

채소군별 미생물학적 안전성 확보를 위한 적정 소독방법

김혜영[†] · 이윤희

성신여자대학교 식품영양학과

A Study on the Microbiological Quality of Vegetables in Relation to the Sanitization Method Used and Vegetable Types

Heh Young Kim[†] and Yun Hee Lee

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

In this study the microbiological quality of vegetables was evaluated in relation to the sanitization methods used and vegetable types which consisted of raw food ingredients used in foodservice operations. We analyzed the microbial quantities on lettuce and spinach, which were used as leaf vegetables and cucumber and tomato, which were used as fruit vegetables according to various disinfection methods using different chlorine concentration(50 ppm, 100 ppm, 200 ppm) and exposure time(5 min, 10 min) over 5 days. When the effects of the disinfection methods on microbial qualities and sensory evaluation were analyzed, the following results were obtained. First, in the leaf vegetables, disinfection with a chlorine concentration of 200 ppm for a 5 minutes exposure time was needed to control microbial growth. Second, fruit vegetables sterilized with tap water had reduced microbial qualities after an extended amount of time relative to chlorine disinfection, that is, disinfection with a chlorine concentration of 50 ppm for 5 minutes exposure time was desirable.

Key words: sanitization methods, vegetable types, microbiological quality

I. 서 론

급식 및 외식업체에서 이용되는 식품재료 중 채소류는 전처리 단계에서 세척 및 소독을 통하여 초기 미생물의 오염을 최소화하는 것이 위생적인 전처리 작업을 위해 필수적이다. 또한 최근에는 간편성과 합리성을 추구하는 소비성향의 증가로 인해 채소류를 일차 가공하여 소포장 형태로 유통하는 신선편의식품이 크게 증가하고 있으며, 신선편의식품 시장은 규모와 형태에 있어서 점차 확대되고 있는데 소매시장에서 급식 산업계까지 범위를 확장하고 있다. 신선편의식품은 다듬기, 박피, 세척, 절단 같은 하나의 단계 또는 한 단계이상의 과정을 거친 식품으로 정의되며(Rolle RS와 Chrism GW 1987), 신선편이 채소가공과정에서 초기 미생물 오염을 감소시키기 위하여 세척과정 중에 살균소독이 실시되는데, 원료 채소에 묻어

있는 먼지, 벌레 등의 이물질을 제거하는 1차 세척을 한 뒤, 2차 세척에서 살균 소독제를 사용하고 있다(Kim JG 등 2007). 일반적으로 채소의 소독에는 염소수 소독이 많이 사용되어지고 있고(Mehmet K와 Ilkin YS 2007), 유통기간 동안 미생물 제어와 품질유지에 있어서 염소수가 가장 효과적이었다(Sascha B 등 2004). 염소 농도뿐만 아니라 염소수에 침지하는 시간 또한 미생물 생육 억제와 관련이 있다는 보고가 있었다(Adams MR 등 1989). 우리나라의 경우 채소의 소독방법에 관한 구체적인 기준 규격이 설정되지 않아 안전 사각지대에 놓여있는 실정으로(Kim JS 등 2004), 현재 학교급식법이 적용되는 학교 급식을 제외하고는 생 채소 소독에 있어서 명확한 기준이 확립되어 있지 않아 급식소별로 자체 기준을 가지고 있는 실정이다. 또한 엽채류인 상추와 시금치에는 각각 4.54~6.74, 6.00~6.61 Log CFU/g의 총 균과 3.27~5.77, 6.69 Log CFU/g의 대장균군이 있고, 과채류인 오이에는 총 균 수와 대장균군수가 각각 4.11~5.82 Log CFU/g, 0~4.07 Log CFU/g으로 보고되고 있으나(Yoo WC 등 2000, Kim HY와 Cha JM 2002, Kim HJ 등 2007), 채소 군에 상관없이 동일한 소독처리가 이루어지고 있는 실정이다.

[†]Corresponding author: Heh Young Kim, Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University
Tel: 02-920-7202
Fax: 02-920-7536
E-mail: hykim@sungshin.ac.kr

본 연구는 급식소에서 이용되는 식품재료 중 세척공정 이후 가열조리 없이 바로 급식이 이루어지는 엽채류(상추, 시금치)와 과채류(오이, 토마토)를 대상으로 세척 및 염소소독을 실시한 후 저장 기간(0,1,3,5일)에 따라 미생물학적 품질 변화를 비교 평가함으로써 엽채류와 과채류의 채소군 별 소독 기준 확립을 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 실험재료 선정 및 소독방법

1) 실험재료 선정

본 연구에 사용된 재료는 급식소에서 제공되는 음식 중 특별한 가열 공정 없이 세척공정 이후 바로 급식이 이루어지는 생채소류로 급식소에서 사용되는 생채소류 중 한국인에 있어 일일 평균 섭취량이 많고, 단체급식에서 빈번하게 이용되는(Kim HY 등 2004, Jang JS와 Bae HJ 2006) 엽채류인 상추, 시금치, 과채류인 오이, 토마토를 대상으로 소독 및 저장을 실시하였다. 실험에 사용한 재료는 실험 당일 청량리 도매시장을 통해 구매하여 사용하였다.

2) 소독방법

수도수 세척은 일반적으로 사용하는 수도수로 1회 애벌세척한 후 5분, 10분간 침지 시킨 후 3회 세척하였으며, 침지수량은 샘플의 15배로 하였다. 염소수 소독의 경우 선행연구들(Robert C 등 2003, Kim HY와 Ko SH 2005, Kim JW와 Kim SH 2005)에서 염소소독을 실시 전 애벌세척을 통한 유기물의 제거가 소독효과가 우수하다는 연구결과를 바탕으로 수도수로 애벌세척을 실시하였고, 학

