*J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 24, No. 1, pp. 50~55 (2009)

**Journal of Food Hygiene and Safety**
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

# 국내 즉석섭취 신선채소류 중 *Listeria monocytogenes*위해수준 평가

**오덕환[1] · Tian Ding[1] · 하상도[2] · 박경진***
군산대학교 식품영양학과, [1]강원대학교 생명공학부 식품생명공학전공, [2]중앙대학교 식품공학과

# The Risk Estimation of *Listeria monocytogenes* for Ready-to-eats Fresh Cut-Vegetables

**Deog-Hwan Oh[1], Tian Ding[1], Sang-Do Ha[2], and Gyung-jin Bahk***
*Department of Food and Nutrition, Kunsan National University, Gunsan, Jeonbuk, 573-701, Korea*
*[1]Department of Food Science and Biotechnology and Institute of Bioscience and Biotechnology, Kangwon National University, Chunchon, Kangwon, 200-701, Korea*
*[2]Department of Food Science and Technology, chung-Ang University, Ansung, 456-756, Korea*
(Received February 7, 2009/Revised March 3, 2009/Accepted March 7, 2009)

**ABSTRACT** – Ready-to-eats fresh cut-vegetables that may be consumed without further cooking or reheating can be grouped as potentially high risk foods. The foodborne disease outbreaks associated with consumption of the fresh cut-vegetables have been related with the contamination of *Listeria monocytogenes*. The food survey and consumption data sets for fresh cut-vegetables and also the published dose-response models for *L. monocytogenes*, was used to estimate the risk of *L. monocytogenes* for fresh cut-vegetables in Korea. Also, the simulation model and formulas with Microsoft@ Excel spreadsheet program using these data sets and chose dose-response model was developed. The mean case of listeriosis by consumption of the fresh cut-vegetables per 10 million per year was estimated as $3.23 \times 10^{-6}$. Results suggest that additional studies were needed to allow for a more realistic and accurate microbial risk assessment (MRA) in the future.

**Key words:** Risk estimation, *Listeria monocytogenes*, Fresh Cut-Vegetables

국내외적으로 식품위생과 식중독 관리방안에 대한 체계가 수립되고 과거보다 개선된 방안이 시행되고 있지만 여전히 주요 병원성미생물로 인한 식중독의 발생은 증가추세로 대량화, 집단화를 보이고 있다[1)]. 더욱이 최근 우리나라의 사회구조 및 식생활 양식의 변화, 핵가족화, 여성의 사회참여 증가 등으로 소비형태가 가정에서보다는 음식점, 집단급식 등 가정 외에서의 소비행동이 증가하고 있으며, 더욱이 반조리나 완전 조리상태의 식품류, 즉석섭취 편의식품류(ready-to-eat, RTE)의 소비증가추세로 이들 식품군에 대한 위생 및 안전수칙이 철저히 지켜지지 않을 경우 대형 식중독 사고가 발생 할 가능성이 매우 높아지고 있다. 더욱이 현재 우리나라에서는 즉석섭취편의식품류를 포함하는 신선편의식품이 식품공전상 새로운 유형으로 고시되어[2)] 미생물기준규격이 입안 예고됨에 따라 중점관리 하여야 하며, 외국에서도 고위험 식품으로 분류하고 있다[3)].

이들 식품류에서 식중독발생을 최소화 시킬 수 있는 방법으로는 식중독 원인이 될 수 있는 위해인자를 사전에 발굴하여 사전에 관리할 수 있는 효율적인 식품안전관리 방안이 필요하며 이를 위해서는 미생물학적 위해요소에 대한 위해성 평가(Microbial Risk Assessment: MRA)를 반드시 수행해야 한다. MRA란 어떤 특정 병원성미생물에 의해 오염된 식품을 섭취하는 경우, 그 병원성균에 의한 감염이 일어날 가능성, 즉 위해(Risk)수준을 과학적으로 그리고 정량적으로 평가하는 과정이다[4-6)]. 국내외적으로 MRA 관련 연구는 과거보다 많은 속도로 진행되고 있지만 아직까지는 완전한 위해 수준을 추정할 수 있는 방법론이 정립되어 있지 않은 상태이나 여전히 새로운 시도들이 연구되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서도 MRA에 대한 새로운 연구방법의 하나로 위해 수준이 상대적으로 클 것으로 추정되는 가열하지 않고 그대로 섭취하는 신선 채소류 (fresh-cut

*Correspondence to: Gyung-jin Bahk, Department of Food and Nutrition, Kunsan National University 1170-Daehakro, Gunsan, Jeonbuk, 573-701, Korea
Tel: 82-63-469-4640, Fax:82-63-466-2085
E-mail: bahk@kunsan.ac.kr

vegetables)를 대상으로, 이들 식품군에 많은 발생하는 것으로 추정되는 *Listeria monocytogenes*에 대한 국내 오염수준에 대한 모니터링 자료를 바탕으로 위해 수준을 추정할 수 있는 모델을 제시하고, 이를 바탕으로 위해 수준을 평가하였으며, 추후 더욱 발전된 연구와 결과를 도출하기 위한 제언을 추가하였다.

## 재료 및 방법

### 자료수집 및 오염수준 설정

최근 국내에서 문헌상에 발표된(2000년 이후) 주요 신선 채소류에서의 *L. monocytogenes* 오염수준에 대한 자료를 수집하였다(Table 1). 총 4건의 자료에서 국내 신선 채소류 전체적인 *L. monocytogenes* 오염수준은 1/443 (0.2%)로 파악되어 이를 노출평가에서 오염수준으로 설정하였다. 본 연구에서 이용된 위의 모니터링 자료의 경우 다른 배경 즉, 시료 종류와 채취시기 또는 방법 분석방법의 차이 등으로 인해 많은 다양성(variability)을 가지고 있는 것이 사실이다. 이러한 부분을 극복하기 위하여 MRA에서는 확률분포모델을 활용하는 것이 일반적인 추세이다[11]. 따라서 본 연구에서도 이러한 다양성의 문제를 극복하기 위하여 확률분포모델 중 모니터링 자료에 대해 가장 적합한 Beta 분포를 활용하여 오염수준을 추정하였다[12]. 특히, 국내 오염수준을 나타낸 자료(Table 1)의 경우 정량수준을 따로 제시하고 있지 않아 다음의 식[13]에 베타분포를 이용하여 정량화된 오염수준을 산출하였다.

**Table 1.** Food survey data sets used to estimate the risk of *L. monocytogenes* in fresh cut-products

| Fresh cut-products | Prevalence(%) |
|---|---|
| Sesame leaf<br>Cucumber<br>tomato<br>Parsley<br>Carrot | 0/41(0.0%)[7] |
| