국내 신선 농산물의 미생물 품질 및 저감화 기술

Microbial Quality of Fresh Produce in Korea and Decontamination Technologies

배영민 · 이선영*

Young-Min Bae and Sun-Young Lee*

중앙대학교 식품영양학과

Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

병원성 미생물에 의한 식중독 발생은 생활 수준이 높은 선진국에서도 계속해서 증가 하고 있다. 이로 인하여 인간의 건강이 위협 받고 있으며, 막대한 경제적 손실이 발생하고 있다[1]. 우리나라의 최근 식중독 발생 통계에 따르면, 급식과 외식의 생활화로 인해 5년 전보다 발생 건수가 3.8배 증가하였고, 환자 수는 20% 증가하였다(2003년- 135건, 7,909명, 2007년- 510건, 9,686명).[2] 그리고 건강에 대한 관심의 증가로 샐러드 등 여러 종류의 야채를 생식하는 일이 많아지면서 신선 농산물과 관련된 식중독 사고가 최근 식중독 발생 통계에 다수 포함되어 있다. 또한 2008년 통계에 의하면, 자연계 및 곡류, 채소류에 널리 존재하는 *Bacillus cereus*에 의한 식중독 건수가 식재료 오염, 식품 간 교차 오염 등으로 증가하는 추세를 보이고 있으며[2], 조리 종사자의 손이나 기구의 혼용에 따른 생 채소 음식의 교차 오염으로부터 식중독이 발생하는 것으로 밝혀졌다[3,4]. 일반적으로 신선 농산물은 가열하지 않고 직접 신선한 상태로 섭취하기 때문에 병원성 미생물에 오염되어 있을 경우 식품 안전성의 위협이 될 수 있다. 본 원고에서는 국내의 신선 농산물의 미생물 품질에 대하여 발표된 연구결과를 중심으로 살펴보고 신선 농산물에 오염된 미생물을 저감화하는 방법 등을 간단히 소개하고자 한다.

1. 국내 신선 농산물의 미생물 품질

과일 및 야채와 같은 신선 농산물은 수확하여 소비되는 여러 단계의 과정에서 병원성 미생물을 포함한 다양한 미생물에 오염 될 수 있다[5]. 최근에는 유기농 농산물에 대한 관심이 높아지면서 자연스럽게 유기농 농산물 재배가 늘어나고 있다. 이에 따라 재배하는 과정 중 소, 닭, 돼지 등 동물의 분변을 일부 분해시켜 다량으로 공급하면서 분변에 포함되어있는 식중독 원인균이 직접적인 감염원으로 문제가 되고 있다[6]. 국내에 유통 중인 유기농 채소를 대상으로 *Clostridium perfringens*의 오염도를 조사한 결과 198건의 유기농 채소 중 21건에서 균이 분리 되었다

*Correspondence to: Sun-Young Lee,
Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, 72-1 Nae-ri, Daedeok-myeon, Anseong-si, Gyeonggi-do 456-756, South Korea
Tel: 82-31-670-4587
Fax: 82-31-676-8741
E-mail: nina6026@cua.ac.kr