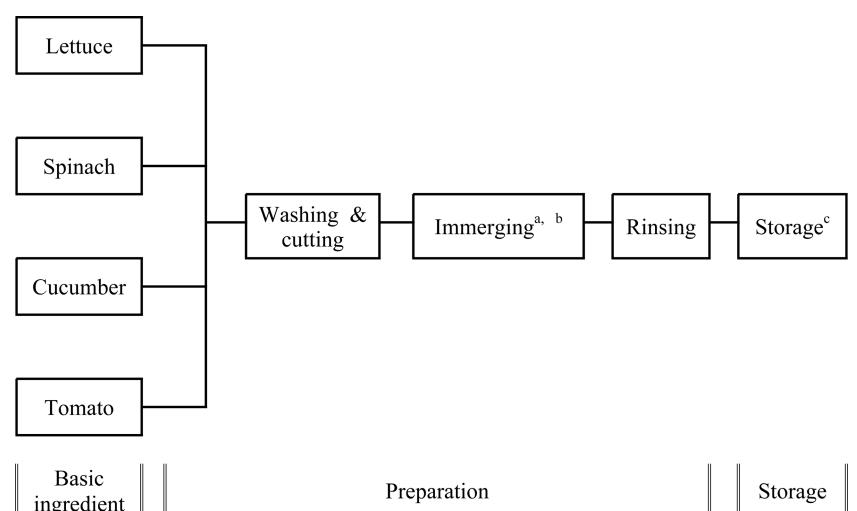
교 급식 위생관리 지침서(교육인적자원부 2004)에 100 ppm의 유효염소가 함유된 염소수를 권장하고 있는 것과 Rober C 등(2003)이 생채소 세척 시 50~200 ppm의 유효염소가 함유된 염소수를 일반적으로 사용하고 있다고 한 것을 기준으로 염소수 농도 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm에서 소독을 실시하였다. 염소수 소독은 1회의 애벌세척 후 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm의 유효염소가 함유된 염소수에 5분, 10분간 각각 침지시킨 후 음용수로 씻은 후 이용하였다. 이때 침지수량은 15배로 하였으며, 침지 후 세척 횟수는 3회로 하였다.

3) 저장방법

전처리를 마친 각각의 재료는 소독된 채소용 탈수기(Salad spinner, WINDAX, Korea)를 이용하여 30초간 탈수한 후 25 ± 2 g 단위로 포장하여 저장하였다. 포장법은 단체급식소에서 일반적으로 편리하게 전처리 후 사용하는 polyethylene 포장을 하여 우리나라 식품공전(한국식품공업협회 2008)에서 냉장식품의 보관온도로 권장하는 온도 범위인 10°C 이하와 US FDA의 food code(FDA 2007)의 전처리 식재의 권장온도인 5°C 이하인 것을 바탕으로 3°C 의 냉장고(TFK279FX, GEC, USA)에 저장하였다. 저장기간은 Kim HY(2004)의 염소소독을 한 일부 생채소가 저장 2일까지 미생물적 품질 기준치를 만족시킨 연구와 단체급식소에 배송되는 일반 전처리 식재의 최대 유통기간이 6일이라는 점을 고려하여 생산직후(0일), 1일, 3일, 5일에 각각의 시료를 채취하여 품질변화를 측정하였다.

2. 실험방법

1) 미생물 분석



^a Immersed in tap water, chlorinated water at 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm concentration.

^b Exposed for 5 minute, 10 minute.

^c 0 day, 1 day, 3 day, 5 day.

Fig. 1. Phase in product flow of vegetables in various phases by disinfection method

미생물 분석을 위한 시료의 채취 지점은 Fig. 1과 같다. 시료 채취 시 사용되는 도구와 용기 및 실험에 이용된 배지 및 기구는 모두 121°C에서 15분간 가압·멸균 가열하여 무균처리 후 사용하였다. 생산단계 및 저장기간에 따른 표준평균군수, 대장균군수를 측정하였다. 표준평균군수, 대장균군수 측정을 위해 시료 25 g을 무균 처리된 Stomacher Bag에 넣은 후 0.85% 생리식염수 225 mL를 부어 Stomacher Lab Blender(TMC, LB-400G, Korea)를 이용해 약 40초간 중속으로 균질화 시킨 후, 식품공전

(식품공업협회 2008)의 방법에 따라 미생물 검사를 실시하였다.

2) 통계분석

본 연구의 미생물학적 품질검사 결과 분석은 SAS 9.1.3 (ver.)을 이용하여 분산분석법(ANOVA)으로 저장기간(생산직후(0일), 1일, 3일, 5일)에 따른 유의성을 분석하고, T-test를 이용하여 침지시간(5, 10분)에 따른 유의성을 검토하였다. 또한 유의성이 있는 경우 검증하기 위해 $p<0.05$

Table 1. Microbiological evaluation of vegetables in various phases by disinfection method

Samples	Phase by disinfection method ^a	Total plate counts		Coliform counts
		Raw	5.61	
Lettuce	Cutting & Washing		4.09	3.58
	Disinfection ^b (ppm, min)	TW ^c	5 10	3.56 3.24
		50	5 10	2.62 2.15
		100	5 10	2.50 2.10
	Rinsing (ppm, min)	200	5 10	2.38 1.94
		TW	5 10	3.44 3.20
		50	5 10	2.46 2.02
		100	5 10	2.29 2.00
	200		5 10	2.27 1.85
		Raw		1.92 1.47
Spinach	Cutting & Washing		5.48	4.67
	Disinfection ^b (ppm, min)	TW ^c	5 10	4.78 3.90
		50	5 10	3.78 3.61
		100	5 10	3.51 3.21
	Rinsing (ppm, min)	200	5 10	3.06 2.97
		TW	5 10	2.75 3.86
		50	5 10	3.67 3.53
		100	5 10	3.42 3.14
	200		5 10	2.99 2.93
		Raw		2.74 2.43

Table 1. Continued

Samples	Phase by disinfection method ^a	Total plate counts	Coliform counts
Cucumber	Raw	4.86	2.72
	Cutting & Washing	4.82	2.62
	TW ^c	5	2.59
		10	2.40
	Disinfection ^b (ppm, min)	50	4.49
		10	4.34
		100	4.32
		10	4.17
	Rinsing (ppm, min)	200	3.76
		10	3.73
Tomato	TW	4.50	2.44
	10	2.24	
	50	5	4.31
		10	3.84
		100	3.56
		10	2.78
	200	5	2.54
		10	2.16
	Raw	3.32	2.42
	Cutting & Washing	3.26	2.16
	TW ^c	5	2.02
		10	1.97
		50	2.51
		10	1.90
	100	5	1.66
		10	1.25
		200	-
	5	1.16	-
	10	1.00	-
	TW	3.01	1.95
	10	2.70	1.90
	50	5	2.49
		10	1.65
		100	1.16
		10	1.00
	200	5	-
		10	-

Mean (Log CFU/g)

^a Samples were taken at the end of phases in disinfection method.^b Immersed with various chlorine concentration and exposure time.^c Tap water.

- : Not Detected.

