

학교급식의 가열조리후처리 음식(오징어채소무침)에 대한 미생물학적 품질 평가

김양숙¹ · 문혜경[†]

¹상남초등학교, 창원대학교 식품영양학과

Microbiological Quality Evaluation of Foods(*Ojingeochaesomoochim* : Vegetable Salad with Blanched Squid) That Went through Cooking Process after Heating Treatment in School Food Services

Yang-Sook Kim¹ · Hye-Kyung Moon[†]

¹Sangnam Elementary School, Gyeongnam 630-050, Korea
Dept. of Food & Nutrition, Changwon University, Gyeongnam 641-733, Korea

Abstract

A microbiological quality evaluation on cooked food, food materials and cooking equipment was conducted in 14 school food services in Changwon area, South Korea for *Ojingeochaesomoochim* (vegetable salad with blanched squid) which went through cooking process after heating treatment. Only 5 schools out of the 14 (35.7%) observed the sanitization criteria of the Korean School Meals Sanitization Management for raw vegetables (concentration of chlorine solution: 100ppm, immersion time of sanitizing: 5 min). The acceptance rates regarding the microbial standards for Korean school meals showed improvement before and after of sanitization: for onions 57.1% vs 71.4%; cucumber 42.9% vs. 78.6%. However, garlic showed adverse sanitizing effect as the acceptance rate went down from 42.9% to 35.7%. Blanched squid and red pepper paste was acceptable in all 14 schools (100%), while squid seasoned with red pepper powder was acceptable in only 42.9% of the schools. Microbial results for knives, cutting boards, mixing bowls were satisfactory, however 35.7% of sanitary gloves that were put on right before the seasoning showed poor sanitization, and this indicated high probability of cross-contamination from the gloves. We calculated that 57.1% of the cooked foods were in accordance with the microbial standards for Korean school meals. Therefore, it is strongly recommended to have verification process, especially on the effectiveness of sanitization of raw vegetables, in cooking foods through cooking process after heating treatment in HACCP system of school food service.

Key words: school food service, microbiological quality evaluation, after-heating process, HACCP system

I. 서론

교육부에서는 1999년에 ‘학교급식에 HACCP 제도 도입 및 위생관리시스템 구축’에 관한 특별정책연구를 실시하여 학교급식 HACCP 일반모델을 개발하였고, 이에 준해 직영급식학교에서는 2001년부터 위탁급식학교에서는 2002년부터 HACCP 시스템을 적용하도록 뒷받침하였다. 학교급식 HACCP 시스템의 주 내용은 작업공정의 흐름을 분석하여 각 공정별 식단 작성, 식재료 검수, 보관, 식

재료 세척 및 소독, 조리작업, 조리 후 배식, 작업종사자 개인위생, 식기구 세척 및 소독 등 위해요소를 분석해 이에 따른 중요관리점과 통제방법을 결정하며, 이러한 일련의 작업확인을 위한 점검표를 개발한 것으로 이는 각 학교가 급식시설 여건에 맞게 일부 변형하여 적용할 수 있는 기본 모델로서 국제식품규격위원회(Codex)가 제시한 HACCP 7원칙 12절차에 의거 개발되었다(Ministry of Education 2010.). 현재 국내 모든 급식학교에서는 ‘학교급식위생관리지침서(Ministry of Education 2010.)’에 의해 HACCP 방식에 준한 위생관리를 실시하고 있다(Kwak TK 등 2013).

학교급식에 HACCP 시스템이 적용된 지 10년이 지난 시점의 학교급식 식중독 발생통계를 살펴보면 2011년의 경우, 국내 총 발생건수 249건 중 학교급식 발생건수는

[†]Corresponding author: Hye-Kyung Moon, Department of Food and Nutrition, Changwon National University, #9 Sarim-dong Changwon, Gyeongnam 641-773, Korea
Tel: +82-55-213-3515
Fax: +82-55-281-7480
E-mail: hkmooon@changwon.ac.kr

27건으로 12%를 차지하며 국내 총 환자수는 7,105명 중 학교급식 환자수는 2,054명으로 28.9%에 달한다. 2012년의 경우, 총 발생건수 266건 중 학교급식 발생건수는 54건으로 20.3%, 총 환자수는 6,058명 중 학교급식 환자수 3,184명으로 52.6%에 달해 2011년에 비해서도 증가하였다(Ministry of Food and Drug Safety 2013). 학교급식에 HACCP 시스템이 적용되고 있음에도 근절되지 않는 식중독 발생을 저감화하기 위한 대책이 요구된다.

2000년대에는 학교급식에서 식재료의 소독 및 조리공정을 중심으로 한 HACCP 시스템 적합성 검증 연구들(Jeon IK와 Lee YK 2003a, Jeon IK와 Lee YK 2003b, Lee JH 2005)이나 실태조사들(Kim JH 등 2004, Park JW 2007, Kim NY 2010)이 활발히 수행되었다. Jeon IK와 Lee YK (2003a, 2003b)는 1차 미생물 검사에서 미생물 수치가 기준치를 초과한 학교에 대하여 개선조치를 취하도록 교육을 실시하여 HACCP 시스템의 적합성을 검증하였다. 그러나 Park JW(2007)은 학교급식에서 급식시설·설비가 학교의 특성과 효율적인 급식시스템을 고려하지 않은 채 이루어지고 있다고 지적하고 작업공간의 부족과 적정 조리인력의 배치를 위해 시설·설비의 효과적인 배치 기준과 세척·소독 기준이 마련되어야 함을 제안하였다. Kim NY(2010)는 학교급식 생채소·과일의 세척소독 기준인 염소농도 100ppm, 침지시간 5분을 정확히 준수해 소독을 수행한 학교는 전체 조사대상 32개교 중 3개교(9.3%)에 불과하였다고 보고하였다. 따라서 학교급식에 HACCP이 적용된 지 10년이 경과하였지만 식중독 저감화가 가시화되지 못한 이유 중 하나는 학교급식 HACCP 시스템이 현장에서 적합하게 실행되지 못하기 때문은 아닌지 의문이 제기된다. 학교급식 HACCP 시스템이 적용되는 초등학교 11개소를 대상으로 조리된 식품 20종을 수거하여 일반세균, 장내세균, 대장균군, 대장균의 정량분석을 시행한 선행연구(Shin WS 등 2008)에 따르면 비가열처리음식 9종과 가열조리후처리음식 1종은 학교급식위생관리지침서(Ministry of Education 2004)의 미생물 권장허용치와 비교해 품질이 기준에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 반면 가열조리공정 음식 10종은 모두 미생물 권장허용치를 만족한 것으로 나타났다. 따라서 특히 학교급식소 HACCP시스템에 대한 검증 차원에서도 비가열조리공정과 가열조리 후 처리공정 음식에 대한 미생물적 품질 평가가 재차 필요한 시점이라 사료된다.

HACCP을 적용하려면 제품 품목별로 제품설명서를 작성하는 것이 원칙이다. 그러나 학교급식에서는 생산음식이 매일 달라지므로 모든 음식에 대한 제품설명서를 작성하는 것은 불가능하다. 따라서 조리공정별로 음식을 분류하고 기존의 표준레시피를 활용하며, 미 FDA(1998)에서 제시한 공정접근법(process approach)을 참조해 공정을 분류한다. 국내 학교급식에서는 생산음식을 비가열조리