Table 1. Microbial contamination in various types of fresh produce

Bacteria	Produce	Reference
Total aerobic bacteria	Potato, Chinese cabbage, Cucumber, Sesame leaf, Cabbage, Green paper, Balloonflower, Strawberry, Paprikas, Tomato	Kim et al., 2005; Kim et al., 2007; Kim et al., 2008; Kim et al., 2005; Yu et al., 2009
Coliform	Carrot, Potato, Lettuce, Chinese cabbage, Cucumber, Eggplant, Celery, Sesame leaf, Cabbage, Balloonflower, Strawberry, Paprikas, Tomato	Won et al., 2002; Kim et al., 2008; Kim et al., 2002; Kim et al., 2009; Yu et al., 2009
Escherichia coli	Carrot, Potato, Lettuce, Chinese cabbage, Dropwort, Cucumber, Eggplant, Celery, Chicory, Korean leek, Sesame leaf, Crown daisy, Balloonflower	Won et al., 2002; Jung et al., 2006; Choi et al., 2005; Kim et al., 2008; Kim et al., 2009
Enterobacteriacease	Carrot, Potato, Korean leek, Sesame leaf, Cabbage	Kim et al., 2008
Staphylococcus aureus	Lettuce, Chinese Cabbage, Chicory, Sesame leaf, Balloonflower	Jung et al., 2006; Kim et al., 2009
Salmonella	Carrot, Potato, Lettuce, Chinese cabbage, Cucumber, Eggplant, Celery	Won et al., 2002
Clostridium perfringens	Carrot, Potato, Lettuce, Chinese cabbage, Dropwort, Cucumber, Red pepper, Eggplant, Korean leek	Jo et al., 2002; Jung et al., 2006
Bacillus cereus	Lettuce, Dropwort, Chicory, Korean leek, Sesame leaf,	Jung et al., 2006

[6]. 또 미나리, 당근, 감자, 상추, 배추 순으로 균이 검출되었으며[6], 원 등[7]은 우리나라 유기농 채소에서 대장균이 82.1%의 검출률을 보여 유기농 채소의 오염도가 높음을 확인하였다.

비가열 채소류를 오염도를 조사한 연구결과의 경우 치커리에서 *Staphylococcus aureus*와 *B. cereus*가 22%로 가장 많이 검출되었으며, *B. cereus*는 쑥갓에서도 많이 검출되었다[8]. *C. perfringens*는 부추와 미나리에서, *Escherichia coli*는 상추와 깻잎에서 가장 많이 검출되었다[8]. 상추의 오염도는 평균 7.01~7.10 log CFU/g 수준에 그 오염범위는 6.04-8.01 log CFU/g이었고, 깻잎의 오염도는 평균 6.44-6.69 log CFU/g 수준에 그 오염범위는 4.86-7.79 log CFU/g이었으며, 오이의 오염도는 평균 5.27-5.37 log CFU/g 수준으로 그 오염범위는 3.48-6.57 log CFU/g이었다[9]. 또한 Kim 등[10]의 야채샐러드의 미생물 오염조사에서는 즉석 섭취용 샐러드 제품에서 60.8%의 대장균군(coliform)이 검출되었으며, *E. coli*가 17건, *S. aureus*가 3건, *Salmonella* spp. 가 1건 검출되었다. 전처리 야채 8종에서 대장균군을 검출한 결과, 채썬 양배추는 6.9 log CFU/g, 전처리 상추는 6.0 log CFU/g, 채썬 당근은 6.6 log CFU/g, 얇게 썬 당근은 3.4 log CFU/g, 수준으로 검출되었으며 채썬 양파는 6.4 log CFU/g, 반달썰기 호박은 5.4 log CFU/g, 채썬 오이는 6.1 log CFU/g 수준으로 검출되었다[11].

곽 등[12]의 학교급식 식재료에 관한 연구에서는 생채류와 숙채류의 초기 미생물 오염도가 높게 조사되었으며, 단체급식 생채소에 대한연구에서 도라지, 마늘 대파의 경우 Solberg 등[13]이 제시한 급식단계 음식의 미생물적 안전기준치인 총균수 5.00 log CFU/g 이하, 대장균수 3.00 log CFU/g 이하를 초과한 결과를 보였다. 야채샐러드의 원재료인 양배추, 오이, 당근에서도 같은 결과를 보였다[14]. 급식소에서 많이 사용하는 콩나물에서 *B. cereus*가 가공단계 및 완제품에서 검출되어[15] 세균의 포자발아를 통한 증식과 독소생성으로 인하여 식중독이 발생할 수 있는 가능성이 나타났다. 단체급식 및 외식업소 등에서 사용되는 전처리 식자재 중 감자는 밭에서 수확한 후 상온 및 저온 저장고에 저장되거나