수준에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 사후 검증을 하였고, Spearman correlation을 이용하여 염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과 미생물학적 품질의 상관관계를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 세척 및 소독방법에 따른 미생물학적 분석

모든 시료들의 전처리 공정에서 각 단계별 미생물학적 분석 결과, 즉 세척 및 소독방법에 따른 결과는 Table 1

과 같다.

원재료 상태의 표준평판균수는 상추, 시금치, 오이, 토마토 각각 5.61(Log CFU/g, 이하 단위 생략), 5.48, 4.86, 3.32이었고, 대장균균수는 각각 4.80, 4.67, 2.72, 2.42였다. 엽채류와 과채류의 미생물적 품질 차이를 보면, 엽채류가 과채류보다 표준평판균수는 평균 1.45 높게 나타났고, 대장균균수는 평균 2.16 높아 엽채류가 과채류보다 위생상태가 좋지 못함을 알 수 있었다. 그러나 Solberg M 등(1990)이 제시한 원재료의 미생물 허용 기준치인 6.00(표준평판균수), 3.00(대장균균수)을 초과하지 않아 미생물학적으로 안전한 수준을 나타냈다.

원재료와 세척 및 절단 공정 후의 미생물적 품질 차이를 살펴보면 상추, 시금치, 오이, 토마토 각각 표준평판균수는 1.52, 0.70, 0.04, 0.06의 감소를 보여줬고, 대장균균수는 1.22, 0.45, 0.10, 0.26 감소한 것으로 나타났다. 엽채류인 상추와 시금치의 경우 Nascimento 등(2003)이 Brazil의 식료품점 여러 군데로부터 수집한 상추를 애벌세척 후, 표준평판균수와 대장균균수가 각각 평균 0.78, 0.82의 감소를 보였다는 연구 결과와 Kim HY와 Ko SH(2005)의 연구에서 닭고기 샐러드 생산 시 당근과 오이의 애벌세척을 통해 미생물적 품질 향상이 나타난 것과 동일한 결과이다.

소독과 행굼 단계에서 대조군인 수도수 세척군을 제외하고, 표준평판균수가 상추는 1.85~2.62, 시금치 2.69~3.61, 오이 2.16~4.49, 토마토 0.00~2.51이었고, 대장균균수는 상추, 시금치, 오이, 토마토 각각 1.47~2.35, 2.21~3.12, 0.00~2.05, 0.00~1.66이었다. 소독 후 표준평판균수와 대장균균수가 급격히 감소하였는데 이러한 결과는 선행연구들(Kim HY와 Cha JM 2002, Lee SH와 Jang MS 2004, Moon HK 등 2004)의 소독의 효과와 일치하였다. 염소의

농도가 증가할수록 표준평판균수와 대장균균수가 감소하였으며, 같은 농도에서는 소독액에 침지하는 시간이 길어질수록 소독 효과가 높게 나타났다. 이는 Kim SH와 Chung SY(2003)의 채소 전처리를 위한 식초 소독의 미생물적 효과 연구와 동일한 결과였다.

2. 저장에 따른 표준평판균수의 변화

모든 시료들의 소독방법 및 저장기간에 따른 표준평판균수 측정 결과는 Table 2와 같다. 엽채류인 상추와 시금치의 경우 수도수 세척, 염소수 소독 모두 저장 기간이 경과함에 따라 표준평판균수는 유의적으로 증가하는 경향을 보였고 ($p<0.0001$), Solberg M 등(1990)이 제시한 원재료의 미생물 허용 기준치인 6.00을 초과하지 않아 미생물학적으로 안전한 수준을 나타냈다. 수도수에 5분 침지한 후 세척한 경우와 염소수 200 ppm에 10분 침지 후 세척한 경우 저장 5일째 표준평판균수가 상추, 시금치 각각 1.74, 1.34로 큰 차이를 보였다. 이것은 Sascha B 등(2005)이 염소수와 수온이 iceberg 양상추의 저장기간에 미치는 영향에 관한 연구에서 저장 10일째까지 수도수 세척과 염소수 소독을 한 경우 1.00 이상 차이를 보인 것과 유사한 결과였다. 미생물적 품질이 가장 안정적이었던 염소수 200 ppm에 10분 침지 후 세척한 경우 저장기간에 따라 상추는 1.85, 2.58, 3.13, 3.34, 시금치는 2.69, 3.22, 4.18, 4.27로 표준평판균수가 유의적으로($p<0.0001$) 증가하였고, 소독 직후인 0일째와 저장 5일째 차이는 상추의 경우 1.49, 시금치는 1.58로 비슷한 경향을 보였다.

과채류인 오이의 경우 수도수 세척, 염소수 소독 모두 저장 기간이 경과함에 따라 표준평판균수는 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, ($p<0.001$, $p<0.0001$) 토마토의 경우 수도수에 10분 침지 후 세척한 경우와 50 ppm 염소수에

Table 2. Changes of total plate counts in vegetables with different kinds of disinfection methods during storage

Ingredient	Disinfection			Storage time(days)			F-value
	Chlorine concentration (ppm)	Exposure time (min)	0 ^a	1	3	5	
Lettuce	TW	5	3.44 ± 0.22 ^c	4.61 ± 0.01 ^b	4.62 ± 0.06 ^b	5.08 ± 0.01 ^a	207.73****
		10	3.20 ± 0.08 ^c	3.31 ± 0.16 ^c	4.21 ± 0.11 ^b	4.66 ± 0.03 ^a	255.29****
	50	t value	2.49*	19.63****	7.70****	27.39****	
		5	2.46 ± 0.27 ^d	3.69 ± 0.05 ^c	4.20 ± 0.11 ^b	4.58 ± 0.00 ^a	223.29****
		10	2.02 ± 0.15 ^d	3.14 ± 0.00 ^c	3.70 ± 0.24 ^b	4.52 ± 0.01 ^a	312.47****
	100	t value	3.42**	24.11****	4.58**	11.57****	
		5	2.29 ± 0.18 ^c	2.69 ± 0.23 ^b	3.81 ± 0.02 ^a	3.81 ± 0.10 ^a	142.73****
		10	2.00 ± 0.15 ^c	2.67 ± 0.33 ^b	3.69 ± 0.00 ^a	3.76 ± 0.07 ^a	120.38****
Tomato	200	t value	2.89*	0.08	13.13****	1.04	
		5	2.27 ± 0.15 ^c	2.64 ± 0.38 ^b	3.36 ± 0.00 ^a	3.43 ± 0.23 ^a	32.84****
		10	1.85 ± 0.09 ^c	2.58 ± 0.15 ^b	3.13 ± 0.09 ^a	3.34 ± 0.33 ^a	69.48****
	t value		5.56***	0.36	4.61**	0.54	

