신선편의식품의 미생물안전성

Microbiological safety of fresh-cut vegetables and salads

오태영, 김현정*

Tae Young Oh and Hyun Jung Kim*

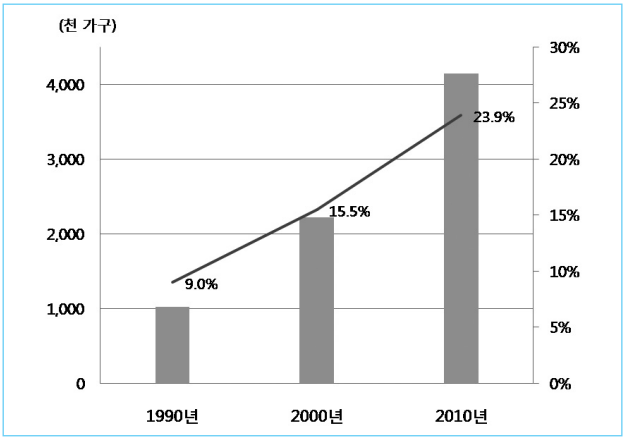
한국식품연구원

Korea Food Research Institute

1. 서론

산업 발전으로 인한 생활수준의 향상과 건강에 대한 관심이 높아지면서 시작된 웰빙 (Well-being)문화로 식품을 단지 생존을 위해 섭취해야하는 수단이 아닌 소비자의 건강과 행복 등을 위한 것으로 받아들이기 시작했다. 가공기술의 발달로 식품의 소비형태가 편의성을 중시하는 방향으로 발전하여 소비자가 별도로 조리하지 않아도 섭취 가능한 편의식품류가 각광받고 있는 추세이다. 편의식품 중에서 농, 임산물을 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 비열처리 가공공정을 거치거나 이에 단순히 식품 또는 식품첨가물을 가한 것으로서 그대로 섭취할 수 있는 샐러드, 새싹채소 등의 식품을 신선편의식품이라고 한다. 이미 미국과 유럽등지에서는 신선편의식품시장이 보편화 되어있으며 한국의 신선편의용 농산물 시장규모는 5,510~6,830억 원으로 전체 농산물시장의 3.3~3.9%의 수준으로 성장잠재력이 높은 시장이다. 인구사회적 트렌드의 변화도 신선편의용 농산물의 시장규모증가에 중요한 요인으로 작용한다. 여성의 사회 참여가 늘어남에 따라 맞벌이부부가 증가하였고, 최근에는 핵가족에서 쪼개진 형태의 1인가구의 증가가 뚜렷하여 2010년에는 전체 가구 중 23.9%를 차지하고 있다 (Fig 1).

신선편의식품은 살아있는 생체조직으로 박피나 절단 등의



<Fig. 1.> 1인가구 추계 1990~2010

* Correspondence to: Hyun Jung Kim
Korea Food Research Institute
516, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyunggi-do 463-746, Korea
Tel: +82-31-780-9271 Fax: +82-31-709-9876 E-mail: hjkim@kfri.re.kr

공정과정에서 세포가 파괴되어 급격한 품질변화가 나타날 수 있으며, 최소한의 비 가열 가공공정만을 거치게 되므로 원료농산물에 내재하는 오염미생물의 잔존확률이 높은 문제점을 가지고 있다. 전통적인 식중독 위험 식품인 육류, 어패류 외에 최근에는 가열하지 않고 섭취하는 야채나 과일 등 농산물도 주요 식중독 위험 식품으로 고려하는 추세이다. 이에 본 고에서는 신선편의식품의 미생물안전성에 대해 살펴보고자 한다.

2. 위해인자

병원성 세균, 바이러스, 기생충에 오염된 엽채류, 과일, 혼합 신선 샐러드 등 비동물성 식품(food of non-animal origin)에 의한 식중독이 전 세계적으로 주요 건강위험요인으로 대두되고 있다. EFSA (European Food Safety Authority)에서는 최근 고수분 비동물성식품과 관련된 생물학적 위해인자를 평가하기 위하여 432개 논문으로부터 데이터를 추출하여 주요 비동물성식품/병원성균의 조합을 도출하였다. 식중독발생건과 심각성을 바탕으로 1차 평가를 하였고 식중독균 오염율, 식품/식중독균의 상호작용, 관련 식품의 생산 정보를 이용하여 3개의 우선순위 그룹을 선정하였다 (위험순위 Level I, II, III). 전 세계적으로 위험순위가 가장 높은 비동물성 식품/식중독균 조합은 엽채류/pathogenic *E. coli*였으며 엽채류 및 토마토/*Salmonella*도 Level I으로 분석되었다. 딸기 및 라스베리/norovirus의 경우 EU 그룹 내에서 위험순위가 높았으며 멜론과 열대과일/*Salmonella* spp.의 조합은 비-EU 국가에서 위험순위가 높은 것으로 분석되었다 (Level I). Level II와 III 그룹은 유럽 국가와 비유럽국가 간에 차이가 있었는데 유럽국가의 경우 양상추/norovirus, 허브(바질)/*Salmonella* spp., 반건조 토마토/Hepatitis A virus가 도출되었고 비유럽국가의 경우 Level II와 III 그룹에 양상추/norovirus, 시금치/pathogenic *E. coli*, 멜론/*Listeria monocytogenes*, 비살균 오렌지주스와 파/Hepatitis A virus가 분석되었다 (Table 1). 한편 국내의 경우 주요 식중독 원인균을 살펴보면 2012년도 세균성 식중독 1위 원인균은 pathogenic *E. coli*였으며 *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*등도 식중독 원인균으로 조사된 바 있다. 주요 식중독균의 특징을 간단히 살펴보면 다음과 같다 (Table 2).

