KOREAN J. SOC. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 18, No. 5, OCTOBER, 2002

고등학교 위탁급식에서 이용되는 식재료의 전처리 유무에 따른 품질 연구

김혜영 · 김지연 · 고성희
성신여자대학교 식품영양학과

A Study on the Quality Depending on Preparing of Food in High School Contract Food Service.

Heh-Young Kim, Ji-Yeon Kim, Sung-Hee Ko
Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

With the rapid growth of high-school foodservice in a short period as a result of the extensive implementation of school service, contract foodservice as well as the use of pre-prepared food ingredients has been increased. The purpose of this study was to evaluate the time required in various phases of product flow, temperature, pH, Aw, microbiological quality of foods served in high school in Seoul area and to analyze the hazardous factors to find out efficient control methods. Comparison was made between the schools using prepared food and raw materials in terms of microbiological quality. However, no distinguishable difference in the quality of foods was found between them. Therefore, the use of prepared food seemed no impose more hazard than using raw materials.

Key words : high-school foodservice, prepared food, microbiological quality

Ⅰ. 서 론

청소년기는 성장발달이 급격히 이루어지며 심리적 · 사회적 · 정신적으로 변화 · 성숙하는 시기로서, 이 때의 영양섭취가 성장 발육에 미치는 영향이 크므로 올바른 식습관을 갖는 것은 성장기 건강유지의 기초가 된다.[1] 우리나라 청소년들은 장시간의 학교생활로 인해 발생할 수 있는 영양관리 측면과 식생활 문제 등의 해결방안으로 학교급식의 실시가 요구되고 있다.[2] 이에 교육부는 학교급식 시설을 연차적으로 확대시켜 고등학교급식은 1999년도 말까지, 중학교급식은 2002년까지 전면 확대 실시하겠다는 정부의 방침에 따라 급식시장의 규모는 확대되고 있는 실정이다. 이와 더불어 학교 내 급식 시설 · 설비비 및 운영비에 대한 부담액 증가 문제를 해결하기 위한 한 방편으로 급식의 위탁경영방식이 증가되는 있는 추세이다[3][4]. 특히, 서울지역의 경우 고등학교 급식 실시 학교 중 94.4%가 위탁급식을 실시하고 있다.[5] 또한 단기간의 확대 실시로 인한 학교급식 시설의 확충 및 인력부족으로 전처리 장을 보유한 기업형 급식업체를 중심으로 인력절감, 이용의 편리성, 쓰레기 절감 등의 이점을 가지고 있는 전처리 식품의 사용이 증가하고 있는 추세이다.[6]

90년대에 들어와 급식산업이 급속히 성장함으로써 식중독 사고 또한 대형화되고 있다. 학교급식도 식중독을 일으키는 건수는 줄어드는 추세이나 발생건수마다 피해 학생수는 크게 늘고 있다.[7] 따라서 앞으로 야기될 수 있는 식중독 사고를 구조적으로 미연에 방지하고, 안전성이 확보된 학교급식 체계를 구축하기 위해 HACCP 도입이 절실히 요구된다. 국내의 경우 HACCP나 미생물적 품질관리에 대한 연구는 다방면에서 이루어져 왔으며, 그 중 특히 학교급식에 관한 선행연구는 초등학교 급식에 대한 연

Corresponding author: Heh-young Kim, Sungshin Women's University, 229-1, Dongsun-dong 3ga, Sungbuk-gu, Seoul 136-742, Korea
Tel: 02-920-7202
Fax: 02-925-4501
E-mail: hykim@cc.sungshin.ac.kr

구가 다각적으로 이루어져 왔으나, 고등학교 급식 전반에 걸친 위생 및 안전성 확보나 유지 · 관리에 대한 연구[8]는 미흡한 형편이다. 또한 전처리 식품 사용은 증가하고 있으나 이에 대한 연구도 단지 필요성 인식이나 사용실태 조사 수준에서 이루어지고 있어 이 부분에 있어서의 미생물적 품질관리 측면은 미비한 실정이어서 앞으로 보다 많은 연구가 요구된다.

이에 본 연구는 고등학교 위탁급식에서 전처리된 식재료를 이용하는 학교와 전처리 되지 않은 식재료를 주로 이용하는 학교를 대상으로 1) 급식관리 실태를 파악하고, 2) 제공되는 음식의 각 생산단계별 소요시간, 온도상태, pH, Aw, 미생물적 품질 상태를 평가하여 중점관리점을 규명하며, 3) 제공되는 음식의 각 생산단계별 미생물적 품질에 대한 비교를 통해 전처리 식품의 이용 및 안전성 여부에 관한 기초자료를 제공함으로써 위탁급식을 실시하고 있는 고등학교 급식의 품질 향상과 능률적인 급식 관리 방안을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 조사대상 및 시료선정

본 연구는 서울시내에 소재한 학교 내 급식 조리 시설을 이용하여 위탁급식을 실시하고 있는 고등학교 중 전처리된 식재료를 주로 사용하고 있는 A학교와 급식에 전처리 되지 않은 식재료를 사용하고 있는 B학교를 대상으로 실시하였다. 조사대상 음식은 고등학교 급식에서 제공 빈도수가 잦고 선호도가 높으며, NACMCF(National Advisory Committee on Microbiological Critical for foods)의 6가지 위해요인 위험범주[9]를 적용하였을 때 오염되기 쉬운 원료를 포함하고 있으며 잠재적으로 미생물 증식의 위험성이 있는 음식이라고 사료되는 돼지불고기와 콩나물 무침을 선정하였다. 본 연구는 2001년 6~7월에 걸쳐 예비조사 및 예비실험을 수행하였고, 본 실험은 8~9월 동안 2회에 걸쳐 반복실험 하였다.

2. 급식 실태 조사

조사대상 고등학교의 급식실시 연도, 피급식자 수 및 해당학교 전체 학생수에 대한 급식률, 급식종사자 수, 급식비, 배식형태, 급식 장소, 조리된 음식 보관 방법, 시설 전역의 소독 횟수, 종업원 위생교육, 입고되는 식재료의 전처리율에 대하여 급식 업무 담당자인 영양사와 직접 면담을 실시하였다.

3. 음식생산과정

돼지불고기와 콩나물 무침의 생산과정은 Fig. 1, 2와 같다.

A학교는 양파, 파, 당근, 마늘을 씻기, 썰기(다지기), 소독과정을 거친 전처리 식재료를 사용하였고, B학교는 마늘을 제외하고는 껍질이 있는 상태의 식재료를 이용하였으며 전처리 후 소독과정을 거치지 않고 바로 조리에 들어갔다.