Table 2. Continued

Ingredient	Disinfection			Storage time(days)			F-value
	Chlorine Concentration (ppm)	Exposure time (min)	0 ^{a)}	1	3	5	
Spinach	TW	5	3.86 ± 0.27 ^c	5.27 ± 0.00 ^b	5.58 ± 0.11 ^a	5.61 ± 0.03 ^a	186.02****
		10	3.67 ± 0.26 ^b	4.93 ± 0.00 ^a	4.94 ± 0.24 ^a	4.95 ± 0.02 ^a	73.17****
	t value		1.21	376.30****	5.74***	36.32****	
	50	5	3.53 ± 0.2 ^c	4.28 ± 0.00 ^b	4.68 ± 0.33 ^a	4.78 ± 0.06 ^a	39.88****
		10	3.42 ± 0.23 ^c	4.14 ± 0.01 ^b	4.52 ± 0.31 ^a	4.58 ± 0.19 ^a	36.27****
	t value		0.76	16.92****	0.84	2.45*	
	100	5	3.14 ± 0.08 ^c	4.20 ± 0.01 ^b	4.65 ± 0.38 ^a	4.75 ± 0.06 ^a	80.26****
		10	2.99 ± 0.02 ^c	3.99 ± 0.02 ^b	4.35 ± 0.19 ^a	4.40 ± 0.25 ^a	98.65****
	t value		3.92**	15.42****	1.74	3.32*	
	200	5	2.93 ± 0.03 ^d	3.99 ± 0.05 ^c	4.30 ± 0.18 ^b	4.58 ± 0.23 ^a	136.73****
		10	2.69 ± 0.05 ^c	3.22 ± 0.16 ^b	4.18 ± 0.21 ^a	4.27 ± 0.27 ^a	89.77****
Cucumber	t value		8.91****	10.58****	1.07	2.07	
	TW	5	4.50 ± 0.14 ^d	5.12 ± 0.00 ^c	5.23 ± 0.01 ^b	5.34 ± 0.03 ^a	147.23****
		10	4.17 ± 0.74 ^b	4.98 ± 0.00 ^a	5.14 ± 0.00 ^a	5.32 ± 0.08 ^a	10.98***
	t value		1.07	46.90****	12.73****	0.53	
	50	5	4.31 ± 0.03 ^d	4.67 ± 0.00 ^c	4.82 ± 0.05 ^b	4.98 ± 0.02 ^a	435.85****
		10	3.84 ± 0.00 ^d	4.61 ± 0.00 ^c	4.64 ± 0.00 ^b	4.84 ± 0.00 ^a	46775.7****
	t value		33.83****	14.27****	8.22***	14.28****	
	100	5	3.56 ± 0.17 ^b	4.62 ± 0.01 ^a	4.65 ± 0.04 ^a	4.79 ± 0.43 ^a	34.22****
		10	2.78 ± 0.21 ^c	4.48 ± 0.05 ^b	4.53 ± 0.03 ^b	4.70 ± 0.06 ^a	363.18****
	t value		6.99****	6.40****	5.03***	0.48	
	200	5	2.54 ± 0.03 ^c	4.25 ± 0.00 ^b	4.27 ± 0.14 ^b	4.59 ± 0.19 ^a	328.27****
		10	2.16 ± 0.09 ^c	4.17 ± 0.01 ^b	4.23 ± 0.11 ^b	4.40 ± 0.06 ^a	951.37****
Tomato	t value		8.84****	10.62***	0.51	2.21	
	TW	5	3.01 ± 0.05 ^b	3.35 ± 0.18 ^a	3.38 ± 0.19 ^a	3.53 ± 0.13 ^a	12.69****
		10	2.70 ± 0.32	2.85 ± 0.39	2.91 ± 0.37	3.07 ± 0.12	1.34
	t value		2.27	2.84*	2.73**	6.12***	
	50	5	2.49 ± 0.39	2.55 ± 0.34	2.62 ± 0.36	2.68 ± 0.22	0.36
		10	1.65 ± 0.03 ^b	2.33 ± 0.40 ^a	2.43 ± 0.35 ^a	2.46 ± 0.15 ^a	11.33***
	t value		5.22**	1.00	0.88	2.01	
	100	5	1.28 ± 0.15 ^c	1.77 ± 0.04 ^b	2.22 ± 0.22 ^a	2.29 ± 0.10 ^a	60.41****
		10	1.00 ± 0.00 ^d	1.59 ± 0.07 ^c	1.84 ± 0.00 ^b	2.16 ± 0.09 ^a	402.11****
	t value		4.45**	5.19***	4.11**	2.18	
	200	5	0.00 ± 0.00 ^d	1.30 ± 0.00 ^c	1.54 ± 0.03 ^b	2.03 ± 0.04 ^a	5503.75****
		10	0.00 ± 0.00 ^d	1.08 ± 0.09 ^c	1.47 ± 0.00 ^b	2.01 ± 0.01 ^a	1829.63****
	t value			5.41**	4.05**	1.42	

Mean ± SD(Log CFU/g)

a before storage.

*, **, ***, **** : significantly different at p<0.05, p<0.01, p<0.001, p<0.0001 respectively.

abcd : Means with the same letter in a row are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

5분 침지한 후 세척한 경우를 제외하고는 표준평균수가 저장기간이 지남에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.001$, $p<0.0001$). 엽채류와 마찬가지로 미생물 안전 기준인 6.00 미만으로 안전성이 있는 수준 안에 속하였다. 50

ppm에서 10분 침지 후 세척한 오이는 저장 기간 동안 3.84, 4.61, 4.64, 4.84로 표준평균수가 유의적($p<0.0001$)으로 0.53 증가하여 가장 낮은 표준평균수 증가 폭을 보여 주었고, 토마토는 50 ppm에서 5분 침지 후 세척한

경우 저장 기간이 지남에 따라 2.49, 2.55, 2.62, 2.68로 0.19 증가하여 가장 낮은 표준평균수 변화 폭을 보여주었다. 오이와 토마토는 소독 직후인 저장 0일째 보다 저장 5일째에 수도수 세척을 한 것과 염소수 소독을 한 것의 차이가 큰 경향을 보여줬는데, 이는 Kim JG 등 (2007)이 신선편이 당근을 염소수 세척하여 미생물 억제에 미치는 영향을 알아본 연구에서 소독직후 수도수 세척한 당근의 표준평균수가 5.22, 염소수 세척을 한 당근이 4.91이었는데, 7일 후 수도수 세척 당근과 염소수 세척 당근의 표준평균수가 2.00 가까이 차이를 보인 것과 유사한 결과이다. 이것은 본 연구에서 과채류를 수도수 세척 한 경우와 염소수 세척을 한 경우 모두 미생물 안전성에 있어서 위험은 없는 수준이었으나, 저장기간이 경과함에 따라 염소수 세척을 한 경우가 미생물 생육을 억제하므로 낮은 농도일지라도 염소수 세척은 반드시 필요하다는 것으로 사료된다.

