타나 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 부적합한 수준이었다. 조리된 도토리묵무침은 배달완료 시 일반세균수는 4.5 log CFU/g, 대장균군수는 1.0 log CFU/g으로 감소하여 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2004)에서 제시한 기준에 적합한 수준이었다.

요거트샐러드에서 원재료의 일반세균수가 오이 6.2 log CFU/g, 피망 6.7 log CFU/g였고, 대장균군수는 오이 3.4 log CFU/g로 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 부적합한 수준이었다. 전처리 후 오이와 피망의 일반세균수는 각각 6.0 log CFU/g, 5.9 log CFU/g였고, 대장균군수는 오이 3.0 log CFU/g, 피망 1.2 log CFU/g로 줄어들었다. 요거트샐러드 조리 후 배달완료 시 일반세균수는 3.0 log CFU/g, 대장균군수는 2.6 log CFU/g로 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2004)에서 제시한 기준에 적합한 수준이었다. 낙지젓무무침에서 낙지젓은 원재료 상태에서 일반세균수가 5.1 log CFU/g였고, 대장균군수도 1.4 log CFU/g였다.

가열 조리공정메뉴 중 햄부침의 미생물 분석에서는 대장균군이 원재료에서 배달완료까지 검출되지 않았으나, 일반세균수는 원재료에서 0.4 log CFU/g 이었다. 가열조리 후 일반세균은 검출되지 않았으나 배달완료 후 0.5 log CFU/g 수준으로 증가하였다(Table 3). 쥐포채무침에서 쥐포채 원재료의 일반세균수는 5.4 log CFU/g, 대장균군수는 2.3 log CFU/g였고, 조리가 완료된 후 대장균군은 검출되지 않았으나 일반세균수는 TNTC(Too Numerous to Count)로 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2004)에서 제시한 기준에 부적합한 수준이었다.

소세지야채볶음의 원재료인 피망과 양파에서 일반세균수는 각각 4.9 log CFU/g, 3.7 log CFU/g로 기준보다 낮았다. 피망의 대장균군수는 3.6 log CFU/g였고, 소세지에서는 일반세균과 대장균군이 검출되지 않았다. 전처리 후 피망의 대장균군수는 2.2 log CFU/g로 감소하였고, 양파에서는 대장균군이 검출되지 않아 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 적합한 수준이었다. 또한 전처리 후 피망과 양파 모두 일반세균수가 2.8 log CFU/g로 크게 감소하였다. 조리 후 배달이 완료될 때까지 대장균군은 검출되지 않았고, 일반세균수는 조리 후 2.2 log CFU/g로 감소하였다.

가열조리후 처리공정메뉴인 얼갈이 무침에 사용된 당근은 세척된 상태로 입고되었고 얼갈이도 어느 정도 다듬어진 상태로 입고되어서 원재료 상태의 당근과 얼갈이의 일반세균수는 각각 3.4 log CFU/g, 3.3 log CFU/g였고, 대장균군수는 당근에서 0.5 log CFU/g, 얼갈이에서는 검출되지 않아 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 적합한 수준이었다(Table 4). 데치기 작업이 포함된 전처리 후 얼갈이의 일반세균수는 2.2 log CFU/g로 원재료보다 감소

하였다. 전처리공정 중 가열처리 없이 소독과 절단 작업을 거친 당근은 전처리 후 일반세균수가 3.6 log CFU/g였다. 완성된 얼갈이무침의 일반세균수는 보관 종료 시와 포장 완료 시 각각 2.7 log CFU/g, 2.5 log CFU/g였으나 배달완료 시 5.0 log CFU/g으로 크게 증가하였지만 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2004)에서 제시한 기준에 적합한 수준이었다. 대장균군은 전반적으로 오염 수준이 낮고 크게 증식하지 않았다. 열무된장무침에서 원재료 당근과 열무의 일반세균수는 각각 3.0 log CFU/g, 3.6 log CFU/g였고, 전처리 후 당근과 열무의 일반세균수는 각각 3.7 log CFU/g, 3.8 log CFU/g으로 Buckalew 등(1996)이 제시한 기준에 적합한 수준이었다. 특히 열무는 데치기 작업을 포함한 전처리공정을 거침에도 불구하고 원재료 상태일 때와 일반세균수에서 큰 차이가 없었다. 조리완료 후 열무된장무침에서 일반세균수가 2.7 log CFU/g였으며, 보관과 포장완료 시 각각 2.8 log CFU/g로 변화가 없었다. 열무된장무침의 대장균군수는 전체 생산공정 중 전처리 된 열무에서 1.8 log CFU/g으로 나타나고 그 외 단계에서는 검출되지 않아 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education, Science and Technology 2004)에서 제시한 기준에 적합한 수준이었다.

