

단체급식에서 채소류 전처리를 위한 식초 소독의 미생물적 효과

김소희[†] · 정수열

동주대학 식품과학계열 및 환경보건연구소

Effect of Pre-preparation with Vinegar against Microorganisms on Vegetables in Foodservice Operations

So-Hee Kim[†] and Soo-Yeol Chung

School of Food Science, and Institute of Environment & Health, Dong-Ju College, Busan 604-080, Korea

Abstract

For hygienic evaluation, microbiological tests of seasoned raw vegetables from five high school foodservice operations were conducted. The antimicrobiological effect of pre-preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in foodservice operations was also investigated. Total plate counts of leek gukgalli, broad bellflower saengchae and vegetable salad ranged from 10^1 CFU/g to 10^6 CFU/g. Coliform levels of those ranged from 10^2 CFU/g to 10^4 CFU/g. Leek washed three times was pre-prepared at different concentration (0.05%, 0.1%, 0.5%, 1% and 2%) and temperature (10°C , 20°C and 40°C) for 5, 10 and 30 minutes. The higher the concentration and temperature of vinegar were, the more the antimicrobiological activity increased. The sanitizing activity of vinegar increased with treatment time. Considering the quality of vegetable and the expense, when the levels of total plate counts and coliform of vegetable were 10^6 and 10^3 CFU/g, pre-preparation with 0.5% of vinegar at 20°C for 10 minutes was best. The population of total plate count and coliform on row and leek washed three times increased during storage for 72 hours. However, The levels of microorganism on leek samples pre-prepared with 0.5% and 1% vinegar decreased during storage. After the treatment of vinegar at 10°C for 10 minutes, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157, *Shigella sonnei*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* were not detected.

Key words: foodservice, hygiene, vegetable, vinegar, hazard analysis critical control points

서 론

최근 학교급식의 확대 실시 등으로 인해 급식산업이 급속히 성장하였으며 이와 더불어 집단식중독은 계절에 상관없이 발생하고 그 발생규모도 대형화되어가고 있다(1). 한국식품의약품안전청의 통계자료에 의하면 섭취장소별로 분석해 볼때 학교 등 집단급식소의 식중독 발생비율이 특히 커서 2001년에는 식중독환자의 74.8%, 2002년에는 46.7%가 집단급식소에서 발생하였다(2). 이러한 가운데 피급식자를 포함한 국민의 건강에 대한 관심은 더욱 고조되어 식품의 안전성에 대한 우려가 높아지고 있으며 집단급식소를 위한 체계적인 위생관리 프로그램의 개발과 적극적인 실천이 요구되고 있다.

식품의 안전성을 확보하기 위해서는 식단작성시부터 식재료의 구매, 검수를 비롯하여 급식의 전단계에서 적용할 수 있고 이미 세계적으로 가장 효과적인 위생관리 방법으로 알려져 있는 HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point: 위해요소중점관리기준)에 의한 관리가 가장 효과적이다(3,4).

미국에서는 1970년대부터 급식에의 HACCP개념 적용에

대한 연구가 시작되어 HACCP이 효과적인 위생관리 수단임이 입증되면서 식품취급의 각 단계에서의 미생물적 위험과 온도 및 시간관리 등의 중요관리점들이 검토되었고(5-8) 편의음식의 생산과정의 위생관리에 대한 연구에서는 가열방법의 문제, 관리자 및 종업원의 식품위생에 관한 훈련 부족등을 위생관리상의 개선점으로 지적하였다(9). 국내에서도 HACCP의 개념을 적용하여 단체급식과 외식산업에서 제공되는 음식의 생산단계별 온도와 소요시간, 미생물적 평가를 하였던 연구들에서 위험요인이 분석되고 중요관리점들이 지적되었다(10-14).

그러나 이들 연구결과들이 음식의 조리공정이나 급식환경이 매우 다양한 실제의 급식현장에서 직접적으로 적용되기는 어려운 점이 많으므로 현재의 급식소 상황을 고려한 HACCP 프로그램이 개발되어야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 미국에서는 HACCP을 적용시킨 매뉴얼과 평가표를 개발하여 각 급식소에 적용하였다(15). 우리나라에서도 2000년 10월 식품위생법에 단체급식에의 HACCP 적용이 고시되면서 급식소에서의 HACCP에 의한 관리가 더욱 확대되고 있고 식

[†]Corresponding author. E-mail: shkim@dongju.ac.kr
Phone: 82-51-200-3250. Fax: 82-51-200-3223

품의약품안전청 고시령에 의해 HACCP 실시 상황 평가표를 적용, 실시하고 있다(16). 하지만 생산되는 음식의 조리공정이 매우 다양하며 일률적인 표준화가 되어있지 않고 위생시설이 미비한 상황에서 HACCP 개념 적용기준에는 부족한 점이 많다. 또한 현장에서의 실천 의욕에도 불구하고 HACCP에 의한 관리 기준들은 이론적이며 외국의 근거에 의존하고 있고 우리나라 식품과 음식메뉴에 적용될 수 있는 중요관리점에 대한 기초 연구들이 부족하여 실제업장에서 적용시 애로를 겪고 있다.

한편, 단체급식의 HACCP시스템 개발을 위해 위해분석(Hazard analysis)은 필수적이며(17,18) 식중독의 원인으로 미생물에 의한 경로가 가장 많음을 고려할 때 미생물적 위해분석은 중요관리점(Critical Control Point)의 설정과 위생관리상태의 분석이나 검증을 위해 매우 중요하다(19).