4. 실험방법

1) 소요시간 및 온도상태 측정

각 음식의 입고된 원재료에서부터 배식에 이르기까지 전 생산단계에서 식품이나 음식의 온도상태 및 주변환경의 온도, 소요시간을 각 생산단계별로 측정하였다. 소요시간은 각 단계의 시작과 끝나는 지점에서 측정하였으며, 식품 및 음식의 온도상태는 각 단계의 끝나는 지점에서 측정하였다. 식품 및 음식물의 내부온도는 시료의 중심부에 표준온도계(Omega heat-prober digital thermometer with type K thermocouple, Model 40131K)를 꽂은 후 온도가 평형이 되는 시점을 기록하였고 주위온도는 일반 온도계를 사용하여 측정하였다.

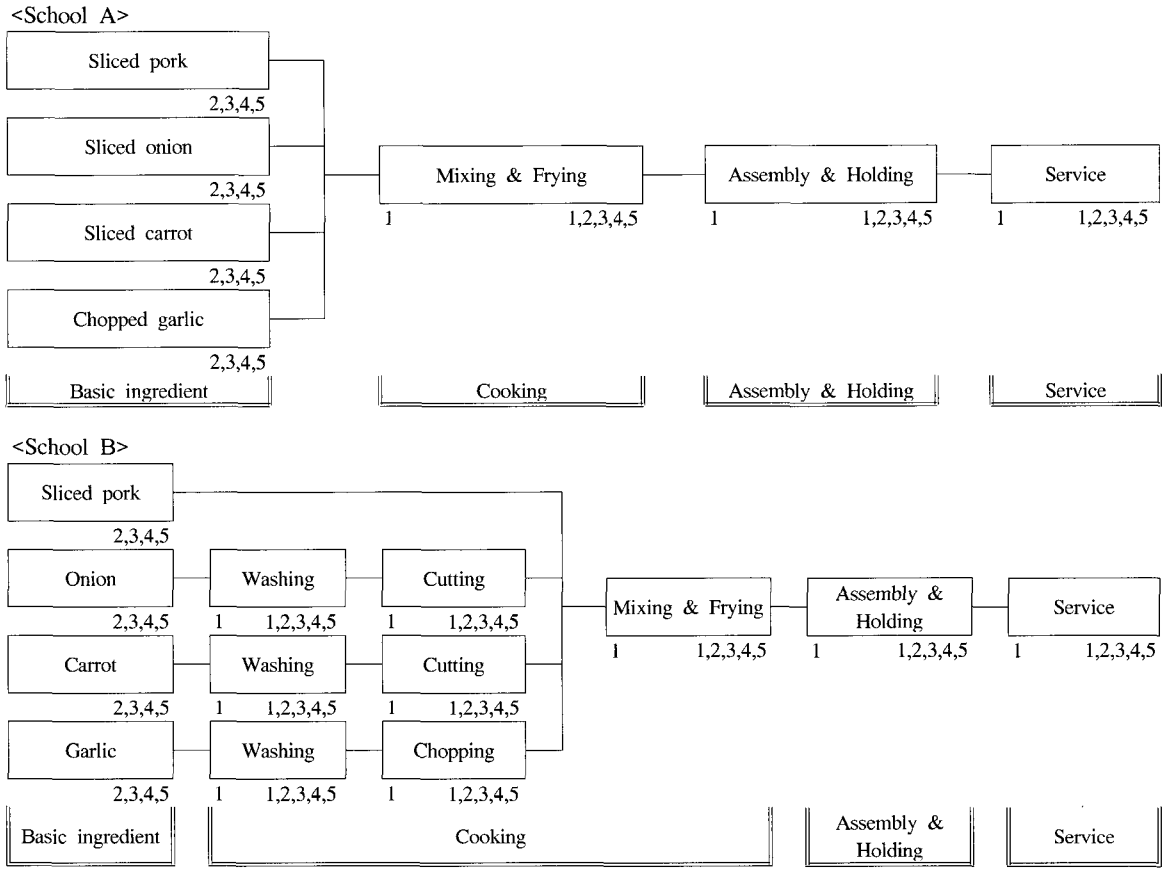
2) pH 및 수분활성도(Aw)측정

Fig. 1, 2에 표시한 각 단계에서 pH는 Dahl[10] 등이 행한 방법을 이용하여, 각 시료를 10g씩 채취하여 100ml의 증류수를 붓고 Homogenizer로 1분간 중속으로 균질화 한 후 pH meter(Orion, Model 420A)로 측정하였고, Aw는 Speck[11]가 행한 방법을 이용하여, 시료를 각 부위별로 4g 정도씩을 채취하여 Homogenizer로 균질화한 후 플라스틱 용기에 담아 Aw-THERM(ART, Model rotronic ag, made in Swiss)로 측정하였다.

3) 미생물 분석

(1) 음식

음식의 미생물 검사는 Fig. 1, 2에서 표시한 각각의 시점에서 채취한 시료에 대하여 총균수와 대장균군수를 측정하였고, 단체급식소에서 발생빈도가 높은 식중독균인 *Salmonella, Staphylococcus aureus*와 *E. coli O157:H7, Listeria monocytogenes*의 존재여부를 식품공전[12]에 준하여 검사하였다. 시료는 약 150g씩 무균처리된 Stomacher bag(Model 400 Bags 6141)에 채취하여 즉시 Ice Box에 담아서 저온(5±



Number 1 for time : 2 for temperature : 3 for microbiological : 4 for pH : 5 for water activity : and their indicate beginning and end parts for evaluating or recording

Fig. 1. Phase in Product Flow of Pork Bulkogi, Measuring Time, Temperature, Microbiological Sampling and pH, Aw

3℃)으로 유지시키면서 1시간 이내에 실험실로 운반하여 분석하였다. 검체의 채취에 사용된 기구 및 용기와 실험과정에 사용된 것은 멸균하여 사용하였으며, 미생물 분석을 위한 모든 실험은 무균대에서 행해졌다.

(2) 공중낙하균

A학교와 B학교 급식장의 작업환경을 평가하기 위해 박[13] 등이 행한 방법을 이용하여 공중낙하균으로서 일반세균수, 황색포도상구균을 측정하였으며, 작업장내의 측정장소로는 작업대, 양념선반, 냉장고, 세척대 등이었다. 낙하균의 측정을 위하여 해당 미생물에 대한 배지를 분주하여 고화시킨 일회용 페트리접시를 준비하여 각 낙하균의 측정 위치에서 5분간 뚜껑을 열어 방치하였다. 뚜껑을 닫고 ice box에 담아 1시간 이내에 실험실로 옮긴 후 35℃에서 48시간을 배양한 다음 형성된 집락수를 계측하여 평판 당 집락수로 표시하였다.