3) PCR을 이용한 가정배달 도시락의 병원성 미생물 평가

Salmonella spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes, S. aureus, B. cereus, C. jejuni, C. perfringens*의 7종의 식중독균을 동시 검출할 수 있는 PCR Kit를 이용하여 정성 검사한 결과, 비가열 조리공정 메뉴 중 도라지오이무침의 전체 단계에서 *B. cereus*가 검출되었다(Table 2). 또한 요거트샐러드의 원재료상태의 오이, 피망, 전처리 후 상태의 피망과 조리 후 보관완료, 포장완료, 배달완료 시에 *B. cereus*가 검출되었고, 낙지젓무무침은 원재료와 전처리 후 무에서 *B. cereus*가 검출되었다. 도토리묵무침은 원재료 상태의 당근과 쑥갓, 전처리 후 오이와 쑥갓에서 *S. aureus*가 검출되었으나 조리완료 이후에는 검출되지 않았다.

가열조리 공정메뉴 중 햄부침에서 원재료와 배달완료 시 7종의 식중독균 중에서 검출된 식중독균은 *B. cereus*였다(Table 3). 쥐포채볶음에서 원재료, 포장완료 시까지 *S. aureus*가 검출되지 않았지만 배달완료 후 검출되었으며, 소세지야채볶음에서 모든 원재료와 생산단계에서 *B. cereus*가 검출되었고, 조리 및 배달완료 시 *C. perfringens*가 검출되었다. 가열조리 후 처리공정메뉴는 얼갈이무침에서 원재료상태의 당근과 얼갈이, 전처리 된 얼갈이와 조리, 보관, 포장, 배달완료 시에 *B. cereus*가 검출되었고, 열무된장무침에서는 원재료상태와 전처리 된 열무와 보관완료, 포장완료, 배달완료에서 *B. cereus*가 검출되었다(Table 4).

고 찰

가정배달 도시락 생산 조리실에서 사용되는 칼과 도마, 행주에서 일반세균과 대장균군이 검출되지 않았다. 그러나 조리종사자의 손과 장갑에서 일반세균이 검출되었으며 조리종사원의 장갑보다 손에서 더 많은 일반세균이 검출되었다. 또한 전처리나 포장작업에서는 검출되지 않았던 대장균군이 조리작업을 하는 종사원의 손과 장갑에서 검출되어 교차오염의 위험을 보였다. 조리종사원의 손에 있는 많은 병원균은 조리과정 중 조리된 음식에 전이될 수 있는 가능성이 있다(Restain & Charles 1990). 식품에서 손으로, 손에서 식품으로 *E. aerogenes*의 전달이 장갑을 착용하였을 때가 그렇지 않은 경우보다 낮다고 하였지만 장갑 사용으로 완전한 교차오염의 위험을 제거할 수 없다고 보고되었다(Montville 등 2001). 그러므로 교육을 통해 손과 장갑에 대한 중요성을 파악하고, 올바른 손 씻기, 장갑사용 시 자주 교체하는 습관을 통해 손과 장갑으로 인한 오염을 줄이도

록 해야겠다.

가정배달 도시락 생산공정별 소요시간과 온도의 측정 결과, 비가열 조리공정 메뉴의 전처리부터 배달완료까지 2시간 30분에서 5시간 이상까지 소요되었다. 또한 조리완료 후 7.7°C～14.2°C였던 음식 온도는 배달완료 시 19.6°C～28.2°C로 높아졌다. Kim & Ryu(2003)의 노인가정배달급식 연구에서 음식을 조리한 후 배달완료까지 5시간 이상 소요되었으며 냉각 후에도 음식의 온도가 위험온도범주에 노출되어 잠재적인 위험이 제기되었다. 배달과정이 포함된 외부운반 학교급식에서도 조리완료 후 배식까지 2시간 이상 소요되었고 배식 직전의 온도가 22.8°C～27.6°C로 나타나(Jeong & Ryu 2012) 배식 지연 시 미생물 증식이 우려되었다. 특히 비가열 조리공정 메뉴의 식재료는 가열공정을 거치지 않으므로 세척, 보관 및 배달과정 중 온도-시간관리가 철저하게 이루어져야 할 것이다. 또한 생산 후 온도와 시간이 부적절하게 관리된 도시락을 아동들이 바로 먹지 않고 섭취까지 시간이 지연된다면 식중독 위험성은 높아질 수 있다. 가정배달 도시락을 수혜 받는 아동의 경우 가정에서 식사 관리를 해 줄 어른이 없는 경우가 많고, 식품 안전에 대한 지식이 부족하므로 도시락을 배달 받은 후 보관 방법, 섭취 시간 등에 대한 정확한 지침이 제공되어야 할 것이다.

