농 · 축 · 수산식품에서 리스테리아 모노사이토제네스의 위험순위 결정

Risk Ranking Determination of *Listeria monocytogenes* in Agriculture, Livestock and Marine products

임주영 · 송기영 · 김수진 · 공수진 · 윤미라 · 윤기선*

Ju Young Lim, Ki Young Song, Su Jin Kim, Soo jin Kong, Mi Ra Yoon and Ki Sun Yoon*

경희대학교 식품영양학과

Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University

서론

최근 국내에서 Ready-to-eat(RTE) 식품의 섭취가 증가하면서 대형마트, 편의점 등에서 다양한 RTE 식품이 생산되어 판매되고 있다(KOSIS, 2017). 보고된 바에 따르면 RTE 식품의 소비량이 높은 선진국에서는 리스테리아에 오염된 RTE 식품으로 인한 식중독 발병이 잦았다. CDC(The Centers for Disease Control and Prevention) 에서는 매년 미국에서 2500건의 리스테리아증(Listeriosis)이 발생하여 500명이 사망하는 것으로 추정하고 있다(Gombas *et al*, 2003).

Listeria.spp 중 대표적인 균인 *L. monocytogenes* 는 냉장 식품에서도 생존 가능한 저온균이다. 또한 RTE 식품은 냉장 온도에서 유통 · 소비되기 때문에 *L. monocytogenes*의 증식 우려가 있다. 뿐만 아니라 *Listeria.spp* 의 모든 종은 매우 적은 양(100~1000 CFU/g) 으로도 식중독을 일으킬 수 있다(Mclauchlin *et al*, 2004). 따라서 국외에서는 *Listeria.spp* 와 잠재적 위해식품 사이의 식중독 발생 관련성에 대하여 다양한 데이터를 제공하기 위하여 위해평가 연구가 보고되고 있다. 반면, 국내에서는 *L. monocytogenes*에 대한 국내 농 · 축 · 수산물에서의 오염현황 및 관리 방법 등의 연구자료가 매우 부족한 실정이다.

미생물 위해평가는 식품에 존재하는 미생물학적 위해요소를 확인하고 이를 섭취할 가능성과 섭취함으로써 질병이 발생할 가능성을 정성적 또는 정량적으로 평가하는 방법으로(NIFDS, 2016) 평가방법에 따라 정성적, 반 정량적, 정량적 위해평가로 분류할 수 있다. 이 중 반 정량적 위해평가를 통해 여러 가지 위험요소들(식품-미생물 조합)의 상대적 위해도를 비교하여 안전관리 대상의 우선순위를 정하고 중요한 연구사업의 필요성을 파악하는데 도움을 줄 수 있다. 위험순위 결정을 위한 대표적인 도구로는 호주 식품안전센터(Australia's Food Safety Centre, FSC)에서 개발한 Risk Ranger 가 있다. 반 정량적 위해

* Correspondence to: Ki Sun Yoon
Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Kyung Hee University,
Kyungheedae-ro 26, Dongdaemun-gu, Seoul 130-701, Korea
Tel: 82-2-961-0264 Fax: 82-2-961-0261 E-mail: ksyoon@khu.ac.kr

평가 도구인 Risk Ranger는 국내 · 외 연구에서 많이 활용되고 있는데 2002년에 최초로 Risk Ranger가 위험순위 결정을 위한 도구로 사용(Ross and Sumner, 2002)될 수 있음을 보였고, 2009년 deli meats와 야채샐러드에서 *L. monocytogenes*의 위해평가에 Risk Ranger가 활용되었다(Tian and Liu, 2009). 또한 최근에는 Risk Ranger를 이용하여 주요 축산식품 및 가공품에 대한 위험 순위를 결정한 국내 연구(Hong *et al*, 2015)도 보고되었다.

현재 국내 식품공전에서는 *L. monocytogenes*를 음성으로 관리하고 있는데 *L. monocytogenes*가 어떤 종류의 식품에서 위험한지 등을 고려하여 관련 기준을 명확히 설정할 필요성이 있다. 따라서 본고에서는 농 · 축 · 수산 식품에서 *L. monocytogenes*의 위험순위를 결정하기 위해 잠재적 농 · 축 · 수산 위해식품을 선정한 후, Risk Ranger를 활용하여 반 정량적 위해평가를 수행하였다. 본 연구의 결과는 차후 *L. monocytogenes*에 대한 정량적 위해평가가 필요한 우선관리 대상 식품선정에 근거 자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 *L. monocytogenes* 식중독 위험 잠재적 위해식품군 선정