그런데 급식에서 다양한 부식메뉴의 재료가 되는 채소류의 전처리과정에서부터 조리과정에서의 위해요소 분석에 관한 연구는 미흡한 실정이며 Kim과 Jang(20)은 급식소에서 제공되는 생채류와 숙채류는 미생물적 평가에서 안전한 수준을 초과하는 것으로 나타나 위생적 관리가 필요함을 보고한 바 있다. 그리고 현재 급식소에서 채소류의 소독에 많이 사용하고 있는 염소소독의 방법은 냄새로 인한 불쾌감이나 채소류의 질감저하를 야기할 수 있어 보다 유용한 소독의 방법이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 단체급식에서 적용할 수 있는 HACCP 시스템의 개발단계 및 운영과정에서 채소류 소독방법의 모색과 전처리단계에서의 중요관리점 설정에 필요한 실험과학적 기초자료를 얻고자 하였다. 현재 급식소에서 급식횟수가 높으면서 가열처리 없이 급식되어 위생관리가 요구되는 생채류 음식의 위생실태를 파악하고, 생채류 조리의 전처리 단계에서 식용으로 쓰이는 식초로의 소독이 채소류의 미생물에 미치는 효과를 실험하였다.

재료 및 방법

시료 선정

부산지역 고등학교 급식소 5개소의 2002년 1월부터 5월까지의 식단을 분석하여 생채류를 분류하고 급식횟수가 높고 가열처리 없이 급식되어 위생관리가 요구되는 부추겉절이, 도라지생채, 야채샐러드를 미생물적 품질평가의 대상으로 선택하였다.

채소류의 미생물에 대한 세척과 식초소독의 효과 실험을 위하여는 부산지역의 재래시장에서 시판되고 있는 부추, 양배추, 상치, 깻잎, 오이를 구입하여 시료로 사용하였다.

시료채취

급식소를 직접 순회 방문하여 부추 겉절이의 경우는 5회, 도라지생채는 2회, 야채샐러드는 2회 채취하였으며 배식되기 직전의 생채류를 무균 pack에 각각 25 g씩 매회 2번 채취한

후 아이스박스에 넣어 실험실로 운반하였다. 구입한 부추는 2 cm 길이로, 양배추, 상치, 깻잎, 오이는 0.5 cm 두께로 채썰고 멸균증류수에서 매회 3번 건지는 방법으로 3회 세척하였으며 부추의 경우는 각 농도의 식초소독액으로 소독한 후 다시 1회 물세척하였다. 채소 시료들도 매회 2번, 25 g씩 무균적으로 채취하였는데 채취된 시료들은 225 mL의 0.85% 멸균생리식염수를 가한 후 스토마크를 이용하여 균질화하고 10배씩 단계별로 희석하여 실험에 사용하였다. 모든 시료는 멸균한 시약 스프이나 가위를 사용하여 clean bench내에서 무균적으로 처리되었다.

식초 소독액 제조 및 시료처리

시판 합성식초(총산 6%)를 이용하여 총산 농도 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2%로 조절하고(이하 식초농도로 한다.) 농도별로 온도를 10°C, 20°C, 40°C로 유지하면서 식초소독액으로 이용하였다. 식초소독액 각각에 물로 3회 세척한 부추를 넣어 5분, 10분, 30분 동안 침지시킨 효과를 실험하였다. 또한 전처리 단계에서의 식초소독이 저장기간 동안의 부추 미생물의 증식에 미치는 영향을 알아보기 위해 전처리된 부추원시료와 물로 3회 세척한 부추 그리고 3회 세척 후 20°C의 0.1%, 0.5%, 1% 식초용액에서 10분간 침지시켜 다시 1회 세척시킨 부추 각각의 시료들을 4°C에서 저장하면서 시간별로 총균수와 대장균군수를 검사하였다.

총균검사

총균의 측정을 위하여 시료의 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 펠트리접시 2매에 취하고 표준찬천배지(Plate Count Agar, Difco.) 약 15 mL를 분주하여 잘 섞어 냉각시켰다. 35±1°C에서 24시간 배양한 후 1개 평판당 20~200개의 집락수를 형성한 평판을 택하여 g당 집락수를 계산하였다.

대장균군검사

대장균군은 식품공전에 준하여 데옥시콜레이트유당찬천배지(Deoxycholate Lactose Agar)에 의한 정량법에 따라 실험하였다(21). 시료의 각 단계 희석액 1 mL씩을 2개 이상의 데옥시콜레이트유당찬천배지(Difco.)에 도말하고 35±1°C에서 48시간 배양하여 g당 암적색의 집락수를 계산하였다.

식중독균에 대한 식초효과실험

식중독균인 *Staphylococcus aureus*(ATCC 10390), *Escherichia coli* O157(ATCC 35150), *Shigella sonnei*(ATCC 9290), *Salmonella enteritidis*(ATCC 13076), *Listeria monocytogenes*(ATCC 15318)를 American Type Culture Collection으로부터 구입하여 순수분리 후 냉동고(-70°C)에 보관하면서 실험에 이용하였다. Nutrient broth 배지에서 하루밤 배양시킨 균주들을 식초농도별로 10°C에서 10분간 처리하여 10배씩 단계별로 희석하였다. 희석액 1 mL씩을 표준찬천배지를 이용하여 총균수 측정과 같은 방법으로 조제하고 24~48시간 배양시킨 후 집락수를 확인하여 식중독균에 대한 식초의 효과

를 실험하였다.

결과 및 고찰

고등학교 급식 생채류의 미생물적 평가

부산지역 고등학교 급식소의 2002년 1월부터 5월까지의 식단을 분석한 결과 제공된 부식 총 1026회 중 생채류와 숙채류는 각각 163회, 79회로 나타나 채소류의 위생관리가 단체 급식에서의 식자재 관리의 중요한 사항의 하나임을 알 수 있었다. 가열처리 없이 급식되어 위생관리가 요구되는 생채류 중에서는 부추겉절이가 26회, 도라지생채가 21회, 야채 샐러드가 24회로 특히 제공빈도가 높았다.