가열조리공정 메뉴인 햄부침은 조리 후 2시간 동안 상온에서 보관되었는데, 그 결과 포장 직전 햄부침의 내부 온도는 19.6°C였고, 배달완료 시 온도는 19.7°C였다. 위험온도에 노출되는 시간을 줄이기 위해, 햄부침 조리 작업은 포장과 배달 직전에 완료될 수 있도록 작업 시간을 조절하거나 조리 후 빠른 냉각, 배달까지 냉장보관 등을 실시하여야 할 것이다.

도시락으로 제공되는 식품의 미생물 분석 결과, 전처리 과정을 거쳤음에도 불구하고 원재료 상태와 일반세균수와 대장균군수와 비슷하거나 더 증가하는 결과를 보였고, 가열과정이 있는 공정에서 비로소 미생물수가 감소하였다. 비가열 조리공정 메뉴 중 요거트샐러드의 재료인 오이와 피망의 일반세균수와 대장균군수는 전처리 후 원재료 상태와 크게 차이가 나지 않았고, 도라지오이무침에서 전처리 된 오이나 도토리묵무침의 전처리 된 도토리묵에서 원재료 상태일 때 검출되지 않았던 대장균군이 검출되었다. 낙지젓무무침에 사용된 무 역시 세척, 소독, 절단 과정을 거친 후에도 원재료에 비해 일반세균이 크게 감소하지 않았고, 대장균군은 약간 더 증가하는 경향을 보였다. 이는 세척과 소독과정이 부적절하였거나, 전처리 작업 동안 사용된 칼과 도마, 조리종사원의 손에 의해 교차오염이 발생한 것으로 사료되었다. Kim & Cha(2002)도 단체급식소에서 생채소의 전처리 후에도 세균수가 감소하지 않았다고 보고하였고, Nam(2006)도 한식당에서 세척한 채소류에서 *E. coli*와 *S. aureus*가 검출되었다고 보고한 바 있다. 단체급식에서 비가열조리 생채소의 소독효과 연구결과에서 총 네 개 급식소 중 소독을 실시한 두 개 급식소에서 부추의 원재료 일반세균수가 10^7 CFU/g 이상으로 부적합한 수준이었으나 세 번의 소독과정을 거친 후 조리음식 품질기준에 적합해졌다. 반면 소독을 실시하지 않았던 다른 두 급식소에서는 오염된 원재료가 세척 후 약간 감소하는 경향을 보였으나 전처리가 끝난 후 일반세균수 측정결과 조리식품 품질기준을 초과하여 부적합한 상태로 나타났다(Moon 등 2004). 조리과정 중 가열공정이 없는 비가열 조리공정 메뉴의 생산 과정에서는 세척·소독작업을 하는 전처리단계가 중요관리점이 되므로(Hong 등 2009), 이 과정 중 올바른 소독과정이 강조되어야 하며, 교차오염을 예방하기 위해 칼과 도마 같은 조리도구의 위생관리가 이루어져야 할 것이다. 특히 무침류나 샐러드류는 무치기나 버무리기 같은 수작업이 병행되므로 반드시 각 작업에 맞는 소독된 고무장갑이나 위생장갑을 사용하도록 강조되어야 할 것이다.

도토리묵무침은 비가열공정 메뉴임에도 불구하고 조리 후 배달까지 일반세균수(4.4～5.1 log CFU/g)와 대장균군수(1.0～1.2 log CFU/g)가 크게 증가하지 않

았는데, 이는 조리 시 사용되었던 양념장 성분이 미생물을 감소시키는 역할을 한 것으로 판단된다. 실제 마늘에서 추출한 diallyl sulfide와 diallyl disulfide과 같은 유기황화합물이 갈은 쇠고기에서 일반세균수를 감소시키고 병원성세균, 식중독 균의 성장을 저해한다고 보고되었다(Yin & Cheng 2003). 요거트 샐러드는 조리 후 전처리 상태보다 일반세균수가 감소하였고, 배달이 완료될 때까지 일반세균수에서 큰 변화가 없었다. 요거트는 젖산균 증식으로 생성된 젖산에 의해 pH 4.4~4.5 정도의 환경이므로(No 등 2007), 요거트 드레싱이 미생물 성장 억제 작용을 한 것으로 판단된다. 단체급식소에서 조리 전 일반세균수가 높았던 경우에도 식초로 양념한 메뉴에서 조리 후 일반세균수가 안전한 수치로 감소되었다고 보고된 바 있다(Moon 등 2004). 그러나 같은 연구에서 액젓을 사용한 경우에는 조리전과 후에서 모두 일반세균수가 부적합한 수준으로 나타났다.