Pathogenic *E. coli*

*E. coli*는 사람과 온혈동물의 대장과 소장에서 많이 볼 수 있는 세균으로, 대부분은 대장에서 공생하며 다른 병원균의 번식을 억제하기도 하지만 일부 대장균은 유아의 전염성 설사증이나 성인의 급성장염을 유발하는데, 이를 pathogenic *E. coli*라고 한다. Pathogenic *E. coli*는 베로독소(verotoxin)를 생성하는 enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC), enterotoxin을 생성하는 enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)와 대장 점막의 상피세포를 침입하여 조직 내 감염을 일으키는 enteroinvasive *E. coli* (EIEC), 성인에게 급성 위장염을 일으키는 enteropathogenic *E. coli* (EPEC)을 포함하고 있다. Pathogenic *E. coli*의 형태와 생화학적 성상은 비병원성대장균 *E. coli*와 비슷하다. 또한 이들은 somatic (O)항원, capsular (K)항원, flagella (H)항원 등 세 가지 항원을 소유하고 있으며 현재 O항원은 180종, K항원은 100여종, H항원은 56종이 알려져 있고 가장 유명한 pathogenic *E. coli*은 O항원인 *E. coli* O157:H7으로 베로독소를 생산, 장관출혈을 유발한다. 이 균에 감염되면 혈변과 심한 복통 등의 증상을 보이며, 발열은 없거나 적다. 감염의 2~7%가 혈전성 혈소판감소증 혹은 용혈성 요독증후군과 같은 질병을 일으키며 심한 경우 신부전증을 유발하며 이 경우 사망률이 3~5%정도로 높다. 10~1,000개의 적은 균량으로 발병할 수 있기 때문에 신선편의식품을 비롯한 여러 식품에서 *E. coli* O157:H7의 음성 기준이 설정되어 있다.

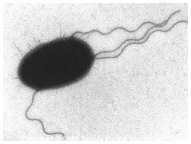
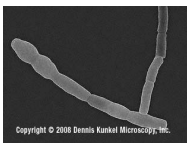
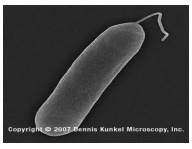
Campylobacter jejuni

*C. jejuni*는 자연환경에 널리 분포하는 균으로 이 균에 오

Table 1. EU국가/ 비 EU국가에서 엽채류, 샐러드 제품으로 인한 식중독 발생.