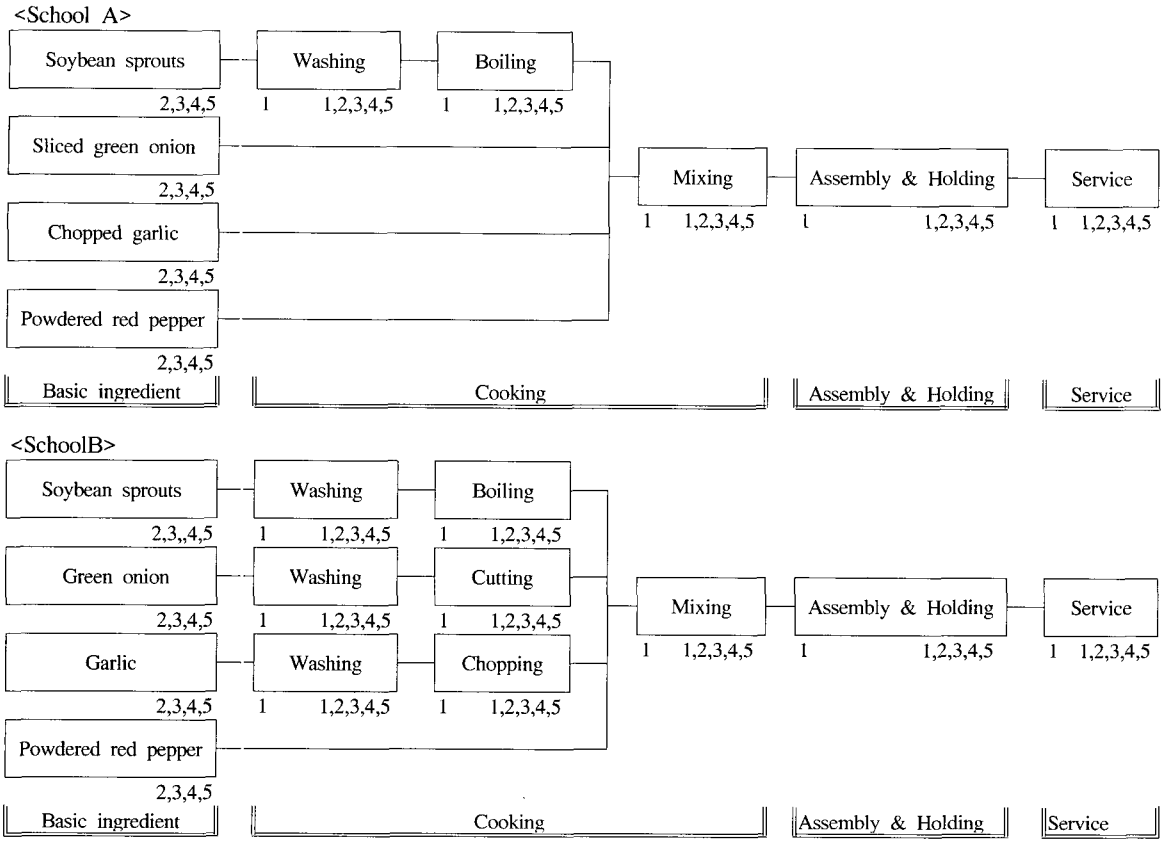
4) 자료의 분석 및 위험요인분석

각각의 실험 데이터는 모두 2회 반복 측정하여 평균 값을 제시하였고, 각 음식의 원재료에서부터 배식에 이르기까지의 전 생산단계에서 규명된 자료와 단계별 소요시간-온도상태, pH, 수분활성도(Aw)를 측정결과와 미생물 분석결과를 종합분석하여 HACCP방법을 적용하여 위험요인을 분석하고 중점관리점(Critical Control Point)을 규명하여 이를 통제할 수 있는 효과적인 품질관리 방안를 모색하였다.

Ⅲ. 실험결과 및 고찰

1. 조사대상학교의 급식 실태

조사대상 고등학교 2개교의 급식실태와 급식시설



Number 1 for time : 2 for temperature : 3 for microbiological : 4 for pH : 5 for water activity : and their indicate beginning and end parts for evaluating or recording

Fig. 2. Phase in Product Flow of Cooked Soybean Sprouts, Measuring Time, Temperature, Microbiological Sampling and pH, Aw

의 관리 실태를 조사한 결과는 Table 1과 같다. A, B 고등학교의 급식은 정부의 고등학교 급식 전면 확대 실시 방안과 때를 같이 하여 시작되었으며, A, B 고등학교의 전체 학생 수에 대한 급식률은 각각 A학교가 78.4%, B학교가 93.1%로서 B학교가 급식률이 약 15%가량 더 높았다. 인력현황은 조리원 1명당 급식 학생수가 A학교는 175명, B학교는 136명으로 나타났다. A, B학교 모두 교실에서 배식이 이루어지므로 각 반으로 컨테이너를 이동시킬 운반원을 두고 있으며, 운반원 1명당 A학교는 200식, B학교는 190식을 운반하는 것으로 파악되었다. 전체적으로 B학교가 A학교보다 급식 인력 확보율이 약간 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 두 학교 모두 급식 학생수에 비해 급식 인력 확보 수준이 이에 미치지 못하고 있는 실정이다.

급식비 중 식재료비가 차지하는 비율은 A학교가 53%인 1,087원, B학교가 60%인 1,320원으로 B학교가 A학교보다 7%가량 높게 나타났다. 식재료의 전처리율을 살펴보면 A학교는 입고되는 식재료의 90%이상이 씻기와 썰기 과정을 거친 것인데 반해,

Table 1. Characteristics of management in Foodservice Facility

Item	A School	B School
Serving scale(people)	1400	950
Number of employees		
dietitian	1	1
cook	8	7
assistant cook	4	3
carrier	7	5
Food cost allowance/person(won)	2,050	2,200
Serving place	Classroom	Classroom
Frequency of disinfection	1/month	1/two month
Frequency of sanitary education	1/month	1/month
Pre-preparation rate of ingredient	90~100%	0~20%

B학교는 90%이상이 전처리 과정을 거치지 않은 원재료 상태로 입고되었다.

두 학교 모두 음식이 조리되면 즉시 1인 분량씩 tray에 담겨져 반별 컨테이너에 넣어 각 반으로 운반하는 시스템으로 이루어져있다. 따라서, 음식이 모두 조리된 후 즉시 배식판에 담기 시작하므로 특별한 보관 방법이 없었다.