현재까지 국내에서는 *L. monocytogenes*에 의한 대규모 식중독 관련 사고는 보고되지 않았으나 국외에서는 이와 관련된 식중독 사고가 지속적으로 발생하고 있다. 미국의 Centers for Disease Control and Prevention(CDC)의 자료를 조사해본 결과, 최근 5년(2013-2017) 동안 미국에서 *L. monocytogenes*에 의한 Listeriosis 발병 사례는 매해 꾸준히 보고되고 있다. 조사에 따르면 Listeriosis를 일으킨 식품은 주로 치즈(soft cheese), 우유, 포장된 샐러드와 냉동된 채소 등이었다. 유럽에서도 *L. monocytogenes*와 관련된 식중독 사고가 꾸준히 발생하고 있었기 때문에(CDC, 2012-2017) 해당 식품군을 본 연구에서 조사 식품으로 선정하였다. 다음 Table 1은 반 정량적 위해평가 도구로 본 연구에서 사용한 Risk Ranger 프로그램의 질문과 응답의 예시이다.

2.2 Risk Ranger를 이용한 농, 축, 수산식품 (10가지)의 위험순위 결정

본 연구에서 선정한 잠재적 위해식품은 농산식품 (새싹 채소류, 조미건어포, 반가공채소, 버섯류, 신선편의 샐러드, 생과일, 냉동과일), 수산식품(연어회, 훈제 연어), 축산식품(치즈, 닭 가슴살, 육회) 이고, 이들의 위험순위를 Risk Ranger의 결과값 비교를 통해 결정하였다. Risk Ranger는 Table 1 에 제시된 11가지 질문에 대해서 식중독균과 위해평가 대상 식품의 정보를 Microsoft Excel spreadsheet에 각각 입력하여 위험순위를 결정할 수 있도록 구성된 도구이다. Risk Ranger는 다음과 같이 크게 3가지 영역의 질문으로 구성되어 있다. (A) 대상 미생물의 인구집단에 대한 민감성과 심각성(susceptibility and severity), (B) 식품에 노출 가능성(probability of exposure to food), (C) 감염량을 식품이 포함할 가능성(probability of food containing an infectious dose)의 큰 세 영역으로 구성되어 있으며 11가지 질문을 포함하고 있다. Risk Ranger에 입력한 결과값은 0-100 범위이고, 결과값이 40이상인 경우는 risk가 높고, 26-40은 중간, 25이하는 risk가 낮다고 판단한다(Min and Yoon, 2011). 위 결과들을 정리하여 *L. monocytogenes*균에 취약한 식품들을 고려해보고 이에 따른 식중독관리가 필요한 식품들의 위험순위를 결정하였다.

연구결과

3.1 농식품에서 *L. monocytogenes* 위험순위 결정

농산물에서는 반가공 채소류와 버섯류, 새싹채소류에 대한 조사와 더불어 식품공전의 즉석섭취 편의식품류에 해당하는 즉석 섭취 샐러드, 신선과일, 과 · 채 가공품에 해당되는 냉동과일에 대하여 위험순위 분석을 진행하였으

Table 1. Risk Ranger questions and answers

Question		Answer
A. Susceptibility and severity	1. Hazard severity	SEVERE hazard– cause death to most victims
		MODERATE hazard– requires medical
		MILD hazard– sometimes requires medical
		MINOR hazard– patient rarely seeks medical
	2. How susceptible is the population of interest?	GENERAL– all members of the population
		SLIGHT– infants, aged
		VERY– neonates, very young, diabetes, cancer, alcoholic etc
		EXTREME– AIDS, transplants recipients etc
B. Probability of exposure to food	3. Frequency of consumption	daily
		weekly
		monthly
		a few times per year
	4. Proportion of population consuming the product	all(100%)
		most(75%)
		some(25%)
		very few(5%)
	5. Size of consuming population	Australia
		New South Wales
		Northern Territory
		South Australia
		OTHER(Korea:51,779,148)
C. Probability of food containing an infectious dose	6. Probability of contamination of raw product per serving	Rare(1 in a 100)
		Infrequent(1 percent)
		Sometimes(10 percent)
		Common(50 percent)
		All(100 percent)
		OTHER
	7. Effect of processing	The process RELIABLY ELIMINATES hazard
		The process USUALLY(99% of cases) ELIMINATES
		The process SLIGHTLY(50% of cases) REDUCES
		The process has NO EFFECT
		The process has INCREASES(10 x)
		The process GREATLY INCREASES(1000 x)
	8. Is there potential for recontamination after processing?	NO
		YES–minor(1% frequency)
		YES–major(50% frequency)
		OTHER