공정, 가열조리공정, 가열조리후처리공정의 3가지로 분류해 HACCP 적용에 활용하고 있다(Ministry of Education 2010). 비가열조리공정은 가열공정이 전혀 없는 조리공정으로 무침, 겉절이, 냉채, 샐러드 등의 음식이 여기에 속하며, 가열조리공정은 가열조리 후 바로 배식하는 조리공정으로 국이나 찌개, 탕, 찜, 볶음, 조림, 튀김 등이 해당된다. 가열조리후처리공정은 식재료를 가열조리 한 후 수작업을 거치는 조리공정 혹은 조리 후 냉각과정을 거치는 공정으로 비빔밥, 잡채, 나물 등이 해당된다. 학교급식 CCP 체크리스트 중 ‘CCP1. 식단의 구성’에서는 잠재적으로 위험한 식품(Potentially Hazardous Food, PHF) 여부를 판단하고, 57°C 이상으로 제공되지 않는 PHF에 대해서는 조리과정에서 살균과정이 없는 동물성 식품과 위해도가 높은 식품은 식단에서 배제하고, 위해도가 높으나 배제할 수 없는 식품은 별도로 ‘CCP 2. 공정관리’를 거치도록 되어있다. ‘CCP2. 공정관리’가 관리가 필요한 음식은 가열조리 후 묵이나 두부처럼 외부에서 가공 조리된 식재료를 포함한 생식재료가 첨가되거나 뜨거운 음식과 찬 음식이 혼합되거나 생야채와 익힌 단백질이 혼합되는 음식으로 대부분 가열조리후처리공정에 해당하는 것들이다. 한편, 2000년도 식중독 사고 발생 시 섭취한 식품으로는 총 100여 가지 정도가 보고되었는데 이중 나물류와 김밥에 의한 식중독 발생건수가 각각 19건과 17건으로 가장 많았다. 나물류는 대부분이 무침으로 조리하기 때문에 황색포도상구균의 오염이 일어나기 쉬우며, 김밥의 경우는 다수의 부식재료가 사용되어 그 중 한 가지에 문제가 있어도 식중독을 일으키기 쉽고 조리자의 손이 많이 닿아 2차 오염의 위험성이 높기 때문인 것으로 보고되었다(Park HO 등 2001). 나물류나 김밥을 조리공정별로 분류하면 가열조리후처리공정에 해당된다. 따라서 본 연구는 학교급식 HACCP 시스템 조리공정분류 중 미생물학적 품질의 통제가 어려운 것으로 여겨지는 가열조리후처리공정음식 중 하나인 오징어채소무침을 대상으로 미생물학적 품질 평가를 실시함으로써 학교급식 HACCP 시스템의 효과적인 적용을 위해 위생개선이 요구되는 사항을 파악하고자 실시되었다.

II. 연구방법

1. 미생물적 품질 평가 대상 음식의 선정

학교급식의 가열조리후처리공정에 대한 미생물학적 품질 평가를 위해 오징어채소무침을 선정하였다. 오징어채소무침은 ‘CCP 1. 식단구성’ 분석에 의해 57°C 이상으로 제공되지 않는 식품이다. 가열조리 후 생식재료가 첨가되고, 생채소와 익힌 단백질류가 혼합되는 식품에 해당되어 잠재적으로 위험한 식단(PHF)으로 분류되며 공정관리가 반드시 필요하다. 특히 가열 후 첨가되는 생채소류는 비

가열조리과정처럼 생채소 소독을 실시하므로 소독의 효과까지 평가할 수 있다. 오징어채소무침은 학교급식에서 발생한 식중독 사고의 원인매개식품으로 보고(Kim GR와 Jang MS 1998)된 음식들 중 하나로 선행연구들(FIS 2005, Kim YS 2007)에서 조리과정 최종단계에서 미생물 오염도를 증가시키는 것으로 알려진 마늘과 고춧가루가 첨가된다. 오징어채소무침과 같은 가열조리후처리 공정 음식은 미생물학적 품질 평가 결과 부적합률이 30%로 가장 높게 조사된 조리법(Kim YS 등 1990)으로 조리자의 손에 의한 교차오염이 일어날 가능성이 높다. 그러나 오징어채소무침의 주재료인 오징어는 아동들이 선호하는 식품(Jang JS와 Bae HJ 2006)이며 선행 연구(Kim YS 등 2012)에서 급식제공빈도가 매우 높은 것으로 보고되었다. 본 실험에 참가한 학교의 오징어채소무침에 사용된 원·부재료는 오징어, 양파, 오이, 마늘, 고추장, 고춧가루였으며 그 밖에 식초, 설탕, 참기름 등이 첨가되었다. 조사대상 학교 급식소 14개소 모두 생으로 첨가되는 채소의 소독에 식품소독첨가물로 허가된 차아염소산나트륨이 주성분인 염소계 소독제를 사용하였다.

2. 조사대상 및 기간

오징어채소무침이 식단에 계획된 창원지역 급식학교

14개소를 2010년 11월부터 12월까지 두 달 동안 현장 방문하여 조리공정에 따라 원·부재료, 완성음식, 조리도구의 식품접촉표면에 대해 미생물 분석용 시료를 채취하였다. 소독방법의 적정성 확인을 위해 소독수 농도를 잔류염소 측정기(DKK-TOA Co, Tokyo, Japan)에 의해, 침지시간을 스톱워치(PJ sports, Shenyang, China)에 의해 측정하였다. 조리원의 소독수행에 대한 영향을 끼치지 않기 위해 침지시간 측정은 조리원이 모르도록 수행되었다.

3. 미생물 분석 방법

1) 시료 채취 및 전처리

본 실험을 위한 오징어채소무침의 조리공정도 및 식품과 식품접촉표면 시료의 채취시점은 Fig. 1과 같다. 식품의 경우, 채취시점 당 시료를 골고루 섞어 한 번 채취하였다. 식품 시료 채취에 사용된 집게는 Autoclave(Hanshin Medical Co., Incheon, Korea)를 이용하여 121℃, 1기압에서 15분간 멸균해 사용하였다. 식품 시료는 멸균백에 담아 냉장상태로 실험실까지 운반한 다음 시료 중 20g을 취해 0.85% 멸균 NaCl용액 180ml에 넣고 스토마커(Seward Co, Worthing, UK)에서 230rpm으로 1분간 균질화해 실험용액으로 사용하였다. 가압증기멸균기(Hanshin Medical Co., Incheon, Korea)를 이용하여 121℃, 1기압에

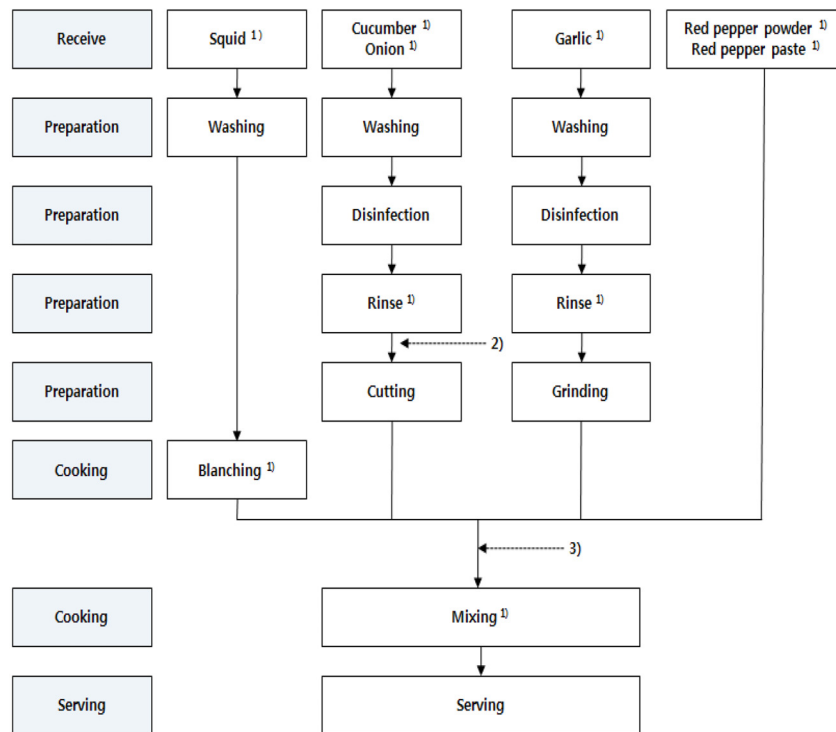


Fig. 1. Processing flow chart of *Ojingeochaesomoochim* and sampling point.

- 1) Sampling point of ingredient and cooked food(*Ojingeochaesomoochim*)
- 2) Sampling point of cooking utensil(knife, cutting board)
- 3) Sampling point of cooking utensil(glove, mixing bowl)

서 15분간 멸균시킨 면적대와 e-swab(3M Co., Shanghai, China)을 이용하여 조리도구에서 표면도말법으로 미생물을 채취한 후 냉장상태로 4시간 이내에 실험실까지 운반한 다음 0.85% 멸균 NaCl용액(Difco Laboratories, Detroit, USA)으로 원하는 희석배수까지 희석해 실험용액으로 사용하였다. 시료 당 반복실험을 실시하여 결과치는 평균값으로 제시하였다.