2. 소요시간 및 온도상태

돼지불고기와 콩나물의 원재료에서부터 급식되기까지의 각 단계별 소요시간 및 온도상태를 Table 2와 Table 3에 제시하였다. 돼지불고기의 경우 소요시간은 A학교의 경우 199분, B학교의 경우 229분으로 B학교가 A학교에 비해 30분 가량 더 소요되는 것으로 나타났다. 이는 A학교에서 전처리된 식재료를 구매함으로써, 생산공정에서 전처리 단계가 생략되어 전체적으로 생산단계에서 소요되는 시간이 감소된 것으로 사료되었다. 콩나물 무침의 경우에는 A학교가 195분, B학교가 198분으로 두 학교가 근소한 차이를 보이는 것은 조리원 1명당 급식 학생수가 B학교가 A학교보다 적으며, 콩나물 무침의 생산단계에서 전처리 과정이 단순하여 비교적 적은 시간이 소요되기 때문이라고 사료되었다.

검수시 식재료의 온도를 살펴보면, 돼지고기의 경우 A, B학교 모두 -3℃로 미국 FDA(Food and Drug Administration)[14]에서 제시한 냉동식품의 검수·보관 기준인 -17.8℃를 만족시키지 못하는 것으로 나타났다. 또한 양파, 당근, 마늘의 경우 A학교는 10~11.0℃, B학교는 23.2~24.0℃로 나타났는데, 이는 신[15]이 대량조리시설의 위생관리 메뉴얼에서 제시한 신선한 채소 원재료의 적정 온도인 10℃보다 B학교는 더 높게 A학교는 근접한 수준으로 나타나 A학교가 B학교보다는 원재료 납품시 온도상태가 좀더 양호한 상태임을 알 수 있다. 그러나 A학교도 검수시 콩나물의 온도는 27℃로 기준에 상당 수준 못미치고 있으므로 검수시 보다 체계적이고 철저한 온도관리가 요구된다. 특히, 파와 마늘은 콩나물 무침에서 열처리 과정을 거치지 않으므로 미생물 증식이 우려되는 온도대에 노출되지 않도록 더욱 각별한 관리가 요구된다. Bryan[16]은 가열단계가 식중독 발생의 주요원인으로 지적하여 조리단계에서 적절한 가열온도를 강조하였는데, 돼지불고기의 조리 직후의 내부온도가 A학교의 90℃, B학교의 경우 92.3℃로 미국 FDA[14]에서 권장하는 돼지고기의 조리 기준

Table 2. Measurements for Time, Temperature, pH, Aw and Microbiological evaluation of Pork Bulkogi at Various Phases in Product Flow

Phase in product flow[a]	Food item		Time (min)		Food Temp (℃)[b]		Env. Temp.(℃)[c]		pH		Aw		Total Plate Count[f]		colifoms[f]	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Basic ingredients	Sliced pork	Sliced pork	-[e]	-[e]	-3.0	-3.0	27.05	26.4	6.23	6.07	0.94	0.93	3.99	4.17	3.72	4.08
	Sliced onion	Onion	-	-	10.0	23.8			5.81	6.06	0.95	0.94	7.63	9.77	6.41	7.89
	Sliced carrot	Carrot	-	-	10.8	24.0			6.38	6.25	0.96	0.95	8.64	6.85	5.31	6.52
	Chopped garlic	Garlic	-	-	11.0	23.2			6.80	6.40	0.95	0.98	7.11	8.02	6.85	6.98
Pre-preparaton																
Washing		Onion		13		23.5				5.75		0.95		7.11		6.35
		Carrot		3		23.0				6.30		0.93		5.36		5.19
		Garlic		4		25.0		28.3		6.10		0.95		7.89		6.29
Cutting		Onion		4		25.1				5.81		0.94		8.45		7.09
		Carrot		10		25.0				6.38		0.95		6.65		5.30
Chopping		Garlic		20		24.2				6.62		0.95		7.95		6.41
Cooking																
Mixing & Frying	Mixture[d]	Mixture[d]	85	64	90.0	92.3	36.2	35.2	6.02	6.13	0.94	0.93	3.38	3.60	1.83	1.96
Assembly & Holding			98	91	37.8	33.3	28.0	29.0	6.14	6.36	0.94	0.93	5	4.65	4.27	4.26
Service			16	20	32.5	31.3	32.0	30.0	6.17	6.38	0.93	0.93	5.15	5.61	4.57	5.31

a : Samples were taken at the end of phase in product flow
b : mean Food temperature
c : mean Food temperature
d : Included pork, onion, carrot and garlic
e : Not measured
f : Expressed as colony forming unit per ㎖(Log CFU/㎖)of sample ; mean duplication

Table 3. Measurements for Time, Temperature, pH, Aw, Microbiological Evaluation of Cooked Soybean Sprouts at Various Phases in Product Flow

Phase in product flow[a]	Food item		Time (min)		Food Temp (℃)[b]		Env. Temp.(℃)[c]		pH		Aw		Total Plate Count[f]		colifoms[f]	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Basic ingredients	Soybean sprouts	Soybean sprouts	-[e]	-[e]	27.0	20.9	27.4	26.4	6.48	6.18	0.96	0.96	7.75	9.40	7.03	6.79
	Sliced green onion	Green onion	-	-	10.0	24.0			5.92	5.80	0.97	0.94	7.78	6.53	6.84	6.45
	Chooping garlic	Garlic	-	-	11.0	23.2			6.84	6.36	0.94	0.98	7.09	7.94	6.61	6.95
	Powered red pepper	Powered red pepper	-	-	27.0	25.0			4.70	5.02	0.65	0.69	6.10	6.85	3.59	4.73
Pre-preparaton																
Washing		Soybean sprouts	21	14	25.0	25.1	29.6	27.85		6.26		0.95		7.57		7.40
		Green onion		3		25.0				5.88		0.95		6.39		5.60
		Garlic		3		25.0				6.08		0.94		7.78		6.28
Cutting		Green onion		5		26.1				5.96		0.94		6.58		6.13
Chopping		Garlic		20		24.2				6.57		0.94		7.89		6.87
Cooking																
Boiling	Soybean sprouts	Soybean sprouts	40	32	89.1	92.3	30.1	33.0	6.18	6.01	0.96	0.95	2.29	2.43	1	1.30
Mixing	Mixture[d]	Mixture[d]	20	10	32.0	28.8			6.22	6.15	0.95	0.95	7.91	7.61	4.88	4.83
Assembly & Holding			98	91	30.3	29.0	27.0	29.0	6.25	6.20	0.95	0.95	8.25	8.99	5.49	5.88
Service			16	20	30.1	30.2	32.0	30.0	6.32	6.22	0.95	0.95	9.23	9.73	5.55	6.82

a : Samples were taken at the end of phase in product flow
b : mean Food temperature
c : mean Food temperature
d : Soybean sprouts, sliced green onion, chooping garlic powdered red pepper
e : Not measured
f : Expressed as colony forming unit per ml(Log CFU/ml)of sample ; mean duplication