국가	식품	식중독균	식중독발생	생산단계	오염율	식품/식중독균 상호작용
EU국가	양상추	*E.coli* (EHEC)	여러EU국가에서 높은 건수와 환자를 포함하여 다중 발병함	생산에 관련된 다양한 요소들은 엽채류의 미생물 오염에 매우 중요함	엽채류의 표면과 내부에서의 병원성대장균 검출이 0.2~8%로 각 연구에서 보고됨	*E. coli* O157:H7를 양상추 잎에 부착했을 때, 식용식물에서의 내면화와 양상추 잎에서 12°C 이상일 때 급증이 증명됨.
	양상추	*Salmonella* spp.	몇몇 유럽국가에서는 입원환자를 동반한 발생건수가 높았으며 핀란드에서 2건의 치명건수 발생	보고되지 않음	엽채류의 표면과 내부에서의 살모넬라 속에 대한 12건의 연구와 양상추를 이용한 살모넬라 속의 9건의 연구가 있음 (검출율 0.1-8 %)	양상추 잎에 부착, biofilm 형성과 내면화가 보고 되었음. 살모넬라 성장은 냉장고 온도에서 억제됨.
	양상추	Norovirus	유럽 (덴마크, 핀란드)에서 높은 수의 건수와 입원이 생김	보고되지 않음	보고되지 않음	노로바이러스는 전염성이 높고, 열 및 소독제에 대한 저항력을 보여줌.
	바질(생)	*Salmonella* spp.	다중 발병에서의 높은 수의 건수와 입원 수를 보임	보고되지 않음	바질샘플을 이용한 살모넬라연구가 2건 있음 (1-3%의 검출율)	보고되지 않음
	토마토 (반 건조)	Hepatitis A virus	EU (프랑스, 영국, 네덜란드)에서의 가장 높은 수의 건수와 입원 수를 보임	반 건조 토마토의 수작업 분류에서 바이러스 오염이 치명적인 요인으로 간주됨	보고되지 않음	보고되지 않음
비 EU국가	양상추	*E. coli* (EHEC)	미국의 몇개 주에서 입원환자를 동반한 높은 건수로 발병	생산과 관련된 여러 요인들은 엽채류의 미생물 오염에 중요함.	엽채류의 표면/내부에서 병원성대장균의 유병율은 0.2~8%로 각 연구에서 보고됨	*E. coli* O157:H7를 양상추 잎에 부착했을 때, 식용식물에서의 내면화와 양상추 잎에서 12°C 이상일 때 급증이 증명됨.
	시금치	*E. coli* (EHEC)	미국의 한 주에서 입원환자를 동반한 높은 건수 발병을 야기함	생산과 관련된 여러 요인들은 엽채류의 미생물 오염에 중요함.	엽채류의 표면/내부에서 병원성대장균의 유병율은 0.2~8%로 각 연구에서 보고됨	*E. coli* O157:H7를 양상추 잎에 부착했을 때, 식용식물에서의 내면화와 양상추 잎에서 12°C 이상일 때 급증이 증명됨.
	양상추	Norovirus	노르웨이에서 입원환자를 동반한 높은 건수로 발병	생산과 관련된 여러 요인들은 엽채류의 미생물 오염에 중요함.	노로바이러스는 전염성이 높고, 열 및 소독제에 대한 저항력을 보여줌.	살모넬라는 토마토 표면에 부착하고 때때로 바이오 필름을 형성함. 우선적으로 상체를 통해서 phyllosphere와 과일에서의 활발한 내면화가 관찰됨.
	파	Hepatitis A virus	미 전역에서 녹색양파의 Hepa titis A 바이러스로 인해 매우 높은 건수의 바이러스와 관련된 발병을 야기함 입원환자를 동반한 높은 건수 그리고 3건의 사망건수를 포함	생산과 관련된 여러 요소들과 녹색양파의 공정은 녹색양파의 미생물 오염에 중요함.		

Table 2. 주요 식중독 원인균 및 특징

병원성 세균		특징	감염원 (경로)	원인식품
pathogenic E. coli		· 통성혐기성균 · 운동성	· 환자(보균자)의 분변 · 가축의 분변 · 하천수, 어패류	· 환자와 보균자로 직간접으로 오염되는 모든 식품
S. aureus		· 고염, 건조에서도 생존 · 내열성독소 생산	· 토양, 하수 등 자연계에 분포 · 건강인의 30%가 보유 · 코, 피부등에 상재	· 육류 및 가공품 · 복합조리식품 · 어육 연제품
B. cereus		· 내열성 독소생성 · 토양세균 · 토양, 산하, 먼지, 등 자연계에 분포	· 토양 상재균 · 토양과 관계가 있는 식품 원재료와 그 가공조리식품	· 쌀, 잡곡 등 · 향신료, 채소 등
C. perfringens		· 그람양성 편성 혐기성 간균 · 아포 형성 · 독소생산	· 물, 토양, 하수 등 자연계 · 가축과 가금류의 장관 · 사람의 장관	· 동물성 단백질 식품
Salmonella spp.		· 포자를 만들지 않는 그람 음성 간균	· 사람, 애완동물, 식육, 가금류의 알 · 하수, 하천수 등 자연환경 · 보균자의 손과 발	· 동물성 단백질 식품 · 어패류과 그 가공품 · 채소등의 복합조리식품

염된 식품을 섭취 시 설사를 일으키는 주요 식중독 균의 하나이다. 개발도상국은 물론 미국, 유럽과 같은 선진국에서도 높은 발병률을 보이고 있다. 그동안 우리나라에서는 다른 병원균에 비해 주목 받지 못했지만 최근 들어 식중독 환자가 급증하고 있다. 공기 중 노출이 되면 단기간에 사멸하고 건조에 매우 약하여 건조된 식품이나 알 표면에는 생존하지 못한다. 상온에서 다른 식중독 균과는 다르게 잘 자라지 못하며 성장을 하기 위해서는 고온이 요구되지만, 4℃에서 2~3주, -20℃ 냉동에서 2~5개월간 생존이 가능하여 신선편의식품의 특성상 세척과정에서 식품에 수분이 남아있고 선도유지를 위한 냉장보관을 할 때 *C. jejuni* 오염의 영향을 줄 수 있다.

Clostridium perfringens

*C. perfringens*는 *C. botulinum*과 같은 속에 속하는 그람양성의 간균으로 포자를 생성하는 통성혐기성균이다. 장내 존재하는 대표적인 유해균으로 여러 부패물질을 생성하고 독소를 생성하여 염증을 유발한다. 생성하는 독소의 종류에 따라 A~F형 균으로 구분하며 대부분 식중독은 A형에서 발생하나 C형에서도 식중독이 발생하기도 한다. A형 균의 포자는 내열성이 강해서 100℃에서 1~4시간 가열하더라도 파괴되지 않는다. C형 균의 식중독은 거의 드물지만 식중독 발병 시 증상이 더욱 심하다. *C. perfringens*균에 의한 식중독은 계절성이 없이 연중 내내 발생하며 대개 대규모 단체급식에서 발생하는 사례가 많다. *C. perfringens*균은 혐기성균이고 다량 섭취할 경우에만 식중독에 걸리므로, 식중독을 예방하려면 조리한 식품은 신속히 소비해야 하고, 보관할 경우에는 가열 조리 후 급냉하여 혐기적 조건을 배제하여야 한다. 미리 가열 조리한 식품은 냉장 보관한 것이라도 급식 시에는 재가열하여야 한다.

Salmonella spp.

Salmonella spp.는 비아포성의 그람 음성간균으로 물, 토양 등 환경에 널리 분포 되어 있고, 닭이나 사람을 포함한 포유동물 (돼지, 소등)에 감염되어 패혈증, 설사, 폐렴 등을 유발하는 인수공통전염병의 병원체이다. 식중독에 관련되는 주요 혈청형은 *Salmonella typhi, S. enteritidis, S. typhimurium, S. infantis, S. hadar, S. heidelberg* 등으로 면역이 저해된 사람에 감염 시 치명적 위험을 야기한다. 주로 식육이나 난류가 원인식품으로 알려져 있지만 실제 식중독 발생사례는 특정식품에 국한되지 않고 다양하다. 사람과 사람 간에 전염되지 않고 음식에 오염되어 1g당 10만개 이상 수준으로 증식된 음식 섭취를 통해 세균성식중독인 급성위장염을 일으킨다. 약 6~48시간의 잠복기를 가지고 있으며 주요 증상으로 발열, 두통, 오심, 구토, 복통, 설사 등이 수일에서 일주일까지 지속되기도 한다. 대부분의 경우 3일 이내 증상이 완화된다.

Bacillus cereus

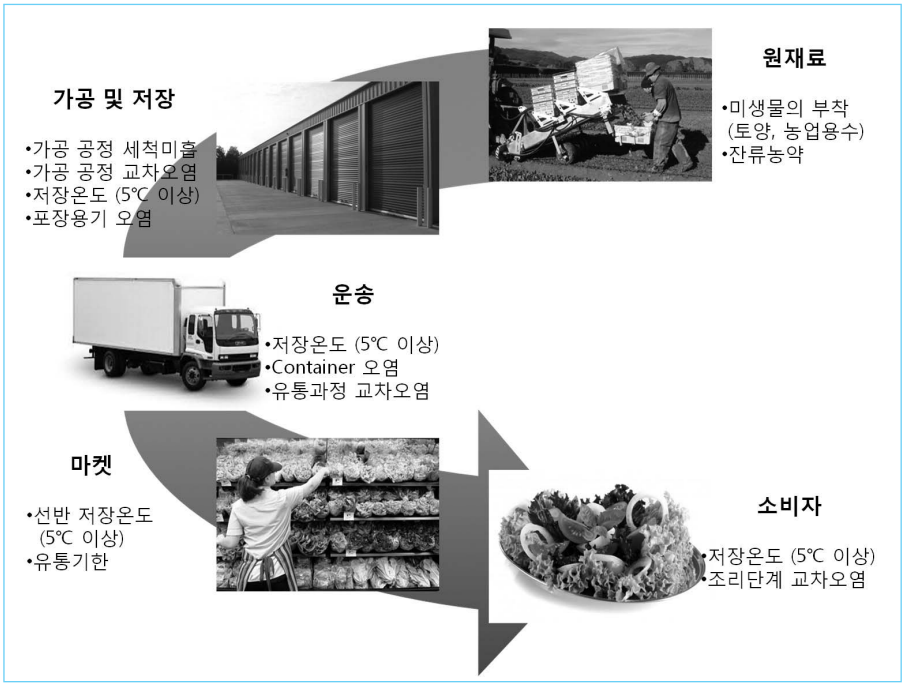
*B. cereus*는 그람 양성의 호기성 세균으로 토양, 공기, 물 등 환경에 널리 퍼져있어서 식육, 채소, 유제품, 해산물, 조리식품이나 향신료 등 각종 식품에 오염될 확률이 높다. 또한 이 균은 일반적인 세균이 생존하기 어려운 조건에서 포자를 생성하여 오랜 시간 생존이 가능하며 외부환경 스트레스를 받으면 일시적 변화 (temporary change), 적응 (adaptation), 돌연변이 (mutant)등을 통해 생존이 가능한 세균이다. 그리고 생물막 (biofilm)을 생성하는데, 생물막은 생균 (vegetative cell)으로는 생존하기 어려운 조건에서도 생존이 가능하고, 여러 종류의 표면에 강한 접착성을 지녀 식품산업의 가공공정에서 stainless steel등의 표면에 생물막이 생성되는 경우 가열이나 세척 등의 공정에서도 *B. cereus*균이 생존하면서 안전한 식품생산에 영향을 미친다. 일반적으로 구토를 유발하는 emetic toxin과 설사를 유발하는 diarrheal toxin등을 생성하여 식중독을 유발하며 구토형 증상이 나타나게 되는 잠복기는 1~5시간이고, 설사형 증상이 나타나게 되는 잠복기는 10~12시간 정도이다.

Staphylococcus aureus

*S. aureus*는 통성 혐기성의 그람 양성 구균으로서 자연 환경에 대한 저항성이 강하기 때문에 자연계에 광범위하게 분포하고 있다. *S. aureus*가 생성하는 장독소는 16가지가 확인 되었는데 이 중 SEA, SEB, SEC, SED 그리고 SEE에 의한 식중독이 95%를 차지하며 나머지 5%만이 새로운 장독소에 의한 것이라고 알려져 있다. 장독소를 생산하는 *S. aureus*는 이들 독소형 중 하나 또는 두 가지 이상의 독소를 생산하는 것으로 알려져 있고 주로 SEA형이나 SED형에 의한 식중독사례가 많지만 독소형과 관계없이 모두 식중독을 일으킬 수 있다. *S. aureus*는 80℃에서 30분 이상 가열하면 사멸하나 생성한 장독소는 열에 강하여 100℃ 에서 30분 정도 가열처리로는 파괴되지 않고 건조, 냉장, 냉동, 상온 등 대부분의 환경에서 안정하여 *S. aureus*에 오염된 식품을 섭취한 사람에게 급성위장장해를 일으킨다.

3. 주요 오염원

신선편의 식품 중에서 가장 많이 소비되는 엽채류는 토양에서 재배되기 때문에 수확 직후 잎 표면에 토양과 물에 의한 다양한 미생물이 부착되며, 가공공정의 세척단계에서 제거되지 않은 미생물로 인한 식품의 변질 가능성이 크다. 또한 유통 및 보관단계에서 온도가 냉장이상인 경우 잔류한 미생물의 증식이 가속화 될 수 있고, 다른 식품과의 교차오염이 발생 할 수 있다. 그러므로 신선편의 식품은 원료의 생산에서부터 제품의 가공 및 포장, 유통 그리고 보관 후 판매에 이르기까지의 각 단계별로 위해요소를 분석하고, 식품안전성을 확보하여 철저한 위생관리가 중요하다. 생산단계에서 최종소비단계까지 생물학적 위해요소에 대한 체계적인 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 2009년 실시한 연구보고서에 따르면 신선편이 농산물 시장 규모는 5,510~6,830억 원에 달하지만 대다수의 신선편이 농산물을 가공하는 업체들



<Fig. 2.> 식품제조 및 유통과정에서의 주요 오염원

은 소규모의 영세한 규모이며, 가공시설에 대한 Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) 적용이 제한적이고 작업공정에 대한 위생 관리 체계 및 방법이 확립되지 않은 상태여서 병원성 미생물에 의한 위험성에 노출되어 있는 것으로 알려져 있다(Fig. 2). 최근 EFSA에서는 상추, 시금치의 1차생산과 수확 후 단계에서 식중독균 관련 중점관리대상공정과 각각에 대한 제어방안을 Table 3과 같이 제시하고 있다.

4. 제어법

식품위생과 식중독 관리방안에 대한 체계가 수립되고 과거보다 개선된 방안이 시행되고 있지만 여전히 주요 병원성 미생물로 인한 식중독의 발생은 대량화, 집단화를 보이고 있는 추세이다. 미생물학적 위해요소에 대한 위해평가 (Microbial Risk Assessment, MRA)가 반드시 수행되어야 하며, 식품공정의 각 오염예상지점을 예측하고 위해인자에 대한 예방이 필요하다. 미생물 위해인자의 제어와 관련된 몇 가지 사항을 살펴보면 다음과 같다.

전기분해수는 수도수에 소량의 식염을 첨가 후 전기분해하여 얻어지는 것으로 잔류물이 없고 처리대상이 넓으며 전기 분해수 자체의 오염에 따른 2차적인 오염 가능성이 없는 것으로 알려져 있다. 전기분해수의 강력한 살균력은 식품 산업의 현장에 있어서 식중독 원인 미생물의 제거, 식품 소재의 살균 등 식품 안전성 확보를 위한 유효한 수단으로 인정받고 있다. 염소수는 신선채소, 과일 등의 유해 미생물 억제를 위한 연구에 오래전부터 사용되어 왔다. 염소소독제는 살균효과가 뛰어나지만 염화페놀과 trihalomethanes (THM) 등과 같은 독성물질이 생성되어 건강에 악영향을 미친다. 하지만, 이산화염소수 (ClO_2)는 식품의 표면을 소독하기 위한 살균소독제로서 염소소독제보다 약 2.5배 강한 산화력과 물에 대한 용해성이 크게 높고, 넓은 pH에 걸친 살균력을 가지고 있어 오염물질 분해능과 살균력이 우수하다. 또한, 산소계 (O_2) 살균소독제로 오존 (O_3)에 이어 가장 강력한 살균력을 가지며 바이러스를 사멸시키는데 탁월한 능력을 가진 친환경 소독제로써 우리나라에서는 2007년도에 과실과 채소류의 살균제로 지정되었다. Fumaric acid는 식품의 pH를 낮추어 미생물 생육을 억제하거나 해리되지 않은 상태로 미생물의 세포막을 통과함으로써 세포 내 pH를 감소시키고 세포질을 산성화시켜 결국 미생물 생육을 억제시키며, 이산화염소수와 병합처리 시 살균 효과를 증대시킬 수 있다. 이산화염소수와 fumaric acid 그리고 UV-C 병합처리에 따른 저장 중 적양배추싹의 총 호기성 세균수 증가를 억제하는 효과를 나타내었다.

식품 중 오염된 미생물의 증식을 예방하기 위해서는 온도

Table 3. 신선편이용 엽채류 중 식중독균 관련 중점관리 대상 공정

주요 단계	대상 식품	중점공정 및 위해요인	필요한 조치
생산	Lettuce, Spinach	Ground preparation/Fertiliser and compost application	certified manures, biosolids and fertilizers
		Planting/Worker hygiene	ensuring proper worker hygiene
		Planting/incorrect fertiliser application	certification, instructions
		Planting/irrigation	water sanitation
		Planting/contaminated soils	time between manure, biosolids, natural fertiliser
		Harvesting	ensuring proper worker hygiene
		Irrigation	water sanitation
		Harvesting (machine harvest/hand harvest)	avoiding cross contamination
		Equipment	sanitation and cleaning
		Environment	control measures
		Soil amendment	NA
		Irrigation	NA
		Contact with humans	NA
		Animals (e.g., birds, insects, rodents)	NA
		Equipment and containers	NA
		Adjacent Land Use	NA
		Cut, trim, sort, size, wrap, palletize (field)	ensuring proper worker hygiene; equipment and container sanitation
수확 후	Lettuce, Spinach	Transport to retail	truck sanitation
		Washing	water sanitation
		Storage	facility inspection before use
		Grading/Packing/Workers hygiene	sanitation and cleaning
		Cooling	clean cooling equipment, water free of human pathogens; temperature control
		Washing	water sanitation
		Re-use of field containers	appropriate equipment
		Bulk Bin Modified Atmosphere Process	follow SOPs
		Condition and sanitation of transportation vehicles	appropriate equipment
		Contact with humans	ensuring proper worker hygiene
		Top ice	water sanitation

관리가 중요하다. 급식, 외식업체에서 사용되는 신선편이 농산물을 절단된 상태로 냉장 유통 보관 시 일반세균수와 대장균군수 모두 10℃에서 저장 4일을 기준으로 크게 증가하였다. 세척 후 절여진 배추를 0, 4 및 10℃에 저장하면서 그 품질특성을 비교하였을 때, 10℃에서 저장할 경우 8일째에 최대수준에 도달하다가 감소하였으며, 4℃에서 저장 시 16일째에 최대에 도달하다가 그 수가 점점 감소하였고, 0℃에 저장할 경우 초기 균수를 32일 정도 유지 하는 것으로 나타나 저온일수록 저장기간 중 미생물의 증식에 의한 품질저하가 낮았다.

신선편의 식품의 미생물 안전성을 확보하기 위해서는 교차오염의 예방도 고려해야 한다. *E. coli* O157:H7에 오염된 작업대가 상추의 미생물학적 안전성에 미치는 영향을 실험한 결과 유기물이 작업대 표면에 존재 시, 작업대에서의 *E. coli* O157:H7의 감소 속도가 느렸으며, *E. coli* O157:H7에 오염된 작업대에 상추를 접촉시켜 상추의 오염도를 조사한 결과, 상추 표면에 수분이 존재할 때 수분이 없을 때 보다 *E. coli* O157:H7의 이동수준이 10 배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 *E. coli* O157:H7에 오염된 작

업대는 상추의 안전성에 직접적인 영향을 미칠 수 있어 작업 후에 세척, 소독을 통하여 위생적으로 관리하는 것이 필요함을 보여주고 있다.

5. 결론

최근에는 가열하지 않고 섭취하는 야채나 과일 등 농산물도 주요 식중독 위험 식품에 포함하여 고려하는 추세이다. 본 고에서는 신선편의 식품의 시장성과 위해인자 및 주요오염원 및 제어법에 대해 살펴보았다. 신선편의 식품시장은 경제사회적 변화로 인해 성장가능성이 높지만 원료의 특성상 가공공정 및 운송과정에서 오염되기 쉬운 식품이며 유통 기간이 짧다. 또한 외식가정과 급식의 증가로 해마다 식중독 피해가 늘어나고 있어 위해인자에 대한 제어가 필요하며, 식품생산 단계의 위해제어 방법에서 세척이나 저장온도 그리고 다른 식품간의 교차오염에 대한 연구가 다양하게 수행될 필요가 있다. 아울러 식품공정상 주요 오염지점 예측과 위해인자 예방과 같은 적절한 안전관리 옵션을 도출하기 위해 미생물학적 위해요소에 대한 위해평가 (Microbial Risk Assessment)도 수행할 필요가 있다.

감사의 글

본 논문은 농림축산식품부 '신선편이 농산물의 수출시장 개척을 위한 선도유지 기술 및 유통체계 확립 연구'의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 곽창근, 장종근. 웰빙식품산업 활성화 방안-신선편의식품 시장을 중심으로-. 식품산업과 영양, 13(1): 17-27 (2008)

2. 구민선, 김현정. 병원성 대장균과 식중독 시가독소 생산성 대장균을 중심으로. Safe food, 6: 31-36 (2011)

3. 박인희, 이종경. 영국정부와 산업체 협력 캠필로박터 저감화 계획. Safe food, 7:32-40 (2012)

4. 식품의약품안전처. 식품 등의 기준 및 규격 (2013)

5. 오덕환, Tian Ding, 하상도, 박경진. 국내 즉석섭취 신선채소류 중 *Listeria monocytogenes* 위해수준 평가. *J. Fd Hyg. Safety*, 24: 50-55 (2009)

6. 유용만, 윤영남, 최인욱, Xianglong Yuan, 이영하. 엽채류 및 과채류의 재배유형 및 유통경로별 생물학적 위해요소 조사. *Korean J. Food Preserv*., 14: 35-41 (2007)

7. 통계청. 한국의 사회동향 (2012)

8. Abushelaibi A.A., Al Shamsi M.S. and Afifi H.S. Use of antimicrobial agents in food processing systems. Recent Pat. *Food Nutr. Agric*., 1: 2-7 (2012)

9. Ankolekar, C., Rahmati, T. and Labbé, R.G. Detection of toxigenic Bacillus cereus and Bacillus thuringiensis spore in U.S. rice. Int. *J. food microbial*., 128: 460-466 (2008)

10. Burnett S.L. and Beuchat L.R. Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol*., 27: 104-110 (2001)

11. Chang T.E., Moon S.Y., Lee K., Park J.M., Han J.S., Song O.J. and Shin I.S. Microflora of manufacturing process and final products of saengshik. *Korean J. Food Sci. Technol*., 36: 501-506 (2004)

12. Cho, S.D., Youn S.J., Kim D.M. and Kim G.H. Quality evaluation of fresh-cut market procucts by season. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutl*., 20: 295-303 (2007)

13. Cho Y.S., Lee J.Y., Lee M.K., Shin D.B., Kim D.H. and Park K.M. Prevalence and Characterization of Staphylococcus aureus Pathogenic Factors Isolated from Various Foods in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol*., 43: 648~654 (2011)

14. Chun H.H., Park S.J., Jung S.H. and Song K.B. Predicting and Extending the Shelf Life of Red Cabbage Sprouts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*., 42: 1518-1523 (2013)

15. Comes J.E. and Beelman R.B. Addition of fumaric acid and sodium benzoate as an alternative method to achieve a 5-log reduction of *Escherichia coli* O157:H7 populations in apple cider. *J. Food Prot*., 65: 476-483 (2002)

16. Costerton J.W., Cheng K.J., Geesey G.G., Ladd T.I., Nickel J.C., Dasgupta M. and Marrie T.J. Bacterial biofilms in nature and disease. *Annu. Rev. Microbiol*., 41: 435-664 (1987)

17. David L.H. Control of Communicable Diseases Manual 18th ed, American Public Health Association (2004)

18. Faulkner et al. (2001) online. Generic HACCP Models for Food Assurance Programmes - Final Report. Available from: http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/generic-haccp-models-produce-safety/FMA_169_Fresh_Produce_HACCP_Obj_1_and_2_Report_Aug_2001.pdf

19. FDA (U.S. Food and Drug Administration), online. Safe Practices for Food Processes. Chapter II. Production Practices as Risk Factors in Microbial Food Safety of Fresh and Fresh-Cut Produce Part III. Available from: http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/ResearchAreas/SafePracticesforFoodProcesses/ucm091106.htm

20. FDA (U.S. Food and Drug Administration), online(b). Produce and Plant Products. Guidance for Industry: Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Fruits and Vegetables. Available from: http://www.fda.gov/Food/guidanceComplianceregulatoryInformation/-GuidanceDocuments/ProduceandPlanProducts/ucm064574.htm

