신선농산물 중 리스테리아 모노사이토제네스의 오염과 저감화 대책

Occurrence and Reduction of *Listeria monocytogenes* in Fresh Produces

이정은[1], 김솔아[1], 심원보[2,3*]

Jeong-Eun Lee[1], Sol-A Kim[1], Won-Bo Shim[2,3*]

[1]경상대학교 응용생명과학부, [2]경상대학교 농화학식품공학과, [3]경상대학교 농업생명과학연구원

[1]Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea
[2]Department of Agricultural Chemistry and Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea
[3]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea

1. 서론

Listeria 속은 사람 및 동물의 분변과 환경, 물, 토양, 하수, 농축수산물 등에 광범위하게 존재하며 아포를 형성하지 않는 통성 혐기성 그람양성 간균으로 알려져 있다[1]. 1924년에 실험동물 토끼와 기니피그에서 분리된 이후 현재까지 17종(*L. aquatica*, *L. booriae*, *L. cornellensis*, *L. fleischmannii*, *L. floridensis*, *L. grandensis*, *L. grayi*, *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. marthii*, *L. monocytogenes*, *L. newyorkensis*, *L. riparia*, *L. rocourtiae*, *L. seeligeri*, *L. weihenstephanensis*, *L. welshimeri*)이 보고되고 있으며 그 중 *L. monocytogenes*와 *L. ivanovii*는 사람에서 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다[2]. *L. ivanovii*는 주로 반추동물에서 분리되며, 사람에서는 병원성이 없는 것으로 알려진 반면에, *L. monocytogenes*는 사람과 동물 모두에 병원성을 가지는 인수공통전염병 원인균으로 알려져 있다[3]. *L. monocytogenes*에 의해 발생되는 리스테리아증(listeriosis)은 균에 오염된 식품을 섭취하면서 발생하는 질병으로, 주로 노약자, 영아 및 유아 (5세 미만)[4-7], 임산부와 태아[6,8] 등이 위험군으로 알려져 있다[4-9]. 미국 FDA(Food and Drug Administration)는 매년 약 2500 명의 사람들이 리스테리아증으로 고통 받고 있고 그 중 20 - 30%의 사망자가 발생한다고 보고하였다[9].

*L. monocytogenes*는 오염빈도가 높지 않지만 다른 식중독 세균과 달리 냉장 · 냉동조건과 pH 5.0~9.6 의 넓은 범위에서도 생존 및 증식이 가능하다. 특히 biofilm 형성으로 생물체와 무생물체 표면에 용이하게 부착하여 열악한 조건에서도 생존이 가능한 세균이기 때문에 식품 안전성 측면에서 주목해야 할 식중독균으로 알려져 있다[10]. *L. monocytogenes*는 주로 살균처리 하지 않은 유제품, 가열처리 하지 않은 채소류, 조리되지 않은 육류 등에 오염될 가능성이 높다. 또한 가공식품 제조단계의 관

* Correspondence to: Won-Bo Shim
Department of Agricultural Chemistry and Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea
Tel: +82-55-772-1902 Fax: +82-55-772-1909 C.P: +82-10-7112-3918 E-mail: wbshim@gnu.ac.kr

표 1. 주요 식중독 발생원인 식품

순위	종류	질병 발병횟수(회)	감염자 수 (명)	순위	종류	질병 발병횟수(회)	감염자 수 (명)
1	상추, 시금치	363	13,568	6	치즈	83	2,761
2	달걀	352	11,163	7	아이스크림	74	2,594
3	참치	268	2,341	8	토마토	31	3,292
4	굴	132	3,409	9	콩나물	31	2,022
5	감자	108	3,659	10	베리	25	3,3391

리미흡으로 인하여 햄, 소시지 등과 같은 육류 가공품, 두부, 훈제 연어, 기타 즉석섭취 편의식품 등의 가공식품에도 오염이 보고되고 있다.

최근 핵가족의 보편화와 여성의 사회진출 확대 및 1인 가구 증가로 식품의 편이성이 강조되면서, 즉석섭취식품(Ready-to-eat)과 신선편의 식품의 소비가 증가하고 있고, 최근 웰빙 열풍을 타고 신선농산물에 대한 소비가 국내외적으로 급증하는 추세이다. 그러나 신선농산물은 대부분 가열조리 없이 섭취되므로 식중독 균과 같은 유해미생물에 대해 높은 위해도를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 미국 질병관리본부(Centers for Disease Control and Prevention; CDC)가 발표한 연구결과[11]에 의하면, 최근 보고되는 식중독 사건의 절반가량이 과일, 견과류, 녹색 채소와 기타 식물성 식품에 의해 유발되는 것으로 보고하고 있다(표 1).

그러므로 본 논단에서는 신선농산물 중 *L. monocytogenes* 오염과 리스테리아증 발생을 국내외적으로 비교분석하고 오염경로 파악 및 저감화 방안을 소개하고자 한다.