급식소를 직접 방문하여 부추 겉절이, 도라지생채, 야채샐러드를 배식되기 직전에 매회 2번씩 채취하고 미생물적 품질을 실험한 결과를 Table 1에 나타내었다. 부추 겉절이의 경우는 1g 당 총균수는 $5.61 \log(4.1 \times 10^5) \sim 6.67 \log(4.7 \times 10^6)$ CFU, 대장균군은 $3.56 \log(3.6 \times 10^3) \sim 4.81 \log(6.4 \times 10^4)$ CFU 수준이었으며 도라지생채의 1g당 총균수와 대장균군은 각각 $5.81 \log(6.4 \times 10^3) \sim 6.15 \log(1.4 \times 10^6)$ CFU, $2.20 \log(1.6$

$\times 10^2) \sim 2.26 \log(1.8 \times 10^2)$ CFU, 야채샐러드는 각각 $4.76 \log(5.8 \times 10^4) \sim 4.89 \log(7.8 \times 10^4)$ CFU, $2.08 \log(1.2 \times 10^2) \sim 2.20 \log(1.6 \times 10^2)$ CFU 수준이었다.

이상의 부추겉절이, 도라지 생채의 미생물 수준은(총균수: $10^5 \sim 10^6$ CFU, 대장균군: $10^2 \sim 10^4$ CFU/g) 섭취직전의 식품의 위생적 안전성 확보를 위한 수준으로서 총균수는 10^5 CFU/g, 대장균군은 10^2 CFU/g 이하를 제안하였던 Solberg 등(22)의 기준을 넘어 위생관리가 요구되는 상태였다. 학교급식에서 우선적으로 HACCP 적용이 되어 왔음에도 불구하고 이와 같은 결과가 나타난 것은 현재의 HACCP 관리 실행에 개선이 필요함을 시사한다.

이밖에도 급식되는 채소 음식류의 미생물적 품질에 관하여는 구미지역 사업체급식소의 생·숙채류를 평가하였던 Kim과 Jang(20)의 연구에서도 조리과정 및 보관 후 이들의 표준평판균수, 대장균군은 안전수준보다 높은 경향을 나타내었으며 생채류에서 숙채류보다 많은 수의 균이 검출되었다.

조리한 채소류의 총균과 대장균군의 과다한 검출은 식중독균이 오염되었을 경우 식중독이 발생할 가능성이 있으므로 채소류 전처리에서부터 위생적으로 취급되어야 한다. 또한 채소류는 급식에서 중요한 식재료이며 특히 생으로 제공되는 생채류의 경우 위생상 위험도가 높음을 고려하여 이들에 대한 보다 철저한 관리가 필요하다.

채소류 세척의 효과

채소류의 부착미생물에 대한 물세척의 효과를 Table 2에 나타내었다. 세척에 의하여 부추, 깻잎, 양배추, 상치, 오이의 총균수와 대장균군은 감소하였으며 세척횟수가 증가할수록 감소정도도 증가하였다. 3회 세척으로 세척전과 비교하여 총균수의 경우, 부추는 각각 $0.49 \log(\text{초기균: } 2.2 \times 10^7 \text{ CFU, 세척후: } 7.1 \times 10^6)$, $0.25 \log(\text{초기균: } 3.3 \times 10^6, \text{ 세척후: } 1.0 \times 10^6)$ CFU/g, 깻잎은 각각 $0.48 \log(\text{초기균: } 2.0 \times 10^6, \text{ 세척후: } 6.6 \times 10^3)$, $0.50 \log(\text{초기균: } 2.5 \times 10^6, \text{ 세척후: } 8.0 \times 10^5)$ CFU/g, 양배추는 $0.39 \log(\text{초기균: } 6.1 \times 10^5, \text{ 세척후: } 2.5 \times 10^5)$ CFU/g, 상치는 각각 $0.51 \log(\text{초기균: } 5.5 \times 10^6, \text{ 세척후: } 1.7 \times 10^6)$, $0.50 \log(\text{초기균: } 2.6 \times 10^6, \text{ 세척후: } 8.1 \times 10^3)$ CFU/g,

Table 1. Microbiological evaluation of seasoned raw vegetables in high school lunch program (Log CFU/g)

Sample	Exp. No.	Total plate count ¹⁾	Coliform ¹⁾
Leek Gukgalli	1	6.23	4.43
	2	6.20	3.78
	3	6.67	4.81
	4	6.11	4.58
	5	5.61	3.56
	average	6.16	4.23
Broad Bellflower Saengchae	1	5.81	2.20
	2	6.15	2.26
	average	5.98	2.23
Vegetable Salad	1	4.89	2.20
	2	4.76	2.08
	average	4.83	2.14

¹⁾Expressed as the log₁₀ value of colony forming unit per g of sample (Log CFU/g): mean of duplication.

Table 2. Effect of washing on microorganism of vegetables

(Log CFU/g)

Samples	Exp. No.	Total plate count ¹⁾						Coliform ¹⁾		
		Raw	Washing			Raw	Washing			
			once	twice	3 times		once	twice	3 times	
Leek	1	7.34	7.26	7.11	6.85	4.58	4.48	4.36	4.11	
	2	6.25	6.40	6.26	6.00	3.88	3.77	3.64	3.40	
Sesame leaf	1	6.30	6.18	6.00	5.82	4.48	4.34	4.20	3.98	
	2	6.40	6.28	6.15	5.90	4.15	4.00	3.92	3.70	
Cabbage	1	5.79	5.61	5.56	5.40	3.77	3.67	3.56	3.40	
Lettuce	1	6.74	6.61	6.48	6.23	4.36	4.26	4.15	3.95	
	2	6.41	6.28	6.18	5.91	3.49	3.36	3.26	3.00	
Cucumber	1	4.53	4.38	4.26	3.95	2.59	2.49	2.36	2.08	

¹⁾Expressed as the log₁₀ value of colony forming unit per g of sample (Log CFU/g): mean of duplication

오이는 0.58 log(초기균: 3.4×10^4 , 세척후: 9.0×10^3) CFU/g 감소하였다. 대장균군수도 3회 세척으로 세척전과 비교하여 부추는 각각 0.47 log(초기균: 3.8×10^4 , 세척후: 1.3×10^4), 0.48 log(초기균: 7.6×10^3 , 세척후: 2.5×10^3) CFU/g, 깻잎은 각각 0.50 log(초기균: 2.8×10^4 , 세척후: 9.6×10^3), 0.45 log(초기균: 1.4×10^4 , 세척후: 5.0×10^3) CFU/g, 양배추는 0.37 log(초기균: 5.9×10^3 , 세척후: 2.5×10^3) CFU/g, 상치는 각각 0.41 log(초기균: 2.3×10^4 , 세척후: 8.9×10^3), 0.49 log(초기균: 3.1×10^3 , 세척후: 1.0×10^3) CFU/g, 오이는 0.51 log(초기균: 3.9×10^2 , 세척후: 1.2×10^2) CFU/g 감소되었다.