3. 저장에 따른 대장균군수의 변화

모든 시료들의 소독방법 및 저장기간에 따른 대장균군

수 측정 결과는 Table 3과 같다. 염채류인 상추의 경우 수도수 세척, 염소수 소독 모두 저장 기간이 경과함에 따라 대장균군수는 유의적으로 증가하는 경향을 보였고($p < 0.0001$), 시금치의 경우 저장일이 지남에 따라 유의적으로 증가하였으나($p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.0001$), 100 ppm 염소수에 10분 침지한 후 세척한 경우 유의적이지는 않았다. 상추의 경우 소독 직후는 모든 처리군에서 3.00으로 기준치를 만족하는 안전한 수준이었고, 저장 1일째 수도수에 5분 침지 후 세척한 시료의 대장균군이 3.34로 기준치를 초과하였다. 저장 3일째 수도수 세척을 한 상추는 기준치를 초과하여 미생물로부터 위험한 수준이었고, 저장 5일째 100 ppm 염소수에 10분 침지한 상추의 대장균군수가 2.96, 200 ppm 염소수로 5분, 10분 소독한 상추가 각각 2.33, 2.16으로 이것들을 제외하고는 모두 기준치를 초과하였다. 저장 기간 동안 가장 낮은 증가를 보인 것은 200 ppm 염소수에 5분 침지 후 세척한 것으로 소독직후, 저장 1일째, 3일째, 5일째에 1.92, 1.95, 2.29, 2.33으로 유의적으로 증가하였다($p < 0.0001$). 시금치는 소독 직후 수도수 세척을 한 시료와 50 ppm 염소수에 5분

Table 3. Changes of Coliform counts in Vegetables with different kinds of disinfection methods during storage

Ingredient	Disinfection		Storage time(days)				F-value
	Chlorine Concentration (ppm)	Exposure time (min)	0 ^{a)}	1	3	5	
Lettuce	TW	5	2.73 ± 0.14 ^c	3.34 ± 0.07 ^b	3.56 ± 0.46 ^b	4.59 ± 0.15 ^a	55.55****
		10	2.36 ± 0.08 ^c	2.47 ± 0.29 ^c	3.08 ± 0.55 ^b	4.33 ± 0.18 ^a	44.57****
	t value		5.32***	7.07***	1.65	2.73*	
	50	5	2.14 ± 0.26 ^c	2.18 ± 0.21 ^c	2.82 ± 0.19 ^b	4.43 ± 0.02 ^a	174.40****
		10	1.54 ± 0.03 ^d	1.77 ± 0.24 ^c	2.16 ± 0.09 ^b	4.21 ± 0.19 ^a	333.07****
	t value		5.46**	3.01	7.51****	2.77*	
	100	5	2.04 ± 0.30 ^c	2.09 ± 0.25 ^c	2.54 ± 0.03 ^b	3.69 ± 0.11 ^a	79.61****
		10	1.52 ± 0.17 ^d	1.75 ± 0.26 ^c	2.11 ± 0.00 ^b	2.96 ± 0.02 ^a	95.69****
	t value		3.63**	2.25*	26.53****	14.69****	
	200	5	1.92 ± 0.24 ^b	1.95 ± 0.06 ^b	2.29 ± 0.07 ^a	2.33 ± 0.10 ^a	14.08****
		10	1.47 ± 0.00 ^d	1.69 ± 0.00 ^c	1.97 ± 0.15 ^b	2.16 ± 0.09 ^a	67.28****
	t value		4.44**	9.85***	4.58**	3.01*	
Spinach	TW	5	3.21 ± 0.04 ^c	3.90 ± 0.15 ^b	4.11 ± 0.31 ^b	4.79 ± 0.01 ^a	82.23****
		10	3.11 ± 0.03 ^d	3.81 ± 0.00 ^c	4.00 ± 0.30 ^b	4.68 ± 0.04 ^a	106.46****
	t value		1.21	376.30****	5.74***	5.50***	
	50	5	3.00 ± 0.00 ^d	3.23 ± 0.10 ^c	3.66 ± 0.26 ^b	4.42 ± 0.16 ^a	83.94****
		10	2.78 ± 0.10 ^c	2.91 ± 0.15 ^{bc}	3.15 ± 0.40 ^b	4.38 ± 0.16 ^a	58.33****
	t value		0.76	16.92****	0.84	2.45*	
	100	5	2.95 ± 0.00 ^b	3.06 ± 0.01 ^b	3.19 ± 0.00 ^b	4.11 ± 0.40 ^a	41.59****
		10	2.74 ± 0.00	2.87 ± 0.05	3.09 ± 0.01	3.18 ± 0.61	2.62
	t value		3.92**	15.42****	1.74	3.32*	
	200	5	2.43 ± 0.06 ^c	2.54 ± 0.03 ^{bc}	2.62 ± 0.03 ^{ab}	2.80 ± 0.28 ^a	6.52**
		10	2.21 ± 0.11 ^b	2.28 ± 0.15 ^b	2.30 ± 0.01 ^b	2.51 ± 0.28 ^a	3.67*
	t value		8.91****	10.58****	1.07	2.07	