2. 신선농산물 중 *L. monocytogenes* 오염발생 현황

1) 국내 발생사례

우리나라의 식품의약품안전처 통계자료(식품안전나라 식중독 통계) 의하면 국내에서는 현재까지 *L. monocytogenes*에 의한 식중독 발생 사례는 없는 것으로 조사되었다[12]. 그러나 국내의 모니터링 연구결과에 따르면 축산물, 수산물, 유제품 이외에도 신선채소 및 과일 등에 5% 내외로 *L. monocytogenes*가 오염된 것으로 확인되었다. 이러한 조사에 의하면 국내의 경우도 신선농산물에 오염된 *L. monocytogenes*에 의해 식중독 사고가 발생할 가능성이 있는 것으로 생각된다[15].

표 2. 국내 *L. monocytogenes*의 모니터링 연구

년도	대상 식품	오염수준	참고문헌
2010	Sprouts	0.9% (1/112)	Microbial Evaluation of Minimally Processed Vegetables and Sprouts Produced in Seoul, Korea [13]
2009	즉석섭취 신선채소	0.2% (1/443)	국내 즉석섭취 신선채소류 중 *Listeria monocytogenes* 위해 수준 [14]
2008	샐러드	5.5% (4/72)	즉석섭취 식품에 대한 미생물 오염 분석 [15]
2005	단체급식	1.9% (2/157)	신속한 식중독균 검사에 의한 학교급식 모니터링 연구 [16]

최근의 *L. monocytogenes* 검출 사례는 2016년에 국내에서 재배하여 유럽에 수출한 팽이버섯에서 검출된 사건이다. 이로 인해 경제적 피해 발생 및 한국산 버섯의 수출 경쟁력이 하락하여, 농촌진흥청에서는 버섯 재배단계에서 *L. monocytogenes*의 오염실태, 위해를 제거하기 위한 재배기술 개선, 안전성 유지를 위한 저장유통 기술 개발 등의 연구를 진행하고 있는 중이다.