	Question	Answer
C. Probability of food containing an infectious dose	9. How effective is the post-processing control system?	WELL CONTROLLED-reliable, effective systems in place (no increase in pathogens)
		CONTROLLED-mostly reliable systems in place (3-fold increase)
		NOT CONTROLLED- no systems, untrained staff(10-fold increase)
		GROSS ABUSE OCCUR-(e.g.1000-fold increase)
		NOT RELEVANT-level of risk agent does not change
	10. What increase in the post-processing contamination level would cause infection to the average consumer?	None
		Slight (10 fold increase)
		Moderate (100-fold increase)
		Significant (10,000-fold increase)
		OTHER
	11. Effect of preparation before eating	Meal preparation RELIABLY ELIMINATES hazards
		Meal preparation USUALLY ELIMINATES (99%) hazards
		Meal preparation SLIGHTLY REDUCES (50%) hazards
		Meal preparation has NO EFFECT on the hazards
		OTHER

Risk Ranking (0 to 100) low: 〈25, Medium: 26-40, High: 〉40

며, Risk Ranger 분석 결과는 다음 Table 2와 같다.

국내에서 생산되는 버섯류에서 *L. monocytogenes*의 오염현황을 확인하기 위한 모니터링 연구에서 오염수준은 0%로 확인되었다(Kim *et al*, 2017). 반가공 채소류의 경우 원재료의 오염률에 대한 연구는 있으나(Sung *et al*, 2017), 반가공 채소류 제품의 오염률에 대한 연구는 매우 부족하여 최근 급식, 외식 등에서 사용되는 다양한 반가공 채소류 오염현황을 확인하기 위한 연구가 필요한 것으로 나타났다. 반가공 채소류와 버섯류는 post-processing control이 'CONTROLLED(3-fold increase)'된다고 추정하였는데, 이는 실제 유통 시 반가공 채소류와 버섯류는 호기 포장되어 냉장 유통하지만 *L. monocytogenes*가 저온에서 증식할 수 있는 균임을 감안하였다. 또한 조사 결과 반가공 채소류와 버섯류는 11번 문항의 섭취 전처리 여부가 Risk raking의 주된 결정 요인으로 밝혀졌다. 섭취 전 가열처리가 완전히 이루어진 경우 'RELIABLLY ELIMINATES'를 선택하여 Risk ranking이 0으로 나오지만, 대체로 이루어진 경우 'USUALLY ELIMINATES'를 선택하면 반가공 채소류와 버섯류에서 Risk ranking이 52로 결과가 도출됨을 알 수 있다. 이를 통해 반가공 채소류와 버섯류는 섭취 전 가열처리를 완전히 함으로써 리스크를 낮출 수 있을 것으로 사료된다.

새싹 채소류의 경우 문헌 조사 결과 새싹 채소류의 원재료에서 *L. monocytogenes*는 검출되지 않았다(Jo *et al*, 2011). 한편 8번 문항의 근거자료인 가공 후 재오염률에 대한 국내 · 외 모니터링 자료가 매우 부족하여 최악의 조건을 가정을 통해 산출한 결과, 공정 후 재오염이 없을 경우 리스크는 없지만, 공정 후 재오염이 minor(1% frequency)하게 라도 생길 시 리스크가 증가하는 것으로 나타났다. 새싹 채소류가 10℃의 냉장 판매대에서 판매되고 있으며 *L. monocytogenes*는 냉장 온도에서도 자랄 수 있다는 점을 고려하여 post-processing control이 'CONTROLLED(3-fold increase)'로 추정하였다. 또한 11번 문항에서 섭취 전 완전히 가열 처리된 경우('RELIABLLY ELIMINATES')와 처리 효과가 전혀 없는

Table 2. Risk ranking for the combination of *L. monocytogenes* and agricultural products

Risk Ranger question	semi-processed vegetables	mushrooms	Sprouts	ready to eat salad	fresh fruit	frozen fruit
1. Hazard severity	moderate	moderate	Moderate	moderate	moderate	moderate
2. Population susceptibility	general	general	General	general	general	general
3. Frequency of consumption	weekly	weekly	a few times per year	weekly	weekly	monthly
4. Proportion consuming (%)	75%	75%	75%	75%	75%	75%
5. Total population	51,779,148	51,779,148	51,779,148	51,779,148	51,779,148	51,779,148
6. Proportion of raw product contaminated (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7. Effect of processing on hazard	no effect	no effect	slightly reduces	usually eliminates	usually eliminates	usually eliminates
8. Post processing contamination rate (%)	1%	1%	no / 1%	no / 1%	no / 1%	no / 1%
9. Post processing control	controlled	controlled	controlled	controlled	controlled	well controlled
10. Increase required to cause infection/ intoxication (per100g)	$1 \rightarrow 10^2$	$1 \rightarrow 10^2$	$1 \rightarrow 10^2$	$1 \rightarrow 10^2$	$1 \rightarrow 10^2$	$1 \rightarrow 10^2$
11. Effects of preparation before eating on hazard	reliably eliminates usually eliminates	reliably eliminates usually eliminates	reliably eliminates no effect	no effect	no effect	no effect
Risk Ranking	reliably eliminates : 0 usually eliminates : 52	reliably eliminates : 0 usually eliminates : 52	reliably eliminates(11) : 0 no(8)-no effect(11) : 0 1%(8)-no effect(11): 56	no: 0 1%: 63	no: 0 1%: 63	no: 0 1%: 57