Table 3. Continued

Ingredient	Disinfection			Storage time(days)			F-value
	Chlorine Concentration (ppm)	Exposure time (min)	0 ^{a)}	1	3	5	
Cucumber	TW	5	2.44 ± 0.20 ^c	3.20 ± 0.16 ^b	3.64 ± 0.19 ^a	3.79 ± 0.13 ^a	71.70****
		10	2.24 ± 0.15 ^c	3.05 ± 0.16 ^b	3.57 ± 0.16 ^a	3.61 ± 0.15 ^a	93.72****
	t value		1.96	1.57	0.75	2.17	
	50	5	2.03 ± 0.05 ^c	2.25 ± 0.15 ^b	2.82 ± 0.85 ^a	2.93 ± 0.00 ^a	91.27****
		10	1.64 ± 0.09 ^d	1.84 ± 0.00 ^c	2.58 ± 0.02 ^b	2.85 ± 0.02 ^a	767.89****
	t value		8.89****	6.55**	3.65*	6.94***	
	100	5	0.00 ± 0.00 ^c	1.81 ± 0.02 ^b	2.72 ± 0.13 ^a	2.77 ± 0.04 ^a	1943.42****
		10	0.00 ± 0.00 ^d	1.73 ± 0.04 ^c	2.49 ± 0.11 ^b	2.69 ± 0.17 ^a	760.84****
	t value			3.75**	3.14*	1.10	
	200	5	0.00 ± 0.00 ^d	1.25 ± 0.12 ^c	2.47 ± 0.06 ^b	2.84 ± 0.11 ^a	1190.03****
		10	0.00 ± 0.00 ^d	1.16 ± 0.09 ^c	2.33 ± 0.20 ^b	2.59 ± 0.07 ^a	608.69****
	t value			1.31	1.61	4.48**	
Tomato	TW	5	1.95 ± 0.03 ^b	2.08 ± 0.04 ^b	2.31 ± 0.09 ^a	2.47 ± 0.29 ^a	12.91****
		10	1.90 ± 0.00 ^b	1.97 ± 0.04 ^b	2.11 ± 0.07 ^a	2.20 ± 0.10 ^a	23.55****
	t value		4.01*	4.23**	4.04**	2.11	
	50	5	1.59 ± 0.07 ^c	1.68 ± 0.03 ^{bc}	1.77 ± 0.04 ^b	2.04 ± 0.15 ^a	26.09****
		10	1.16 ± 0.09 ^c	1.39 ± 0.05 ^b	1.54 ± 0.03 ^a	1.60 ± 0.00 ^a	64.54****
	t value		8.83****	10.30****	9.39****	6.76**	
	100	5	1.10 ± 0.15 ^c	1.35 ± 0.09 ^b	1.39 ± 0.05 ^b	1.73 ± 0.02 ^a	45.74****
		10	1.00 ± 0.00 ^c	1.20 ± 0.15 ^b	1.30 ± 0.00 ^b	1.42 ± 0.07 ^a	26.19****
	t value		1.58	2.16	4.12**	10.41****	
	200	5	0.00 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^c	0.97 ± 0.15 ^b	1.52 ± 0.12 ^a	343.55****
		10	0.00 ± 0.00 ^b	0.00 ± 0.00 ^b	0.00 ± 0.00 ^b	1.36 ± 0.19 ^a	299.48****
	t value			15.55****	1.70		

Mean ± SD(Log CFU/g)

^{a)}: before storage

*, **, ***, **** : significantly different at p<0.05, p<0.01, p<0.001, p<0.0001 respectively

^{abc} : Means with the same letter in a row are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

침지를 한 시금치의 미생물 안전성이 부적절하였고, 저장 1일째 100 ppm에 5분 침지한 시금치의 대장균군수가 3.06으로 기준치를 초과하였다. 저장 3일째부터 200 ppm 염소수에 소독한 군을 제외하고는 모든 군에서 대장균군수가 3.00을 초과해 미생물적 위험으로부터 안전하지 못했다. 또한 시금치도 저장 기간 동안 증가폭이 가장 작았던 것은 200 ppm 염소수로 소독한 군으로 나타났다. 200 ppm 염소수에 10분 침지한 시금치는 저장 5일째까지 대장균군수가 0.3 증가하였고, 저장기간에 따라 대장균군수가 2.21, 2.28, 2.30, 2.51로 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

본 연구에서 저장기간 동안 관찰된 엽채류의 미생물 변화 추이는 Lee SH와 Jang MS(2004)이 양상추의 미생물학적 특성에 염소수가 미치는 영향을 알아본 연구에서 100 ppm 염소수에 5분간 침지 한 양상추가 저장 2일째에 대장균군수가 3.47로 미생물적 안전 기준치를 초과한 결과를 보여준 것과 유사하다. 엽채류의 경우 저장기간

동안 낮은 염소수 농도로 소독한 시료의 대장균군수가 미생물 안전 기준을 초과하는 것으로 나타났으며, 학교급식 위생관리 지침서에서 권장하고 있는 100 ppm의 염소수로 소독한 시료의 경우 대장균군수가 저장 1일째부터 미생물 안전 기준을 초과하는 것으로 나타난 바, 저장기간 동안 미생물 생육 억제를 위해서는 200 ppm 염소수에 5분간 침지하는 소독이 필요하다고 사료된다.

과채류인 오이와 토마토의 경우 수도수 세척, 염소수 소독 모두 저장 기간이 경과함에 따라 대장균군수는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.0001). 오이는 저장 1일째부터 수도수 세척을 한 시료가 기준치를 초과해 저장 기간 동안 위험한 수준이었고, 염소수 소독을 한 오이는 미생물적 위험으로부터 안전했다. 50 ppm 염소수에 5분 침지 후 세척한 오이의 경우 저장일이 지남에 따라 대장균군수가 2.03, 2.25, 2.82, 2.93으로 유의적으로 증가했지만(p<0.0001), 미생물 안전 기준치를 넘지 않았다. 토

마토는 저장 기간 동안 모든 시료의 대장균군수가 3.00 이하로 기준치를 초과하지 않았다. 염소수 소독을 한 과채류의 경우 5일간의 저장기간 동안 미생물적 품질이 안전하였는데, 이것은 Jeong JW 등(2006)이 100 ppm 염소수로 소독한 딸기가 저장 5일째까지 대장균군수가 2.54로 기준치를 초과하지 않은 것과도 유사한 결과였다. 50 ppm 염소수에 5분 침지 후 세척한 토마토는 소독직후, 저장 1일째, 3일째, 5일째까지 대장균군수가 1.59, 1.68, 1.77, 2.04로 안전한 수준이었다.

Park JS 등(2008)의 과일류의 염소 소독 농도 및 세척 횟수에 따른 미생물 제거에 관한 연구에서 과일류의 세척 및 소독 방법으로 염소 농도 50 ppm에서 3~5분간 침지하여 소독한 다음 3회 이상 물세척 하는 것이 과일류의 품질 손상에 의한 관능적 기호성의 손실을 최소화함과 동시에 미생물학적으로 안전한 효율적인 세척 및 소독 방법이 될 수 있다고 하였는데, 본 연구에서도 과채류의 경우 낮은 염소수 농도로 소독하였더라도 저장 기간 동안 미생물적 품질이 우수한 결과를 보인 바, 과채류는 50 ppm의 염소수에 5분간 침지하는 것이 안전성에 위협이 없는 적정 소독 방법으로 생각된다.