2) 균수 측정

① 일반세균

실험용액을 0.85% 멸균 NaCl용액을 사용하여 원하는 희석배수까지 희석한 후 멸균 petridish 2개에 1ml 씩 취하였다. 일반세균수 측정을 위해 45~50°C로 유지한 Plate Count Agar(Merck kGaA, Darmstadt, Germany) 18ml를 무균적으로 분주하여 희석용액과 혼합해 응고시킨 후 35±1°C의 항온기에서 48시간 배양하였다. 배양된 집락은 집락계수기(Changshin Scientific Co, Pocheon, Korea)를 이용하여 계수하고 그 집락수가 30~300의 범위에 드는 것을 채택하여 균수를 측정하고 단위를 logCFU로 나타내었다.

② 장내세균

실험용액을 0.85% 멸균 NaCl용액을 사용하여 원하는 배수까지 희석한 다음 1ml를 멸균 petridish 2개에 각각 취하고 그 위에 45~50°C로 유지한 Violet Red Bile Glucose Agar(Difco Laboratories, Detroit, USA) 18ml를 무균적으로 분주한 후 잘 혼합·응고시켜 35±1°C의 항온기에서 24시간 배양하여 장내세균수를 측정하였다. 배양 후 붉은 빛을 띤 보라색 환으로 둘러싸인 적자색의 집락을 장내세균으로 계수하였다(Nam EJ와 Lee YK 2001). 균수 산출은 일반세균수 측정과 동일하게 처리하였다.

③ 대장균군·대장균

원하는 배수로 희석한 실험용액 1ml를 멸균 petridish 2개에 각각 취하고 그 위에 45~50°C로 유지한 Violet Red Bile Agar with MUG (Difco Laboratories, Detroit, USA) 18ml를 무균적으로 분주하고 분주액이 뚜껑에 묻지 않도록 조심스럽게 잘 혼합·응고시켜 35±1°C의 항온기에서 24시간 배양 후 붉은색 zone으로 둘러싸여진 적자색의 집락을 대장균군으로 계수하였다(Kim BY 등 2009). 또한 365nm 자외선 발산기(DAHAN Scientific CO, Seoul, Korea) 아래에서 푸른색 형광으로 둘러싸인 붉은색 집락을 대장균으로 계수하였다(Kim BY 등 2009). 균수 산출은 일반세균수 측정과 동일하게 처리하였다.

3) 미생물 품질 기준

미생물품질기준은 학교급식위생관리지침서(Ministry of Education 2004)에 의거 원·부재료와 음식은 비가열조리

공정음식과 가열조리후처리공정음식의 허용기준인 일반세균 6 logCFU/g 미만, 장내세균 2 logCFU/g 미만, 대장균군 3 logCFU/g 미만, 대장균 1 logCFU/g 미만을 적합으로, 부재료 중 고추장은 발효식품 기준으로 제시된 장내세균 2 logCFU/g 미만, 대장균 1 logCFU/g 미만을 적합으로 판정하였다. 조리도구는 식품 접촉표면 100cm² 당 일반세균 2.7 logCFU/g 미만, 대장균군과 대장균은 2 logCFU/g 미만을 적합으로 판정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식품 원재료의 미생물 품질

오징어채소무침의 원재료에 대한 미생물 위해분석 결과를 Table 1에 제시하였다. 검수 직 후 원재료에서 검출된 일반세균수(14개교 평균)는 마늘 6.15 logCFU/g, 오이 5.83 logCFU/g, 오징어 4.87 logCFU/g, 양파 3.69 logCFU/g 순으로 조사되었다. 1차 농수산물의 미생물 분석자료(Lee YK 2004)를 보면 마늘 5.56~9.28 logCFU/g, 오이 2.46~7.29 logCFU/g, 오징어 4.67~7.18 logCFU/g, 양파 3.49~8.17 logCFU/g로 보고되었다. 본 연구의 원재료 각각에 대한 일반세균수 모두 국내 농수산물 미생물 분석자료 범위에 모두 포함되는 것으로 나타났다. 장내세균은 오징어 2.60 logCFU/g, 양파 1.84 logCFU/g, 마늘 1.50 logCFU/g, 오이 1.43 logCFU/g, 순으로 검출되었다. 대장균군은 오징어 1.59 logCFU/g, 양파 1.089 logCFU/g, 오이 0.88 logCFU/g, 마늘 0.47 logCFU/g 순으로 검출되었다. 대장균은 모든 원재료에서 검출되지 않았다.

2. 생으로 첨가되는 채소의 소독 전 후 미생물 품질

1) 양파

학교별 양파의 소독 조건 및 소독 전·후 미생물 위해분

Table 1. Microbiological quality comparison of raw materials used in *Ojingeochaesomoochim*

	N	Raw Material (logCFU1)/g)			
		Onion	Cucumber	Garlic	Squid
TPC ²⁾	14	3.69±1.13 ³⁾	5.83±0.83	6.15±1.22	4.87±0.44
EB ⁴⁾	14	1.84±1.70	1.43±1.88	1.50±1.67	2.60±1.39
Coliform	14	1.08±1.39	0.88±1.63	0.47±0.84	1.59±1.33
<i>E. coli</i>	14	ND ⁵⁾	ND	ND	ND

1) Colony forming unit

2) Total plate count

3) Mean±SD

4) EB: *Enterobacteriaceae*

5) ND: Not detected

석 결과를 Table 2에 제시하였다. 검수 직 후(소독 전) 양파의 일반세균은 2.20~5.87 logCFU/g, 장내세균은 불검출~4.92 logCFU/g, 대장균군은 불검출~3.40 logCFU/g으로 검출되었으며 대장균은 모든 학교에서 검출되지 않았다. Yoo 등(2000)이 보고한 양파에서의 일반세균수(3.49~7.18 logCFU/g) 및 대장균군수(1.0~7.11 logCFU/g)와 비교하면 본 연구의 미생물 오염수준이 훨씬 낮게 나타났다. 학교로 납품된 양파들은 겉껍질이 제거된 상태였으며, 일부는 전처리업체에서 세척된 상태로 납품되었기 때문에 사료된다. 검수 직 후 양파의 미생물 분석 결과, 14개교 중 8개교(57.1%)에서 품질 기준에 적합하였고, 나머지 6개교(A, D, E, I, K, N교)가 부적합하였다. 부적합한 6개교 모두 장내세균 허용기준을 초과한 상태이며, 특히 A교와 N교에서는 대장균군 허용기준도 초과하였다. 소독 후 양파에서는 일반세균이 불검출~4.70 logCFU/g 범위로 검출되었고, 장내세균은 8개교에서는 불검출되었고, 6개교에서의 검출범위는 1.00~3.98 logCFU/g 수준이었다. 대장균군은 A교에서 3.67 logCFU/g, D교에서 1.71 logCFU/g, I교에서 1.65 logCFU/g로 검출되었고 나머지 학교에서는 검출되지 않았

다. 대장균은 모든 학교에서 전혀 검출되지 않았다. 소독 후 양파의 미생물 분석 결과 71.4%가 위생판정기준에 부합하여 소독 전에 비해 적합율이 향상되었다. 그러나 원재료에서 부적합 판정을 받은 A, D, E, I교가 여전히 장내세균의 허용기준 초과로 인해 부적합 판정을 받았다. 특히 소독조건이 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education 2010)에서 규정한 염소농도 100ppm에 5분 침지를 준수한 경우(농도 100ppm 이상 5분 이상 침지 포함)가 C, E, K, L, M의 5개교(35.7%)에 불과하였다. 규정된 소독액 농도와 침지시간을 바르게 준수하여 소독의 효과가 제대로 발휘된다면 적합율이 훨씬 개선될 것이다.