가열조리공정메뉴 중 햄부침과 소세지야채볶음에서는 조리 직후 일반세균이 검출되지 않았으나, 보관 후 검출되었다. 즉, 이 메뉴에서 일반세균수가 증가한 요인은 조리온도는 적절하였지만, 상온에서 장시간 보관된 결과로 사료된다. Tuner & Glew (1982)는 가정배달 도시락의 경우 온도유지를 위해 알루미늄용기에 도시락을 넣어 배달하더라도 보관시간이 2시간을 넘으면 뜨거운 음식의 온도가 약 41°C로 낮아져 적절한 온도를 유지할 수 없다고 보고하였다. 그러므로 도시락 생산 시 효과적인 작업설계를 통해 각각의 생산공정별 작업시간을 조절하고 위험온도에 식품이 노출되는 시간을 단축해야 할 것이다. 쥐포채볶음은 조리 후에 일반세균수가 TNTC로 나왔는데, 그 이유는 조리가 끝났을 때 쥐포채볶음의 내부 온도가 50.4°C로 불충분하게 가열되었기 때문이었다. 이 온도는 일반적으로 권장하는 최저 가열온도인 65°C에 크게 미달되고 Bobeng & David(1978)가 제시한 조리온도 기준(74°C)보다 낮은 온도였다. 또한 조리과정 시 조리종사원이 소독된 조리도구를 사용하여 조리를 하지 않고 고무장갑을 낀 채로 쥐포채와 양념을 섞으면서 볶아 교차오염이 가능했으리라 판단된다. 가열조리 시에는 식품 내부 온도가 74°C 이상이 되도록 가열온도와 가열시간을 준수하고, 올바른 조리방법을 준수하여 안전한 도시락을 생산할 수 있도록 해야 할 것이다.

가열조리후처리공정 메뉴 중에서 얼갈이무침의 일반세균수는 포장 시 2.5 log CFU/g였으나, 배달 후 5.0 log CFU/g로 급격히 증가하고 포장 후 배달까지 온도가 지속적으로 상승하였는데, 이 역시 생산 및 배달 중 시간·온도관리가 부적절했기 때문이었다. 얼갈이무침과 열무된장무침은 원재료를 데치는 열처리를 거침에도 불구하고 원재료와 전처리재료의 일반세균수 차이가 크게 없었다. 이는 데친 후 찬물에 헹구는 과정과 절단 과정 중에 교차오염이 발생했기 때문으로 사료된다. 경남지역 초등학교 급식소에서 수질의 일반세균을 측정한 결과, 다섯 군데 급식소 중 두 군데의 급식소에서 일반세균이 1.0×10^6 CFU/ml, 1.0×10^4 CFU/ml로 높게 검출되었고, 상수원수의 경우 음용수의 일반세균 기준을 초과하여 위생관리와 연관성이 높을 것으로 보고되었다(Park 등 2003). 실제로 작업공정관리 중 위생관리가 가장 취약한 부분은 전처리공정에서 사용되는 세척용수의 온도관리로 나타나(Lee & Ryu 2007), 오염된 음용수를 이용하거나 미생물 생육에 적합한 온도로 관리되는 세척용수를 생산공정에 사용할 경우 식품은 미생물에 노출되고 오염될 가능성이 한층 높아질 것이라고 보고되었다(Ha & Ryu 2005).

PCR을 이용해 원재료와 생산 및 배달과정 중 도시락에서 7종의 식중독균 정성검사를 실시한 결과 비가열조리공정 메뉴에서 검출된 식중독균은 *B. cereus*였다. 주로 농작물과 채소류에서 많이 검출되는 이 균은 토양 상재균이므로 흙을 통해 오염될 가능성이 높으며(Kim & Choi 2009), 불충분한 세척이나 전처리를 통해 교차오염이 될 수 있다고 하였다(Valero 등 2002). Kim & Shin(2008)의 연구에서 전처리 된 호박과 당근 및 비가열 조리메뉴인 무생채와 단무지무침에서 *B. cereus*가 검출되었고, Shin 등

(2008)의 연구에서도 전처리된 채소와 조리식품에서 *B. cereus*가 검출되었다. 비가열 조리공정메뉴와 같이 충분한 열처리를 거치지 않는 식품은 철저한 전처리가 시행되지 않으면 원재료의 *B. cereus*이 그대로 존재하여 보관, 포장, 배달 기간 중에 온도-시간 관리가 부적절할 경우 증식할 우려가 있으므로 주의가 요구된다(Kim & Cha 2002).