Risk ranking range: low 〈25, medium 26-40, high 〉40.

경우('NO EFFECT') Risk ranking이 0에서 56으로 크게 증가하였다. 따라서 새싹 채소류에서는 재오염과 섭취 전 처리가 중요한 요인으로 작용하는데, 새싹 채소류의 대부분이 최근 외식업소 등에서 샐러드 혹은 야채 비빔밥에 넣어 익히지 않고 섭취하는 경우가 많기 때문에 재오염을 관리하는 것이 더 효과적이므로, 새싹 채소류의 원재료를 포함하여 유통관리가 매우 중요할 것으로 사료된다.

즉석섭취 샐러드와 신선과일의 경우 3번 문항의 섭취빈도 및 4번문항의 소비인구집단비율은 각각 'weekly'와 'most(75%)'로 정하였는데 이는 보건산업진흥원에서 제공하는 국민영양통계(2015)를 활용하여 해당 식품이 다빈도 섭취 식품임을 확인한 결과이다. 샐러드의 경우 다빈도 음식 순위 21위이며 사과, 귤 등 신선과일은 각각 8위, 14위를 차지하고 있다. 냉동과일의 경우 다빈도 식품에 해당되지는 않으나 농촌진흥청에서 발간한 2017 농식품 소비트렌드 분석 보고서를 참고하여 3번 문항의 섭취빈도와 4번 문항의 소비인구집단비율을 각각 'monthly'와 'most(75%)'로 지정하였다. 또한 국내 냉동농산물의 시장규모는 연평균 5.3% 성장하고 있으며 해마다 냉동과일의 소비품목이 늘어나고 있는 추세를 고려하였다.

과채류의 오염률 모니터링 결과 *L. monocytogenes*는 모두 불검출(Kim *et al*, 2011)되었고, 완제품인 즉석 섭취 샐러드 및 냉동과일에서도 검출되지 않았다(Kang *et al*, 2011; KCA, 2016). 그러나 증식가능성을 토대로 만일 재오염이 'minor(1% frequency)' 만이라도 일어날 경우 0에서 50이상으로 크게 증가함을 알 수 있었다. 한편 유통환경에 따라 post-processing control을 평가하였는데, 과채류의 경우 냉장 유통하여 'CONTROLLED(3-fold increase)'를, 냉동 과일의 경우 냉동 유통하여 'WELL CONTROLLED'로 설정하였으며, 해당제품들은 대부분 조리 없이 바로 섭취하므로 11번 항목의 섭취 전 처리에 따른 위해 저감도를 'NO EFFECT'라고 택하여 Risk ranking을 확인한 결과 과채류에서 모두 63, 냉동과일은 57 로 나타났다. 과채류와 냉동과일은 공정 후 교차오염이 일어나지 않게 하는 것이 중요한 관리요소인 것으로 사료된다.

3.2 축산식품에서 *L. monocytogenes* 위험순위 결정

축산식품에서의 잠재적 위해식품 대상으로 치즈, 육회, 닭 가슴살을 분석하였다(Table 3). 대상식품 모두 공통적으로 특별한 조리 없이 바로 섭취하는 식품으로 섭취 전 조리 과정에 대한 영향이 없으며('NO EFFECT') 본 연구에서 분석 결과 치즈, 육회, 닭 가슴살 중 치즈는 가장 높은 위험순위를 보였다.