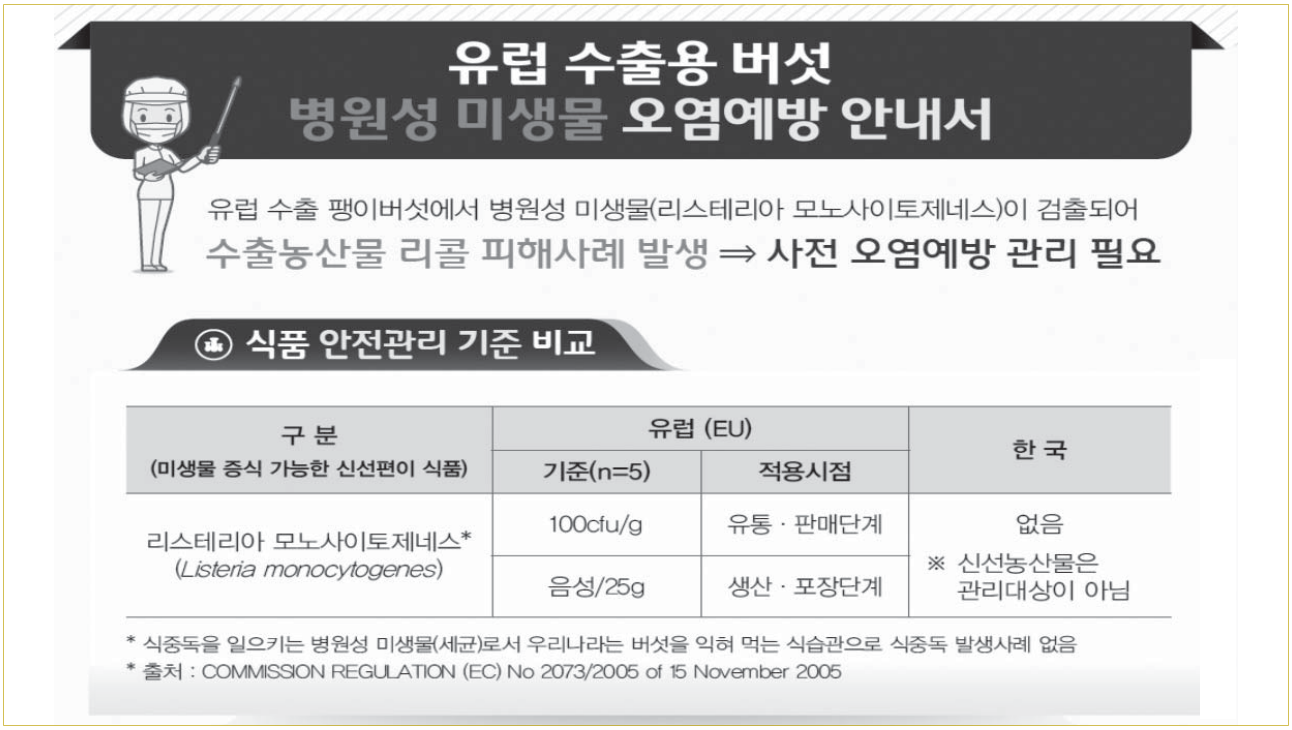

그림 1. 버섯 중 *L.monocytogenes* 오염예방을 위한 안전관리 기준서

2) 국외 발생사례

외국의 경우는 국내의 상황과 다르게 *L. monocytogenes*에 의한 리스테리아증이 매년 발생하여 다수의 사망자가 생기고 있다. 그러나 과거 리스테리아증의 원인식품으로 거론되는 비살균 유제품, 육류 및 그 가공품, 훈제 연어, 즉석섭취 편의식품 이외에도, 최근에는 신선농산물에 의한 리스테리아증 사고가 증가하고 있는 추세이다. 표 3은 1979년 이후 신선농산물에 의해 발생된 대표적인 리스테리아증 사고를 정리한 것으로, 1979년에 미국 보스턴에서 조리하지 않은 채소에 의해 20명의 환자 중 3명이 사망하였고, 1981년에는 캐나다 Nova Scotia 주에서는 조리하지 않은 혼합 채소에 의해 41명의 리스테리아증 환자 중 17명이 사망하였다. 1997년에는 *L. monocytogenes*가 오염된 통조림 옥수수에 의해 이탈리아의 초등학교 2곳과 대학교 1곳에서 리스테리아증 환자가 총 2930명에 달하는 대형 식중독 사고가 발생하였다. 2010년 미국 텍사스 주의 Department of State Health Services는 다진 샐러리에 의한 리스테리아증 발병을 보고했고, 10 명의 감염된 환자 중 5 명이 병원에 입원했으나 3 개월 이내에 사망하였다고 보고하였다[17]. 2011년에는 미국 콜로라도주에서 생산된 멜론과 상추에 의해 사망자가 각각 33명과 15명이 발생하였고, 2014년과 2016년에도 캐러멜 사과와 포장된 샐러드에 의해 식중독 사고가 발생하여 각각 1명이 사망하였다. 2016년에는 CDC에서 *L. monocytogenes*의 감염을 조사한 결과 발병 원인으로 냉동 된 채소와 과일이 지목되었으며, 미국의 냉동식품 회사에서 제조된 냉동야채가 *L. monocytogenes* 오염으로 인해 9명의 환자발생과 3명의 사망자가 발생하였다. 이상의 발병 사례를 보면 2010년 이후 미국 내에서 채소 및 과일 등 신선농산물에 의한 리스테리아증이 증가하는 것을 보여주고 있다.

그 외 중국, 폴란드, 브라질, 말레이시아에서 신선농산물 중 *L. monocytogenes* 오염현황을 조사한 결과 표 4에서 보는바와 같이 파슬리, 케일, 상추, 배추, 시금치, 당

표 3. 신선농산물과 관련된 리스테리아증 발생사고

발생지역, 년도	사망/환자수 (%사망률)	원인식품	참고문헌
Boston, USA, 1979	3/20(15)	Raw vegetables	Ho et al. [18]
Nova Scotia, Canada, 1981	17/41(41)	Vegetable mix for coleslaw	Schlech et al. [19]
Moncalieri and Giaveno, Italy, 1997	0/2930(0)	Corn	Aureli et al. [20]
Texas, USA, 2010	5/10(50)	Chopped celery	Gaul et al. [17]
Colorado, USA, 2011	33/147(22)	Whole cantaloupes	CDC [21]
Colorado, USA, 2011	15/99(15)	Lettuce	Shrivastava et al. [22]
Illinois and Michigan, USA, 2014	2/5(40)	Mung bean sprouts	Garner and Kathariou [23]
California, USA, 2014	1/32(3)	Caramel apples	CDC [24]
Ohio, USA, 2016	1/19(5)	Packaged salads	CDC [25]
Washington, USA, 2016	3/9(33)	Frozen vegetables	CDC [26]

표 4. 외국의 신선농산물 중 *L. monocytohenes* 오염율 조사

농산물 종류	국가	양성시료/총시료수 (발생률%)	참고문헌
Vegetables	China	8/140(5.7%)	Wu et al. [27]
Parsley	Poland	3/30(10%)	Szymczak et al. [28]
Parsley	Malaysia	4/16(25%)	Ponniah et al. [29]
Parsley	Brazil	1/22(4.5%)	Aparecida de Oliveira et al. [30]
Collard greens	Brazil	2/54(3.7%)	Aparecida de Oliveira et al. [30] Sant'Ana et al. [31]
Lettuce	Brazil	3/152(2%)	Sant'Ana et al. [31]
Cabbage	Malaysia	7/32(21.9%)	Ponniah et al. [29]
Cabbage	Brazil	2/11(18.2%)	Sant'Ana et al. [31]
Spinach	Brazil	1/11(9.1%)	Sant'Ana et al. [31]
Carrot	Malaysia	8/33(24.2%)	Ponniah et al. [29]
Tomato	Malaysia	7/32(21.9%)	Ponniah et al. [29]
Cucumber	Malaysia	7/32(21.9%)	Ponniah et al. [29]

근, 토마토, 호박 등에서, *L. monocytogenes*의 오염수준이 2~25% 로 확인되었다.

이상의 조사결과에 근거하여 신선농산물 중 *L. monocytogenes* 오염과 최근에 발생하는 리스테리아증의 원인식품이 신선농산물인 것을 확인할 수가 있다. 그러므로 국내의 경우도 리스테리아증 식중독 사고가 발생한 사례가 없지만, 꾸준히 소비가 증가하는 신선농산물에 대한 안전관리가 필요한 시점이다.

3. 신선농산물에 *L. monocytogenes* 오염 경로

*L. monocytogenes*는 사람과 동물에 존재하며, 이들의 분변 및 생활환경으로부터 토양 및 물 등의 자연계에 유입되고 신선농산물을 비롯한 축산물, 수산물에 재오염되어 다시 사람에게 감염되는 순환을 반복하게 된다[32-34]. 특히, 신선한 농산물은 오염된 토양, 비료 및 농업용수를 통해 *L. monocytogenes*의 오염이 발생한다는 보고가

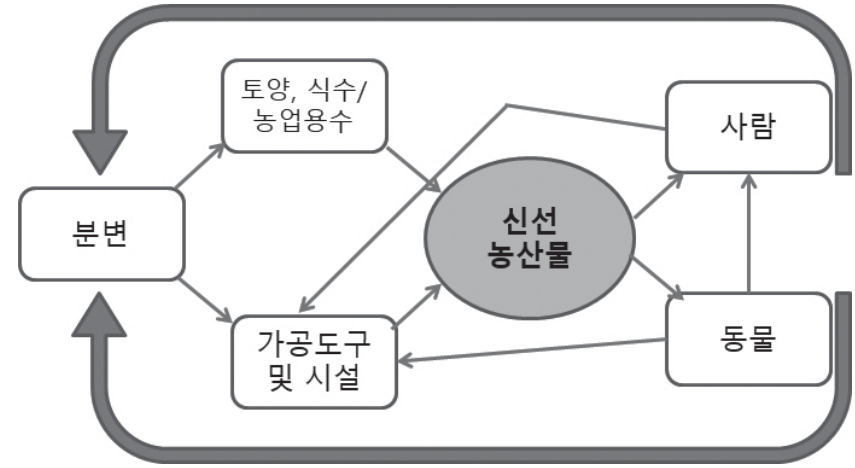

그림 2. 신선농산물 재배 및 가공과정 중의 *L. monocytogenes*의 오염경로

있다.

최근 논문[9]에서, *L. monocytogenes*의 오염이 재배 과정 중 토양, 물, 퇴비 및 배설물과 같은 환경으로부터 직접 또는 간접적으로 발생할 수 있으며, 이들 인자들은 신선농산물에 *L. monocytogenes*의 오염을 유발시키는 가장 큰 원인이라고 보고하고 있다. 실제로 2013년에 보고된 연구에 따르면 신선농산물을 재배하는 농업용수를 취수원에 따라 연못, 개울, 수돗물, 우물로 분류하고 *L. monocytogenes*의 오염도를 확인한 결과 연못과 개울 물 28개 시료가 양성으로 확인되었고, 관개용수 및 우물물은 모두 음성이었다. 또한 오염된 용수를 이용하여 재배한 대부분의 농산물이 *L. monocytogenes*에 오염된 것으로 확인되었다.

재배환경 이외에도 단순가공(절단 및 세척)과 가공공정에서 신선농산물의 오염가능성을 보고하고 있다. 2011년 콜로라도에서 재배된 칸탈로프(cantaloupe)는 수확 후 저장단계의 온도가 *L. monocytogenes*의 생육에 적합한 온도였고, 칸탈로프를 세척하는데 있어 감자를 세척하는 세척기를 이용하여 세척하는 과정에 교차 오염되었을 가능성이 있다고 파악하였다. 추가로 칸탈로프를 수송하는 과정 중에 가축 사육장에 출입하는 트럭 등이 칸탈로프를 포장하는 공장에 출입하게 되면서 오염원으로 작용하였을 수도 있다고 보고하고 있다[21].

표 5는 신선농산물에 *L. monocytogenes*가 오염될 수 있는 오염원들을 정리한 것이다.

표 5. *L. monocytogenes*의 주요 오염원 및 오염경로

미생물 오염원	발생원인
인간 및 동물의 분변	*L. monocytogenes*는 동물에 상재하는 균으로 동물의 분변에 의한 물 오염과 이를 음용수로 섭취한 인간에 감염되고 분변을 통해 다시 자연계로 돌아감
토양	동물 및 인간의 분변이 땅에 오염되고 이를 통해 토양에 *L. monocytogenes*가 존재 가축사육 시설의 토양이 외부로 유출
동물사료	부적절하게 발효된 사료용 풀에 *L. monocytogenes*의 오염이 일어나면, 사료를 섭취하는 동물로 균이 쉽게 전파될 수 있음.
퇴비	농장에서 *L. monocytogenes*에 오염된 퇴비를 사용하면 작물로 전파될 수 있음.
유방염을 앓는 소	*L. monocytogenes*는 소의 유방염을 일으키며, 유방염에 걸린 소가 생산한 원유는 *L. monocytogenes* 오염 확률이 높은 것으로 나타났음
교차오염	*L. monocytogenes* 모든 생식품에 잠재적으로 존재할 수 있고 식품 및 가공하는 시설의 가공 도구, 바닥, 배수에 다양한 형태로 부착하여 biofilm을 형성할 수 있기 때문에 교차오염을 일으킬 수 있음

4. 신선농산물에서의 *L. monocytogenes* 저감화 방안

*L. monocytogenes*는 자연계에 널리 분포하고 있고, 앞서 언급한 바와 같이 다양한 경로를 통해 신선농산물에 오염될 가능성이 있기 때문에 안전한 신선농산물을 확보하기 위해서는 각별한 주의가 요구된다. 이 균으로부터 신선농산물의 안전성을 확보하기 위해서는 오염의 사전 예방, 오염된 균의 저감 및 증식억제를 위한 방안이 필요하다.