가열조리공정 메뉴 중 햄부침의 원재료에서 *B. cereus*가 검출되었으나 조리 완료 시 검출되지 않았다. 그러나 보관, 포장, 배달 과정 중 시간이 지나면서 *B. cereus*가 검출되었고, 포장시작에서 배달완료까지 온도가 18.3°C～19.7°C였고, 조리 완료 후 배달까지 5시간이 소요되었다. *B. cereus*는 내열성 포자를 형성하여 가열조리 후에도 식품에 남아있어 식중독을 유발할 수 있는데(Kim & Shin 2008), Valero 등(2007)의 연구에서 33개 식품의 *B. cereus*의 성장온도를 조사한 결과 12°C, 30°C, 37°C에 노출되었을 때 모든 식품에서 *B. cereus*가 나타났다. Chang & Lee(2009)의 연구에서도 조리완료된 볶음밥에서 *B. cereus*가 검출되지 않았으나, 35°C에서 저장된 볶음밥이 저장시간이 길어짐에 따라 포자의 발아로 균이 성장한 것을 확인하였다. 이를 통해 배달 과정 시 포자 상태로 열처리를 거친 *B. cereus*가 보관, 배달 중 증식한 것으로 보인다.

쥐포채볶음에서는 원재료부터 포장까지 *S. aureus*가 검출되지 않았지만 배달단계에서 검출되었고, 소세지야채볶음에서는 조리 및 배달단계에서 *C. perfringens*가 검출되었다. 사람은 피부에 식중독 병원균을 가지며 식품을 다룰 때 식중독 병원균이 전이될 수 있으므로 손으로 조리된 음식을 만지지 않도록 권고한다(Bryan 1990). 그러나 패스트푸드점 및 일반음식점 조리종사자 손의 미생물 검사에서 *S. aureus, E. coli* 등의 병원성 세균이 검출되어 위생관리가 잘 이루어지지 않는 것으로 나타났다(Kim 등 2012). 이로 보아 *S. aureus*나 *C. perfringens*에 오염된 조리종사자의 손이나 장갑을 통해 교차오염되어 배달 중에 증식한 것으로 판단된다.

가열조리후처리공정 메뉴인 얼갈이무침과 열무된장무침의 원재료에서 검출된 *B. cereus*는 토양에서 오염된 것으로 보인다. 또한 두 메뉴 모두 전처리에서 데침 과정을 거쳤음에도 *B. cereus*가 검출되었는데 포자를 형성할 수 있는 *B. cereus*는 135°C에서 4시간 동안 가열해도 사멸되지 않기 때문에(Kim & Choi 2009) 부적절한 세척과 데치기 과정 및 부적절한 온도 관리가 원인으로 조리, 보관, 배달단계에 영향을 미쳐 지속적으로 *B. cereus*가 검출된 것으로 판단된다. 그러므로 *Bacillus*와 같은 포자 형성균을 통제하기 위해 적절한 세척과 소독, 가열과 함께 작업 및 저장동안 온도관리가 강조되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 결식아동 가정배달 도시락의 안전한 생산 및 배달을 위해 각 단계별 중점 관리점을 정리하면 구입한 원재료는 빠른 시간 안에 검수를 끝내고 검수가 끝난 후 육류, 생선 등의 잠재적 위해식품은 검수 후 빨리 냉장고에 보관하여 상하는 일이 없도록 하며, 저장 공간은 항상 청결함을 유지해야 한다. 전처리 단계에서는 원재료의 세척과 소독을 철저히 하고, 특히 비가열 조리공정메뉴는 가장 확실하게 미생물이 사멸할 수 있는 가열공정이 없기 때문에 전처리단계 시 세척과 소독을 철저히 해야 한다. 칼, 도마 등의 기구나 용기는 조리된 식품, 어류, 육류, 채소류 등으로 구분해서 사용하도록 하며, 조리종사자의 손 씻기 등의 개인위생을 수행하여 교차오염이 일어나지 않도록 해야 한다.