Table 2. Bacterial populations isolated from raw vegetables in Korea

Produce	Microbial count (CFU/g)				
	Total aerobic bacteria	Coliform	*E. coli*	Pathogen	Reference
Carrot	6.6 log 2.58×10^{6}	5.16×10^{4}		*C. perfringens* 1.2×10^{4}	Jo et al., 2002 Kim et al., 2004 Kim and Cha, 2002
Lettuce	6.9×10^{6} 8.01 log	1.2×10^{6} 7.13 log 6.0 log	1.00~2.30 log	*C. perfringens* 3.0×10^{2}	Jo et al., 2002 Jung et al., 2006 Choi et al., 2005 Kim et al.,, 2004
Chinese cabbage	8.8×10^{6}	4.1×10^{5}		*C. perfringens* 3.2×10^{2}	Jo et al., 2002 Jung et al., 2006
Cabbage	2.05×10^{5}	6.9 log 2.40×10^{4}			Kim et al.,, 2004 Kim and Cha, 2002
Dropwot	1.6×10^{7}	3.7×10^{6}		*C. perfringens* 1.4×10^{5}	Jo et al., 2002 Jung et al., 2006
Sessame leaf	3.0×10^{6} 7.65 log	9.5×10^{5} 7.05 log	1.18~3.45 log		Jung et al., 2006 Choi et al., 2005
Cucumber	6.57 log 2.45×10^{5}	5.42 log 1.03×10^{4}	1.38~1.41 log	*C. perfringens* 3.0×10^{2}	Jo et al., 2002 Choi et al., 2005 Kim and Cha, 2002
Korean leek	1.6×10^{7}	9.8×10^{6}			Jung et al., 2006
Crown daisy	9.6×10^{6}	1.6×10^{6}			Jung et al., 2006
Pimpinella brachycarpa	2.2×10^{6}	8.3×10^{5}			Jung et al., 2006
Chicory	6.6×10^{7}	4.7×10^{6}			Jung et al., 2006
Potato	6.14 log	4.69 log		*C. perfringens* 2.6×10^{4}	Jo et al., 2002 Kim et al.,, 2007
Balloonflower	9.15×10^{6} 5.2×10^{6}	1.74×10^{5} 3.6×10^{6}	1.0×10	*S. aureus* 3.4×10^{2} *B. cereus* 1.7×10^{3}	Kim and Cha, 2002 Kim et al.,, 2009

상자 단위 포장 한 후 상온 유통되어 소비되어 왔다[16]. 그러나 최근에는 박피, 절단 등 1차 가공한 후 소포장하여 저온 유통 및 판매되는 신선편이 농산물로서 수요가 증가하고 있다. 전처리된 농산물은 과육의 공기 노출로 인해 미생물의 번식이 증가하여 미생물적 안전성을 저하시킬 수 있다[17]. Kim 등[17] 의 연구에서는 흙감자의 경우 검수 직후 표준 평판균수는 6.14 log CFU/g, 대장균수는 4.69 log CFU/g 로 원재료의 미생물학적 안전기준치인 5.00 log CFU/g 과 3.00 log CFU/g 이하(Solberg 등 1990)[13]를 모두 초과하였으며, 저장 기일과 저장 온도가 증가할수록 표준 평판수와 대장균군수 모두 유의적으로 증가하였다. 생 딸기주스의 경우는 일반세균수가 평균 5.2 $\log_{10}$ CFU/ml로 검출되었으

며, 딸기와 딸기주스에서 *S. aureus*가 빈번하게 검출되고[18], Yu 등[23] 의 연구에서도 *S. aureus* 가 딸기에서 발견되었다.

2008년 KFDA 의 보고에 의하면 자연계 및 곡류, 채소류에 널리 존재하는 *B. cereus*에 의한 식중독 건수가 증가하는 추세를 보이고 있다[2]. Kim 등[11] 의 연구에서 *B. cereus*가 비 전처리 채소 및 전처리 채소에서 검출되었으며, 당근 3.6 log CFU/g, 무 2.9 log CFU/g, 부추 2.5 log CFU/g수준으로 검출되었다. *Campylobacter jejuni* 는 비 전처리 채소인 무와 전처리 채소인 채썬 양배추, 오이채, 당근 채에서 검출되었다. *Vibrio parahaemolyticus*는 비전처리 채소류인 당근, 피망, 양배추, 깻잎과 전처리 채소인 깐 적양배추, 오이채, 깐 양상추에서 검출되었다. *S. aureus*는 비 전처리 부추에서 검출되었다.

앞선 연구 결과를 오염된 세균의 종류와 오염수준을 요약한 표는 Table 1과 2에 나타나 있다.

일반적으로 보고되는 신선편이식품 관련 식중독 사례 원인 미생물로는 *Clostriolium botulinum, Listeria monocytogenes, Salmonella, Shigella,* 병원성 *E. coli, S. aureus* 등이 있으나 국내에 유통되고 있는 다양한 종류의 신선 농산물을 조사한 위의 여러 연구 결과로부터 국내에서 유통중인 신선 농산물의 미생물 오염도가 낮지 않으며 특히 *S. aureus, Salmonella spp., C. jejuni, V. parahaemolyticus* 등과 포자를 형성하는 *B. cereus, C. perfringens*의 병원성 세균이 오염되어 있는 것이 확인되었다. 이렇게 오염된 미생물은 수확 후 소비되지 전의 저장기간 동안 신선 농산물에서 증식하여서 사람에게 식중독을 일으킬 수 있다. 국내에서도 신선 농산물에 다양한 종류의 병원성 미생물의 오염이 확인 되었으므로 이를 저감화 할 수 있는 살균소독처리나 저감화 기술의 개발과 응용이 필요할 것이다. 최근 다수의 관련 업체에서 신선 농산물과 관련된 식품에 오염된 미생물을 제어하기 위하여 물이나 관련 시설 등의 청결을 유지하거나 살균소독제를 처리 혹은 여러 처리 기술을 융합하여 효과를 증진시키는 Hurdle Technology 등을 도입하려는 시도도 이루어지고 있다[19].

2. 신선 농산물의 저감화 방법

1) 화학적 처리방법

현재 국내 단체급식소에서는 비가열조리 신선농산물의 전처리 과정에서 염소계 소독제를 이용하고 있으며, 신선 농산물의 소독방법으로 유효염소농도 100 ppm에서 5분간 침지하는 것을 권장하고 있다(학교위생관리지침서, 2004)[25]. 신선 농산물은 소독하기 위해서 가장 널리 사용되는 염소계 살균소독제는 chlorine과 hypochlorite 이다. 염소 화합물들은 보통 50~200 ppm의 수준으로 사용되고 일반적으로 5분 이내로 처리하며, pH 6.0~7.5 수준을 사용한다[26,27]. 염소계 소독제는 전통적으로 야채소독에 사용되어져 왔지만 최근 발표되고 있는 여러 연구에서 염소계소독제는 효과가 그리 높지 않음이 보고되고 있다[28,29,30,31,32]. 이에 염소계 살균소독제를 대체할 수 있는 효과적인 소독제에 대한 연구가 지속적으로 발표되고 있다.

Chlorine dioxide(ClO_2)는 chlorine을 대체할 수 있는 효과적인 살균소독제로써 이용가능성이 높은 화합물이다. Benarde[33]등(1965)은 ClO_2가 chlorine보다 약 3.5배의 소독효과를 가지고 있다고 보고하였다. ClO_2의 소독효과에 관련된 여러 연구가 보고되고 있으며[34,35], 박[36] 등(2007)의 연구에서는 무 종자에 100 ppm ClO_2 로 10분 동안 처리한 후 총 균수를 측정한 결과 1.05 log 감소한 반면, 100 ppm 염소수로 10분 동안 처리한 후에는 0.39 log감소하였다고 보고하였다.

유기산(lactic acid, citric acid, acetic acid, tartaric acid 등)은 신선 야채와 과일의 호냉균과 중온균에 강한 살균성이 증명되었다[37,38]. 또한 citric acid와 ascorbic acid는 샐러드용 야채의 미생물수를 감소시키며[39,40], lactic acid는 양상추에 오염된 *L. monocytogenes*를 최대 1.5 log 수준으로 감소 시켰다[41]. Fumaric acid는 신선 양상추와 사과쥬스에 오염된 병원성 세균의 살균작용으로 사용될 수 있다[42].

오존(Ozone)은 무독성으로 높은 반응성과 침투성을 가진

식품산업에 이용가능성이 높은 유용한 항균물질이다. 오존의 처리는 브로콜리, 오이, 사과, 포도, 오랜지, 배, 라즈베리, 딸기등 신선 농산물의 저장기간을 연장하는 효과를 나타내었다고 보고되었다[43,44,45]. 오존수의 사용은 상품의 저장기간 연장과 미생물수 감소의 살균목적으로 신선 야채에 적용될 수 있을 것으로 보인다[46,47].

2) 물리적 처리방법

화학적 살균소독제의 처리 이외에 몇몇 물리적인 처리 방법을 이용하여 신선 농산물에 오염된 미생물을 저해하거나 생육을 억제할 수 있다.

기체조절포장법(Modified atmosphere packaging; MAP)은 신선 농산물에 오염된 미생물의 생육을 억제하여 안전성 및 보존성을 증가시키는 방법으로 사용될 수 있다. 이 방법은 O_2의 수준은 낮추고 N_2나 CO_2 가스로 공기를 치환하여 미생물의 생육을 지연시키도록 하는 방법이며 CO_2 가스 등을 활용할 경우 제품의 pH를 낮추어 세균의 성장을 저해하는 효과를 가진다[48,49].

Gamma irradiation은 가열하지 않는 식품의 세균과 기생충을 감소시키는데 효과적인 방법이다[50]. Irradiation은 외국에서 최대 1.0 kGy의 수준으로 과일과 야채에 사용함이 FDA에 의해서 승인되었다[51]. 당근에 irradiation의 최소 사용은 당근의 색과 향을 향상시켰다고 보고가 있고[52], 또한 일반적으로 과일의 부패를 일으키는 곰팡이에 의한 irradiation의 치사효과가 증명되었으며, Irradiation의 사용은 버섯, 딸기, 포도에서 가장 효과적이라고 보고 되었다[53].

초고압처리(High pressure processing, HPP)는 열처리 방법을 대체 할 수 있는 식품보존방법으로 오래전부터 연구되어 왔다[24]. 이 기술은 처리된 식품의 고유의 신선도, 색, 향미 그리고 맛을 유지할 수 있는 장점이 있다. 그러나 침투성이 있는 제품의 형태에 영향을 미치기 때문에 야채의 사용에 문제점이 있으나 주스 등 액체 식품의 살균을 위한 목적으로 사용될 수 있다[50].

초음파(Ultrasound)기술은 식품산업에서 저온살균이나 소독방법의 대안으로 연구가 되고 있다. 일반적으로 초음파기술은 20kHz과 10MHz사이의 파장에서 자주 사용된다[54]. Seymour[55] 등(2002)의 연구에서는 초음파(32~40kHz)는 상품에 붙어있는 세포를 움직이게 함으로써 양상추에 오염된 *Salmonella* Typhimurium에 Chlorine의 살균성을 증가시켰다고 보고하고 있다. 그러나 이 기술은 단독으로 처리했을 때 세균을 제어하는데 효과적이지 않으므로 초음파 처리는 일반적으로 고압이나 열, 살균소독제 등과 결합되어 사용된다[54].

신선 농산물은 살균소독의 처리 후에도 신선도를 유지하는 것이 매우 중요하다. 따라서 최근에는 강하지 않은 여러 가지 살균처리의 기술을 결합하여 처리하는 허들 기술(hurdle technology)이 신선 농산물의 살균 처리에 있어서 큰 관심을 받고 있다[50]. 이 기술은 한 개의 저해요인이 아니라 여러 가지의 저해요인이 작용할 수 있도록 다양한 조건을 혼합하여 미생물로부터 안전한 식품을 만드는 저장 처리로서 식품의 품질을 높일 수 있고 병원균에 대한 안전성을 확보할 수 있는 매우 경제적인 처리법으로 알려져 있다[56]. 하지만 최근의 많은 보고된 연구결과에도 불구하여 신선 농산물에서 오염된 미생물을 매우 효과적으로 처리할 수 있는 실용가능한 방법은 매우 제한적인 것으로 보인다. 따라서 보다 신선 농산물의 미생물에 대한 안전성과 보존성을 증진시킬 수 있는 처리법에 대한 연구가 필요할 것으로 보이며 특히 허들 기술 등을 이용하여 신선 농산물의 안전성과 보존성 뿐만 아니라 처리 후에 신선도와 품질을 향상 시킬 수 있는 실용적인 처리기술의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

본 원고는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: 200906AFT133681013)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Lee SY, Jung JH, Jin HH, Kim YH, Oh SW: Inhibitory effect of aerosolized commercial sanitizers against foodborne pathogens, *J. Fd Hyg. Safety*, 22(4): 235-242 (2007).
2. 식품의약품안전청: http://www.kfda.go.kr/index.html, (2007).
3. 류경: 생채소 과일의 세척 및 소독, 대한영양사협회 국민영양, 2001년 1월호 통권 225호: 23-25 (2001).
4. Park HO, Kim CM, Woo GJ, Park SH, Lee DH, Chang EJ, Park KH: Monitoring and Trends Analysis of Food Poisoning Outbreaks Occurred in Recent Years in Korea, *J. Fd Hyg. Safety*, 16(4): 280-294 (2001).
5. Beuchat LR, Farbar JM, Garrett EH, Harris LJ, Parish ME, Suslow TV, Busta FF: Standardization of a method to determine the efficacy of sanitizers in inactivating human pathogenic microorganisms on row fruits and vegetables, *J Food Prot*, 64(7): 1079-1084 (2001).
6. 조정곤: 식중독저감화사업 연구보고서, 유기농(무농약)채소에서 *Clostridium perfringens*의 오염도 조사 및 신속 진단법, *KFDA*, 14 (2002).
7. 원영준, 윤창용, 서일원, 남혜선, 이동미, 박동희, 이향미, 김세실, 이계웅: 유기농 채소에서 식중독 원인균의 오염도 조사, 광주지방식품의약품안전청, 21 (2002).
8. Jung SH, Hur MJ, Ju JH, Kim KA, Oh SS, Go JM, Kim YH, Im JS: Microbiological Evaluation of Raw Vegetables, *J. Fd Hyg. Safety*, 21(4): 250-257 (2006).
9. Choi JW, Park SY, Yeon JH, Lee MJ, Chung DH, Lee KH, Kim MG, Lee DH, Kim KS, Ha SD: Microbial Contamination Levels of Fresh Vegetables Distributed in Markets, *J. Fd Hyg. Safety*, 20(1): 43-47 (2005).
10. Kim JS, Bang OK, Chang HC: Examination of Microbiological Contamination of Ready-to-eat Vegetable Salad, *J. Fd Hyg. Safety*, 19(2): 60-65 (2004).
11. Kim MH, Shin WS: Microbiological Quality of Raw and Cooked Foods in Middle and High School Food Service Establishments, *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37(10): 1343-1356 (2008).
12. 곽동경, 강영재, 류경, 김성희: 학교급식 식재료 및 급식시설안전관리 기준 설정에 관한 연구, 교육인적자원부 교육정책 연구과제 보고서, (2004).
13. Solberg M, Bucklew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neil K, McDowell J, P ost LS, Boderck M: Microbiological Safety assurance system for foodservice facilities, *J Food Technol*, 44: 68-73 (1990).
14. Kim HY, Cha JM: A study for the quality of vegetable dishes without heat treatment in foodservice establishments, *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 18(3): 309-318 (2002).
15. Kim YH, Ryu k, Lee YK: Microbiological safety During Processing of Food Ingredients Supplied to Elementary School Food Services in Daegu and Gyeongbuk Provinces, *J Korean Diet Assoc*, 15(2): 152-167 (2009).
16. Ko SB: Problems and suggestions for improvement in Jeju white potato marketing, *Korean J Agricultural Management and Policy*, 30: 743-765 (2003).
17. Kim HY, Ko SH, Lee KY: Evaluation of the Microbiological and Sensort Qualities of Potatoes by the Method of Processing in Foodservice Operations, *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 23(5): 615-625 (2007).
18. Kim SR, Shim WB, Park SJ, Ha KS, Yoon HS, Ha SD, Kim KS, Lee KH, Kim MG, Kim ky, Lim CH, Chang DH: Investigation of the Level of Microbial Contamination on the Environment for Juice Production, *Korean J. Sci. Technol.*, 37(2): 287-293 (2005).
19. Seo JE, Lee JK, Oh SW, Koo MS, Kim YH, Kim YJ: Changes of Microorganisms During Fresh-Cut Cabbage Processing Focusing on the Changes of Air- Borne Microorganisms, *J. Fd Hyg. Safety*, 22(4): 288-293 (2007).
20. Lee HJ: Pathogenic agents and outbreak of foodborne diseases at home and abroad, *Korean J Vet Publ Hlth*, 32(1): 81-89 (2008).
21. Kim JW, Kim SH: Establishment of Washing Conditions for Salad to Reduce the Microbial Hazard, *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 21(5): 703-708 (2005).
22. Nam EJ: Development of a generic HACCP plan for large restaurants by food type. Doctor's degree thesis. Kyungpook National University, 76-86 (2006).
23. Yu YM, Youn YN, Hua QJ, Cha GH, Lee YH: Biological Hazard Analysis of Paprikas, Strawberries and Tomatoes in the Markets, *J. Fd Hyg. Safety*, 24(2): 174-181 (2009).
24. Ha SD, Park JY: Trends in Controlling Method of Foodborne Pathogenic Microorganisms, Safe Food, 1(3): 8-18 (2006).
25. 교육인적자원부, 학교위생관리지침서 제2차 개정 (2004).
26. Francis GA, O'Beirne D: Effects of vegetable type and antimicrobial dipping survival and growth *Listeria innocua and E.coli, Int. J. Food Sci. Technol*, 37(6): 711 (2002).
27. Watada AE, Qui L: Quality of fresh-cut produce, *Post-harvest Biology and Technology*, 15: 201-205 (1999).
28. Adams MR, Hartley AD, Cox LJ: Facters affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads, *Food Microbiol*, 6: 69-77 (1989).
29. Beuchat LR: Survival of enterhemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in bovine feces applied th lettuce and the effectiveness of chlorinated water as a disinfectant, *J. Food Prot*, 62(8): 845-849 (1999).
30. Li Y, Brackett RE, Chen J, Beuchat LR: Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated onto cut lettuce before or after heating in chlorinated water, followed by storage at 5° C or 15°C, *J. Food Prot*, 64(3): 305-309 (2001).

31. Nguyen-the C, Carlin F: The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables, Ctitical Reviews in F*ood Science and Nutrition*, 34(4): 371-401 (1994).
32. Zhang S, Farber JM: The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables, *Food Microbiol*, 13: 311-321 (1996).
33. Benarde MA, Israel BM, Oliveri VP, Granstrom ML: Efficiency of chlorine dioxide as a bactericide, *Appl. Microbiol*,. 13(5): 776-780 (1965).
34. Han Y, Guentert AM, Smith RS, Linton RH, Melson PE: Efficacy of chlorine dioxide gas as a sanitizer for tanks used for aseptic juice storage, *Food Microbiol*, 16: 53-61 (1999).
35. Han Y, Sherman DM, Nielsen SS, Nelson PE: The effects of *Escherichia coli* O157:H7 to green pepper surfaces, *Food Microbiol*, 57: 521-533 (2000).
36. Park KJ, Lim JH, Kim JH, Jeong JW, Jo JH, Jeong SW: Reduction of Microbial Load on Radish Seeds BY Aqueous Chlorine Dioxide and Hot Water Treatments, *Korean J. Food Preserv*, 14(5) 487-491 (2007).
37. Bari ML, Ukuku DO, Kawasaki T, Inatsu Y, Isshiki K, Kawamoto S: Combined efficacy of nisin and pediocin with sodium lactate, citric acid, phytic acid, and potassium sorbate and EDTA in reducing the *Listeria monocytogenes* population of inoculated fresh-cut produce, J. *Food Prot*, 68: 1381-1387 (2005).
38. Uyttendaele M, Neyts K, Vanderswalmen H, Notebaert E, Debevere J: Control of Aeromonas on minimally processed vegetables by decontamination with lactic acid, chlorinated water, or thyme essential oil solution, *Int. J. Food Microbiol*, 90: 263-271 (2004).
39. Priepke PE, Wei LS, Nelso AI: Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables, *J. Food Sci*, 41: 379-382 (1976).
40. Shapiro JE, Holder IA: Effect of antibiotic and chemical dips on the microflora of packaged salad mix, *Appl. Microbiol*, 8: 341 (1960).
41. Akbas M, Olmez H: Inactivation of Escherichia coli and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatment with organic acids, *Lett. Appl. Microbial*, 44: 619-624 (2007).
42. Kim YJ, Kim MH, Song KB: Efficacy of aqueous chlorine dioxide and fumaric acid for inactivating pre-existing microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on broccoli sprouts, *Food Control*, 20: 1002-1005 (2009).
43. Beuchat LR, Nail BV, Adler BB, Clavero MRS: Efficacy of spray application of chlorine in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes, and lettuce, *J. Food Prot*, 61: 1305-1311 (1998).
44. Kim JG, Yousef AE, Chism GW: Applications of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods, a review., *J. Food Prot*, 62(9): 1071-1087 (1999).
45. Skog LJ, Chu CL: Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage, *Can. J. Plant. Sci*, 81(4): 773-778 (2001).
46. Beltran D, Selma MV, Tudela JA, Gil MI: Effect of different sanitizers on microbial and sensort quality of fresh-cut potato strips stored under modified atomosphere or vacuum packaging, *Postharvest Biol. Technol*, 37: 37-46 (2005).
47. Beltran D, Selma MV, Marin A, Gil MI: Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce, *J. Agric. Food. Chem*, 53: 5654-5663 (2005).
48. Daniels JA, Krishnamurthi R, Rizvi SSH: A review of the effect of carbon dioxide on microbial growth and food quality, *J. Food Prot*, 48: 532-537 (1985).
49. Hanning IB, Johnson MG, Ricke SC: Precut prepackaged lettuce: A risk for Listeriosis, *Foodborne Pathog Dis*, 5(6): 731-746 (2008).
50. Rico D, Martin-Diana AB, Barat JM, Barrt-Ryan C: Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review, *Trends Food Sci. Technol*, 18: 373-386 (2007).
51. IFT: Radiation preservation of food. A scientific status summary by the institute of food technologist' expert panel on food safety and nutrition, Chicago, *Food Technol*, 37(2): 55-61 (1983).
52. Chervin C, Boisseau P: Quality maintenance of ready-to-eat shredded carrots by gamma irradiation, *J. Food Sci*, 59: 359-362 (1994).
53. Beuchat LR: Pathogenic microorganisms associated with fresh produce, *J. Food Prot*, 59(2): 204-216 (1995).
54. Piyasena P, Mohareb E, McKellar RC: Inactivation of microbes using ultrasound: a review, *Int. J. Food Microbiol*, 87: 207-216 (2003).
55. Seymour IJ, Burfoot D, Smith RL, Cox LA, Lockwook A: Ultrasound decontamination of minimally processed fruits and vegetables, *Int. J. Food Sci. Technol*, 37: 547-557 (2002).
56. Oh DH: Microbiological safety of minimally processed vegetables, *Food Industry and Nutrition*, 4(3): 48-54 (1999).