4. 염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과 미생물학적 품질의 상관관계

염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과 미생물학적 품질의 상관관계에 대한 결과는 Table 4에 제시하였다.

표준평균수와 염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과의 상관관계를 살펴보면 상추와 시금치는 염소수 농도($p<0.0001$), 침지시간($p<0.01$)과 음의 상관성을 보였고, 저장 기간($p<0.0001$)과 양의 관련성을 보여졌다. 이것은 엽채류에서

Table 4. Spearman correlation coefficients between disinfection methods and factors during storage

		plate count	coliforms
Lettuce	sodium chloride density	-0.549****	-0.561****
	immersed time	-0.188**	-0.314****
	storage day	0.731****	0.629****
Spinach	sodium chloride density	-0.498****	-0.777****
	immersed time	-0.190**	-0.205**
	storage day	0.717****	0.440****
Cucumber	sodium chloride density	-0.682****	-0.576****
	immersed time	-0.135	-0.119
	storage day	0.612****	0.722****
Tomato	sodium chloride density	-0.842****	-0.857****
	immersed time	-0.167*	-0.200**
	storage day	0.371****	0.368****

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, **** $p<0.0001$

표준평균수가 염소수 농도의 증가, 침지시간의 증가에 따라 감소하고, 저장기간이 길어짐에 따라 수가 늘어난 것을 말해준다. 오이는 염소수 농도와 음의 상관관계에 있는($p<0.0001$) 반면, 저장기간과는 양의 상관관계에 있었다($p<0.0001$). 토마토는 염소수 농도와 높은 음의 상관성을 보였고($p<0.0001$), 침지시간과 음의 상관성을($p<0.05$) 저장 기간과는 양의 관련성을 보였다($p<0.0001$). 이는 오이의 경우 염소수 농도가 높아짐에 따라 표준평균수가 줄어들고, 저장기간이 지남에 따라 수가 증가하고, 토마토는 염소수 농도가 높을수록 표준평균수 크게 감소하고, 침지시간이 길어짐에 따라 수가 줄어들며, 저장기간이 늘어날수록 표준평균수가 증가한 것을 알 수 있다.

대장균군수과 염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과의 상관관계는 상추는 염소수 농도, 침지시간 모두와 음의 상관성이 있었고($p<0.0001$), 저장 기간과 양의 상관성($p<0.0001$)이 있었다. 또한 시금치도 염소수 농도($p<0.0001$), 침지시간($p<0.01$)과 음의 관련성이 있고, 저장 기간과는 양의 상관성을 보여졌다($p<0.0001$). 오이는 염소수 농도와 음의 상관성을 갖고($p<0.0001$), 저장 기간과 양의 상관관계에 있었다($p<0.0001$). 토마토는 염소수 농도($p<0.0001$), 침지시간($p<0.01$)과 음의 상관성을 보였고, 저장 기간($p<0.0001$)과 양의 관련성을 보여졌다. 이는 염소수 농도가 높아지고, 침지시간이 길어질수록 대장균군수가 감소하고, 저장 기간이 길어질수록 대장균군수가 증가함을 알 수 있다.

미생물적 품질과 염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과의 상관성 분석 결과, 침지시간에서 유의적이지 않았던 오이를 제외한 상추, 시금치, 토마토에서 염소수 농도는 침지시간 보다 미생물적 품질과 높은 상관성을 보여졌다. 염소수 농도는 -0.857~-0.498의 값을 보여 미생물적 품질의 25~73%를 설명할 수 있는 반면, 침지시간은 -0.119~-0.314로 1~9%의 설명력을 갖는다. 이는 미생물적 품질과 염소수 농도가 높은 상관관계에 있는 것을 보여준다. 엽채류와 과채류 모두에서 미생물적 품질과 저장 기간과의 양의 관련성은 저장 기간이 길어짐에 따라 미생물적 품질이 저하되었던 기존 선행연구들(Kim HY와 Cha JM 2002, Kim SH와 Chung SY 2003, Sascha B 등 2005)에서도 많이 보고된 것과 일치하였다.

IV. 결 론

본 연구는 급식소에서 이용되는 식품재료 중 세척공정 이후 가열조리 없이 바로 급식이 이루어지는 엽채류와 과채류를 대상으로 세척 및 염소소독을 실시한 후 저장 기간에 따라 품질 변화를 비교 평가함으로써 엽채류와 과채류의 채소군 별 소독 기준을 제시하고, 단체급식은 물론 신선편의식품의 소독에 관한 기준설정에 필요한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

1. 세척 및 소독에 따른 미생물 검사 결과 원재료의 미생물 허용 기준치(표준평균균수<6.00, 대장균균수<3.00)를 초과하지 않아 미생물학적으로 안전한 수치였으나, 엽채류와 과채류의 미생물 검사 결과 표준평균균수는 1.45, 대장균균수는 2.16의 차이를 보여 엽채류가 과채류보다 위생상태가 좋지 못했다. 세척 및 소독 단계에서 염소의 농도가 증가할수록 표준평균균수와 대장균균수가 감소하였으며, 같은 염소수 농도에서 소독액에 침지하는 시간이 길어질수록 소독 효과가 높게 나타났다.

2. 저장기간에 따른 표준평균균수의 측정 결과 엽채류와 과채류 모두 저장 기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가하였으나($p<0.001$, $p<0.0001$), 기준치(6.00)를 초과하지는 않았다. 엽채류의 경우 미생물적 품질이 가장 안정적이었던 200 ppm 염소수에 10분 침지한 경우 소독직후, 저장 1, 3, 5일째에 상추는 1.85, 2.58, 3.13, 3.34, 시금치는 2.69, 3.22, 4.18, 4.27로 표준평균균수가 유의적으로 증가하였다($p<0.0001$).