1) 사전 예방

*L. monocytogenes*의 오염을 사전에 예방하기 위해서는 생산단계, 가공단계, 유통단계로 오염원을 나누어 관리할 필요가 있다. 생산단계에서 *L. monocytogenes*와 같은 미생물을 제어하기 위해서 세척을 필요로 하는데 이 단계에서는 단순한 물세척이 아닌 살균효과가 있는 제품을 사용하는 것이 필요하다. 그러나 대부분의 신선농산물은 세척단계 없이 유통단계를 거쳐 소비자에게 도달하기 때문에 생산 및 유통단계에 사용되는 시설 및 도구에 대한 위생관리 프로그램을 적용하여 사전에 오염을 예방하는 것이 신선농산물의 안전성을 확보하는데 최선의 방법이라 할 수 있겠다.

2) 미생물 저감화 방법

농산물 대부분은 외부환경에 노출되면서 재배되고 있기 때문에 미생물오염이 빈번하게 발생하고 있다. 따라서 신선농산물에 오염된 *L. monocytogenes*를 저감화하기 위한 많은 연구들이 진행되었는데, 수확 후 신선농산물의 미생물 저감화를 위한 방법은 아래의 표 6과 같다. 주로 물리적인 방법과 화학적인 방법이 이용되고 있으며 단독 또는 병행 처리하여 사용하고 있다.

3) *L. monocytogenes*의 biofilm 형성 제어

일반적으로 모든 미생물은 식품이나 물체의 표면에 오염되고 생육하면서 biofilm을 형성하는데, 이것은 일반적인 세척 및 저감화 방법으로는 제어 효과가 불충분할 수 있다. 따라서 최근의 미생물 저감화 연구방법에서 biofilm의 형성을 제어하는 연구가 활발히 진행되고 있고, 실제로 biofilm의 형성을 억제하는 것이 미생물의 제어에 실질적으로 효과가 있다는 연구결과들이 보고되고 있다[35]. Biofilm 형성의 억제를 위한 방법으로는 UV 조사 등과 같은 물리적인 방법과 chlorine dioxide와 peroxyacetic acid 등과 같은 화학제제를 처리하는 화학

표 6. 농산물에서 미생물 저감화 방법의 국내 개발 현황

방법		설명
물리적 방법	방사선 조사법	방사능 물질에서 나오는 에너지를 식품에 쪼이는 것. 식품별 조사처리기준이 각각 다르며 인체에 유해한수준 이하로 사용
	고전압 처리법	고전압에 의한 식품저장방법으로 고전압에 의한 미생물의 세포막을 파괴하여 사멸함
	플라즈마 처리법	비열 플라즈마 식품 미생물 저감화 기술은 온도가 높지 않게 형성된 플라즈마를 이용하여 식품에 오염된 미생물을 저해시키는 기술임
	초음파 처리법	고주파가 식품 표면에 오염된 미생물의 제거 및 효소의 불활성을 유도시키며 다른 기술과 병행하여 사용됨
화학적방법	오존 처리법	유기물을 분해하여 살균, 탈취, 생화학적 산소요구량 및 화학적 산소 요구량을 낮춤
	전해수 처리법	식염 및 염산을 전기분해하여 제조한 살균수
	이산화염소 가스법	이산화염소는 강력한 산화 작용에 의해 세균의 세포막을 파괴함으로써 세균의 사멸을 유도
	알코올 소독법	세균 표면의 막을 뚫고 세균의 단백질을 응고시켜 제거

적 방법으로 분류할 수 있다. Srey 등[36]의 연구에 따르면 물리적인 방법이 화학적인 방법보다 신선농산물의 고유특성을 유지하면서 제어 효과가 크기 때문에 biofilm 형성을 억제하기 위해서는 물리적인 방법이 더 효과적이라고 보고하였다. 32 Hz ultra-sonication(US), 390 mJ/cm2 Ultraviolet-C(UV-C), 750 mJ/cm2 cold oxygen plasma(COP)' (COP) 등 3가지 물리적인 방법들을 시도한 결과, UV-C와 COP 방법이 *L. monocytogenes*의 biofilm 형성을 억제하는데 효과적인 방법으로 보고하였다. Bae 등[37]은 배추를 2% 유기산으로 10분 처리한 후 가스치환 포장하였을 때 *L. monocytogenes*의 오염을 50%까지 감소시켰다고 보고하였으며, 추가로 질소와 탄소가스를 달리한 가스치환포장도 *L. monocytogenes*의 생육을 억제시켜 biofilm의 형성 제어할 수 있는 것으로 보고하였다.