인 68℃, Rowley[17] 등과 Bobeng[18]이 제시한 조리온도 기준인 74℃ 이상을 충분히 만족시켰으며, 콩나물의 경우에도 데친 후의 온도가 89.9℃~92.3 ℃로 조리 온도 기준을 충분히 만족시켰다. 두 학교 모두 조리된 음식은 조리된 직후에 1인분량씩 tray에 담는 과정을 거쳐 배식되게 된다. 1인분 정량에서 배식까지 실온에서 각각 A학교 1.4분, B학교는 111분간 FDA[14]의 위험온도 범위인 5~60℃에 방치하였다. Longree[19]는 냉장음식에 대해 16~49℃에서 2시간 이상 방치되어서는 안 된다고 하였으며, Tuomi[20] 등도 찬 음식의 보관단계는 15.5℃이하로 유지해야 한다고 제시하였다. DHEW[21]의 급식소를 위한 위생관리 지침에서 제시한 기준에 의하면 위험온도 범위내에서 식품의 안전성을 유지할 수 있는 시간이 최대 4시간이며 15~38℃의 온도에서는 2시간 이상 방치해서는 안 된다고 규정되어 있는데, 두 학교 모두 2시간 가까이 이 온도범위에 노출되어 있었다. Bryan[16]은 부적절한 온도 상태가 중온균의 증식과 포자의 형성을 자극한다고 지적한바와 같이 조리된 음식의 안전성을 유지하기 위해서는 가열조리 후 가능한한 단시간 내에 음식을 냉각시켜 냉장보관하거나 열장보관을 하여 미생물 증식 방지를 위한 노력이 필요하다.

3. pH 및 Aw

돼지불고기와 콩나물의 pH와 AW 측정결과는 Table 2와 Table 3에 제시하였다. 대부분의 미생물은 넓은 pH 범위에서 성장할 수 있으며, pH 6.8~7.2에서 최적성장이 이루어진다.[22] 전체적으로, 돼지불고기의 경우 원재료에서 급식단계까지의 pH 범위는 A학교가 5.81~6.80, B학교가 5,75~6.38이였고, 콩나물 무침의 경우 pH 범위는 A학교가 4.70~6.84, B학교가 5.02~6.57으로서 미생물 성장 최적 pH 수준에는 미치지 못하나 미생물의 잠재적 위험 가능성이 있는 범위내였다. 돼지불고기의 경우 조리후 pH는 배식시, 콩나물의 경우에는 데친 후의 pH가 무친 후 증가되었는데, 이는 최적 성장 pH인 6.8~7.2에는 못 미치나 NRA[23]에서 미생물의 잠재적 위험 가능성이 있다고 제시한 pH 4.6~7.0에 해당하는 수치였다. 콩나물의 pH 증가는 재료를 혼합하는 과정에서 부재료(파, 마늘)의 첨가가 원인인 것으로 사료되었다.

일반세균이 성장에 필요한 최저 Aw 수준은 0.85이며, Aw가 0.85~0.99인 식품은 미생물 증식의 잠재적

위험이 높다.[24] 또한 각 미생물의 최저 Aw 수준을 살펴보면, E. coli는 0.95~0.96, S. aureus는 0.83~0.86, Salmonella는 0.93~0.99로 보고되었다.[14] 돼지불고기의 경우 원재료에서 급식에 이르기까지의 Aw 수준은 A학교가 0.933~0.955, B학교가 0.926~0.980이였으며, 콩나물 무침의 경우 Aw 수준은 A학교가 0.645~0.968, B학교가 0.685~0.975정도였다. 따라서 본 연구의 시료인 돼지불고기와 콩나물 무침은 고춧가루를 제외하고 Aw 수준이 0.92이상이므로 미생물 증식의 위험성이 높을 것으로 사료되었다.

4. 미생물 분석

1) 음식

A, B 학교의 음식생산단계에 따른 미생물 분석 결과는 각각 Table 2, 3에 제시하였다. 원 재료인 돼지고기는 A, B학교 모두 썰어서 냉동된 상태로 입고되어 총균수와 대장균군수는 각각 A학교 9.9×10^2, 5.25×10^3, B학교 1.48×10^4, 1.2×10^4으로 Oregon주에서 정하고 있는 fresh ground meat 에 대한 미생물적 품질 안전기준치인[25] 총균수 $<10^6$, 대장균군수 $<10^3$과 비교하여 총균수는 기준치를 만족시켰으나 대장균군수는 기준치를 초과하여 생산초기부터 위험요인으로 지적되었다. 이는 유통과정상의 부적절한 취급 또는 두학교 모두 검수시 냉동식품의 온도기준치인 -17.8℃를 만족시키지 못한 것이 큰 원인으로 작용했으리라 사료되었다. 또한 두 학교의 온도상태와 pH가 비슷했음에도 불구하고 B학교가 A학교보다는 미생물 수치가 높았는데 이는 검수시 B학교의 돼지고기포장상태가 불량하여 외부 오염물질의 유입으로 오염되었기 때문이라 생각되었다. 따라서 신뢰할수 있는 납품업자에게서 보다 위생적이고 안전한 재료를 구입해야 하며 보다 철저한 검수가 이루어져야하겠다. A학교의 전처리 되어 입고된 양파, 당근, 마늘과 B학교의 학교내 조리실에서 전처리가 끝난 양파, 당근, 마늘의 경우 조리되지 않은 식품의 총균수, 대장균군수가 기준치를 모두 초과하는 것으로 나타났으며 전처리 식품중 마늘, 양파의 경우 총균수, 대장균군수의 수치가 학교내 조리실에서 전처리된 식품보다 더 적게 나타났는데, 이는 전처리된 식품이 냉장상태(10-11℃)로 운반되어 입고된 것이 큰 요인으로서 작용한 것으로 사료된다. 철저한 온도관리가 뒷받침된다면, 전처리 식품이 원재료를 구입하여 전처리 하는 것에 비해 안전성이 떨어지지 않음을 알 수 있었다. B학교의 경우 전처리 단계에서 원재료를 씻은 후 미생물수가 감소하였으나 써는 과정을 거친 후 증가한 것으로 나타나 이 과정에서 사용된 용기, 기기, 및 조리원의 부적절한 취급 등에 문제가 있는 것으로 사료되었다. Robert E. B.[26] 또한 생산에서 소비에 이르는 모든 단계가 미생물의 영향을 받을 수 있으며 부적절한 취급, 비위생적인 기구에 의한 Cutting, Peeling은 미생물오염과 저장성을 좋지 않게 할 수 있다고 하였다. 조리전까지 미생물 수준이 두 학교 모두 기준치를 초과하였으나 조리후 총균수, 대장균군수가 미국 Natick[27] 연구소와 Solberg[28] 등이 제시한 조리한 음식의 안전기준치인 $<10^5$, $<10^2$ 수준을 만족시켰다. 그러나 조리후 assembly and holding 단계를 거쳐 배식전까지 A, B학교 모두 실온에 방치되어 마지막 단계인 배식시에는 총균수와 대장균군수가 각각 A학교 1.45×10^5, 3.72×10^4, B학교 4.1×10^5, 2.05×10^5 으로 안전기준치를 훨씬 초과하는 것으로 나타나 미생물 상태가 불량하였다. 이는 음식이 조리된 후 배식되기 까지 2시간 가까이 실온 28~30℃에서 방치한 것과 assembly 와 service에 사용된 기구 및 용기에 의한 교차오염이 큰 영향을 미친 것으로 사료되었다.