Kim과 Kim(23)의 연구에서도 단체급식의 생채류의 원재료인 미역, 오이, 양파, 풋고추, 파, 마늘은 전처리 과정의 세척 후 총균수와 대장균군수가 원재료보다 낮은 수치를 보여 본 결과와 일치하였다. 이와같은 결과들은 세척으로도 채소류의 미생물은 제거될 수 있음을 보여주고 있으므로 급식조리시 채소일을 분리하고 충분히 세척함이 필요하다. 그러나 본 결과와 같이 채소류는 세척 후에도 여전히 Solberg 등(22)이 제시한 기준을 초과할 수 있고 토양미생물의 오염의 우려가 높으므로 소독의 과정이 이어져야 하며 특히 생채류 조리공정에서 소독은 위생적 안전성 확보를 위한 중요관리점(CCP)이므로 생채류 소독에 대한 방법의 모색과 실험적 증명에 필요할 것으로 생각되었다.

부추의 부착미생물에 대한 식초 소독의 효과

급식소에서의 채소류 전처리에서와 같이 부추를 3회 세척한 후 농도별(0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2%)로 온도를 10°C, 20°C, 40°C로 유지시킨 식초소독액 각각에 넣어 5분, 10분, 30분 동안 침지시키고 다시 1회 세척한 후의 부추의 총균수와 대장균군수의 log 값을 Table 3에 나타내었다. 식초농도가 증가할수록, 같은 농도에서는 온도가 높고 침지시간이 길수록 부추의 총균수와 대장균군수의 log 값은 감소하여 식초소독의 효과가 증가함을 알 수 있었다.

식초농도별 소독의 효과를 검토하기 위해 20°C의 식초농도별 소독 후 부추 1 g 당 총균수와 대장균군수의 log 값의 감소정도를 Fig. 1에 나타내었다. 식초농도가 증가할수록 같은 농도에서는 침지시간이 길어질수록 균수의 log 값의 감소는 증가하여 2%의 식초소독액으로 30분 침지시킨 것의 감소정도가 가장 커서 부추 1 g 당 총균수와 대장균군수는 식초소독 전에 비해 각각 2.33, 1.70 log 감소하였다.

Fig. 2에서는 0.5% 식초소독액의 온도별 영향을 비교하였다. 역시 식초소독액의 온도가 증가할수록, 침지시간이 길어질수록 효과는 증가하여 40°C로 30분간 소독하였을 때 부추 1 g 당 총균수와 대장균군수의 감소정도는 식초소독 전에 비해 각각 2.11, 1.42 log였다.

이상의 결과에서 같은 농도와 소독시간 중에서도 온도가 높을수록 소독의 효과가 큰 것은 Table 3에 나타내었듯이 같은 농도라 하여도 온도가 상승할수록 해리정도에 따라 pH가 증가하기 때문으로 생각된다.

Table 3. Effect of vinegar on the survival of total plate count and coliform on leek (Log CFU/g)

Treatment	Exposure temperature (°C)/pH of solution	Exposure time (min)	Total plate count ¹⁾	Coliform ¹⁾
untreated ²⁾			6.43	3.53
vinegar 0.05%	10/3.44	5	6.32(0.11) ³⁾	3.43(0.10)
		10	6.30(0.13)	3.38(0.15)
		30	6.17(0.26)	3.32(0.21)
	20/3.30	5	6.23(0.20)	3.38(0.15)
		10	6.11(0.32)	3.30(0.23)
		30	6.08(0.35)	3.26(0.27)
	40/3.10	5	5.84(0.59)	3.18(0.35)
		10	5.79(0.64)	3.11(0.42)
		30	5.65(0.78)	2.95(0.58)
untreated		6.54	3.36	
vinegar 0.1%	10/3.33	5	6.30(0.24)	3.15(0.21)
		10	6.18(0.36)	3.01(0.35)
		30	6.00(0.54)	2.93(0.43)
	20/3.08	5	6.15(0.39)	3.08(0.28)
		10	6.08(0.46)	2.95(0.41)
		30	5.86(0.68)	2.83(0.53)
	40/2.90	5	5.98(0.56)	2.85(0.51)
		10	5.63(0.91)	2.81(0.55)
		30	5.48(1.06)	2.49(0.87)
untreated		6.00	3.04	
vinegar 0.5%	10/3.18	5	5.53(0.47)	2.63(0.41)
		10	5.04(0.96)	2.20(0.84)
		30	3.90(1.14)	1.99(1.05)
	20/2.98	5	5.14(0.86)	2.20(0.84)
		10	4.95(1.05)	1.97(1.07)
		30	4.78(1.22)	1.83(1.21)
	40/2.71	5	4.80(1.20)	2.00(1.04)
		10	4.32(1.68)	1.77(1.27)
		30	3.89(2.11)	1.62(1.42)
untreated		6.28	3.11	
vinegar 1.0%	10/3.01	5	5.20(1.08)	2.11(1.00)
		10	4.87(1.41)	2.00(1.11)
		30	4.74(1.54)	1.69(1.42)
	20/2.73	5	4.91(1.37)	1.98(1.13)
		10	4.72(1.56)	1.79(1.32)
		30	4.57(1.71)	1.63(1.48)
	40/2.43	5	4.54(1.74)	1.59(1.52)
		10	4.48(1.80)	1.56(1.55)
		30	3.90(2.38)	1.32(1.79)
untreated		6.28	3.11	
vinegar 2.0%	10/2.80	5	4.83(1.45)	1.79(1.32)
		10	4.47(1.81)	1.69(1.42)
		30	4.43(1.85)	1.52(1.59)
	20/2.61	5	4.51(1.77)	1.68(1.43)
		10	4.32(1.96)	1.49(1.62)
		30	3.95(2.33)	1.41(1.70)
	40/2.35	5	4.41(1.87)	1.49(1.62)
		10	4.20(2.08)	1.40(1.71)
		30	3.78(2.50)	1.30(1.81)

¹⁾Expressed as the log₁₀ value of colony forming unit per g of sample (Log CFU/g): mean of duplication.

