신선편이 채소의 장출혈성대장균 국내 · 외 발생 동향 및 관리기준

Domestic and Foreign Outbreak Trends and Microbiological Management Standards of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* in Fresh-Cut Vegetables

김영선, 송광영*

Young-Seon Kim,Kwang-Young Song

건국대학교 수의과대학 원헬스연구소

Center for One Health, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, 120, Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, 05029, Republic of Korea

송 광 영

Corresponding author

Kwang-Young Song
Department of Veterinary Public Health, Konkuk University, Seoul, 05029, Republic of Korea.
Tel: +82-2-450-4121
Fax: +82-2-3436-4128
E-mail: drkysong@gmail.com

소득, 삶의 패턴, 소비 형태, 지구 환경의 변화 등 식품산업을 둘러싼 환경이 급격히 변화하면서, 건강과 간편성을 중시하는 식품 트렌드가 확산하고 있어 신선편의식품의 수요가 빠르게 증가하고 있다(한국농촌경제연구원, 2021). 섭취가 용이한 신선편의식품 시장의 성장은 농 · 식품산업의 부가가치 측면에서 새로운 성장동력이 될 수 있을 뿐만 아니라 최종 단계의 소비자들이 간편하게 과일과 채소를 섭취할 수 있다는 점에서 국민의 건강한 식생활 문화에 기여할 수 있다(한국농촌경제연구원, 2020). 신선편이 채소(Fresh-cut vegetables)는 채소류 중에서도 평균 섭취량이 많은 비가열 즉석섭취식품(ready-to-eat food)으로 대부분 익히지 않고 직접 섭취하는 식품이기 때문에 병원성미생물 오염으로 인한 식중독 발생 가능성이 높다.

신선 채소와 관련하여 *Shigella* spp., *Salmonella* spp., enterotoxigenic and enterohemorrhagic *E. coli*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* 등의 병원성미생물이 식중독 사고 및 국민의 건강상의 문제에 크게 영향을 끼칠 수 있는 것으로 보고되고 있다(Burnett and Beuchat, 2000). 대장균은 대변-구강, 구강-경구, 사람 간 전파를 통해 전염될 수 있으며, 다양한 환경에 대한 적응력이 높아 물, 토양, 식품 어느 곳에서나 흔히 볼 수 있는데, 대장균 중에서도 장출혈성대장균은 사람에 감염 시 용혈성 요독증후군(Hemolytic uremic syndrome; HUS)을 일으키는 병원체로 가장 흔한 혈청형은 *E. coli* O157:H7이 있다(Waturangi et al., 2019). 소아와 노인은 미량의 장출혈성대장균에도 취약할 수 있고 식중독 발생 후 심각한 합병증이 이어질 수 있으므로 주의해야 한다. 전 세

계적으로 장출혈성대장균으로 인한 식중독 사고는 매년 꾸준하게 증가하고 있으며 특히 2020년 6월 안산시의 한 어린이집에서 식중독 집단 발병 사례로 인해 장출혈성대장균의 안전성에 대한 우려가 커지고 있다.

이에 본 원고에서는 국내와 국외에서 장출혈성대장균의 신선편이 채소에서의 발생 현황과 관리 현황을 소개하고자 한다. 또한, 생산-유통-섭취 단계별로 장출혈성대장균의 발생 가능지점을 파악하고 위험도를 평가하여 장출혈성대장균 식중독 발생에 대비해 위생적이고 안전한 식품을 공급하기 위한 기술 개발과 규제의 필요성을 제안하고자 한다.

1. 신선편이 채소의 정의

국내 신선편이 채소에 대한 정의와 범위는 크게 식품의약품안전처 식품공전의 '신선편의식품'과 국립농산물품질관리원 농산물 표준규격의 '신선편이 농산물'이 있다(표 1). 본 원고에서는 아래 표 1에 따라 신선편이 채소의 정의와 범위를 '신선 상태의 농산물을 편리하게 이용할 수 있도록 세척, 박피, 절단 등의 과정을 거쳐 위생적으로 포장되어 유통되는 조리용 채소 및 그대로 섭취할 수 있는 샐러드 등의 식품'으로 정하였다. 이러한 신선편이 채소류는 아래 표 2와 같이 엽채류, 엽경채류, 근채류, 과채류로 분류된다(국립농산물품질관리원. 2021). 한편, 미국 식품의약국(Food and Drug Administration; FDA)에서는 신선편이 채소에 대해서 '소비자나 사용자가 사용할 수 있도록 최소한으로 가공하고 박피, 절단, 세절, 다듬기를 통해 형태를 변경한 세척 여부와 관계없이 섭취할 수 있는 포장된 신선한 채소'라고 정의하고 있다(FDA, 2018).

표 1. 국내 신선편이 채소의 정의와 범위

선행연구기관 및 출처	정의와 범위
식품의약품안전처, 2021 (신선편의식품)	농·임산물을 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 가공공정을 거치거나 이에 단순히 식품 또는 식품첨가물을 가한 것으로서 그대로 섭취할 수 있는 샐러드, 새싹채소 등의 식품
국립농산물품질관리원, 2020	농산물을 편리하게 조리할 수 있도록 세척, 박피, 다듬기 또는 절단 과정을 거쳐 포장되어 유통되는 조리용 채소류, 서류 및 버섯류 등의 농산물
한국식품연구원 (곽창근 외 2008)	소비자나 사용자의 편리를 위하여 수행된 처리 및 가공을 전제로 하면서 신선 상태에 있는 과실과 채소로 단순 세척한 과일·채소는 물론 전처리 식재료를 포함하는 것
한국신선편이협회, 2021	생산 당시의 신선도를 최대한 유지한 상태로 저장, 유통하여 좋은 품질을 소비자에게 전달하기 위해 가공은 최소화, 품질은 최대화시킨 식품

표 2. 신선편이 채소류의 분류(국립농산물품질관리원. 2021)

채소류	품목
엽채류	상추, 양상추, 배추, 양배추, 치커리, 시금치 등
엽경채류	파, 미나리, 아스파라거스, 부추 등
근채류	무, 양파, 마늘, 당근, 연근, 우엉 등
과채류	오이, 호박, 토마토, 고추, 피망, 수박 등

2. 신선편이 채소의 소비 동향

1) 국내 신선편이 채소의 소비 동향

2014년에서 2018년 동안 농림축산식품부에서 국내 채소류 재배 면적 및 생산량을 분석한 결과 채소류 중에서 배추가 가장 많이 생산되었다.(표 3). 배추 뒤를 이어 양파, 무, 마늘, 고추 순으로 생산량이 많았고, 배추, 무, 고추, 마늘, 양파 등 5가지 채소가 전체 채소 생산의 절반 이상을 차지하고 있다. 한국보건산업진흥원의 2016년에서 2018년 동안 1인당 식품별 1일 평균 섭취량 자료에 따르면, 전체연령에서 채소류는 배추김치, 양파, 무, 오이, 토마토, 파, 애호박, 콩나물, 열무김치, 양배추 순으로 섭취량이 많아 채소류 평균 섭취량 순위의 대부분이 신선편이 채소에서 높게 차지하고 있다.(표 4). 국민건강영양조사에 따르면, 우리나라 국민은 채소류를 다른 식품군에 비해 일일 1회 이상 섭취하는 것으로 알려져 있다. 평균 섭취량이 많은 신선편이 채소는 대부분 가열하지 않고 직접 섭취하는 경우가 많으므로 만약 병원성미생물에 오염되었을 경우 채소에서 생존한 병원성미생물에 의한 식중독 발병

표 3. 채소류 재배 면적 및 생산량 통계(농림축산식품부, 2019)

연도	계		배추		무		고추		마늘		양파	
	*면적	**생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
2014	247	9,904	32	2,539	21	1,297	36	85	25	354	24	1,590
2015	225	8,549	26	2,060	20	1,249	35	98	21	266	18	1,094
2016	218	8,070	25	1,793	19	1,012	32	85	21	276	20	1,299
2017	227	8,662	32	2,396	23	1,159	28	56	25	304	20	1,144
2018	260	9,186	31	2,392	23	1,235	29	72	28	332	26	1,521

(단위: *천ha, **천t)

표 4. 2016년부터 2018년까지 1인당 식품별 1일 평균 섭취량(한국보건산업진흥원, 2021)

식품군	순위	식품	전체연령 평균 섭취량(g)	전체 표준오차(g)
채소류	1	김치, 배추김치	64.46	0.86
	2	양파	28.81	0.53
	3	무	25.61	0.67
	4	오이	14.96	0.51
	5	토마토	14.4	0.8
	6	파	10.81	0.17
	7	애호박	8.67	0.31
	8	콩나물	8.45	0.22
	9	김치, 열무김치	7.74	0.42
	10	양배추	7.72	0.23

우려가 크다는 것을 알 수 있다.

2) 국외 신선편이 채소의 소비 동향

The Packer's 2019 Fresh Trends에 따르면 미국은 채소류 중에서 감자, 토마토, 양파 순으로 소비량이 많았다(그림 1). 토마토, 브로콜리, 오이, 셀러리, 마늘, 양배추는 전년도보다 섭취량이 증가하였으나 양파, 피망, 상추, 샐러드 믹스, 버섯, 시금치는 섭취량이 감소하였다. 감자는 주로 감자튀김으로 가공되어 사용되는 패스트푸드 섭취 식습관과 관련이 있으며 토마토와 양파, 상추는 대부분 패스트푸드인 버거나 샌드위치 또는 식단조절을 위한 샐

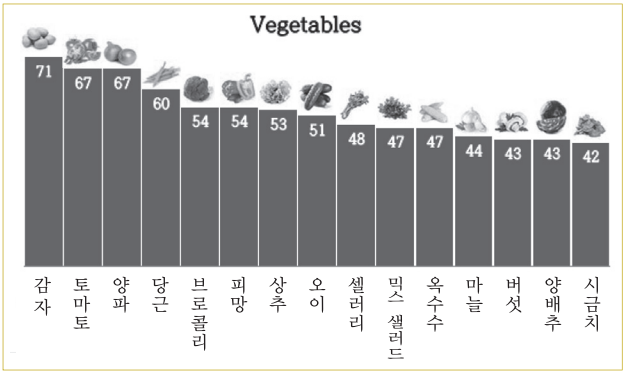

그림 1. 2019년에 미국에서의 채소 구매 동향(PMA, 2019)

러드를 통해 섭취한다(Conrad et al, 2017). 신선편이 채소는 소비자가 준비하고 섭취하기 편하여 미국 채소류 소비 중 상위권을 차지하고 있다.

3. 신선편이 채소에 의한 장출혈성대장균감염증

1) 국내 현황

2020년 식품의약품안전처에서 최근 5년간(2015년~2019년) 국내 병원성대장균으로 인한 식중독 발생 원인 식품을 분석한 결과 채소류(가공품)가 가장 위험성이 큰 것으로 조사되었다(그림 2). 신선편이 채소는 생으로 섭취하는 경우와 배추로 김치를 담가 겉절이로 바로 섭취하는 경우가 많아 병원성대장균에 오염된 채소를 깨끗한 물로 세척하지 않거나 소독하지 않고 김치를 담그거나 충분히

표 5. 병원성 대장균 식중독 발병 역학조사(질병관리청, 2021)

연도	추정 원인 병원체	발생지역	추정 감염원	발병 규모(명)
2018	ETEC(O169)	경상북도 포항시 군부대	오이풋고추된장무침	18
2017	ETEC, EAEC	광진구 소재 중학교	깍두기, 총각김치	216
	ETEC, EAEC	시흥시 고등학교, 광주시 중학교	광진구 식중독과 같은 업체의 김치	346, 62
2014	ETEC, EPEC	인천 소재 10개교	열무김치	1163
	EPEC, ETEC	울산 울주군 초등학교	토마토, 쑥절편	14
2013	EPEC	인천시 고등학교	참치야채비빔밥	46
2012	EAEC	강원도 춘천시 고등학교	열무무침	29
2011	EAEC, ETEC	서울 서초구 고등학교	알타리김치, 포기김치	96
	ETEC(O148)	충청남도 천안	김치(중국 수입)	601
2010	ETEC	충청남도 논산시 소재 회사	부추겨자무침 (지하수로의 오염)	35
2009	EAEC	서울 서대문구 고등학교	감자단호박샐러드	387

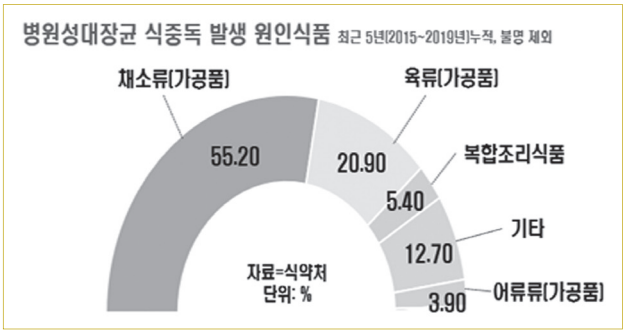

그림 2. 병원성 대장균 식중독 발생 원인 식품 최근 5년 (2015~2019년) 누적(식품의약품안전처, 2020)

표 6. 신선편의식품 기준규격(식품의약품안전처, 2021)

신선편의식품 규격	
대장균	n=5, c=1, m=10, M=100
황색포도상구균	1g당 100 이하
살모넬라	n=5, c=0, m=0/25g
장염비브리오	1g당 100 이하 (살균 또는 멸균 처리되지 않은 해산물 함유 제품에 한한다)
바실루스 세레우스	1g당 1,000 이하
장출혈성대장균	n=5, c=0, m=0/25g
클로스트리디움 퍼프린젠스	1g당 100 이하

발효하지 않고 섭취할 경우 이로 인한 식중독의 위험성이 있을 수 있다(식품의약품안전처, 2018).

국내 채소에서의 장출혈성대장균으로 인한 발병 사례는 아직 보고된 바 없다. 그러나 질병관리청의 자료에 따르면 병원성대장균과 관련된 식중독 사고가 꾸준하게 발생하고 있는데 이러한 병원성대장균 식중독은 주로 기온이 높고, 습도가 높은 여름철에 식품을 가공, 유통, 조리 시 발생하였고 추정 감염원으로 김치를 비롯한 신선편이 채소만을 꼽아서 정리했다(표 5). 국내 신선편의식품의 경우 장출혈성대장균에 대한 기준규격을 불검출로 엄격하게 관리하고 있다(표 6). 하지만 신선편의식품 이외의 신선편이 채소는 별도의 식중독균에 대한 기준규격이 존재하지 않는다. 따라서 신선편이 채소의 유통, 가공, 조리 시 교차오염이 발생할 위험이 있고, 미생물이 증식한다면 식중독을 일으킬 가능성은 높아진다.

2) 국외 현황

미국 CDC의 *E. coli* 발병 조사 보고서에 따르면 새싹채소와 녹색 잎채소가 시가 독소 생성 대장균과 관련된 가장 주된 채소인 것으로 나타났다(표 7). 미국 외 일본과 독일에서도 각종 채소류가 감염 매개체인 장출혈성대장균으로 인한 집단식중독 사고가 일어났다(표 8). 새싹채소로 인한 장출혈성대장균 오염은 오염된 종자 경작지가 원인인 경우가 많았는데, 녹색 잎채소의 경우 오염된 물(축사에서

표 7. *E. coli* 발병 조사 보고서(CDC, 2021)

연도	매개체	Source	환자 수	사망자 수
2020	Leafy greens	다양한 leafy green이 함께 재배, 수확 및 가공 되었기 때문에 추정할 수 없음	40	0
	Clover sprouts –*E. coli* O103	2019년에 감염된 새싹 재배하는데 사용된 seed lot	51	0
2019	Fresh express sunflower crisp chopped salad kits	오염된 재료 확인할 수 없었음	10	0
	Romaine lettuce	캘리포니아 살리나스 밸리 재배 지역에서 오염	167	0
2018	Romaine lettuce	상류 소 목장의 오염된 물	210	5
2017	Leafy greens	다양한 leafy green type과 관련 있음	25	1
2016	Alfalfa sprouts	오염된 종자가 원인	11	0
2014	Raw clover sprouts –*E. coli* O121	종자의 위생 부족	199	0
2013	Ready–to–eat salads	샐러드에 포함된 조리된 닭고기/햄	33	0
2012	Mixed organic spinach and spring salad	시설에서 오염된 것으로 추정	33	0
	Raw clover sprouts –*E. coli* O26	clover seed, 발아시설, 종자 공급 업체 등	29	0
2011	Romaine lettuce	농장에서 오염된 것으로 추정	49	0
2010	Shredded romaine lettuce–*E. coli* O145	–	30	0
2006	Fresh washed spinach	인근 가축 목장의 물과 가축 분뇨, 야생 돼지의 출현과 우물에 대한 수로의 근접성	199	3

표 8. 장출혈성대장균 집단 식중독 발병 역학조사 (식품의약품안전평가원, 2017)

연도	발생지역	감염 매개체	환자 수	사망자 수
2017	일본 대형 반찬 유통 가맹점	감자 샐러드, 양배추 샐러드를 비롯한 각종 반찬 – *E. coli* O157	20	1
2012	일본	절임 배추 – *E. coli* O157:H7	104	7
2011	독일과 유럽 전역	새싹채소 – *E. coli* O104:H4	4,446	51

끌어온 물 또는 다른 원인에 의해 오염된 물)이 가장 일반적인 오염원인 것으로 나타났다.

신선편이 채소 중 장출혈성대장균에 대하여 미국과 EU는 불검출을 원칙으로 관리하고 있다(표 9). 중국 또한 즉석 섭취 과채 제품 중 생식과채 제품에 대해 *E. coli* O157:H7의 불검출을 원칙으로 관리하고 있다(중국위생가족계획위원회, 2014). 그러나 CODEX와 일본의 신선편이 채소에 대한 뚜렷한 규정은 찾을 수가 없었다.

3. 신선편이 채소의 생산-유통-섭취 단계별 장출혈성대장균 발생 위험도 평가

채소류는 생산부터 유통, 섭취까지의 전 단계에서 대장균을 포함한 다양한 병원성미생물에 의해 오염이 일어날 수 있다(그림 3). 신선 농산물은 농장과 식탁 사이의 생산라인 어느 지점에서나 오염될 수 있는데, 농산물 오염은 현장, 초기 가공, 주방 3곳에서 가장 높은 것으로 나타났다(Luna-Guevara, J. J et al., 2019).

신선편이 채소는 토양에서 재배되기 때문에 수확 직후 채소 표면에 토양과 물에 의해 다양한 미생물이 부착될 수 있으며, 가공공정의 세척 단계에서 제거되지 않은 미생물로 인한 식품의 변질 가능성이 크다. 유통 및 보관단계에서 온도가 냉장 온도 이상인 경우 잔류한 미생물의 증식이 가속화될 수 있고, 다른 식품과의 교차오염이 발생할 수 있다. 그러므로 채소류는 원료의 생산에서부터 제품의 가공 및 포장, 유통 그리고 보관 후 판매에 이르기까지 단계별로 위해요소를 분석하고, 식품 안전성을 확보하여 철저한 위생관리를 하는 것이 중요하다. 대다수 농산물을 가공하는 업체들은 소규모의 영세한 규모이며, 가공시설에 대한 HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Points) 적용이 제한적이고 작업공정에 대한 위생관리 체계 및 방법이 확립되지 않은 상태이기 때문에 병원성미생물에 의한 위험성에 노출될 수 있다.

표 9. 식품 중 미생물 기준 선진화 대상목록 및 제외국 기준 비교현황(식품 안전국, 2009)

식품 중 미생물	대상식품	CODEX	미국	EU	일본
대장균	신선편의 식품류	–	–	100~1000 CFU/g	–
E. coli O157:H7	신선편의 식품류	–	불검출	불검출	–

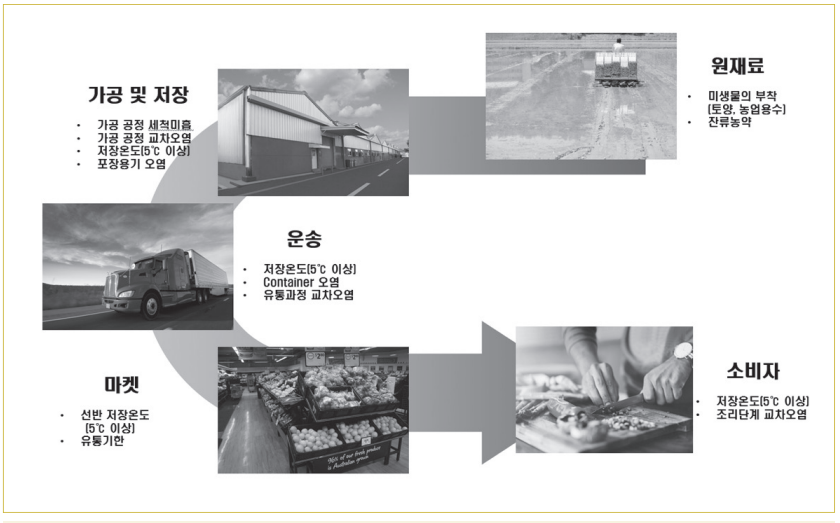

그림 3. 식품제조 및 유통과정에서의 주요 오염원(한국식품연구원, 2013)

1) 원료 단계

축산물 유래의 식중독균이 농산물로 유입되는데 가장 강력한 수단으로 거론되고 있는 것에는 퇴비와 관개수의 오염이 있다. 토양과 부적절하게 퇴비화된 가축 분뇨는 수확 전 주요 오염 요인으로 간주되고 있다. 분뇨 퇴비에서 병원균의 생존과 채소로의 병원균 오염에 영향을 미치는 요인 중 일부는 분뇨 유형, 비축 중 관리, 적용 방법, 적용 비율, 적용 빈도, 적용 사이의 기간이 있다. 가축의 분변에서는 *E. coli* O157의 오염률이 높게 나타나므로 국내에서 농작물을 생산할 때 퇴비에 관한 온도 조절과 발효 시간 등의 관리점을 확실히 하여야 토양 오염 및 농작물로의 병원성미생물 오염을 방지할 수 있다. 2021년 3월부터 가축 분뇨에 대해서 1,500 ㎡ 미만 배출시설에서는 부숙 중기로 1,500㎡ 이상 배출시설에서는 부숙 후기 또는 부숙 완료로 기준이 의무화되었고, 퇴비 성분 검사 또한 의무화되고 있다(농협경제지주, 2021).

관개를 위해 오염된 물을 사용하는

표 10. 식품 중 미생물 기준 선진화 대상목록 및 제외국 기준 비교현황(식품 안전국, 2009)

구분	등급	사용	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	DO (mg/L)	대장균군 (군수/100mL)	
							총대장균군	분원성 대장균군
하천	Ⅰa	생활용수	6.5~8.5	≤1	≤2	≥7.5	≤50	≤10
	Ⅰb	생활용수	6.5~8.5	≤2	≤5	≥5.0	≤500	≤100

것과 관련된 위험은 농가에서 사용하고 있는 관개 시스템에 따라 다를 수 있다. 또한, 관개에 사용되는 물은 폭우 시 주변 축가에서의 분변 유입으로 인해 미생물에 오염될 수 있다. 현재 국내 농업용수는 '환경정책기본법'과 '지하수법'에서 농업용수인 하천수 및 지하수에 대한 수질 기준을 규정하여 적용하고 있다(표 10). 농업용수는 '환경정책기본법'에서 생활환경기준 Ⅳ등급으로 분류되며 미생물에 대한 관리기준은 없는 실정이다. 농산물우수관리(GAP) 기준에서는 콩나물과 새싹채소 등에 한해 '먹는물관리법'의 먹는 물 수질 기준에 적합한 용수를 사용하여 재배하게 되어있으나 법적인 강제성은 없다(국립농업과학원, 2019).

2) 가공 단계

가공 단계에서 직접 오염 또는 생채소 수확 후 절차 중 병원균 증식으로 인한 오염이 발생할 수 있다. 수확 후 공정 중 세척, 냉각 탱크, 스프레이 및 얼음 운송과 같은 여러 단계에서 물이 사용되는데 이 물이 오염되었을 경우 세척, 썰기, 물에 담그기, 포장 및 준비 단계에서 병원성미생물이 채소로 전파되는 원천이 될 수 있다. 신선편이 채소를 준비하는 동안 가공업자가 사용하는 수조 또는 탱크와 저장 중 냉각 부족으로 대장균 오염이 일어날 수 있다(그림 4). 국내 대다수의 식품 제조가공업체에서는 HACCP 시스템을 도입하여 온도, 접촉 시간, 세척 중 세척수의 pH, 염소 농도 등을 모니터링하여 신선편이 채소의 위해요소를 관리하고 있다. 그러나 신선편이 채소는 HACCP 의무 적용 대상에 해당하지 않아 일부 제조업체에서는 위생적 취급기준 위반, 자가품질 미실시, 품목 제조보고 미보고 등이 확인되었다(Cho et al., 2017).

그림 4. 자른 상추의 연속 세척 과정(James et al., 2010)

3) 유통 단계

유통 단계가 많을수록 관리의 사각지대가 발생할 가능성이 증가한다. 식약처가 제시한 지침대로 현장에서 온도-시간 관리를 따르면 냉장 유통을 하는 제품에서는 *Listeria monocytogenes*를 제외한 다른 병원성미생물이 증식하기 어렵다. 또한, 식약처의 지침에 따라 신선편이 채소의 원료 상태에서 균이 증식하지 않도록 냉장 보관을 철저히 하고, 유통기한을 경과하지 않도록 해야 한다. 샐러드 제품을 제외한 신선편의식품은 0~10℃ 또는 냉동(-18℃ 이하), 샐러드 제품은 0~5℃ 또는 냉동으로 보존 및 유통하여야 한다.

4) 소비단계

저장온도, 세척 및 소독, 조리단계에서 오염이 발생할 가능성이 있다. 국내 집단급식소에서는 위해 미생물 관리 방안에 대하여 제시하고 식품별 저장온도, 세척 및 소독 기준 등 설정하여 규정하고 있는데, 신선편이 채소의 경우 염소계 살균 소독제를 100ppm으로 조제하여 5분간 담구어 두었다가 건져 내어 흐르는 물에 2회 씻는다. 식당이

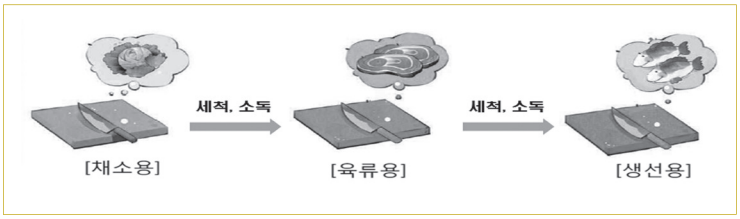

그림 5. 칼도마 구분 사용 순서(식품의약품안전처, 2017)

나 가정 주방에서 생고기나 가금류를 준비했던 식품 취급자의 손이나 위생 불량한 도구로 인해 교차 오염이 발생하여 채소에 병원성미생물이 오염될 수 있다. 식품의약품안전처에서는 칼과 도마는 용도별로 구분 사용하는 것을 원칙으로 하고 있다. 만약 부득이하게 다른 종류의 식재료를 한 도마에 함께 사용해야 할 경우 채소, 육류, 생선 순으로 세척, 소독하여 사용한다(그림 5). 미국에서도 신선편이 채소, 육류, 가금류, 해산물, 계란에 대해 별도의 도마와 접시를 사용할 것을 권고하고 있다(CDC, 2021).

결론

신선편이 채소 시장은 식품산업의 변화와 경제적 영향으로 인해 최근 몇 년 동안 급속도로 성장했다. 소비자의 간편함과 건강상의 이점으로 수요가 증가하며 신선편이 채소의 품질과 관련된 인식이 높아졌다. 신선편이 채소는 가열하지 않고 섭취되기 때문에 가공, 조리 공정 중 미생물의 오염과 증식이 발생할 수 있다. 이러한 섭취 특성은 식품의 다른 품질 특성과 함께 미생물학적 요소에 대한 식품 안전의 중요성이 높다. 현재 국내 · 외에서는 신선편의 식품의 식중독균에 대한 기준규격을 설정하여 관리하고 있다. 하지만, 신선편이 채소와 관련된 병원성 대장균 및 장출혈성대장균 감염증은 국외에서는 지속해서 증가하고 있고 국내에서도 신선편이 채소와 김치 등 채소류가 원인 식품으로 추정되는 관련 집단 식중독 사고가 보고되고 있다. 신선편이 채소의 경우 생산 단계에서 퇴비와 관개수를 관리하고, 원재료를 세척, 살균 소독하는 과정과 유통단계에서 냉장 온도를 유지하는 것이 미생물을 제어하는 유일한 방법으로 사용되고 있다. 그러나 생산 단계에서 야생동물에 의한 오염이나 주변 가축에서 유입되는 분변에 대한 통제, 가공 시 발생하는 교차오염, 개인위생의 역할 등에 대한 위생관리 규제가 미비하다. 따라서 단계별 위해요소를 분석하고, 신선편이 채소에 오염된 장출혈성대장균을 제어하여 관리할 수 있는 기술과 방안에 관한 지속적인 연구를 통해 관련 규제를 설정할 필요가 있다. 이러한 관련 기술의 개발 및 규제 적용은 신선편이 채소를 소비하는 소비자들의 채소류의 위생에 대한 우려를 줄이는데 기여할 수 있으며 더 나아가 식중독 위험을 감소시킬 수 있을 것이다.

감사의 글

이 글은 질병관리청 감염병관리과에서 발주한 단년도 정책연구용역과제 「원헬스 관점에서의 장출혈성대장균감염증 위험평가 및 관계부처 합동 예방 · 대응 체계 구축 방안 제시(2021-07-001)」을 통해 수행한 연구결과의 주요 내용을 요약 · 정리하였습니다.

참고 문헌

1. Burnett, S. L., & Beuchat, L. R. (2000). Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 25(6), 281-287.

2. CDC(Centers for Disease Control and Prevention), Four Steps to Food Safety:Clean, Separate, Cook, Chill, 2021, https://www.cdc.gov/foodsafety/keep-food-safe.html

3. CDC, Reports of Selected *E. coli* Outbreak Investigations, 2021, https://www.cdc.gov/ecoli/outbreaks.html

4. Cho, S. Y. (2017). Management system for ensuring safety of HMR (Home Meal Replacement) products. Food Science and Industry, 50(3), 51-59.

5. Conrad, Z., Chui, K., Jahns, L., Peters, C., & Griffin, T. (2017). Characterizing trends in fruit and vegetable intake in the USA by self-report and by supply-and-disappearance data: 2001 - 2014. Public Health Nutrition, 20(17), 3045-3050. doi:10.1017/S1368980017002385

6. FDA, 2018, Guidance for Industry: Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards of Fresh-cut Fruits and Vegetables, https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-guide-minimize-microbial-food-safety-hazards-fresh-cut-fruits-and-vegetables#ch3

7. Fratamico, P. M., & DebRoy, C. (2010). Detection of *Escherichia coli* O157: H7 in food using real-time multiplex PCR assays targeting the stx 1, stx 2, wzy O157, and the fliC h7 or eae genes. Food Analytical Methods, 3(4), 330-337.

8. Gil, M. I., Selma, M. V., Suslow, T., Jacxsens, L., Uyttendaele, M., & Allende, A. (2015). Pre-and postharvest preventive measures and intervention strategies to control microbial food safety hazards of fresh leafy vegetables. Critical reviews in food science and nutrition, 55(4), 453-468.

9. Hadayat, N., De Oliveira, L. M., Da Silva, E., Han, L., Hussain, M., Liu, X., & Ma, L. Q. (2018). Assessment of trace metals in five most-consumed vegetables in the US: Conventional vs. organic. Environmental Pollution, 243, 292-300.

10. Harris, L. J., Farber, J. N., Beuchat, L. R., Parish, M. E., Suslow, T. V., Garrett, E. H., & Busta, F. F. (2003). Outbreaks associated with fresh produce: incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce. *Comprehensive reviews in food science and food safety, 2*, 78-141.