콩나물 무침의 주재료인 콩나물은 총균수, 대장균군수가 각각 A학교 5.58×10^7, 1.06×10^7, B학교 2.53×10^9, 5.86×10^6 으로 ICMCF에서 제시한 신선한 채소의 기준치인[23] 총균수$<10^5$, 대장균군수$<10^3$에 비해 100~10,000배 가량 더 높은 수치를 보여 미생물적 품질에 문제가 있는 것으로 나타나므로 원재료의 구매시 철저한 미생물학적 품질관리가 요구된다. 또한 가열 과정을 거치지 않은 파, 마늘의 경우 전처리후 총균수, 대장균군수가 각각 $<10^7$, $<10^6$ 으로 나타나 안전기준치를 훨씬 초과하여 위험요인으로 지적되었다. 파, 마늘의 경우에는 가열과정을 거치지 않으므로 품질이 무엇보다도 중요하므로 안전하고 위생적인 식재료를 구입하여야 한다. 콩나물의 경우 데치는 과정을 통해 총균수, 대장균군수가 A학교 1.95×10^2, 1×10^1, B학교 2.7×10^2, 2×10^1 으로 현저히 감소되어 데치는 과정을 통하여 미생물을 기준치 이하로 낮출 수 있었다. 그러나 콩나물, 파, 마늘, 고춧가루 등 모든 재료를 혼합하여 무친 후 총균수, 대장균군수가 각각 A학교 8.15×10^7, 7.55×10^4, B학교 4.1×10^7, 6.8×10^4 으로 조리된 음식의 안전기준치를 훨씬 초과하는 것으로 나타났다. 이는 파, 마늘 등의 부재료의 미생물 수준이 불량하고 무치는 과정에서 A학교는 고무장갑을 낀 상태로 B학교는 맨손으로 작업한 것이 영향을 미친 것으로 보여진다. 콩나물 무침의 배식단계에서 총균수, 대장균군수가 A

학교 현저히 증가하여 안전기준치를 훨씬 초과한 것으로 나타났는데, 이는 음식이 조리된 후 배식되기까지 2시간 가까이 실온 28~30℃에서 방치한 것과 assembly 와 service에 사용된 기구 및 용기에 의한 교차오염이 큰 영향을 미친 것으로 사료되었다.

세균성 식중독의 분리결과 *Sallmonella, Staphylococcus aureus, Esherichia, Coli O157:H7, Listeria monocytogenes* 는 음성반응을 나타내었다.

2) 급식장 환경의 위생상태

급식환경의 위생관리상태를 파악하기 위해 총균과 황색포도상구균의 공중낙하균을 5분간 측정한 결과는 Table 4에 제시하였다. 작업장의 측정지점은 조리준비대, 작업대, 선반, 세척대, 냉장고 였다. 공중에서 낙하하는 총균의 검출 결과를 살펴보면, A학교는 조리준비대, 작업대, 세척대에서 1CFU/Plate, 냉장고에서는 2CFU/Plate 가 검출되었고 선반에서는 검출되지 않았다. B학교는 선반과 세척대에서 1CFU/Plate, 조리준비대에서 3CFU/Plate, 냉장고에서 2CFU/Plate 가 검출되었으며 작업대에서는 검출되지 않았다. 전반적으로 B학교가 A학교보다 낙하균이 많이 검출되었다. 이는 박[13] 등의 급식장의 작업환경에 대한 미생물적 위해분석 연구에서 검출된 작업장의 일반세균보다는 적은 편이었다. 급식장의 공중낙하 황색포도상구균은 모든 측정지점에서 전혀 검출되지 않았다. 급식작업장에서는 음식 및 식재료와 공기의 접촉이 많으므로 작업장의 위생상태의 철저한 관리가 요구된다.

5. 위해요소 분석에 의한 중점관리점 설정

각 음식의 원재료에서 배식에 이르기까지 전 과정에서 소요시간, 온도상태, pH, Aw측정 및 미생물 분석자료를 통해 생산단계별 위험요인을 분석하여 이를 제거, 감소시킬 수 있는 지점인 중점관리점을 규명하고 이를 통제할 수 있는 효과적인 품질관리 방법을 모색하였다.

돼지 불고기의 중점관리점은 A학교는 검수, assembly and holding 단계로 규명되었고 B학교는 전처리 단계가 추가되는데, 이는 원재료에서 기준치인 10℃를 충족치 못하고 있으며 전처리 단계에서는 모든 재료들이 적절치 못한 온도대에서 작업이 이루어졌고 assembly and holding 단계에서는 1인분량씩 담는데 실온에서 장시간에 걸쳐 작업이 이루어졌으며 완성된 음식을 특별한 저장법 없이 실온에 방치하여 오염을 가중시켰기 때문이다. 따라서, 검수 단계에서 납품업자에게 식품 특히 돼지고기는 유통경로, 유통시 온도관리, 원산지, 미생물 분석결과 등을 요구하여 고품질의 식재료를 구매하고 검수시 온도, 포장상태, 유통기간 등을 철저히 점검한다. 전처리 단계에서는 육류와 채소별로 기구와 장소를 구분하여 작업하며, 사용하는 기기 및 용기, 칼, 도마의 세척 및 소독실시, 1회용 장갑의 사용으로 교차오염의 기회를 줄인다. 조리단계에서는 74℃에서 2분간 가열하도록 하며 적절한 시식절차를 이용하여 맛을 보도록 한다. assembly and holding 단계에서는 교차오염의 방지를 위해 깨끗하고 위생적인 용기를 사용하며 1회용 위생장갑을 이용하여 단시간 내에 1인분량을 정량하고 60℃이상으로 온도를 유지하도록 한다.