²⁾3 times washed with distilled water.

³⁾Reduction of the log₁₀ value of pre-prepared sample with vinegar from that of untreated sample's.

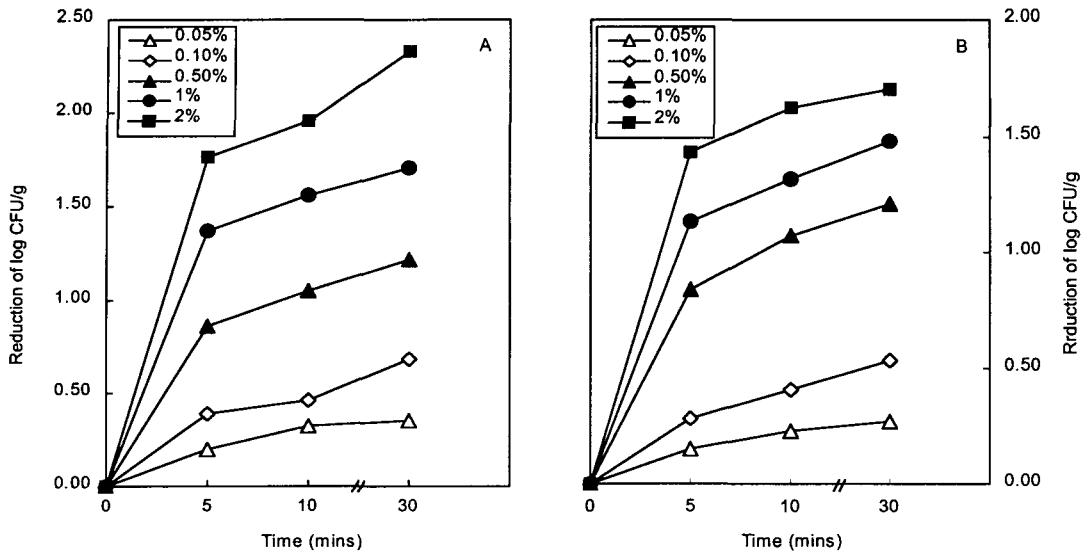


Fig. 1. Effect of the concentration of vinegar solution on the survival of total plate count (A) and coliform (B) of leek. The 3 times washed leek was exposed to various concentration of vinegar at 20°C for different times.

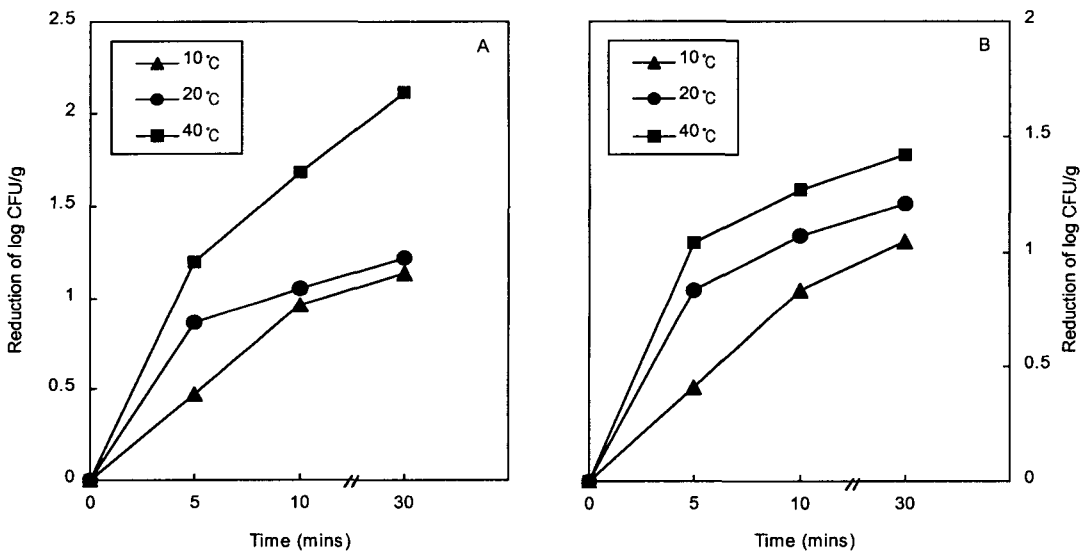


Fig. 2. Effect of the temperature of vinegar solution on the survival of total plate count (A) and coliform (B) of leek. The 3 times washed leek was exposed to 0.5% of vinegar at various temperatures for different times.

그러나 식초농도나 소독온도, 시간의 증가는 채소류의 품질저하를 초래하고 급식비용의 증가를 야기시키므로 적절한 농도의 식초용액으로 소독온도와 시간을 조절함이 필요할 것이다.

식품소독을 위한 산의 이용에 대한 연구로는 Dzeizak(24)가 채소제품을 위해서는 1~2%의 비해리산이 사용될 수 있음을 보고한 바 있다.

본 연구에서는 세척전 부추시료의 총균수가 $1.0 \times 10^6 \sim 7.8 \times 10^6$ CFU/g, 대장균균수는 $9.2 \times 10^3 \sim 3.4 \times 10^3$ CFU/g 수준이었는데 0.5%, 20°C의 식초용액으로 10분간 소독한 시료의 총균수와 대장균균수는 각각 9.0×10^4 , 9.4×10 CFU/g로 감소하여 Solberg 등(22)이 제시한 기준이내로 안전한 수준이 되었다. 또한 이상의 결과에서 40°C에서의 처리가 더 높은

효과를 나타내었으나 높은 온도에서의 식초처리는 채소조직의 손상이나 맛에 영향을 줄 수 있음을 고려하여 급식소에서 채소류의 초기 총균수가 10^6 , 대장균균수는 10^3 수준일 경우 0.5%, 20°C의 식초용액으로 10분간 소독하는 것이 적절할 것으로 생각되었다.

식초전처리가 저장기간 동안 부추미생물 증식에 미치는 영향

부추를 저장 전단계에서 식초용액으로 소독한 것이 저장기간 동안의 부추 미생물의 증식에 미치는 영향을 실험하였다. 세척전 부추원시료, 물로 3회 세척한 부추, 3회 세척 후 20°C로 유지시킨 0.1%, 0.5%, 1%의 식초소독액에서 10분간 침지시킨 부추, 각각의 시료들을 4°C에서 저장하면서 시간별

로 총균수와 대장균군수를 측정한 결과를 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다.

이 실험계에서도 역시 부추의 부착미생물(총균, 대장균군) 수는 3회의 물세척으로 세척전 균수에 비해 감소하였으며 20°C의 0.1%, 0.5%, 1%의 식초용액에서의 소독으로 인해 더

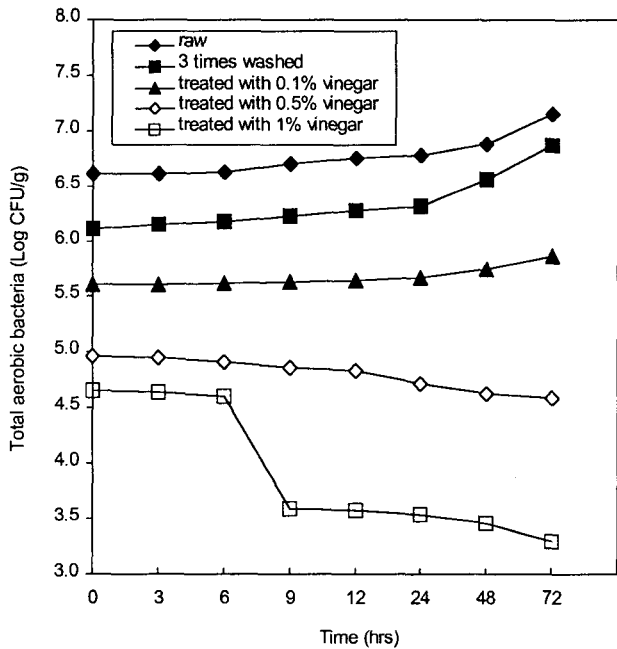


Fig. 3. Effect of the pre-preparation of vinegar on the populations of total plate count on leek during storage at 4°C. The 3 times washed leek was exposed to various concentration of vinegar at 20°C for 10 minutes.

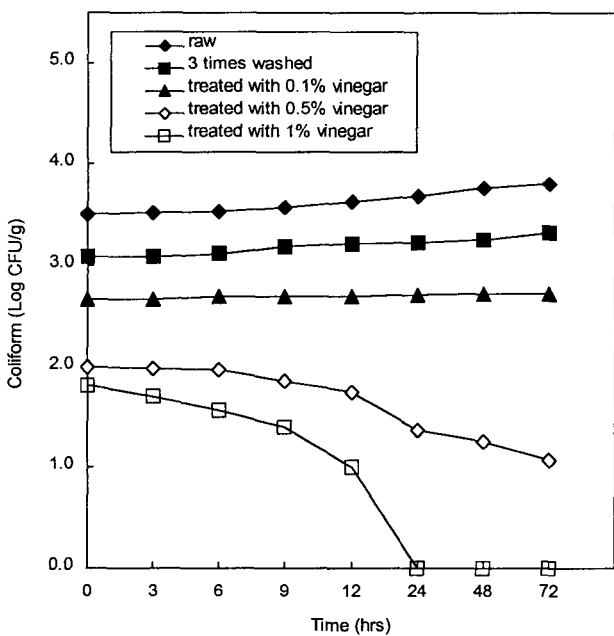


Fig. 4. Effect of pre-preparation of vinegar on the populations of coliform on leek during storage at 4°C. The 3 times washed leek was exposed to various concentration of vinegar at 20°C for 10 minutes.

욱 감소하였다. 식초용액의 소독효과는 식초농도가 증가할수록 컸는데 대장균군에 비해 총균에 대한 영향이 컸다.

이들 시료들을 4°C에서 저장하면서 검사해 본 결과, 총균의 경우는 세척전 원시료와 3회 세척시료는 저장 후 6시간까지는 균수에 큰 차이가 없었으나 저장시간 9시간부터는 증가하기 시작하여 72시간의 저장으로 저장전에 비해 각각 0.54 log(세척전 원시료: 4.1×10^6 CFU/g, 3회 세척시료: 1.4×10^7 CFU/g, 3.5배), 0.75 log(세척전 원시료: 1.3×10^6 CFU/g, 3회 세척시료: 7.3×10^6 CFU/g, 5.6배)/g 증가하였다. 0.1%의 식초 용액에 침지시킨 시료의 총균도 72시간의 저장으로 균수는 0.25 log 증가하였다. 반면, 0.5%, 1%의 식초소독액에 침지시킨 부추시료는 저장기간 동안 총균수가 오히려 감소하였는데 그 감소정도는 0.5%보다 1%의 식초소독액에 침지시킨 시료에서 더 컸다.

대장균군수도 총균수와 같은 경향을 보여 세척 전 부추원시료와 3회 세척시료의 경우 저장시간이 길어질수록 균수가 증가하기 시작하여 저장 전에는 각각 3.51 log(3.2×10^3 CFU/g), 3.08 log(1.2×10^3 CFU/g) 이었는데 72시간의 저장으로 각각 3.81 log(6.4×10^3 CFU/g, 0.30 log(2배) 증가), 3.32 log(2.1×10^3 CFU/g, 0.24 log(1.8배) 증가)/g까지 증가하였다. 0.1%의 식초소독액에 침지시킨 시료의 대장균군은 72시간의 저장으로 다소 증가하였으나 0.5%, 1%의 식초용액에 침지시킨 부추시료는 저장기간 동안 대장균군수가 오히려 감소하였으며 1%의 식초소독액 침지 시료의 대장균군은 24시간 이후부터는 측정되지 않았다.