21. FDA (U.S. Food and Drug Administration), online(c). Produce and Plant Products. Guidance for Industry: Guide to Minimize Microbial Food Safety of Leafy Greens; Draft Guidance. Available from: http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/-GuidanceDocuments/ProduceandPlanProducts/ucm173902.htm

22. FDA (U.S. Food and Drug Administration), online(d). Produce and Plant Products. Guidance for Industry: Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards of Tomatoes; Draft Guidance. Available from: http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/-GuidanceDocuments/ ProduceandPlanProducts/ucm173902.htm

23. Gast R.K. and Beard C.W. Isolation of *Salmonella Enteritids* from internal organs of experimentally infected hens. *Avian Dis*., 34: 991-993 (1990)

24. Granum P.E. *Bacillus cereus* and its toxins. *J. Appl. Microbiol*., 76: 61S-66S (1994)

25. Hackl E., Hözl C., Konlechner C. and Sessitsch A. Food of plant origin: production methods and microbiological hazards linked to food-borne disease. European Food Safety Authority (2013)

26. Jang J.S., Go J.M., and Kim Y.H. Inhibitory effect of Staphylococcus aureus and Bacillus cereus by lactic acid and hydrogen peroxide. *Kor. J. Env. Hlth*., 31: 115-119 (2005)

27. Kim S.R., Choi S.Y., Seo M.K., Kim W.I., Chung D.H., Ryu K.Y., Yun J.C. and Kim B.S. Survival and Cross-contamination of *Escherichia* coli O157:H7 on Various Agricultural Product-Contact Surfaces. *J. Fd Hyg. Safety*, 28: 272-278 (2013)

28. Kim Y.J., Kim M.H. and Song K.B. 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)

29. Koopmans M. and Duizer E. Foodborne viruses: an emerging problem. *Int. J. Food Microbiol*., 90: 23-41 (2004)

30. Leafy green industry members (IFPA, PMA, UFFVA, WGA) (2006) online. Commodity specific food safety guidelines for the lettuce and leafy greens supply chain. 1st edition. Available from: http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/Fruits-VegetablesJuices/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/UCM169008.pdf

31. Lee H.O., Kim J.Y., Yoon D.H., Cha H.S., Kim G.H. and Kim B.S. Microbial contamination in a fresh-cut onion processing facility. *Korean J. Food Preserv*., 16: 567-572 (2009a)

32. Lee Y.S., Kim S.H. and Kim D.H. Current status of fresh-cut produce market in Korea and stimulus measures. Korea Rural Economic Institute, Korea. p 16-19 (2009b)

33. Park K.J., Lim J.H., Kim B.K., Kim J.C., Jeong J.W. and Jeong S.W. Effect of aqueous chlorine dioxide and citric acid on reduction of *Salmonella typhimurium* on sprouting radish seeds. *Korean J. Food Preserv*., 15: 754-759 (2008)

34. Park S.S., Sung J.M., Jeong J.W., Park K.J. and Lim J.H. Efficacy of electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide for reducing pathogenic microorganism on Chinese cabbage. *Korean J. Food Sci Technol*., 44: 240-246 (2012)

35. Park S.S., Sung J.M., Jeong J.W., Park K.J. and Lim J.H. Quality Changes of Salted Chinese Cabbages with Electrolyzed Water Washing and a Low Storage Temperature. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr*., 42: 615-620 (2013)

36. Ryu J.H. and Beuchat, L.R. Biofilm formation and sporulation by Bacillus cereus on a stainless steel surface and subsequent resistance of vegetative cells and spores to chlorine, chlorine dioxide, and a peroxyacetic acid-based sanitizer. *J. Food Prot*., 68: 2614-2622 (2005)

37. Ryu SH. Effects of aqueous chlorine dioxide against Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes on

broccoli served in foodservice institutions. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr*., 36: 1622-1627 (2007)

38. Sun S.H., Kim S.J., Kim G.C., Kim H.R. and Yoon K.S. Changes in Quality Characteristics of Fresh-cut Produce during Refrigerated Storage. *Korean J. Food Sci. Technol*., 43: 495-503 (2011)

39. Srinivasan R., Stewart P.S., Griebe T., Chen C.I. and Xu X. Biofilm parameters influencing biocide efficacy. *Biotechnol. Bioeng*., 20: 553-560 (1995)

40. University of Georgia; Center for Food Safety, online. A systems approach for produce safety. A research project addressing leafy greens. Available from: http://www.ugacfs.org/producesafety/Pages/Basics/Sources.html

41. Yu Y.M., Youn Y.N., Choi I.U., Xianglong Y. and Lee, Y.H. Biological hazard analysis of leaf vegetables and fruits according to types of cultivation and distribution systems. *Korean J. Food Preserv*., 14: 35-41 (2007)