치즈는 국내에서는 원유에서 필수적으로 살균(63~65℃에서 30분간 또는 72~75℃에서 15초간)을 거치기 때문에, 원재료 모니터링 결과 *L. monocytogenes*에 대한 초기오염은 없었다(Go *et al*, 2011). 뿐만 아니라 HACCP 공정을 통해 위해요소가 제거('RELIABLY ELIMINATES')될 수 있다. 그러나 치즈에 *L. monocytogenes*가 오염된 모니터링 결과를 제시한 국외 연구(Iannetti *et al*, 2016; Domenech *et al*, 2015; Lambertz *et al*, 2012)를 고려하여 유통과정 중 재오염이 발생할 경우, 이에 따라 위험순위에 크게 영향을 받음을 알 수 있다. 가령, 재오염률이 'minor(1% frequency)'만이라도 생긴다면 위험순위는 0에서 64로 크게 증가한다. 따라서 치즈는 유통과정 중 교차오염 및 온도관리가 매우 중요하게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

육회는 일부 인구집단에서 소비하나, 어떠한 가공처리 없이 즉석에서 섭취하는 형태가 대부분이다. 문헌조사 결과 육회의 원료인 소고기에는 *L. monocytogenes*의 오염도가 8.3%(Go *et al*, 2013)으로 나타났다. 한편 가공 후 재오염률을 묻는 8번 문항에는 선행연구에서 도축 후 육회에 대한 *L. monocytogenes*의 오염수준이 0%(Lee *et al*, 2007)로 확인되었다. 또한 육회는 도축 후 바로 생으로 섭취하는 식품으로, 공정처리에 의한 효과는 없다('NO EFFECT'). 그러나 최근 인터넷이나 마트에서 육회용으로 판매되고 있는 가공된 포장육의 경우 대부분 HACCP 인증을 받아 7번 문항인 공정의 효과에 대해 'RELIABLY ELIMINATES' 또한 선택하였으며, 그 결과 HACCP 공정

처리 유무가 육회의 위험순위 결정에 가장 큰 요인으로 밝혀졌다.

축산물가공품 중 햄류로 분류되는 닭 가슴살은 소포장되어 시중에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 이에 대한 확실한 섭취량 조사는 미미한 실정이기 때문에 섭취 빈도 및 섭취 비율을 각각 a few times per year과 25%으로 총 닭고기 소비량으로부터 추론하였다. 그러나 주된 소비층으로 추정되는 운동, 다이어트를 주로 하는 청년층을 대상으로 리스크를 추정할 경우 위험순위는 달라질 것으로 생각된다. 닭 가슴살 가공품의 원료인 계육에서의 *L. monocytogenes* 오염도는 21.75%(Woo, 2007; Hwang *et al*, 2004)이며, HACCP 유무를 고려하여 HACCP지정 업소에서 생산하는 경우 공정의 효과를 'RELIABLY ELIMINATES'으로 설정하였고, HACCP 비지정 업소에서 생산하는 경우 공정의 효과를 'USUALLY ELIMINATES'로 택하였다. 이에 따라 HACCP을 실시하지 않는 경우 Risk ranking이 0에서 47으로 크게 증가함을 알 수 있다. 또한 가공된 계육제품에서 *L. monocytogenes* 재오염 사례가 없고, 대부분의 닭가슴살 가공품은 냉동보관을 원칙으로 하여 post- processing control이 잘 이루어지고 있다('WELL CONTROLED(no increase in pathogens)')고 추정할 수 있다.

3.3 수산식품에서 *L. monocytogenes* 위험순위 결정

수산식품 중에서는 연어회와 훈제연어를 비교하여 Risk ranking 분석을 진행하였다(Table 4). 이는 두 식품의 문헌 조사 결과, 식중독의 원인이 될 수 있는 50가지 잠재적 위해식품으로 선정되었으며, 1회 섭취량을 기준으로 평균 섭취량이 높은 10가지 품목 중 상위 5개의 품목으로 분류되었기 때문이다(Park *et al*, 2013). 그 외 수산가공 식품류인 조미건어포에 대한 분석도 함께 실시하였다.

먼저 원재료인 생연어의 오염률을 조사해본 결과, 한

Table 3. Risk ranking for the combination of *Listeria monocytogenes* and livestock products

Risk Ranger question	cheese	sliced raw beef	processed chicken breast
1. Hazard severity	moderate	moderate	moderate
2. Population susceptibility	general	general	general
3. Frequency of consumption	weekly	a few times per year	a few times per year
4. Proportion consuming (%)	100%	25%	25%
5. Total population	51,779,148	51,779,148	51,779,148
6. Proportion of raw product contaminated	0%	8.30%	21.75%
7. Effect of processing on hazard	reliably eliminate	reliably eliminate no effect	reliably eliminates 99% eliminates
8. Post processing contamination rate (%)	no / 1%	0	0
9. Post processing control	controlled	not relevant	well controlled
10. Increase required to cause infection/intoxication (per100g)	1→ 10^2	1→10^2	1→ 10^2
11. Effects of preparation before eating on hazard	no effect	no effect	no effect
Risk Ranking	no: 0 1%: 64	reliably eliminates: 0 no effect: 56	reliably eliminates: 0 99% eliminates: 47

Risk ranking range: low 〈25, medium 26–40, high 〉40.

Table 4.Risk ranking for the combination of *Listeria monocytogenes* and marine products

Risk Ranger question	salmon sashimi	smoked salmon	seasoned dried squids
1. Hazard severity	moderate	moderate	moderate
2. Population susceptibility	general	general	general
3. Frequency of consumption	monthly	monthly	monthly
4. Proportion consuming (%)	25%	25%	75%
5. Total population	51,779,148	51,779,148	51,779,148
6. Proportion of raw product contaminated	16.67%	16.67%	20%
7. Effect of processing on hazard	no effect	reliably eliminates	99% eliminates
8. Post processing contamination rate (%)	1%	no / 27.66%	no / 1%
9. Post processing control	controlled	well controlled	controlled
10. Increase required to cause infection/intoxication (per100g)	$1 \rightarrow 10^2$	$1 \rightarrow 10^2$	$1 \rightarrow 10^2$
11. Effects of preparation before eating on hazard	no effect	no effect	reliably eliminates no effect
Risk ranking	64	no: 0 27.66%: 62	reliably eliminates(11) : 0 no(8)-no effect(11) : 0 1%(8)-no effect(11): 59

Risk ranking range: low <25, medium 26-40, high >40.

국에서 주로 수입하는 노르웨이산, 칠레산에서 검출된 *L. monocytogenes*의 수의 평균으로 6번 문항에서 원재료의 오염률을 17.66%로 산정하였다(Hoffman *et al*, 2003). 또한 연어회는 특별한 가공 공정 없이 판매되므로 7번 문항인 공정의 효과부분에서 'NO EFFECT'를 택하였으나, 대부분의 훈제연어 제품은 HACCP 인증을 받았기 때문에 'RELIABLY ELIMINATES'를 택하였다. 한편 대형마트에서 판매되고 있는 연어회는 대부분 호기포장 및 냉장 상태로 보관되어 유통되는 반면, 훈제연어는 진공포장 및 냉동 온도에서 유통되므로 post-processing control 부분에서 각각 'CONTROLLED(3-fold increase)'와 'WELL CONTROLLED'로 설정하였다. 특히 훈제 연어에서는 공정 후 *L. monocytogenes*의 재오염률이 27.66%(Tocmo *et al*, 2014)로 나타나 8번 문항인 재오염률 부분에서 재오염이 없는 경우를 'No', 'OTHER(27.66% frequency)'를 선택하여 위험순위를 비교 분석해보았다. 그 결과, Risk ranking이 각각 0, 62로 재오염 시에 리스크가 크게 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 훈제연어는 공정 후 재오염이 가장 큰 요인이며, 교차오염 등의 위생관리가 상당히 중요함을 알 수 있다.

수산가공식품류인 조미건어포는 공정 후 재오염 정도에 따라 위험순위에 차이가 있었다. 6번 문항의 원재료 오염 가능성의 경우, 조미건어포의 원재료인 오징어의 오염률은 20%로 나타났다(Jung *et al*, 1999). 조미건어포의 재오염률의 경우 *Listeria spp.*의 재오염률에 대한 자료는 존재하나(Ham *et al*, 2010) *L. monocytogenes*의 재오염률에 대한 문헌 자료가 부재하였다. 따라서 조미건어포 제품마다 호기포장과 진공포장으로 혼용에서 사용됨을 감안하여 포장 방식에 따라 재오염률을 'NO'와 'minor(1%)'로 나누어 추정하였다. 재오염률이 0%인 경우에는 11번 문항에서 섭취 전 가열처리를 하지 않은 경우('NO EFFECT')에도 Risk ranking은 0이었다. 반면 재오염률이 1%라도