Lee JH 등의 연구(2007)에서는 조사대상학교의 11.1% (6개교)가 소독을 실시하지 않거나 또는 기준농도 이하로 소독하고 있었다고 보고하였다. 또한 Kim GM & Lee SY(2009)가 채소·과일에 대한 소독의 수행도에 대하여 설문조사한 결과에 따르면 5점 척도에 4.52점으로 높은 점수를 보여 본 연구와는 차이가 있었다. 조리원들이 소독에 대한 수행도를 스스로 평가하도록 한 설문조사결과와 본 연구에서처럼 관찰자가 측정을 통해 평가한 결과

Table 2. Microbiological quality evaluation before/after sanitizing of onions used in *Ojingeochaesomoochim*

School (N=14)	Condition of sanitizing			Before sanitizing (logCFU ³ /g)					After sanitizing (logCFU/g)					
	Concentration ¹⁾	Time ²⁾	Test paper	TPC ⁴⁾	EB ⁵⁾	Coliform	<i>E. coli</i>	Evaluation ⁶⁾	TPC	EB	Coliform	<i>E. coli</i>	Evaluation	
A	50	3:10	use	4.08	3.43	3.40	ND ⁷⁾	Reject	3.18	3.80	3.67	ND	Reject	
B	120	2:57	-	2.20	ND	ND	ND	Accept	1.00	ND	ND	ND	Accept	
C	100	5:00	use	2.15	1.71	ND	ND	Accept	2.04	ND	ND	ND	Accept	
D	30	4:11	-	5.23	4.92	2.00	ND	Reject	4.70	3.98	1.71	ND	Reject	
E	120	5:30	use	4.58	3.30	ND	ND	Reject	4.32	3.20	ND	ND	Reject	
F	0	5:00	-	2.83	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	ND	Accept	
G	10	5:20	-	4.70	ND	ND	ND	Accept	3.04	ND	ND	ND	Accept	
H	140	4:30	-	2.96	1.48	ND	ND	Accept	2.87	ND	ND	ND	Accept	
I	110	2:42	use	4.15	3.60	2.96	ND	Reject	3.48	2.04	1.65	ND	Reject	
J	130	3:59	-	2.65	ND	ND	ND	Accept	2.62	ND	ND	ND	Accept	
K	100	5:34	use	3.58	2.70	2.46	ND	Reject	3.28	ND	ND	ND	Accept	
L	130	5:10	use	3.23	1.30	1.18	ND	Accept	2.93	1.30	ND	ND	Accept	
M	100	5:43	-	3.41	ND	ND	ND	Accept	2.51	1.00	ND	ND	Accept	
N	40	7:00	use	5.87	3.38	3.11	ND	Reject	4.20	ND	ND	ND	Accept	
								Accept ratio ⁸⁾ (%)	57.1					71.4

¹⁾ Concentration of chlorine solution (ppm)
²⁾ Immersion time of sanitizing (minute:second)
³⁾ Colony forming unit
⁴⁾ Total plate count
⁵⁾ EB: *Enterobacteriaceae*
⁶⁾ By microbial standards for non-heating process food
⁷⁾ ND: Not detected
⁸⁾ Accept ratio(%)=(number of accepted sample / number of total sample)×100

가 차이가 있기 때문에 학교급식의 HACCP 시스템 검증 시에는 반드시 객관적인 관찰에 의해 HACCP 계획이 제대로 수행되고 있는가를 확인해야 할 필요가 있을 것으로 사료된다. 학교급식소를 현장방문하여 생채소의 소독 과정을 관찰한 Kim NY(2010)은 생채소의 세척·소독 기준이 염소농도 100ppm, 침지시간 5분을 지켜서 수행한 학교는 조사대상 32개교 중 9.3%인 3개교에 불과하였다고 보고한 바 있다. 영양사들은 생채소의 세척·소독을 CCP로 잘 수행하고 있다고 인식하나 업무를 담당하는 조리원들이 소독액 농도와 침지시간 기준에 대한 이해가 부족하거나 이를 준수하기가 어려운 상태에서 소독을 하고 있어 소독 효과가 높지 않다고 여겨진다.

학교급식소에서 사용하는 염소농도 측정지(test paper)는 비색을 이용하여 농도를 측정하는 방식이라 농도를 육안으로 정확하게 구분하기가 어려우며, 측정자에 따라 결과가 달라질 수 있다. 따라서 적정 농도의 소독액을 제조하려면 소독제의 양과 희석할 물의 양을 정확히 맞출 수 있는 계량도구를 갖추어야 하며, 시간도 타이머로 측정하도록 교육해야 할 것이다.

2) 오이

학교별 오이의 소독 전·후 미생물 품질 평가결과를 Table 3에 제시하였다. 검수 직 후 오이의 일반세균수는 3.59~7.08 logCFU/g로 검출되었다. 장내세균은 A, E, J, K, L, M교에서 각각 5.85 logCFU/g, 2.40 logCFU/g, 2.51 logCFU/g, 3.18 logCFU/g, 2.95 logCFU/g, 3.08 logCFU/g로 검출되었으며 대장균군은 A교에서 5.40 logCFU/g, K교 2.84 logCFU/g, L교 1.88 logCFU/g, M교에서 2.15 logCFU/g로 검출되었다. 대장균은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 소독 후 오이의 일반세균은 G교에서는 검출되지 않았고 나머지 13개교에서 2.86~5.23 logCFU/g 범위로 검출되었다. 검수 직 후 오이의 미생물 품질 평가 결과, 6개교(42.9%)가 품질 기준에 적합하였다. 소독 후 오이의 위생관정 적합율은 78.6%로 개선되었고, A, E, K의 3개교만 장내세균의 허용기준 초과로 인해 부적합으로 판정되었다. 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education 2010)에서 규정한 염소농도 100ppm에 5분 침지를 준수한 경우(농도 100ppm 이상 5분 이상 침지 포함)는 C, E, H, K, M의 5개교(35.7%)에 불과했다. 특히 B

Table 3. Microbiological quality evaluation before/after sanitizing of cucumber used in *Ojingeochaesomoochim*

School (N=14)	Condition of sanitizing			Before sanitizing (logCFU ³ /g)					After sanitizing (logCFU/g)				
	Concentration ¹⁾	Time ²⁾	Test paper	TPC ⁴⁾	EB ⁵⁾	Coliforms	E.coli	Evaluation ⁶⁾	TPC	EB	Coliforms	E. coli	Evaluation
A	40	4:05	Use	7.08	5.85	5.40	ND ⁷⁾	Reject	5.11	3.32	1.70	ND	Reject
B	170	2:57	-	6.00	ND	ND	ND	Reject	4.00	1.70	ND	ND	Accept
C	100	5:00	use	6.60	ND	ND	ND	Reject	4.20	ND	ND	ND	Accept
D	30	5:15	-	5.62	ND	ND	ND	Accept	3.51	ND	ND	ND	Accept
E	120	5:45	use	5.56	2.40	ND	ND	Accept	2.86	2.56	2.30	ND	Reject
F	10	5:30	use	5.20	ND	ND	ND	Accept	4.74	1.30	ND	ND	Accept
G	10	3:56	-	3.59	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	ND	Accept
H	210	6:10	-	5.92	ND	ND	ND	Accept	4.04	ND	ND	ND	Accept
I	180	3:14	-	6.04	ND	ND	ND	Reject	4.15	ND	ND	ND	Accept
J	10	2:30	-	5.80	2.51	ND	ND	Reject	4.26	ND	ND	ND	Accept
K	100	5:34	use	6.23	3.18	2.84	ND	Reject	5.23	2.99	ND	ND	Reject
L	130	4:40	use	6.34	2.95	1.88	ND	Reject	4.20	0.70	0.70	ND	Accept
M	100	5:00	-	6.45	3.08	2.15	ND	Reject	4.18	ND	ND	ND	Accept
N	40	7:00	use	5.18	ND	ND	ND	Accept	2.91	0.70	ND	ND	Accept
Accept ratio ⁸⁾ (%)								42.9					78.6

¹⁾ Concentration of chlorine solution (ppm)

²⁾ Immersion time of chlorine solution (minute:second)

³⁾ Colony forming unit

⁴⁾ Total plate count

⁵⁾ EB: *Enterobacteriaceae*

⁶⁾ By microbial standards for non-heating process food

⁷⁾ ND: Not detected

⁸⁾ Accept ratio(%)=(number of accepted sample / number of total sample)×100

교와 H교는 소독액 농도가 170ppm, 210ppm로 기준에 비해 과도한 농도로 제조되었고, F, G, J교에서는 소독액 농도가 10ppm에 불과해 개선이 요구되었다.