조리단계에서는 가열조리 시 조리식품의 내부 온도가 최소 74°C 이상이 되어 미생물이 사멸할 수 있는 기회를 통해 조리식품이 안전할 수 있도록 하며, 도구를 사용하여 조리하도록 해야 한다. 보관단계에서는 조리된 식품을 7°C 이하의 냉장온도에서 저장하여 미생물이 증식하지 않도록 하며, 깨끗한 용기에 조리식품을 담고 뚜껑을 닫아 교차오염이 일어나지 않도록 해야 한다. 포장단계에서는 조리종사원의 손과 장갑, 앞치마 등의 개인위생과 포장작업대, 포장용기 등의 환경을 청결하게 하여 교차오염이 일어나지 않도록 하며, 포장완료 후 도시락을 보온

・보냉 가방에 보관하거나 신속히 냉장탑차에 옮겨 적절한 온도가 유지되어 미생물이 증식되지 않도록 해야 한다. 배달단계에서는 미생물이 증식하지 못하도록 냉장온도를 유지하며, 깨끗하게 도시락을 배달하기 위해 배달차와 작업자의 위생도 관리하도록 해야한다. 또한 조리 후, 2시간 이내로 배달하여 아동들이 안전한 도시락을 받고 섭취할 수 있도록 해야 한다.

결식아동 가정배달 도시락을 제공하는 급식시설에 전문가가 배치되어 있는 비율은 28%로 매우 낮은 실정이다(Yoon 등 2009). 본 연구에서는 영양사가 관리를 하고 있어 안전관리가 잘 이루어지고 있는 시설임에도 생산 중 전처리 시 식품의 세척, 소독 및 개인위생으로 인한 교차오염, 부적절한 조리온도와 조리완료 후 보관에서 배달까지 부적절한 시간-온도관리로 인해 미생물 증식이 우려되었다. 전문 급식관리자의 부재 시 이 같은 위험은 더 높아질 우려가 있으므로 지역차원에서 관련기관 급식관리자를 대상으로 한 위생관리 교육이 필요하다. 또한 전문 급식관리자가 없는 기관을 위해서는 도시락 생산 시 적절한 소독농도, 세척방법, 교차오염 방지 등의 위해요소관리 매뉴얼을 제공하여 위생관리가 가능하도록 하는 지원이 필요하리라 생각된다.

요약 및 결론

본 연구는 결식아동을 대상으로 제공되는 급식 프로그램 중 하나인 가정배달 도시락의 생산 및 배달과정 중 식품과 환경의 미생물 분석을 실시하여 안전한 도시락을 제공하기 위한 방법을 모색하고자 하였으며, 결과는 다음과 같다.

1. 급식 생산실 환경 미생물 오염도 평가를 실시한 결과 사용하기 전의 칼, 도마, 행주에서 일반세균과 대장균군이 검출되지 않아 적절한 세척, 소독, 보관이 이루어진 것으로 나타났다. 조리종사자의 손과 장갑의 미생물 오염은 대부분 안전한 수치였으나, 조사 2일에는 조리작업을 수행하는 종업원의 손에서 대장균군이 검출되고 일반세균수도 4 log CFU/ml로 나타나 종업원의 개인위생이 더욱 강조되어야 할 것으로 나타났다.
2. 생산단계 및 배달과정 중 식품의 미생물 품질평가 결과 비가열 조리공정 메뉴에서는 소독 후 미생물 수치가 크게 감소되지 않았고, 가열조리후 처리공정 메뉴에서도 데치는 과정 후 미생물 수치가 크게 감소되지 않아 전처리 과정 중의 세척・소독의 문제, 조리종사원의 손과 장갑, 조리기구 등을 통한 교차오염이 의심되었다. 안전한 도시락 제공을 위해서 식재료의 적절한 세척・소독과 작업자의 개인위생, 조리기구 등의 관리가 강조되어야 할 것으로 나타났다. 가열조리공정 메뉴는 조리 완료 시 대부분 음식 온도가 74°C 이상이었으나, 조리완료 후 배달까지 상온에 보관하면서 장시간 위험온도에 노출되어 미생물이 증식하였다. 도시락 생산 계획 시 작업분석과 계획을 통해 조리식품이 위험온도에 노출되는 시간을 최소한으로 줄이고, 보관과 배달 시의 적절한 온도 유지를 위한 기기의 활용이 필요하다.
3. PCR을 이용한 식중독균 정성검사에서 도토리묵무침과 쥐포채볶음에서 *S. aureus*가 검출되었으나 도라지오이무침, 요거트샐러드, 낙지젓무무침, 햄부침 등 대부분의 메뉴에서 *B. cereus*가 검출되었다. *B. cereus*는 토양과 밀접한 관련이 있는 식품과 가공식품에 오염 가능성이 높고, 포자를 형성하므로 가열을 거치는 메뉴라 하더라도 보관과 포장, 배달 시 증식하지 않도록 온도-시간관리를 철저하게 수행해야 할 것으로 나타났다.
4. 가정배달 도시락은 생산 후 보관, 포장, 배달 과정이 추가된다. 위생적인 도시락 생산과 더불어 안전한 보관과 포장이 보장되지 않으면 가정배달 도시락의 위해요소가 될 수 있으므로 조리가 완료된 음식은 깨끗한 용기에 담아 7°C 이하의 냉장온도에서 저장하여 미생물이 증식하지 않도록 한다. 도시락 용기에 포장을 완료한 후에는 도시

락을 보온·보냉 가방에 보관하거나 신속히 냉장 탑차에 옮겨 안전한 온도 유지가 지속되도록 하여 미생물 증식이 일어나지 않도록 한다.