존재할 경우 섭취 전 조리과정에 따라 0에서 59까지 상이하였다. 이를 통해 조미건어포는 공정 후 재오염률이 존재할 경우 섭취 전 가열처리가 되지 않으면 리스크가 증가할 수 있다. 조미건어포류는 간식으로 섭취할 경우 가열처리 없이 그대로 섭취되므로 공정 후 교차오염이 되지 않도록 하는 것이 중요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 대표적 농 · 축 · 수산식품에서 *L. monocytogenes* 에 의한 위험순위 결정을 위해 수행되었으며, 발표된 국내 · 외 문헌자료를 분석 후 반 정량적 위해평가 도구인 Risk Ranger을 활용하여 진행되었다. 해당 연구에서 선택한 잠재적 위해 식품군은 위생관리 및 처리 공정에 따라 Risk ranking이 0에서 최대 73까지 상이하였다. 먼저 농산식품에서 Risk Ranger을 활용하여 단계별 위해요소를 분석한 결과, 반가공 채소와 버섯류에서는 섭취 전 조리의 효과가 가장 큰 영향을 미치는 반면, 바로 섭취하는 즉석섭취 샐러드, 신선과일, 냉동과일의 경우 공정 후 재오염의 여부가 가장 중요하게 위험순위에 영향을 주어 관리되어야 할 요소로 나타났다. 또한 축산식품에서 치즈, 육회, 닭가슴살은 모두 Ready-to-Eat 식품으로 치즈에서는 재오염률이, 육회와 닭 가슴살에서는 HACCP의 유무가 가장 큰 변수로 나타났다. 마지막으로 수산식품인 연어회와 훈제 연어는 비가열 즉석섭취식품으로 분류된다. 원재료에서의 초기오염도와 최종제품에서의 오염률의 상관관계는 밝혀져 있지 않지만, 훈제연어제품에서 검출되는 *L. monocytogenes*는 원재료인 생연어와 가공과정에서 발생하는 오염이 주 원인으로 언급되고 있다 (Hoffman *et al*, 2003). 연어회의 경우 냉장유통 되고 *L. monocytogenes* 에 오염될 경우를 가정 하였을 때, 증식의 위험이 있어 위험순위가 증가하였다. 훈제연어는 국내에서는 냉동 유통되고 있어 공정 후 *L. monocytogenes* 재오염률이 문제가 되나 *L. monocytogenes* 증식 가능성은 배제될 수 있다. 그러나 *L. monocytogenes* 의 감염량이 매우 적은 것과 특히 임신부 등 고위험군에게 치사율이 매우 높은 것(25% 이상)을 고려해서 공정 후 재오염이 되지 않게 하는 관리가 상당히 중요하다. 또한 최근 국내에서도 훈제연어의 소비가 증가하고 있는 점을 고려할 때 수입산뿐만 아니라 국내에서 유통되고 있는 훈제연어에서 *L. monocytogenes* 모니터링 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

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

참고 문헌

1. KOSIS(Korean Statistical Information Service). Available from http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=145&tblId=TX_14503_B080&conn_path=I2. Accessed on March 20 (2017).

2. Gombas D. E., Chen Y., Clavero R.S, Scott V.N.: Survey of *Listeria monocytogenes* in Ready-to-Eat Foods. *J. Food Prot.*, 66, 559-569 (2003).

3. Mclauchlin J., Mitchell R.T., Smerdon W.J., Jewell K.: *Listeria monocytogenes* and listeriosis: a review of hazard characterization for use in microbiological risk assessment of foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 92, 15-33 (2004).

4. NIFDS(National Institute of Food and Drug Safety Evaluation): Microbial Risk Assessment Guideline. (2016).

5. Ross T., Sumner J.: A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool. *Int. J. Food Microbiol.*, 77, 39-53 (2002).

6. Tian J., Liu X.M.: Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in deli meats and vegetable salads. *Chin. J. Prev. Med.*, 43, 781-784 (2009).

7. Hong S.H., Park N.H., Jo H.J., Ro E.Y., Ko Y.M., Na Y.J., Park K.C., Choi B.G., Min K.J., Lee J.K., Moon J.S., Yoon K.S.: Risk Ranking Determination of Combination of Foodborne Pathogens and Livestock or Livestock Products. *J. Food Hyg. Saf.*, 30, 1-12 (2015).

8. U.S. Centers for Disease Control and Prevention. CDC. *Listeria* outbreaks data: annual listing of foodborne outbreaks. United States. (2012-2017).

9. Min K.J., Yoon K.S.: Application of Microbiological Risk Ranking Tool for Food Safety Management. *Safe food*, 6 (2011).

10. Kim W.I., Gwak M.G., Jo A.R., Ryu S.D., Kim S.R., Ryu S.H., Kim H.Y., Ryu J.G.: Investigation of microbiological safety of on-farm produce in Korea. *J. Food Hyg. Saf.*, 32, 20-26 (2017).

11. Sung G.H., Hwang I.Y., Park S.H., Park S.H., Kim B.J., Lee J.H., Min S.K.: Study on microbiological safety of simple processed agricultural products. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 49, 599-604 (2017).

12. Jo M.J., Jeong A.R., Kim H.J., Lee N.R., Oh S.W., Kim Y.J., Chun H.S., Koo M.S.: Microbiological Quality of Fresh-Cut Produce and Organic Vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 43, 91-97 (2011).