3) 마늘

마늘은 오징어채소무침에서 양념류로 소량 첨가되나 반드시 소독을 실시해야하는 식재료이므로 소독 전 후의 미생물 품질을 평가하였다(Table 4). 마늘은 검수 직 후 일반세균수는 3.98~8.52 logCFU/g의 범위로 검출되었다. 장내세균은 8곳에서 검출이 되었다. 대장균군은 불검출~2.11 logCFU/g 범위로 검출되었고 대장균은 전혀 검출되지 않았다. 가열조리후 처리과정 음식의 품질기준과 비교 시 적합한 곳은 H, J, K, L, M, N의 6개교로 적합률은 42.9%였다.

소독 후의 마늘에서 일반세균수는 3.64~7.57 logCFU/g로 검출되었으며 A, B, C, D, M의 5개교(35.7%)가 적합기준인 6 logCFU/g를 초과한 것으로 나타났다. 특히 D와 M교는 소독 전에 비해 소독 후에 일반세균수와 장내세균수가 증가하였다. M교는 염소 소독 대신 물 세척만 실시하였고, 세척

전에는 장내세균이 불검출되었으나 세척 후에는 1.40logCFU/g로 나타나 교차오염이 발생한 것으로 사료된다. D교는 염소액 농도 10ppm으로 소독을 실시해 소독의 효과가 없었으며 일반세균수나 장내세균수가 높아져 교차오염이 발생한 것으로 보인다. HACCP 시스템을 수행하는 학교급식소에서도 주의하지 않을 경우, 소독에 사용되는 도구나 조리원 손에 의해 교차오염이 일어날 수 있음을 유의해야 할 것이다. 대장균은 모든 학교의 시료에서 검출되지 않았다.

원재료 마늘의 미생물 품질 적합률은 소독을 실시하지 않은 M교를 제외한 13곳에 대하여 소독전 42.9%를 보였으나 소독 후에는 35.7%로 오히려 감소하였다. 학교급식 위생관리지침서(Ministry of Education 2010)에서 규정한 염소농도 100ppm에 5분 침지를 준수한 경우(농도 100ppm 이상 5분 이상 침지 포함)는 C, E, H, I, L의 5개교(35.7%)에 불과하였다. I교는 소독액 농도가 180ppm으로 기준에 비해 과도한 농도의 소독액이 사용되었고, D, F, G, K교의 경우는 소독액 농도가 10ppm에 불과해 소독이 제대로 수행되지 못한 결과, 적합률이 소독 후에 오히려 감소한 것으로 사료된다.

Table 4. Microbiological quality evaluation before/after sanitizing of garlic used in *Ojingeochaesomoochim*

School (N=14)	Condition of sanitizing			Before disinfection (logCFU ³ /g)					After disinfection (logCFU/g)				
	Concentration ¹⁾	Time ²⁾	Test paper	TPC ⁴⁾	EB ⁵⁾	Coliform	<i>E. coli</i>	Evaluation ⁶⁾	TPC	EB	<i>Coliforms</i>	<i>E-coli</i>	Evaluation
A	100	3:50	use	7.52	ND ⁷⁾	ND	ND	Reject	6.54	ND	ND	ND	Reject
B	120	1:00	-	8.52	2.81	ND	ND	Reject	7.51	2.30	ND	ND	Reject
C	100	5:00	use	7.28	ND	ND	ND	Reject	6.38	ND	ND	ND	Reject
D	10	4:42	-	6.96	3.83	ND	ND	Reject	7.57	4.96	ND	ND	Reject
E	120	5:05	use	6.61	3.18	1.75	ND	Reject	5.57	3.53	2.30	ND	Reject
F	10	4:10	use	5.30	2.45	2.11	ND	Reject	5.34	ND	ND	ND	Accept
G	10	1:30	-	6.89	4.75	2.04	ND	Reject	4.23	3.49	1.85	ND	Reject
H	125	6:30	-	3.98	ND	ND	ND	Accept	3.64	1.74	0.70	ND	Accept
I	180	5:36	-	6.08	2.30	ND	ND	Reject	4.81	1.70	ND	ND	Accept
J	130	4:35	-	5.76	ND	ND	ND	Accept	5.69	ND	ND	ND	Accept
K	10	3:20	-	4.75	ND	ND	ND	Accept	4.11	0.30	ND	ND	Accept
L	130	5:10	-	5.08	1.00	0.70	ND	Accept	5.04	2.38	0.70	ND	Reject
M	0	1:00	-	5.43	ND	ND	ND	Accept	6.04	1.40	ND	ND	Reject
N	40	7:13	-	5.90	0.70	ND	ND	Accept	3.95	3.04	2.99	ND	Reject
Accept ratio ⁸⁾ (%)								42.9					35.7

1) Concentration of chlorine solution (ppm)
 2) Immersion time of chlorine solution (minute:second)
 3) Colony forming unit
 4) Total plate count
 5) EB: *Enterobacteriaceae*
 6) By microbial standards for non-heating process food
 7) ND: Not detected
 8) Accept ratio(%)=(number of accepted sample / number of total sample)×100

4. 양념 부재료의 미생물 품질

양념인 고춧가루와 고추장의 미생물 위해분석 결과를 Table 5에 제시하였다. 고추장과 고춧가루는 비가열조리공정의 음식이나 가열조리 후 처리공정의 음식에서 열처리나 소독 등 미생물 수준을 감소시키는 공정없이 조리의 마지막 단계에 부재료로 첨가되는 경우가 많아 위생적으로 관리되어야 하는 양념류이다. 선행연구들(Park HK 등 2000, Park HS와, Ryu K 2007)에서는 이러한 양념류의 위생관리가 적절하게 수행되지 않을 경우, 최종 조리음식의 미생물 오염수준을 높일 수 있다고 보고되었다.

고춧가루를 생으로 먹는 양념류로 보고 학교급식위생관리지침서(Ministry of Education 2004)의 비가열조리식품 품질 기준에 의해 평가하였다. 미생물 품질 평가결과에서 기준에 적합한 경우는 6개교(42.9%)에 불과하였다. 기준을 만족하지 못한 8개교 중 6개교가 일반세균 기준을 초과하였고, 그 중 3개교는 장내세균 기준도 초과하였다. 고춧가루는 고추를 건조하여 분말화한 형태로 건조·제조·유통과정 중에 오염되는 미생물 수준이 높은 것(Kwon JH 등

1994, Byun MW 등 1996)으로 보고된 바 있다. Kwon JH 등(1994)은 고춧가루 시료 g 당 6.59~6.82 logCFU/g, Cho YK 등(1995)은 6.57 logCFU/g의 높은 오염도를 보고하였다. 그럼에도 불구하고 식품공전(Korea Food and Drug Administration 2010)에서 규정하고 있는 고춧가루의 미생물 품질규격으로는 하위드곰팡이계수장치에 의한 곰팡이 양성 비율 20% 이하만 제시되어 있을 뿐이다. 고춧가루의 미생물 품질기준이 마련되어야 할 것이다. 고추장의 경우, 일반세균은 5.81~7.91 logCFU/g의 범위로 검출되었으나 장내세균과 대장균군, 대장균은 14개교의 시료에서 전혀 검출되지 않았다. 학교급식위생관리지침서(Ministry of Education 2004)의 발효식품 미생물 품질 기준에 따라 평가한 결과, 14개교 모두 적합하였다. 고추장은 우리 고유의 음식에 널리 사용되는 발효양념류로 숙성되면 많은 종류의 세균과 곰팡이류가 증식(Lee JM 등 1996, Lee TS 등 1970)하는 것으로 알려져 있다. Kim MS 등(2000)은 발효 중인 고추장의 세균수는 7 logCFU/g 수준으로 열처리에 관계없이 일정한 수를 유지하는 경향이 있다고 보고하였