콩나물 무침의 경우 A학교는 검수, mixing, assembly and holding 단계, B학교 검수, 전처리, mixing, assembly and holding단계가 중점관리점으로 규명되었는데, mixing 단계의 경우 열처리 과정이 없는 과와 마늘의 첨가와 조리자의 손이나 고무장갑에 의한 교차오염으로 인해 미생물 증식이 일어나 기준치를 초과하여 중점관리점으로 설정되었다. 따라서, 구매 및 검수단계에서는 승인된 공급원으로부터 안전하고 위생적인 식재료를 구입하고 검수시 온도, 포장상태를 철저히 검사하도록 한다. 전처리 단계의 씻는 과정에서는 흐르는 물로 2회 이상 세척후 소독전용 씽크대를 이용하고 썰기 단계에서는 전용도마와 칼을 이용하며 이 단계에 사용되는 기기, 용기, 손의 세척 및 소독을 철저히 하여 교차오염을 사전에 방지한다. mixing 단계에서는 위생적으로 처리된 기기, 용기를 사용하며 반드시 1회용 장갑을 착용하고 작업을 수행하도록 한다. Assembly and holding 단계에서는 가능한 한 빠른 시간내에 1회용 장갑을 착용하여 assembly를 끝내고 세균의 생육을 억제할 수 있도록 5℃미만을 유지한다.

Table 4. Microbiological Evaluation of Working area

	Plate count[a]		Staphlococcus sp.[a]	
	A School	B School	A School	B School
Preparation table	1	3	-	-
Warking Table	1	-[b]	-	-
Shelf	-	-	-	-
Washer	1	1	-	-
Refrigerator	2	4	-	-

a : Expressed as colony forming unit per plate(log CFU/plate) of sample ; mean of duplication

b : Not detected

Ⅳ. 결론 및 제언

고등학교 위탁급식에서 전처리 식재료를 이용하

는 A학교와 전처리 되지 않은 식재료를 주로 이용하는 B학교에서 제공되는 음식을 대상으로 미생물학적 품질을 평가하기 위해 각 생산단계에서 소요시간, 온도상태, pH, 수분활성도를 측정하고 미생물 분석을 실시한 결과와 급식 실태를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 조사대상 고등학교 2개교의 급식실태 조사에서 A학교는 급식 학생수 1400명에 급식인력이 영양사 1명, 조리원 8명, 주방보조 4명, 운반원 7명이었고, B학교는 급식 학생수 950명에 영양사 1명, 조리원 7명, 주방보조 3명, 운반원 5명으로, 조리원 1명당 급식 학생수가 A학교는 175명, B학교는 136명으로 학생수에 비해 급식 인력이 부족하였다. A학교는 검수되는 식재료의 90% 이상이 전처리된 것이었으나 B학교는 90%이상이 전처리 되지 않은 것을 급식에 사용하고 있었다.
2. 소요시간 및 온도상태 측정 결과를 살펴보면, 돼지불고기와 콩나물 무침의 소요시간은 B학교가 조리원 1명당 급식 학생수가 적음에도 불구하고 전처리 식품을 사용하는 A학교보다 음식생산과정에 더 많은 시간이 소요되었다. 각 음식이 조리된 후 assembly & holding 단계부터는 두 학교 모두 실온에 방치되는데, 이 때 실내온도는 27~32℃로써 미생물 증식이 활발한 온도범위인 5~60℃에 노출되었다.
3. 돼지불고기와 콩나물 무침의 pH는 미생물 성장의 최적 범위는 아니였으나 잠재적 위험성이 인정되는 범위였으며, Aw도 미생물 증식의 잠재적 위험이 높은 수준이었다.
4. 미생물 분석 결과는, 돼지불고기의 경우 A·B학교 모두 검수된 식재료의 대장균군수가 안전 기준 한계치인 $< 10^3$을 넘어 잠재적 위험성이 높았으나, 조리직후에는 총균수, 대장균군수가 각각 A학교 2.4×10^3, 6.75×10^1, B학교 4×10^3, 9.2×10^1으로 기준치인 $< 10^5$, $< 10^2$에 못미치는 수준으로 감소되었다. 그러나 조리된 음식이 급식의 마지막 단계까지 실온에 장시간 방치된 후 총균수, 대장균군수는 각각 A학교 1.45×10^5, 3.72×10^4, B학교 4.1×10^5, 2.05×10^5으로 안전 기준치 이상으로 증가되었다. A학교에 입고된 전처리 식품과 B학교의 전처리 과정이 끝난 식품의 균수에는 근소한 차이가 있었으나, 조리후 두 학교 모두 안전 기준치 이하로 감소되었다. 콩나물 무침의 경우 원재료인 콩나물은 A, B학교 모두 안전 기준치를 초과하여 미생물 증식의 위험이 높았으나, 가열처리 후 두 학교 모두 총균수 10^2, 대장균군수 10^1으로 기준치를 만족시킬 만큼 감소되었다. 그러나 모든 재료를 혼합하여 무치는 단계에서 A, B학교 모두 기준치를 훨씬 초과하였는데 이는 가열처리 하지 않은 부재료의 첨가와 조리기기 및 조리자나 고무장갑에 의한 교차오염이 문제였다고 사료되었다.
5. 세균성 식중독균의 분리결과, 모든 시료에서 *Salmonella, S. aureus, E. coli O157:H7, L. monocytogenes*는 음성반응을 나타내었다.
6. 급식환경의 위생관리 실태를 파악하기 위해 총균, 황색포도상구균의 공중낙하균을 측정한 결과 황색포도상구균은 검출되지 않았으나, 총균은 전반적으로 B학교가 A학교보다 낙하균이 많이 검출되었으며, 4CFU/Plate 이하로 검출되었다.
7. 중점관리점(Critical Control Point)은 돼지불고기의 경우 A학교 검수, assembly & holding 단계이고 B학교는 전처리 단계가 더 추가되었고, 콩나물 무침의 경우 A학교 검수, mixing, assembly & holding 단계, B학교의 경우에는 전처리 단계가 더 추가되었다.