13. Kim H.Y., Oh S.W., Chung S.Y., Choi S.H., Lee J.W., Yang J.Y., Seo E.C., Kim Y.H., Park H.O., Yang C.Y., Ha S.C., Shin I.S.: An investigation of microbial contamination of ready to eat products in Seoul, Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 43, 39-44 (2011).

14. Kang T.M., Cho S.K., Park J.Y., Song K.B., Chung M.S., Park J.H.: Analysis of microbial contamination of sprouts and fresh cut salads in a market. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 43, 490-494 (2011).

15. Korean Consumer Agency, Investigation of actual condition of imported frozen fruit, 1-24 (2016).

16. Kim H.K., Lee H.T., Kim J.H., Lee S.S.: Analysis of Microbiological Contamination in Ready-to-eat Foods, *J. Fd Hyg. Saf.*, 23, 285-290 (2008).

17. Go E.K., Park H.J., Wee S.H., Heo E.J., Kim Y.J., Moon J.S.: Prevalence of *Listeria monocytogenes* isolated from Livestock processed products in Korea. *Korean J. Prev. Vet. Med.*, 35, 214-219 (2011).

18. Iannetti L., Acciari VA., Antoci S., Addante N., Bardasi L., Bilei S., Calistri P., Cito F., Cogoni P., D'Aurelio R., Decastelli L., Iannetti S., Iannitto G., Marino AMF., Muliari R., Neri D., Perilli M., Pomilio F., Prencipe VA., Proroga Y., Santarelli GA., Sericola M., Torresi M., Migliorati G.: *Listeria Monocytogenes* in Ready-to-Eat Foods in Italy: Prevalence of Contamination at Retail and Characterization of Strains from Meat Products and Cheese. *Food Control.*, 68, 55-61 (2016).

19. Doménech E., Jimenez -Belenguer A., Amoros JA., Ferrus MA., Escriche I.: Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Listeria Monocytogenes* and *Salmonella* Strains Isolated in Ready-to-Eat Foods in Eastern Spain. *Food Control.*, 47, 120-125 (2015).

20. Lambertz ST., Nilsson C., Brådenmark A., Sylvén S., Johansson A., Jansson L. and Lindblad M.: Prevalence and Level of *Listeria Monocytogenes* in Ready-to-Eat Foods in Sweden 2010. *Int. J. Food Microbiol.*, 160, 24-31 (2012).

21. Go E.K., Heo E.J., Kim Y.J., Park H.J., Wee S.H., Moon J.S.: Evaluation on Microbiological Contamination Level of Raw Beef from Retail Markets in Seoul, Korea. *Korean J. Food Sci. An.*, 33, 403-410 (2013).

22. Lee S.H., Kim J.M., Kim M.H.: Distribution of Microorganisms and Foodborne Pathogens in Yukae. *Korean J. Food Sci. An.*, 27, 197-202 (2007).

23. Woo Y.K.: Survey on the Status of Microbial Contamination of Chicken Meats Collected from Poultry Processing Plants in Nationwide. *Korean J. Microbiol.*, 43, 186-192 (2007).

24. Hwang W.M., Lee S.M., Hwang H.S., Han J.H.: Survey on the Contamination of Microorganisms in Chicken Meat from Slaughterhouse in Incheon Area. *Korean J. Prev. Vet. Med.*, 28, 59-65 (2004).

25. Park H.J., Min K.J., Park N.Y., Cho J.I., Lee S.H., Hwang I.G., Heo J.J., Yoon K.S.: Estimation on the Consumption Patterns of Potentially Hazardous Foods with High Consumer Risk Perception. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 45, 59-69 (2013).

26. Hoffman A.D., Gall K.L., Norton D.M., Wiedmann M.: *Listeria monocytogenes* contamination patterns for the smoked fish processing environment and for raw fish. *J. of Food Prot.*, 66, 52-60 (2003).

27. Tocmo R., Krizman K., Khoo W.J., Phua L.K., Kim M.J., Yuk H.G.: *Listeria monocytogenes* in vacuum packed smoked fish products: occurrence, routes of contamination, and potential intervention measures. *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 13, 172-189 (2014).

28. Jung K.H., Huh W., Kweon O.G., Son J.C., Park S.W.: Isolation and characteristics of *Listeria spp*. from fish and shellfish collected the region of Kyungbuk Eastern Coast. *Kor. J Env. Hlth. Soc.*, 25, 44-48 (1999).

29. Ham H.J., Kim S.E., Ryu S.H., Hwang Y.O., Choi S.M.: Bacterial distributions of *Escherichia coli* and *Bacillus cereus* etc. isolated from dried seasoned marine products in Garak fishery wholesale market in Seoul, 2009. *J. Fd Hyg. Saf.*, 25, 10-15 (2010).