Table 5. Microbiological quality evaluation of red pepper powder and red pepper paste used in *Ojingeochaesomoochim*

School (N=14)	Red pepper powder (logCFU ¹⁾ /g)					Red pepper paste (logCFU/g)				
	TPC ²⁾	EB ³⁾	Coliforms	E-coli	Evaluation ⁴⁾	TPC	EB	Coliforms	E-coli	Evaluation ⁵⁾
A	8.08	2.18	ND ⁶⁾	ND	Reject	7.43	ND	ND	ND	Accept
B	7.15	3.28	2.79	ND	Reject	7.83	ND	ND	ND	Accept
C	7.26	1.71	ND	ND	Reject	7.91	ND	ND	ND	Accept
D	4.91	3.51	2.81	ND	Reject	7.53	ND	ND	ND	Accept
E	6.97	2.20	ND	ND	Reject	6.60	ND	ND	ND	Accept
F	5.88	ND	ND	ND	Accept	6.23	ND	ND	ND	Accept
G	6.20	ND	ND	ND	Reject	6.46	ND	ND	ND	Accept
H	5.75	2.30	1.78	ND	Reject	6.82	ND	ND	ND	Accept
I	3.72	ND	ND	ND	Accept	6.08	ND	ND	ND	Accept
J	5.38	ND	ND	ND	Accept	7.18	ND	ND	ND	Accept
K	5.68	ND	ND	ND	Accept	5.90	ND	ND	ND	Accept
L	4.95	ND	ND	ND	Accept	5.81	ND	ND	ND	Accept
M	7.11	ND	ND	ND	Reject	5.85	ND	ND	ND	Accept
N	3.68	ND	ND	ND	Accept	7.00	ND	ND	ND	Accept
Accept ratio ⁷⁾ (%)					42.9	100				

¹⁾ CFU: Colony forming unit

²⁾ TPC: Total plate count,

³⁾ EB: *Enterobacteriaceae*,

⁴⁾ By microbial standards for Food in non-heating process,

⁵⁾ By microbial standards for fermentation Food,

⁶⁾ ND: Not detected,

⁷⁾ Accept ratio = (number of accepted sample / number of total sample)×100

다. Shin DH 등(2001)이 전국에서 수집한 고추장의 평균 일반세균수는 7.35 CFU/g로 Kim MS 등(2000)의 보고 결과와 유사하였다. 그러나 고추장에서 검출되는 총 균수의 56~70%가 발효과정에 중요한 작용을 하는 *Bacillus sp.*에 의한 것(Lee JM 등 1996)으로 고추장의 높은 일반세균 검출은 위생지표균으로서의 미생물 품질기준과는 차별화되는 것으로 사료된다.

4. 데친 오징어의 미생물 품질

가열 처리된 데친 오징어에 대해 미생물 품질을 분석할 결과, 일반세균이 I교에서 1.2 CFU/g, M교에서 0.7 CFU/g의 기준 이하로 검출되었고 12개교에서는 검출되지 않았다. 대장균, 대장균군, 장내세균은 모든 학교에서 검출되지 않았다. 따라서 끓는 물에 데치는 과정에 의해 오징어 원재료에 존재하던 미생물들이 안전한 수준으로 감소하는 것을 확인하였다.

5. 조리도구의 미생물 분석

오이와 양파의 절단에 사용된 조리도구인 칼과 도마에 대해 실시한 미생물 분석 결과를 표 7에 제시하였다. 칼은 A교를 제외한 13개교(92.9%)에서 미생물 품질이 적합한 것으로 나타났다. A교에서는 대장균군과 대장균은 식품접촉표면에 대한 기준에 적합하였으나 일반세균이 3.60

Table 6. Microbiological quality evaluation of blanched squid used in *Ojingeochaesomoochim*

School (N=14)	logCFU ¹⁾ /g				Evaluation ⁴⁾
	TPC ²⁾	EB ³⁾	Coliforms	E-coli	
A	ND	ND	ND	ND	Accept
B	ND	ND	ND	ND	Accept
C	ND	ND	ND	ND	Accept
D	ND	ND	ND	ND	Accept
E	ND	ND	ND	ND	Accept
F	ND	ND	ND	ND	Accept
G	ND	ND	ND	ND	Accept
H	ND	ND	ND	ND	Accept
I	1.2	ND	ND	ND	Accept
J	ND	ND	ND	ND	Accept
K	ND	ND	ND	ND	Accept
L	ND	ND	ND	ND	Accept
M	ND	ND	ND	ND	Accept
N	0.7	ND	ND	ND	Accept
Accept ratio ⁶⁾ (%)					100

- 1) CFU: Colony forming unit,
- 2) TPC: Total plate count,
- 3) EB: *Enterobacteriaceae*
- 4) By microbial standards for food after heating process
- 5) ND: Not detected,
- 6) Accept ratio(%)=(number of accepted sample / number of total sample)×100

Table 7. Microbiological quality evaluation of cooking utensil(knife and cutting board) used in *Ojingeochaesomoochim*

School	Knife(logCFU ¹⁾ /100cm ²)				Cutting board(logCFU ¹⁾ /100cm ²)			
	TPC ²⁾	Coliforms	E-coli	Evaluation ³⁾	TPC	Coliforms	E-coli	Evaluation
A	3.60	1.35	ND ⁴⁾	Reject	2.93	1.25	ND	Reject
B	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
C	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
D	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
E	ND	ND	ND	Accept	1.52	1.00	ND	Accept
F	ND	ND	ND	Accept	1.69	ND	ND	Accept
G	ND	ND	ND	Accept	3.06	ND	ND	Reject
H	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
I	1.04	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
J	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
K	1.00	ND	ND	Accept	0.59	ND	ND	Accept
L	0.80	ND	ND	Accept	2.47	1.28	ND	Accept
M	1.10	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
N	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
Accept ratio ⁵⁾ (%)				92.9	92.9			

- 1) Colony forming unit
- 2) Total plate count,
- 3) By microbial standards for food contact surface
- 4) Not detected
- 5) Accept ratio = (number of accepted sample / number of total sample)×100

Table 8. Microbiological quality evaluation of cooking utensil(mixing glove and mixing bowl) used in *Ojingeochaesomoochim*

School	Mixing glove(logCFU ¹⁾ /100cm ²)				Mixing bowl(logCFU ¹⁾ /100cm ²)			
	TPC ²⁾	Coliforms	E-coli	Evaluation ³⁾	TPC	Coliforms	E-coli	Evaluation ⁵⁾
A	5.18	4.36	ND ⁴⁾	Reject	ND	ND	ND	Accept
B	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
C	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
D	3.04	ND	ND	Reject	3.23	ND	ND	Reject
E	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
F	3.66	ND	ND	Reject	1.30	ND	ND	Accept
G	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
H	1.40	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
I	3.70	ND	ND	Reject	1.00	ND	ND	Accept
J	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
K	2.58	ND	ND	Accept	1.00	ND	ND	Accept
L	ND	ND	ND	Accept	ND	ND	ND	Accept
M	ND	ND	ND	Accept	2.30	ND	ND	Accept
N	3.63	2.98	ND	Reject	ND	ND	ND	Accept
Accept ratio ⁵⁾ (%)				64.3	92.9			

¹⁾ Colony forming unit

²⁾ Total plate count,

³⁾ By microbial standards for food contact surface

⁴⁾ Not detected

⁵⁾ Accept ratio = (number of accepted sample / number of total sample)×100

logCFU/100cm²으로 초과하여 부적합한 것으로 평가되었다. 다른 조사대상 학교에서 대장균은 전혀 검출되지 않았고, 대장균군의 경우는 불검출~1.04 logCFU/100cm²으로 검출되어 같이 위생적으로 관리되는 것으로 조사되었다. 도마 역시 A교를 제외한 13개교(92.3%)에서 미생물 품질이 적합한 결과를 보였다. A교에서는 대장균군과 대장균은 식품접촉표면에 대한 기준에 적합하였으나 일반세균이 2.93 logCFU/100cm²으로 기준을 초과하였다. 다른 조사대상 학교에서도 대장균은 전혀 검출되지 않았고, 대장균군은 불검출~2.47 logCFU/100cm²으로 검출되어 도마가 위생적으로 관리되는 것으로 평가되었다.