3. 저장기간에 따른 대장균균수의 측정 결과 엽채류인 상추의 경우 저장 5일째 100 ppm 염소수에 10분 침지한 경우 2.96, 200 ppm 염소수로 5분, 10분 소독한 상추가 각각 2.33, 2.16으로 이것들을 제외하고는 모두 기준치를 초과하였다. 저장 기간 동안 가장 낮은 증가를 보인 것은 200 ppm 염소수에 5분 침지한 것이었다. 시금치의 경우 저장기간 동안 200 ppm 염소수 소독군이 가장 안전하였는데 소독직후부터 저장기간 동안 대장균균수의 증가폭이 가장 작았고, 나머지 모든 군에서는 대장균균수가 기준치(3.00)를 초과했다. 과채류인 오이와 토마토의 경우 수도수 세척, 염소수 소독 모두 저장 기간이 경과함에 따라 대장균균수는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.0001$). 오이는 저장 1일째부터 수도수 세척 시료가 기준치를 초과하였고, 50 ppm 염소수에 5분 침지 후 세척한 오이의 경우 소독직후, 저장 1, 3, 5일째 대장균균수가 각각 2.03, 2.25, 2.82, 2.93으로 유의적으로 증가했지만($p<0.0001$), 미생물 안전 기준치를 넘지 않는 수준이었다. 토마토는 저장 기간 동안 모든 시료의 대장균균수가 3.00 이하로 기준치를 초과하지 않았다.

4. 미생물적 품질과 염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과의 상관성 분석 결과, 상관관계가 유의적이지 않았던 오이를 제외한 상추, 시금치, 토마토의 경우 염소수 농도는 미생물적 품질의 25~73%를 설명할 수 있는($p<0.0001$) 반면, 침지시간은 3~9%의 설명력을 보여주었다($p<0.05$, 0.01, 0.0001). 또한 모든 시료는 저장 기간이 길어짐에 따라 미생물적 품질이 저하되어, 미생물적 품질과 저장 기간과의 양의 관련성을 보여주었다($p<0.0001$).

이상의 연구 결과, 첫째, 엽채류의 경우 저장 기간 동안 미생물 생육 억제를 위해서는 200 ppm의 염소수에 5분간 침지하는 소독이 필요하고, 과채류의 경우 50 ppm의

염소수에 5분간 침지하는 소독이 반드시 필요한 것으로 사료되었다. 둘째, 미생물적 품질과 염소수 농도, 침지시간, 저장 기간과의 상관성 분석 결과, 상관관계가 유의적이지 않았던 오이를 제외한 상추, 시금치, 토마토의 경우 염소수 농도는 미생물적 품질의 25~73%와 상관이 있는 반면, 침지시간은 3~9%의 설명력을 보여주었다($p<0.05$, 0.01, 0.0001). 이것은 염소수의 농도가 침지시간보다 미생물적 품질과 관련성이 큰 것을 보여주었다. 또한 모든 시료는 저장 기간이 길어짐에 따라 미생물적 품질이 저하되어, 미생물적 품질과 저장 기간과의 양의 관련성을 보여주었다($p<0.0001$).

V. 결론

위 논문은 2009년도 성신여자대학교 학술 연구조성비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- 교육인적자원부. 2004. 학교 급식 위생 관리 지침서 제 2차 개정. pp 34-35
- 한국식품공업협회. 2008. 식품공전. 식품공전(별책). pp 29-32
- Adams MR, Hartley AD, Cox LJ. 1989. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads, Food Microbiol 6(2):67-77
- FDA. The 2007 food code, Recommendation of U.S. department of health and human service. Available from: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/fc05-sup.html>. Accessed July 15, 2009
- Jang JS, Bae HJ. 2006. Analysis of usage frequency of foods with microbiological hazards in elementary school foodservice operations. Korean J Food & Nutr 19(2):234-241
- Jeong JW, Kim JW, Kim JH, Kwon KH, Park KJ. 2006. Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. Korean J Food Preserv 13(3):316-321
- Kim HJ, Kim HY, Ko SH. 2007. Applying the disinfecting effects of vinegar to raw vegetables in foodservice operations: A focused microbiological quality evalution. Korean J Food Cookery Sci. 23(4):567-578
- Kim HY. 2004. A Study for the quality depending on sanitization and storage method of ray vegetables in foodservice operation. Korean J Soc Food Cookery Sci 20(6):684-694
- 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, Ko SH, Jeong JW, Kim JY, Lim YI. 2004. A Study on the quality depending on sanitization method of raw vegetables in foodservice operation. Korean J Soc Food Cookery Sci 20(6):667-676
- Kim HY, Ko SH. 2005. A study on the microbial quality control

- of chicken meat salad by adding green tea extracts in food-service operation. *Korean J Food Culture* 20(6):675-682
- Kim JG, Luo Y, Lim CI. 2007. Effect of ozonated water and chlorine water wash on the quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. *Korean J Food Preserv* 14(1):54-60
- Kim JS, Bang OK, Chang HC. 2004. Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. *J Fd Hyg Safety* 19(2):60-65
- Kim JW, Kim SH. 2005. Establishment of washing conditions for salad to reduce the microbial hazard. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 21(5):703-708
- Kim SH, Chung SY. 2003. Effect of pre-preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in foodservice operations. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(2):230-237
- Lee SH, Jang MS. 2004. Effects of electrolyzed water and chlorinated water on sensory and microbiological characteristics of lettuce. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20(6):499-507
- Mehmet K, Ilkin YS. 2007. Antimicrobial effect of koruk (unripe grape-Vitis vinifera) juice against *Salmonella typhimurium* on salad vegetables. *Food Control* 18(2007):702-706
- Moon HK, Jean JY, Kim CS. 2004. Effect of sanitization on raw vegetables not heated in foodservice operation. *Journal of the Korean Dietetic Assoc* 10(4):381-389
- Nascimento MS, Silva N, Silva KC. 2003. Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce. *J Food Protec* 66(9):1697-1700
- Park JS, Man ES, Park SI. 2008. Anti-microbial effects of washing and chlorine treatments on fresh fruits. *Korean J Food & Nutr* 21(2):176-183
- Robert C, Soliva-Fortuny, Olga Martin-Belloso. 2003. New advances in extending the shelf life of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Sci Tech* 14(2003), 341-353
- Rolle RS, Chrism GW. 1987. Physiological consequences of minimally processed fruits & vegetables. *J Food Quality* 10(3): 157-177
- Sascha B Klaiber, Hua Wei, Walter PH, Carle R. 2005. Effects of temperature and chlorination of pre-washing water on shelf-life and physiological properties of ready-to-use iceberg lettuce. *Innovative Food Sci Emerg Technol* 6(2005), 171-182
- Saschar B, Ralph K, Walter PH, Reinhold C. 2004. Sensory and microbiological quality of shredded, packaged iceberg lettuce as affected by pre-washing procedures with chlorinated and ozonated water. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5(2004):45-55
- 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. *J Food Technol* 44(12), 68-73
- 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): 133-137

2009년 9월 7일 접수; 2009년 10월 16일 심사(수정); 2009년 10월 16일 채택