이상에서와 같이 0.5%, 1%의 식초소독액에 침지시켰던 시료들의 총균수와 대장균군수가 저장시간이 길어질수록 감소하는 결과는 저장전 식초소독액에 침지시켰을 때 부추의 총균과 대장균군이 손상되어 저장기간 동안 그 증식이 억제되었거나 식초침지 후 물세척하였음에도 불구하고 미량 잔존되어 있는 식초의 영향이라 생각된다.

또한 위의 결과는 급식현장에서 채소류를 하루정도 보관하였다가 조리해야 할 경우에도 식초처리를 해서 보관하는 것이 훨씬 위생적임을 보여준다.

식중독균에 대한 식초의 효과

Table 4는 식중독균에 대한 식초의 효과를 확인하기 위하여 nutrient broth 배지에서 하룻밤 배양시킨 *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157, *Shigella sonnei*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*를 식초농도별(0.1%, 0.5%, 1%, 1.5%)로 10°C에서 10분간 처리하여 10배씩 단계별로 희석하고 24~48시간 배양시킨 후 집락수를 실험한 결과이다. 식초용액은 식중독균에 대해 강한 소독의 효과를 보여 *Salmonella enteritidis*의 경우는 0.5%에서부터 *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157, *Shigella sonnei*, *Listeria monocytogenes*는 1%, 1.5%의 식초처리군에서는 전혀 측정되지 않았다.

Magnuson 등(25)과 Marchetti 등(26)의 자료의 의하면 전

Table 4. Effect of vinegar on the survival of Food borne-pathogenic organisms^{1,2)} (Log CFU g⁻¹)

Concentration of vinegar (%)	<i>Escherichia coli</i> O157	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Shigella sonnei</i>	<i>Listeria monocytogene</i>
0	5.93	5.11	5.64	5.28	7.04
0.1	4.08	4.75	4.48	5.23	6.41
0.5	3.60	ND ³⁾	3.78	2.04	6.00
1	ND	ND	ND	ND	ND
1.5	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾Expressed as the log₁₀ value of colony forming unit per g of sample (Log CFU g⁻¹): mean of duplication.

²⁾Strains were treated with various concentrations of vinegars at 10°C for 10 minutes.

³⁾ND: viable cells were not detected.

처리가 끝난 사용직전의 채소류에도 많은 종류의 미생물이 있을 수 있고 10⁵~10⁷의 총균을 가지며 *Salmonella*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes* 등의 식중독균도 발견된다. 따라서 이상의 식중독균에 대한 식초의 효과는 식중독균에 오염되어 있을 수 있는 채소류의 소독을 위해서도 식초 소독이 바람직함을 보여준다.

채소류의 소독을 위해서는 세척수에 염소(100 ppm), 구연산, 아스코르빈산(1%) 등을 혼합하는 것이 효과적임이 보고되고 있고(27) 산성의 pH하에서는 미생물의 세포막이 수소이온으로 포화되어 세포의 투과성에 영향을 주게되어 미생물의 증식이 억제되는 것으로 알려져 있다(24). 유기산의 소독효과에 관하여는 Zhang과 Farber(28)가 절단 채소의 *Listeria* 균에 대해 젖산과 초산이 소독효과를 가지며 같은 농도와 시간으로 젖산이 초산보다 효과적임을 보고하였다. 그러나 식초를 포함한 유기산의 항미생물적 효과에 관한 자료는 미흡하므로 보다 많은 연구가 계속되어야 할 것이다.

현재 단체급식소에서는 채소류 소독제로서 염소제를 많이 쓰고 있으나 냄새문제와 채소의 질감저하를 초래할 수 있으므로 소독제로서 본 연구에서와 같은 식용식초의 효과적 사용은 인체에 해를 주지 않으면서 채소류의 안전성을 확보할 수 있을 것이다.

우리나라 급식식단에서는 매우 다양한 생·숙채류의 주재료로 채소류를 사용하고 있으나 이들의 조리과정에서의 생물학적, 화학적, 물리적 위해요인에 대한 과학적 기초자료는 부족하다. 향후 계속되는 연구에서는 HACCP 적용의 기준 설정을 위한 실험적 data와 아울러 채소 종류별 절단, 세척, 소독 등의 전처리절차에서 위해요인의 제거나 억제에 대한 충분한 자료와 채소류의 맛과 질감을 유지할 수 있는 안전한 소독제와 소독 방법의 모색, 이에 대한 미생물적 검증이 필요하다. 또한 단체급식에서 HACCP이 성공적으로 수행되기 위해서는 식품을 취급하는 조리종사자의 위생관리 지식에 대한 반복적인 숙지와 세척, 소독 등에 대한 적극적인 실천이 무엇보다 중요하다.

요 약

단체급식에서 적용할 수 있는 HACCP 시스템 개발시 필요한 기초자료를 얻고자 현재 급식소에서 가열처리 없이 급식되어 위생관리가 요구되는 생채류 조리의 위생실태를 파