오징어채소무침의 마지막 단계에서 사용된 조리도구인 무침용 장갑과 무침용기에 대해 미생물 분석을 실시한 결과를 표 8에 제시하였다. A, D, F, I, N교에서는 장갑의 일반세균수가 식품접촉표면의 허용기준인 2.7 logCFU/100cm²을 초과하였다. 대장균군은 A교와 N교에서 허용기준을 초과하였다. 전체 14개교 중 9개교(64.3%)만 기준에 적합하였다. 조사대상 14개 학교 급식소에서 사용한 무침용 장갑은 모두 무치기 직전에 착용한 1회용 장갑으로 기준에 적합하지 못한 경우가 5개교(35.7%)나 되었다. 작업자의 관리부족으로 인하여 장갑이 보관 중에 오염된 것으로 추정되므로 이에

대한 개선이 요구되었다. 가열조리한 원재료에 양념류를 넣어 무치는 과정에서 1회용 장갑에 의한 오염 발생 가능성이 존재하는 것을 지적할 수 있다. 무침용기의 경우, 일반세균수에서 D교만 허용기준을 초과하였다. 대장균군과 대장균은 무침용기에서 전혀 검출되지 않았다. 따라서 무침용기의 적합율은 92.9%로 나타났으며 용기가 위생적으로 관리되는 것으로 평가되었다.

5. 조리완료 음식(오징어채소무침)의 미생물 위해분석 결과

조리가 완료된 오징어채소무침의 학교별 미생물 품질 평가 결과는 Table 9과 같다. 일반세균수는 4.49~6.69 logCFU/g로 검출되었으며 일반세균의 허용기준을 초과한 학교는 A, B, D, F의 4개교였다. 장내세균은 A, G, H, K, L, M교에서 1.00~2.81 logCFU/g로 검출되었고, 그 중 A, G, N교 3개교가 허용기준을 초과하였다. 대장균군은 A, K, N교에서 1.00~2.70 logCFU/g 수준으로 검출되었지만 허용기준에 적합하였다. 대장균은 모든 시료에서 전혀 검출되지 않았다. 조리음식의 미생물 품질 기준에 대한 적합율은 조사대상 14개교 중 8개교(57.1%)에 불과하였다.

Table 9. Microbiological quality evaluation of cooked *Ojingeochaesomoochim*

School	logCFU ^{1)/g}				Evaluation ⁴⁾
	TPC ²⁾	EB ³⁾	Coliforms	<i>E-coli</i>	
A	6.28	2.81	2.71	ND	Reject
B	6.52	ND ⁵⁾	ND	ND	Reject
C	5.08	ND	ND	ND	Accept
D	6.69	ND	ND	ND	Reject
E	5.18	ND	ND	ND	Accept
F	6.08	ND	ND	ND	Reject
G	5.58	2.04	ND	ND	Reject
H	5.66	1.60	ND	ND	Accept
I	5.08	ND	ND	ND	Accept
J	5.99	ND	ND	ND	Accept
K	4.49	1.00	1.00	ND	Accept
L	5.74	1.30	ND	ND	Accept
M	4.56	ND	ND	ND	Accept
N	5.40	2.41	2.46	ND	Reject
Accept ratio ⁶⁾ (%)					57.1

¹⁾ CFU: Colony forming unit,
²⁾ TPC: Total plate count,
³⁾ EB: *Enterobacteriaceae*,
⁴⁾ By microbial standards for food after heating process,
⁵⁾ ND: Not detected,
⁶⁾ Accept ratio(%)=(number of accepted sample / number of total sample)×100

IV. 요약 및 결론

학교급식의 공정분류 중 위해도가 높다고 보고된 가열 조리후처리 공정으로 조리되는 오징어채소무침의 원·부 재료, 조리완료 음식, 조리도구에 대해 창원지역 학교급식소 14개소를 대상으로 미생물 품질 평가를 실시하였다.

모든 학교가 가열조리후처리 공정에서 생으로 첨가되는 생채소의 소독을 시행하지만 학교급식위생관리지침서의 소독기준(염소농도 100ppm, 5분 침지)을 준수한 경우는 양파, 오이, 마늘 소독 시 각각 35.7%에 불과하였다.

미생물 품질 기준에 대한 적합률은 소독 전 양파(57.1%)에 비해 소독 후 양파(71.4%)에서 향상된 것으로 나타났다. 오이의 경우 역시 소독 전(42.9%)에 비해 소독 후(78.6%)로 적합율이 향상되었다. 반면 마늘은 적합율이 소독전 42.9%에서 소독 후 35.7%로 오히려 감소하여 소독이 제대로 수행되지 못함을 알 수 있었다. 양념 부재료로 사용되는 발효식품인 고추장의 미생물적 품질 평가 결과, 조사대상 학교들 모두(100%)에서 적합한 것으로 조사되었다. 고춧가루는 42.9%의 학교에서만 적합하여 미

생물 오염수준이 높은 것으로 나타났다. 데친 오징어의 품질은 모든 조사대상 학교들(100%)에서 적합하여 매우 양호하였다. 조리도구에 대한 미생물 품질 평가에서 칼, 도마, 무침용 용기는 양호한 반면 무침 직전에 착용한 1회용 장갑이 기준에 적합하지 못한 경우가 35.7%로 장갑에 의한 오염 발생가능성이 존재하는 것으로 드러났다. 조리완료 음식이 품질 기준에 적합한 경우는 57.1%(8개교)로 조사되었고, 이 학교들 중에서 소독 후 생식재료, 양념 부재료, 조리도구 등 모든 시료의 미생물적 품질이 적합한 경우는 단 1개교(J교)에 불과하였다.

이상의 결과를 통해 학교 급식 HACCP 시스템에서 가열조리후처리공정으로 오징어채소무침 등의 음식을 조리할 때, 위생적으로 유의해야 할 사항은 다음과 같다.

첫째, 생채소 소독과정이 적합하게 수행되지 못하는 경우가 많아 소독의 효과가 충분히 발휘되지 못하는 것으로 나타났다. 테스트 페이퍼 사용 외에도 담당자가 100ppm의 소독액을 정확히 제조하기 위한 계량도구, 5분 침지를 준수하기 위한 타이머를 지원해야 하며, 생채소 소독효과가 발휘되는지에 대한 검증이 반드시 필요한 것으로 나타났다.

둘째, 단체급식에서 가열 과정 없이 생으로 첨가할 고춧가루 제품을 생산업체가 출고할 때 미생물적 품질 기준을 설정해 관리해야 함을 제안하는 바이다.

셋째, 무침용 1회용 장갑에 의한 오염 우려가 높아 이를 보관하는 과정에 대한 개선이 요구되었다.

본 연구의 조사대상 14개교에서 생산한 오징어채소무침 57.1%(8개교)만 미생물 품질 기준에 적합함으로써 HACCP의 식중독 저감화 효과가 모든 학교에서 발휘되지 못하고 있는 것으로 나타났다. 학교급식에서는 학기당 1회에 한하여 HACCP 자체 검증을 실시하게 되어 있으나 본 연구의 결과로 볼 때 검증이 현장에서 효과적으로 수행되지 못하는 것으로 사료된다. 따라서 현장서류 및 기록 확인, 현장에서의 교차점검, 담당자의 지식 측정, 측정기기의 관리 등의 방법들을 종합적으로 활용하여 미생물적으로 양호한 음식이 생산됨을 일선학교에서 확인할 수 있는 학교급식 HACCP 실행성 검증 도구를 개발해야 할 필요가 있음을 제안하는 바이며, 검증 도구에는 조리 완료된 음식에 대한 미생물학적 평가결과가 반영되어야 함을 강조한다. 조리음식이나 조리도구는 육안으로 위해 미생물의 오염정도를 확인하는 것을 불가능하다. 정확한 위생상태를 확인하려면 육안검사 뿐 만 아니라 주기적인 미생물 평가가 이루어져야 하므로(Kassa H 등 2001) 학교급식에서는 연 1회 정기검사 대상 품목으로 음용수와 식품접촉표면에 대한 미생물 검사를 지정하여 시행한다. 그러나 비용상의 문제로 조리완료 음식에 대한 검사는 빠져 있다. 음용수와 식품접촉표면에 대한 미생물검사를 외부검사기관에 의뢰하여 실시하는 현 상황에서 조리완

료 음식에 대한 검사가 추가되어야 영양사나 조리원이 학교에서 생산된 음식의 안전성에 대해 정확히 알고 위생상태 개선을 위한 노력을 더 기울이게 될 것이다.