5. 가정배달 도시락의 배달 시 불청결한 위생과 잘못된 온도-시간관리는 미생물이 증식할 수 있는 요인이 될 수 있다. 따라서 배달 차량의 내·외부 및 도시락을 배달하는 작업자의 복장이나 손 등의 청결한 위생관리를 통해 도시락 배달 시 미생물로부터 위험을 줄이도록 하며, 도시락 배달 시 적정온도가 유지되도록 보온박스나 보온가방을 이용하여 조리 후 2시간 이내에 도시락을 배달이 이루어지도록 하여 안전한 아동들이 안전한 도시락을 받고 섭취할 수 있도록 한다.

참고문헌

Bobeng BJ, David BD (1978): HACCP models for quality control of entrée production in hospital foodservice systems. I. Development of hazard analysis critical control point models. J Am Diet Assoc 73(5):524-529

Brown DM (2005): Prevalence of food production systems in school foodservice. J Am Diet Assoc 105(8):1261-1265

Bryan FL (1990): Hazard analysis critical control point (HACCP) systems for retail food and restaurant operations. J Food Protect 53(11):978-983

Buckalew JJ, Schaffner DW, Solberg M (1996): Surface sanitation and microbiological food quality of a university foodservice operation. J Food System 9(1):25-39

Chang HJ, Lee JH (2009): Prevalence of *Bacillus cereus* from fried rice dishes and monitoring guidelines for risk management. Korean J Food Cookery Sci 25(1):45-54

Chen Y, Jackson KM, Chea FP, Schaffner DW (2001): Quantification and variability analysis of bacterial cross-contamination rates in common food service tasks. J Food Prot 64(1):72-80

Chun JH, Park JS, Park SK, Kim SJ, Sohn HS, Lee JT (2002): A study on the status and characteristics of unprivileged children without lunch. Inje Med J 23(4):721-728

Chung GH (2005): Lunch program for needy children: current status and policy recommendations. Health and Welfare Policy Forum 101:5-14

Chung HK, Kim JY (1997): Foodservice management in children care social welfare facilities. Korean J Dietary Culture 12(4):401-409

Chung MJ, Choi JH, Ryu K, Kwak TK (2010): Originals : development of self-managed food sanitation check-list and on-site monitoring of food sanitation management practices in restaurants for control of foodborne illness risk factors. Korean J Food Cookery Sci 26(5):603-616

Food and Drug Administration (2009): Food Code Chapter 3. Food 3-501.14 Cooling. Available from: http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/RetailFoodProtection/FoodCode/FoodCode2009/ucm186451.htm. Accessed November 2, 2011

Ha SD, Ryu K (2005): Safety management of child food and school foodservices. Report of the KFDA Research Grant. pp.127

Hong WS, Yoon JY, Choi EH, Lee KE, Bae HJ (2009): 알기 쉬운 외식위생관리와 HACCP. Baeksan. Seongbuk. pp. 160-163

Jeong HS, Ryu K (2012): Assessment of microbiological quality of outsourced school meals. J Korean Diet Assoc 18(4): 372-384

Kim HY, Cha JM (2002): A study for the quality of vegetable dishes without heat treatment in foodservice establishments. Korean J Soc Food Cookery Sci 18(3):309-318

Kim HY, Ryu SH (2003): Evaluation of hazardous factors for the application of HACCP on production and transportation flow in home-delivered meals for the elderly. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(2):195-209

Kim JG, Park JY, Kim JS (2012): Studies on the hand hygiene practices of food-service workers: a comparison of fast food restaurant workers and full-service restaurant workers. J Fd Hyg Safety 27(3):215-223

Kim MG, Choi JC (2009): Biotoxins involved in foodborne disease and their control enterotoxins and emetic toxin of *B. cereus*. Food Science and Industry 42(2):2-19

Kim MH, Shin WS (2008): Microbiological quality of raw and cooked foods in middle and high school food service establishments. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(10):1343-1356

Kim SJ (2008): The impact of ego-resilience and social support on empowerment of children & adolescent in poverty: focussing on children & adolescent without lunch. J Korean Soc Childwelfare 25:9-38