악하고 생채류 조리의 전처리 단계에서의 채소류에 대한 식초소독의 효과를 실험하였다. 고등학교 급식소 5개소의 2002년 1월부터 5월까지의 식단을 분석하여 급식횟수가 높은 생채류 중, 부추겉절이, 도라지생채, 야채샐러드의 미생물적 품질을 평가한 결과, 부추겉절이와 도라지생채는 1g당 총균수는 10³~10⁶ CFU, 대장균군은 10²~10⁴ CFU 수준으로 위생관리가 요구되는 상태였다. 급식소에서 생채류의 재료가 되는 부추를 물로 3회 세척한 후, 총산 농도 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2%로 조절하고 농도별로 온도를 10°C, 20°C, 40°C로 유지시킨 식초소독액 각각에 부추를 넣어 5분, 10분, 30분 동안 침지시킨 효과를 실험하였다. 식초 농도가 증가할수록 부추의 총균수와 대장균군의 감소가 증가하였으며 같은 농도에서 소독액의 온도가 높을수록, 침지시간이 길어질수록 그 효과는 높았다. 본 연구 결과에 기초하여 채소류의 질감 손상과 에너지 비용면을 고려할 때 채소류의 초기 총균수가 10⁶, 대장균군은 10³ 수준일 경우 0.5%, 20°C의 식초용액으로 10분간 소독하는 것이 적절할 것으로 생각되었다. 전처리된 부추 원시료, 3회 세척한 부추, 3회 세척 후 20°C의 0.1%, 0.5%, 1% 식초소독액에서 10분간 침지시킨 부추 각각의 시료들을 4°C에서 저장하면서 시간별로 총균수와 대장균군수를 검사하였다. 부추 원시료와 3회 세척 시료는 저장시간이 길어질수록 미생물은 증가하여 72시간의 저장으로 저장전에 비해 총균수는 각각 0.54 log(3.5배), 0.75 log(5.6배), 대장균수는 각각 0.30 log(2배), 0.24 log(1.8배) CFU/g 증가하였다. 반면 0.1%의 식초소독액에 침지하였던 부추시료들은 72시간의 저장으로 총균수와 대장균군수가 다소 증가하였으나 0.5%와 1%의 식초소독액에 침지하였던 부추시료들은 저장시간이 길어질수록 총균수와 대장균군수가 오히려 감소하였는데 이는 식초 침지시 손상되었던 부추의 총균과 대장균군의 증식이 억제된 때문이라 사료된다. 식중독 병원균인 *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157, *Shigella sonnei*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*를 식초농도별로 10°C에서 10분간 처리하여 배양시킨 결과, 식초농도 1% 이상에서는 검출되지 않았다.

감사의 글

본 논문은 2000년도 동주대학교내학술연구비 지원에 의한 연구 결과이며 이에 감사드립니다.

문헌

1. 교육부. 2001. 최근 3년간 식중독 발생률 분석자료('98-2000).
2. 식품위생안전청. 2002. 식중독발생현황 통계.
3. Snyder OP. 1986. Applying the hazard analysis and critical control points system in foodservice and food borne illness prevention. *J Foodservice Sys* 4: 125-131.
4. Snyder OP. 1990. Food safety 2000: Applying HACCP for food safety assurance in the 21th century. *Dairy Food and Environ Sanitat* 10: 197-204.
5. Bobeng BJ, David BD. 1978. HACCP models for quality control of entree production in hospital foodservice system. II. Quality assessment of beef loaves utilizing HACCP models. *J Am Dietet Assoc* 73: 530-535.
6. Bryan FL, McKinley TW. 1979. Hazard analysis and control of roast beef preparation in foodservice establishments. *J Food Prot* 42: 4-18.
7. Bryan FL, McKinley TW. 1980. Hazard analysis and control of roast beef jus preparation in foodservice establishments. *J Food Prot* 43: 512-513.
8. Cremer ML, Yum TK, Banwart GJ. 1985. Time-temperature, microbiological and sensory quality assessment of chicken and noodle in a hospital foodservice system. *J Food Sci* 50: 891-896.
9. Sawyer CA. 1991. Safety issues related to use of take-out food. *J Foodservice Sys* 6: 41-60.
10. Rew K, Kim JM, Kwak TK. 1985. The microbiological assessment of a university foodservice establishment, and hazard analysis for quality control of fried fish cake soup preparation. *Korean J Nutr* 18: 283-292.
11. Kwak TK, Rew K. 1986. The microbiological quality assessment of chicken soup utilizing HACCP model in university foodservice establishment. *Korean J Soc Food Sci* 2: 76-83.
12. Kwak TK, Joo SY, Lee SM. 1992. Applying HACCP for microbiological quality control in hospital foodservice operations. *Korean J Soc Food Sci* 8: 123-135.
13. Kye SH, Moon HK. 1995. Hazard analysis and critical control point of Korean soups prepared at Korean Restaurants: Hazard analysis of tang (galbitang, sulluntang, jangkuk). *Korean J Dietary Cul* 10: 35-44.
14. Jyung IH, Noh WS. 2001. A study on the microbiological analysis of HACCP in hamburger. *Korean J Food & Nutr* 14: 467-478.
15. Puckett RP, Norton LC. 1996. *HACCP The future challenge*. The Norton Grop, Inc., Missouri City, Texas, p 45-77.
16. 한국 HACCP 연구회. 2001. 식품·축산물 위해요소 중점관리 기준.
17. Bryan FL. 1981. Hazard analysis of food service operations. *Food Technol* 35: 78-87.
18. Beckers HJ. 1988. Microbiology and food hygiene in mass catering. *Catering & Health* 1: 3-5.
19. Bauman HE. 1974. The HACCP concept and microbiological hazard categories. *Food Technol* 28: 30-34.
20. Kim GR, Jang MS. 1998. Microbiological quality and change in vitamin C contents of vegetables prepared at industrial foodservice institutions in Kumi. *J Korean Dietet Assoc* 4: 263-269.
21. 한국식품공업협회. 1995. 식품공전. p 730.
22. Solberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neil K, Mcdowell J, Post LS, Boderck M. 1990. Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol* 44: 68-73.
23. Kim HY, Kim HJ. 2000. A study for the quality control of food served by contracted management in high school food-service centre. *J Fd Hyg Safety* 15: 304-314.
24. Dziezak D. 1986. Preservatives: antimicrobial agents. *Food Technol* 49: 104-111.
25. Magnuson JA, King AD, Torok T. 1990. Microflora of partially processed lettuce. *Appl Environ Microbiol* 56: 3851-3854.
26. Marchetti R, Casadei MA, Guerzoni ME. 1992. Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads. *Italian J Food Sci* 4: 97-108.
27. Francis GA, Thomas C, O'Beirne D. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *International J Food Sci Technol* 34: 1-22.
28. Zhang S, Farber JM. 1996. The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. *Food Microbiol* 13: 311-321.

(2003년 1월 3일 접수; 2003년 3월 10일 채택)