본 연구 결과를 토대로 다음과 같은 사항을 제안하고자 한다. 1) 조사대상 학교 모두 조리 인력 부족으로 개인당 할당된 일이 많아 위생관리에 소홀해지기 쉬워 위생에 헛점이 발생될 수 있다. 따라서, 조리인력을 학생수에 비례하여 더 늘리거나 전처리 식품을 사용함으로써 음식생산과정에 소요되는 시간을 줄여서 조리원 개인당 할당되는 일이 부담이 되지 않도록 조절하여 위생관리가 철저히 이루어지도록 해야 한다. 2) 조사대상 급식소에서 검수시의 온도가 적절하지 못하여 입고된 식자재에 위해요소가 존재하였다. 따라서, 냉동식품은 냉동차나 ice box로, 냉장식품도 냉장차를 이용한 냉장·냉동 유통체계를 사용하여 보다 철저한 온도관리가 요구되며, 납품된 식자재에 대하여 개별 유통기간과 식품의 포장상태가 양호한지를 확인해야 한다. 3) 전처리 단계에서는 교차오염을 방지하기 위해 사용되는 기구, 용기 및 조리원의 손 등을 위생적으로 취급해야 한다. 칼과 도마의 경우 용도별로 분리 사용하여 위험요인을 줄여야 한다. 4) 조리단계에서는 가열이 수반되지 않는 버무리기, 혼합작업 등의 경우 고무장갑이나 맨손을 사용하기 보다는 1회용 위생비닐 장갑을 이용해야 하며, 작업에 사용되는 용기는 위생적으로 관리해야 한다. 5) Assembly & holding 단계에서는 음식을 5~60℃의 위험온도 범

위에서 보관하지 않도록 하며, 조리 후 급식까지 실온에서 방치되는 시간을 최대한으로 줄이고, 가능한 한 적절한 보관시설을 확보하여 철저한 온도-시간관리를 통해 미생물 증식의 가능성을 최대한 배제해야 한다. 6) 급식 작업장에서는 음식 및 식재료가 공기와의 접촉이 많으므로 작업장위생상태의 철저한 관리가 필요하다. 7) 열처리 과정을 거치지 않고 바로 음식에 첨가되는 파, 마늘 같은 부재료들은 특히 전처리 센터에서 납품될 경우 소독과정이 필수적이다. 8) 전처리 식품의 사용에 있어서 안전성 문제가 큰 관건이 되고 있는데 본 연구에서처럼 운반 · 검수시 철저한 온도관리가 지켜진다면 전처리 식품과 학교내 주방시설에서 전처리된 식품사이에 뚜렷한 품질의 차이를 보이지 않으므로 인력절감 및 이용의 편리성 등의 이점과 대규모 전처리 센터를 보유한 기업형 급식업체의 등장으로 인해 급식에 위생적이며 품질이 좋은 전처리 식품의 공급이 가능해진다면 앞으로 더욱 사용이 증가할 것으로 사료된다. 또한 전처리 식품 이용 여부에 따른 전반적인 위생평가에 관한 연구가 앞으로 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

V. 참고문헌

1. 전세열, 강지승, 김정균 : Education of Nutrition, JI-GU Publishing Co. 432-433, 1998
2. 이원묘 : 중 · 고등학교 급식이 나아가야 할 방향, 국민영양, 183:2-13, 1996
3. 양일선 : 우리나라와 외국의 위탁급식 경영비교-학교급식의 최신동향 진단을 통한 2000년대 발전방향 모색, 한국학교보건학회지, 12(2):193-197, 1999
4. 제주중앙여자고등학교 연구위원회 : 고등학교 위탁급식 운영 실태 분석, 국민영양, 204:4-12, 1998
5. Ministry of Education : The operation state of school food service(2001), http//www.moe.go.kr
6. Hee-Bum Jin, Eun-Ok Choe : Perception on Using Preprocessed Foods Among Dietitians Employed in Elementary School Foodse vices in Inchon
7. 임성기 : 식중독 발생사례를 통해 본 최근 식중독의 경향과 대책방안, 2001년도 영양사 보수교육 자료
8. Kim, HY and Kim, HJ : A Study of the Quality Control of Food Served by Contracted Management in High School Foodservice Center, J.Fd Hyg. Safety, 15(4), 304-314, 2000
9. National Advisory Committee on Microbiological Critical for foods, Hazard analysis and critical control point system, Int. J. Food Microbiol, 16:1-23, 1992
10. Dahl, CA, Matthews, ME and Marth, EH : Survival of streptococcus faecium in beef loaf and potatoes after microwave-heating in a s mulated cook/chill foodservice system, J. Food Prot., 44:128, 1981
11. Speck, ML : Compendium of Method for the microbiological Examination of Foods, Washington D.C., American Public Health Association, 1984
12. Korea Food Industry Association : Food Code, 1999
13. Park, Heekyoung, Kim, Kyunglip, Shin, Heyewon, Kye, Seung-hee and Yoo, Whachun : Evaluation of Microbiological Hazards of Cooking Utensils and Environment of Mass catering Establishment, J. Fd Hyg. Safety, 15(4), 317, 2000
14. FDA, The 1999 Food Code, Recommendation of the U. S. Department of Health and Human Service, U.S. Public Health Service. Washington D. C. 1996
15. Shin, Kwang-Soon : Manual Sanitation Management of Mass Cooking Establishment based HACCP Notions, 국민영양, 98:38, 1998
16. Bryan FL : Factors that contribute to outbreaks of food-borne disease, J. Food Prot., 41:816, 1998
17. Rowley, DB, Toumi, JM and Westcoff, DE : Fort lewis experiment application of food technology and engineering to central food preperation, U. S. Aremy Natick Lab., U. S. Army Teck. Report, 1972
18. Bobeng, BJ and David, BD : HACCP models for quality control of entree production in hospital foodservice systems. I. Development of hazard analysis critical control point model, J. AM. Dietet. Assoc. 73:524, 1978
19. Longree, K : "Qualtity Food Sanitation", 3rd ed., New York, Jhon Wiley and Sons, Inc., 1980
20. Toumi, S, Matthews, ME and Marth EH : Temperature and microbial Flora of refregerated ground beef gravy Subjected to holding as might occur in a school foodservice operation, J. Milk Food Technol., 37:457-462, 1974
21. DHEW. "Foodservice sanitation manual", GEW Pub., No(FAD)78-2081, U. S. Govt. Printing office Washington D. C., 1978
22. Jay, JM : Modern Food Microbiology, 4th ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 1996
23. The Educational Foundation of National Restaurant Association, Applied Foodservice Sanitation, 4th ed., National Restaurant Association Chicago, 1992
24. Glbert, RJ, KL and Roberts, D : Listeria monocytogens and chilled foods, Lancet, 1:383, 1989
25. Jay, JM : Modern food microbiology, Wiley interscience, N.Y., U.S.A., 1997
26. Robert, EB : Shelf Stability and Safety of Fresh Produce as Influenced by Sanitation and Disin Fection, J. Food Prot., 55(10):808 ~ 814, 1992
27. Siberman, GT, Carpemter, DF, Munsey, DT and Rowley, DB : Microbiological evaluation of production procedures for frozen foil pack meals of the central preparation facility of the Frances E. Waren Air Force Base, Technical Report 76-37-FSL, U. S. Army Natick Reserch and Department Command, Natick, Mass, 1976
28. Solberg, M, Buckalew, JJ, Chen, CM, Schaffiner, DW,O'Neil, K, McDowell, K, Post, LS and Boderck, M : Microbiological Safety assurance system for foodservice facilities, Food Technol., 44:68, 1990

(2002년 6월 24일 접수, 2002년 8월 19일 채택)