Ko JH (2008): Development of an psychosociological adaption

program for undernourished children. Jangan Collection of Treatises 28:83-107

Korea Food and Drug Administration (2011): Korean Food Standards Codex

Kwak TK (2006): Current sanitation management practices of institutional foodservice operations for children and the improvement strategies. Food Industry and Nutr 11(2):41-54

Kye SH, Yoon SI, Park HS, Shim WC, Kwak TK (1988): A study for the improvement of the sanitary condition and the quality of packaged meals (Dosirak) produced in packaged meal manufacturing establishments in Seoul city and Kyungki-do province. J Fd Hyg Safety 3(3):117-129

Lee KE, Park JY, Lee NY, Yoo CH (2007): Hazard analysis during transportation-consumption of home-delivered meal service for older adults and assessment of food safety knowledge of service providers and recipients. Final Report. Seoul Women's University

Lee KE, Yi NY, Park JY (2009): Food safety knowledge and home food safety practices of home-delivered meal service recipients. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(6):812-819

Lee KM, Ryu K (2007): Originals: Field assessment of sanitation management for school foodservice suppliers in the Seoul area. Korean J Food Cookery Sci 23(5):650-663

Lee MS, Lee JY, Yoon SH (2006): Assessment of foodservice management performance at child care centers. Korean J Comm Nutr 11(2):229-239

Ministry of Education, Science and Technology (2004): 학교급식 위생관리 지침서 2차 개정판

Ministry of Education, Science and Technology (2010): 학교급식 위생관리 지침서 3차 개정판

Ministry of Gender Equality and Family (2012): 2012 청소년 백서

Ministry of Health and Welfare (2007): 빈곤층 아동급식제도 실태조사

Ministry of Health and Welfare (2011): 아동급식 사업안내

Ministry of Health and Welfare (2012): 보건복지부 성과자료집

Montville R, Chen Y, Schaffner DW (2001): Glove barriers to bacterial cross-contamination between hands to food. J Food Prot 64(6):845-849

Moon HK, Jean JY, Kim CS (2004): Effect of sanitization on raw vegetables not heated in foodservice operations. J Korean Diet Assoc 10(4):381-389

Nam EJ (2006): Development of a generic HACCP plan for large restaurants by food type. Doctor's dissertation. Kyungpook National University. pp.76-86

Namkung Y, Ismail JA, Almanza BA, Nelson DC (2007): Mitigating the risk of food handling in the home-delivered meal program. J Am Diet Assoc 107(2):316-320

No WS, Kim YJ, Kim WJ, Song KM, Jeong SW, Jo KY, Jo DB, Jo SK, Chae KS (2007): Food Microbiology. Jigu Publishing Co. Paju. pp.339

Olsen SJ, MacKinon LC, Goulding JS, Bean NH, Slutsker L (2000): Surveillance for foodborne-disease outbreaks-united states 1993-1997. MMWR 49(SS01):1-51

Park JH, Park DW, Kim JS (2003): Microbiological risk management of manufactory process for ready-to-eat compound foods. Food Sci Industry 36(2):4-17

Restain L, Charles EW (1990): Antimicrobial effectiveness of hand washing for food establishment. Dairy Food and Environ Sanit 10(3):136-141

Shin SW, Rew K, Kwak TK (1990): Hazard analysis of packaged meals (Dosirak) during delivery. Kor J Food Hygiene 5(3):85-98

Shin WS, Hong WS, Lee KE (2008): Assessment of microbiological quality for row materials and cooked foods in elementary school food establishment. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(3):379-389

Tuner M, Glew G (1982): Home-delivered meals for the elderly. Food Tech 36(7):46-50

Valero M, Hernandez-Herrero LA, Fernadez PS, Salmeron MC (2002): Characterization of *Bacillus cereus* isolates from fresh vegetables and refrigerated minimally processed foods by biochemical and physiological tests. Food Microbial 19(5):491-499

Valero M, Hernández-Herrero LA, Giner MJ (2007): Survival, isolation and characterization of a psychrotrophic *Bacillus cereus* strain from a mayonnaise-based ready-to-eat vegetable salad. Food Microbiol 24(7-8):671-677

Yang IS, Chae IS, Lee JM (1998): Foodservice management systems of home-delivered meal service program for home-bound elderly. Korean J Nutr 31(9):1498-1507

Yin MC, Cheng WS (2003): Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. Meat Sci 63(1):23-28

Yoon B, Yoon J, Shim JE, Kwon S (2009): Current status of meal box service management for children from low-income families during summer vacation. Korean J Community Nutr 14(2):206-215

Yoon JH (2008): Status on 'Happy Meal Box' Foodservice for Low-income Children. Research Report of Happy Foundation