V. 감사의 글

이 논문은 2011~2012년도 창원대학교 교내공모과제 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Byun MW, Yook HS, Kwon JH, Kim JO. 1996. Improvement of hygienic quality and long-term storage of dried red pepper by gamma irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 28(3):482-489
- Cho YK. 1995. Effect of seasonings on PH and sensory evaluation during fermentation of Kakdugi and chinsw cabbage Kimchi. *Bull. Inst. Basic Sci.* 7. pp 131-139
- FDA. 1998. A HACCP Principles Guide for Operations of Food Establishments at the Retail Level Available from: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/hret-toc.html> Accessed April 18, 2013
- FIS. 2005. Guidance for school food authorities. Developing a school food safety program based on the process approach to HACCP principles, United States Department of Agriculture. Available from: [http://www.fns.usda.gov/cnd/CNlabeling/Food-Sfety/HACCP Guidance](http://www.fns.usda.gov/cnd/CNlabeling/Food-Sfety/HACCP%20Guidance). Accessed April 4, 2013
- Jang JS, Bae HJ. 2006. Analysis of usage frequency of foods with microbiological hazards in elementary school foodservice operation. *Korean J food Nutri* 19(2):234-241
- Jeon IK, Lee YK. 2003a. Verification of the HACCP system in school foodservice operations-Focus of the microbiological quality of foods in the heating process and after-heating process-. *Korean J Nutr* 36(10):1071-1082
- Jeon IK, Lee YK. 2003b. Verification of the HACCP system in school foodservice operations -Focus of the microbiological quality of foods in non-heating process-. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 33(7):1154-1162
- Kassa H, Harrington B, Bisesi M, Khuder S. 2001. Comparisons of microbiological evaluations of selected kitchen areas with visual inspections for preventing potential risk of foodborne outbreaks in food service operations. *J Food Prot* 64(4):509-513
- Kim BY, Song HY, Park IS, Kim YS, Lee YS, Ha SD. 2009. A correlation study of surveillance data and ATP bioluminescence assay for verification of hygienic status in major hotel in Seoul. *J Fd Hyg Safety* 24(3):277-284
- Kim GM, Lee SY. 2009. Factors related to sanitary management performance based on HACCP system in school food service: Seoul, Gyeonggi, Kangwon and Choongchung areas in Korea. *Korean J Community Nutr* 14(6):817-830
- Kim GR, Jang MS. 1998. Microbiological quality and change in vitamin C contents of vegetables prepared at industrial foodservice institution in Kumi. *J Korean Diet Assoc* 4(2):263-269
- Kim JH, Kim YS, Han JS. 2004. Seasonal changes of microbiological counts and sanitation state on the surface of foodservice facilities and utilities. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(10):1653-1660
- Kim MS, Ahn EY, Ahn ES, Shin DH. 2000. Characteristic changes of *Kochujang* by heat treatment. *Korean J Food Sci Technol* 32(4): 867-874
- Kim NY. 2010. The survey of cleaning and sanitizing of raw vegetables not heated and utensils in school foodservices. MS thesis. Changwon National University. pp67-71
- Kim YH, Lee YK. 2010. An evaluation of food safety sanitation management practices of food manufacturing companies that supply foods to school foodservice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(10):1535-1544
- Kim YS, Moon HK, Jeong HJ. 2012. Improvement of HACCP verification checklist in school foodservices -A case study on cooked squid with seasoned fresh vegetables-. *J Korean Diet Assoc* 18(3):222-233
- Kim YS. 2007. Microbiological quality and perception of nutrition teachers regarding environmentally friendly agricultural products in Gyeongnam. Masters degree thesis. Changwon National University. pp 34-41
- Kim YS, Jung RW, Lee HG. 1990. A study on the dietary habit and the food preference of pre-school children. *Korean J Soc Food Sci* 6(2):105-119
- Korea Food and Drug Administration. 2010. Food code. p 5-21-6
- Kwak TK, Kang YJ, Ryu K, Moon HK, Chang HJ, Lee KE, Choi JH. 2014. Food safety: Principle and practice. Koymunsa. GyeongGi-Do. pp 337-338
- Kwon JH, Byun MW, Cho HO, Han BH. 1994. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide fumigation on some chemical quality of white ginseng powder. *Korean J Food Sci Technol* 26(3):278-282
- Lee JH, Goh YK, Park KH, Ryu K. 2007. Assessment of food safety management performance for school food service in the Seoul area. *Korean J Community Nutr* 2(3):310-321
- Lee JH. 2005. Verification of the HACCP system in school foodservice operation and effect of personal hygiene management practices and sanitization of fresh vegetables. MS thesis. Yonsei University. pp 6-30
- Lee JM, Jang JH, Oh NS, Han MS. 1996. Bacterial distribution of *Kochujang*. *Korean J Food Sci Technol* 28(2):260-266
- Lee TS, Lee SK, Kim SS, Yosihda T. 1970. Microbiological studies of red pepper paste fermentation(Part).The distribution of the yeasts during the red pepper paste fermentation periods. *Korean J Microbiol* 8: 151-162
- Lee YK. 2004. Hazard Assessment of first agricultural, marine and livestock products. *The Korean Soc Foodservice Sanitation*.

- Spring Symposium pp 16-35
- Ministry of Education 2004. Sanitation guideline book for school foodservices. 2rd edition. pp. 120-122
- Ministry of Education 2010. Sanitation guideline book for school foodservices. 3rd edition. Available from: <http://www.mest.go.kr/web/1110/ko/board/view.do?bbsId=149&pageSize=10&cacheOff=N¤tPage=0&searchOption=combi&searchWord=B1DEBDC4&encodeYn=Y&boardSeq=2189&mode=view> Accessed April 9, 2012
- Ministry of Food and Drug Safety. 2013. Statistical system for foodborne disease outbreaks. Available from: <http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do?nMenuCode=24> Accessed January 4, 2014
- Moon HG, Jean JY, Lyu ES. 2004. Assessment of hygiene knowledge and recognition on job performance levels for HACCP implementation for dieticians and employees at contract foodservices. *J Korean Diet Assoc* 10(3):261-271
- Nam EJ, Lee YK. 2001. Evaluation of sanitary management based on HACCP of business and industry foodservice operation in Taegu and Kyungpook areas. *J Korean Diet Assoc* 7(1):28-37
- Park HK, Yoo WC, Kim KL. 2000. Microbiological hazard analysis for prepared foods and raw materials of food service operation. *Korean J Soc Dietary Culture* 15(2):123-137.
- Park HO, Kim CM, Woo GJ, Park SH, Lee DH, Chang EJ, Park KH. 2001. Monitoring and trends analysis of food poisoning outbreaks occurred in recent years in Korea. *J Fd Hyg Safety* 16(4):280-294
- Park HS, Ryu K. 2007. Microbial risk analysis of cooked food donated to foodbank(I). *Korean J Community Nutr* 12(5):617-629
- Park JW. 2007. Research on the status of sanitation management of facilities and equipments of school meal service of Daegu region and obstacles of the HACCP system. MS thesis. Keimyung University, pp 16-39
- Shin DH, Ahn EY, Kim YS, Oh JY. 2001. Changes in the microflora and enzyme activities of Kochujang prepared with different Koji during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 33(1):94-99
- Shin WS, Hong WS, Lee KE. 2008. Assessment of microbiological quality for raw materials and cooked foods in elementary school establishment. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 37(3):379-389
- Yoo WC, Park HK, Kim KL. 2000. Microbiological hazard analysis for prepared foods and raw materials of foodservice operations. *Korean J Dietary culture* 15(2):123-137

Received on Jan. 22, 2014/ Revised on Feb.11, 2014/ Accepted on Feb. 13, 2014