5. *L. monocytogenes*의 검출기술 현황

국내의 식품공전상에서 *L. monocytogenes*의 시험법은 축산식품 및 수산물에 대해서 시험법이 마련되어 있으나, 신선농산물에 대한 시험법은 마련되어 있지 않다. 또한 신선농산물에 대한 기준 및 규격에 미생물에 대한 기준은 없는 것으로 조사되었다. 축산물과 수산물에 대한 식품공전상의 시험법은 아래의 그림 3과 같다.

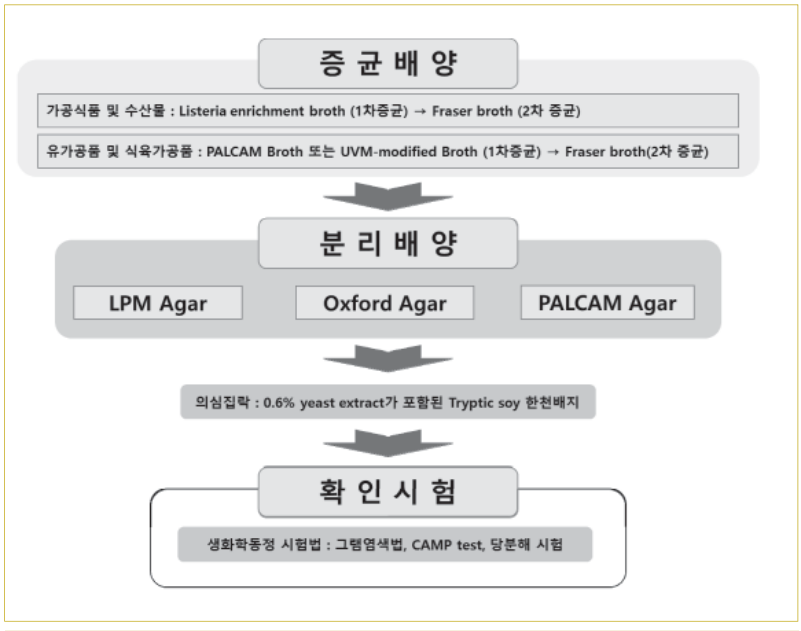

그림 3. 식품공전상의 *L. monocytogenes* 시험법

우리나라는 미국과 유럽에서와 같이 대규모 *L. monocytogenes* 식중독이 발생한 사례가 없기 때문에 이 균의 검출법 개발에 관한 연구가 미흡한 실정이다. *L. monocytogenes*를 검출할 수 있는 분석법으로 국내에서는 코젠바이오텍에서 개발된 conventional PCR kit와 real-time PCR kit가 있다. 또한 국내 대학 및 연구소에서 이미 *L. monocytogenes*에 대한 면역분석기술이 개발되었으나 관련된 신속진단검출용 kit 제품은 출시되지 않은 실정으로 여전히 외국 제품에 대한 의존성이 높다.

외국의 경우, *L. monocytogenes*에 의한 식품사고가 지속적으로 발생하고 있으며, 이에 대한 현황조사 및 분석방법에 대한 연구가 면역분석법과 분자진단법 중심으로 개발되고 있다. 특히 Real-time PCR과 Rhamnose test, Immunostrip test, Chromogenic agar, 등온증폭법 등과 같이 다양한 분석법의 개발이 활발하게 이루어지고 있어 농산물 중 *L. monocytogenes*의 검출을 위한 분석법으로 많이 활용되고 있는 있다.

6. 맺음말

*L. monocytogenes*는 사람과 동물 모두에 병원성을 가지는 인수공통전염병 원인균으로 식품위생과 관련해서 매우 중요한 균으로 인식되고 있다. 본문에서 언급한 바와 같이 최근에 발생하는 리스테리아증의 원인식품으로 신선농산물의 빈도가 증가하고 있으며, 이에 대한 대책이 강구되어야할 것으로 판단된다. 우리나라에서는 현재까

표 7. *L. monocytogenes*의 분석 기술 국 · 내외 현황

		개발사	분석 기술	비고
국내	유전학적 분석법	코젠바이오텍	Conventional PCR (PowerChek™ Listeria monocytogenes PCR Kit)	검출한계: 10^2 – 10^3 cfu/ml
			Real-time PCR (PowerChek™ Listeria monocytogenes Real-time PCR Kit)	
국외	유전학적 분석법	Bio-Rad	iQTMCheck Listeria monocytogenes Ⅱ	검출한계: 10^2 – 10^3 cfu/ml
		Eiken	*Listeria monocytogenes* Detection Kit	검출한계: 10^1 cfu/ml
	면역학적 분석법	ROMER	RapidChek® *Listeria* species Food System	검출한계: 〈10 cfu/ml (단, 시료의 증균 후)
		biomerieux	VIDAS®	
		Neogen	Reveal® 2.0 for Listeria	

지 *L. monocytogenes*에 의한 식중독 사고는 보고되고 있지 않지만, 최근에 유럽에 수출한 국내 재배 팽이버섯에서 *L. monocytogenes*가 검출된 사건과 신선농산물 중 위해미생물 오염현황에 대한 연구논문에서 국내 유통 중인 신선농산물 중 *L. monocytogenes*의 오염을 보고하고 있다. 따라서 우리나라의 경우도 신선농산물에 오염된 *L. monocytogenes*에 의한 리스테리아증의 발생가능성은 존재하고 있는 것이다.

신선농산물에 *L. monocytogenes*가 오염되는 주요 경로로는 주변 환경과 비위생적인 시설 및 도구의 취급으로 발생하는 경우가 높기 때문에 농업용수 및 농장의 위생시설, 작업자의 위생관리 등에 주의를 기울여야할 것이다. 또한 환경에 의해 *L. monocytogenes*가 기 오염된 경우에는 기존의 단순세척 방법으로는 제어하기에는 한계점이 노출되고 있다. 한편, 신선농산물 중 *L. monocytogenes*를 저감화할 수 있는 기술들이 외국에서 개발되고 있으나, 현장에 적용하는 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 우리나라에서도 이러한 신선농산물의 *L. monocytogenes* 오염을 인식하고 국내 실정에 맞는 저감화 방안을 신속히 수립할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 2018년도 식품의약품안전처 용역연구개발과제(18162축산선524)의 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Reference

1. Available from https://www.theguardian.com/world/2011/sep/29/listeria-outbreak-us-cantaloupe-melons/ Sep. 29 (2011).

2. Orsi, R.H., Wiedmann, M.: Characteristics and distribution of Listeria spp., including Listeria species newly described since 2006. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 100, 5273 – 5287 (2016).

3. Christelle, G., Olivier, J.L., Alban, L.M., Alexandre, L., Frédéric, M., Marie-France M.B., Magdalena K.B., Mariela, S., Olivier, D., Patrick B., José, V.B., Olivier, L., Marc, L.: 'Human --- by Listeria ivanovii. Emerg. Infect. Dis., 16(1), 136 – 138 (2010).

4. Okutani, A., Okada, Y., Yamamoto, S., Igimi, S.:

Nationwide survey of human *Listeria monocytogenes* infection in Japan. *Epidemiol. Infect.*, 132, 769-772 (2004).

5. Buzby, J.C.: Children and Microbial Foodborne Illness., *Food Rev.*, 24, 32 (2001).

6. Smith, B., Kemp, M., Ethelberg, S., Schiellerup, P., Bruun, B.G., Gerner-Smidt, P., Christensen, J.J.: *Listeria monocytogenes*: Maternal-foetal infections in Denmark 1994-2005. *Scand. J. Infect. Dis.*, Dis., 41, 21-25 (2009).

7. Dilber, E., Aksoy, A., Çakir, M., Bahat, E., Kamaşak, T., Dilber, B.: *Listeria monocytogenes* meningitis in two immunocompetent children. *Ann. Trop. Paediatr.*, 29, 225-229 (2009).

8. Swaminathan, B., Gerner-Smidt, P.: The epidemiology of human listeriosis. *Microb. Infect.*, 9, 1236-1243 (2007).

9. Qi Z., Ravi G., and Malik A.H.: *Listeria monocytogenes* in fresh produce - outbreaks, prevalence and contamination levels. *Foods*, 6, 21 (2017).

10. 김소현, 박용호: 새롭게 떠오르는 식중독균 리스테리아. *Safe Food*, 5, 13-18 (2010).

11. Painter, J.A., Hoekstra, R.M., Ayers, T., Tauxe, R.V., Braden, C.R., Angulo, F.J., Griffin, P.M.: Attribution of foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths to food commodities by using outbreak data, United States, 1998-2008.Emerg. Infect. Dis., 19, 407-415.

12. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu_grp=MENU_NEW02&menu_no=2786/ Jun. 9 (2018).

13. Seo, Y.H., Jang, J.H., and Moon, K.D.: Microbial evaluation of minimally processed vegetables and sprouts produced in Seoul, Korea. *Food Sci. Biotechnol.*, 19(5), 1283-1288 (2010).

14. 오덕환, 하상도, 박경진.: 국내 즉석섭취 신선채소류 중 *Listeria monocytogenes* 위해수준 평가. *J. Food Hyg. Saf.*, 24, 50-55 (2009)

15. 김하규, 이학태, 김종호, 이상선: 즉석 섭취 식품에 대한 미생물 오염 분석. *J. Food Hyg. Saf.*, 23(4), 285-290 (2008).

16. 윤소현, 김혜연, 진선아, 최혜진, 백태규, 양춘식, 김종기: 신속한 식중독 검사(PCR)에 의한 학교급식 모니터링 연구. 식품의약품안전청, 서울 (2005).

17. Gaul, L.K., Farag, N.H., Shim, T., Kingsley, M.A., Silk, B.J. Hyytia-Trees, E.: Hospital-acquired Listeriosis outbreak caused by contaminated diced celery—Texas 2010. *Clin. Infect. Dis.*, 56, 20-26. (2013).

18. Ho, J.L., Shands, K.N., Friedland, G., Eckind, P. Fraser, D.W.: An outbreak of type 4b *Listeria monocytogenes* infection involving patients from eight boston hospitals. *Arch. Intern. Med.*, 146, 520-524 (1986).

19. Schlech, W.F., Lavigne, P.M., Bortolussi, R.A., Allen, A.C., Haldane, E.V., Wort, A.J., Hightower, A.W., Johnson, S.E., King, S.H., Nicholls, E.S., Broome, C.V. : Epidemic Listeriosis — evidence for transmission by food. *N. Engl. J. Med.*, 308, 203-206 (1983).

20. Aureli, P., Fiorucci, G.C., Caroli, D., Marchiaro, G., Novara, O., Leone, L., Salmaso, S.: An outbreak of febrile gastroenteritis associated with corn contaminated by *Listeria monocytogenes*. *N. Engl. J. Med.*, 342, 1236-1241 (2000).

21. *CDC. Listeria* outbreaks. Available from: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/ Sep. 25 (2016).

22. Shrivastava, S.: *Listeria* outbreak—bacteria found in romaine lettuce: FDA. Available from: http://www.ibtimes.com/listeria-outbreak-bacteria-found-romaine-lettuce-fda-320544/ Mar. 14 (2016).

23. Garner, D., Kathariou, S.: Fresh produce-associated listeriosis outbreaks, sources of concern, teachable moments, and insights. *J. Food. Prot.*, 79, 337-344 (2016).

24. CDC: Multistate outbreak of Listeriosis linked to commercially produced, prepackaged caramel apples. 2015. Available from: http://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/caramel-apples-12—14/index.html. Oct. 15 (2015).

25. CDC: Multistate outbreak of listeriosis linked to packaged salads produced at Springfield, Ohio Dole processing facility (Final Update). Available from: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/bagged-salads-01-16/index.html. Aug. 15 (2016)

26. CDC: *Listeria* (listeriosis). Available from: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/frozen-vegetables-05-16/index.html. July 15, (2016).

27. Wu, S., W, Q., Zhang, J., Chen, M., Yan, Z., Hu, H.: Listeria monocytogenes prevalence and characteristics in retails raw foods in China. *PLoS ONE*, 10, (2015).

28. Szymczak, B., Szymczak, M., Sawicki, W., Dabrowski, W.: Anthropogenic impact on the presence of Listeria monocytogenes in soil, fruits, and vegetables. *Folia Microbiol. (Praha)*, 59, 23-29 (2014).

29. Scallan, E., Hoekstra, R.M., Angulo, F.J., Tauxe, R.V., Widdowson, M.A., Roy, S.L., Jones, J.L., Griffin, P.M.: Foodborne illness acquired in the United States—Major pathogens. *Emerg. Infect. Dis.*, 17, 7-15 (2011).

30. Aparecida, O.M., Abeid Ribeiro, E.G., Morato Bergamini, A.M., Pereira De Martinis, E.C.: Quantification of *Listeria monocytogenes* in minimally processed leafy vegetables using a combined method based on enrichment and 16S rRNA real-time PCR. *Food Microbiol.*, 27, 19-23 (2010).

31. Sant'Ana A.S., Igarashi M.C., Landgraf M., Destro M.T., Franco B.D.G.M.: Prevalence, populations and pheno- and genotypic characteristics of *Listeria monocytogenes* isolated from ready-to-eat vegetables marketed in São Paulo, Brazil. *Int. J. Food Microbiol.*, 155, 1-9 (2012).

32. Olier, M., Pierre, F., Lemaître, J.-P., Divies, C., Rousset, A.: Guzzo, J. Assessment of the pathogenic potential of two *Listeria monocytogenes* human faecal carriage isolates. *Microbiology*, 148, 1855-1862 (2002).

33. Nightingale, K.K., Schukken, Y.H., Nightingale, C.R., Fortes, E.D., Ho, A.J., Her, Z., Grohn, Y.T., McDonough, P.L., Wiedmann, M.: Ecology and transmission of *Listeria monocytogenes* infecting ruminants and in the farm environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70, 4458-4467 (2004).

34. Esteban, J.I., Oporto, B., Aduriz, G., Juste, R.A., Hurtado, A.: Faecal shedding and strain diversity of *Listeria monocytogenes* in healthy ruminants and swine in Northern Spain. *BMC Vet. Res.*, 5, 2, (2009).

35. Botticella, G., Russo, R., Capozzi, V., Amado, M.L., Massa, S., Spano, G., Beneduce, L.: *Listeria monocytogenes*, biofilm formation and fresh cut produce. 2013. Available from: http://www.formatex.info/microbiology4/ vol1/114-123.pdf/ Feb. 5 (2017).

36. Srey, S., Park, S.Y., Jahid, I.K., Ha, S.-D.: Reduction effect of the selected chemical and physical treatments to reduce Listeria monocytogenes biofilms formed on lettuce and cabbage. *Food Res. Int.*, 62, 484-491 (2014).

37. Bae, Y.-M., Choi, N.-Y., Heu, S., Kang, D.-H., Lee, S.-Y.: Inhibitory effects of organic acids combined with modified atmosphere packaging on foodborne pathogens on cabbage. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 54, 993-997 (2011).