11. Lehto, M., Kuisma, R., Määttä, J., Kymäläinen, H. R., & Mäki, M. (2011). Hygienic level and surface contamination in fresh-cut vegetable production plants. Food control, 22(3-4), 469-475.

12. James, J. B., Ngarmsak, T., & Rolle, R. S. (2010). Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A technical guide. RAP Publication (FAO) eng no. 2010/16.

13. Luna-Guevara, J. J., Arenas-Hernandez, M. M., Martínez de la Peña, C., Silva, J. L., & Luna-Guevara, M. L. (2019). The role of pathogenic *E. coli* in fresh vegetables: Behavior, contamination factors, and preventive measures. International journal of microbiology, 2019

14. Produce Marketing Association (PMA), 2019, Top 20 Fruits and Vegetables Sold in the U.S, https://www.pma.com/content/articles/top-20-fruits-and-vegetables-sold-in-the-us

15. Sperandio, V., & Nguyen, Y. (2012). Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) pathogenesis. Frontiers in cellular and infection microbiology, 2, 90.

16. Rico, D., Martin-Diana, A. B., Barat, J. M., & Barry-Ryan, C. (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. Trends in Food Science & Technology, 18(7), 373-386.

17. Waturangi, D.E., Hudiono, F. & Aliwarga, E. Prevalence of pathogenic *Escherichia coli* from salad vegetable and fruits sold in Jakarta. BMC Res Notes 12, 247 (2019). https://doi.org/10.1186/s13104-019-4284-2

18. 국립농산물품질관리원, 2020, https://www.law.go.kr/행정규칙/농산물표준규격/

19. 국립농업과학원, 전북지역 농업용수의 유해미생물 오염도 및 안전성 조사, 2019, https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchReport.do?cn=TRKO201900016065

20. 농림축산식품부, 2019, 농림축산식품 주요통계, https://lib.mafra.go.kr/Search/Detail/45600?key=%EB%86%8D%EB%A6%BC%EC%B6%95%EC%82%B0%EC%8B%9D%ED%92%88%20%EC%A3%BC%EC%9A%94%ED%86%B5%EA%B3%84

21. 농협경제지주, 2021 개정판 축산 관련 종사자 교육교재

22. 박재석, 정형욱, 이근영, 이숙연, 김용무, 신지은, 이정화, 성주희, 식품 기준 · 규격의 식품 안전국, 식품 중 미생물 기준 선진화 대상목록 및 제외국 기준 비교현황, 2009

23. 식품안전나라, 집단급식소 병원성대장균 저감화 매뉴얼, 2017, https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/board/boardDetail.do?bbs_no=bbs403&ntctxt_no=1068858&menu_no=3706

24. 식품의약품안전처, 병원성 대장균 식중독 발생 현황, 2020, https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=44347

25. 식품의약품안전처, 보도자료, 여름철 병원성대장균 식중독 예방요령, https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=42086

26. 식품의약품안전처, 식품공전, 신선편의 식품 정의 및 미생물 검사 규격, 2021, http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=63

27. 식품의약품안전처, 식품공전, 식품 보존 및 유통기준, https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=13

28. 식품의약품안전처, 중국위생가족계획위원회, 중국 식품 중 병원성미생물 기준, 2014, https://mfds.go.kr/brd/m_613/view.do?seq=16398&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=38

29. 식품의약품안전평가원, 주요국 식품 안전사고 사례 및 수입위생기준 조사, 2017, https://scienceon.kisti.re.kr > util > originalView

30. 질병관리청, 2021, 감염병포털 발간자료 역학조사 연보, http://www.kdca.go.kr/npt/biz/npp/portal/nppPblctDtaView.do?pblctDtaSeAt=5&pblctDtaSn=1010

31. 한국농촌경제연구원, 2020, 신선편이 과일 · 채소 시장 변화와 대응과제, https://www.atfis.or.kr/article/M001080000/view.do?articleId=3410&boardId=18&page=4&searchKey=&searchString=&searchCategory=

32. 한국농촌경제연구원, 2021, 식품산업 변화에 대응한 식품 통계의 효율적 구축 방안, https://www.krei.re.kr/krei/researchReportView.do?key=67&pageType=010101&biblioId=527444&pageUnit=10&searchCnd=all&searchKrwd=&pageIndex=3&engView=

33. 한국보건산업진흥원, 2021, 국민영양통계 식품별 섭취량 7기, https://www.khidi.or.kr/kps/dhraStat/result2?menuId=MENU01653&gubun=&year=7%EA%B8%B0

34. 한국식품연구원, 신선편의 식품의 미생물안전성, 2013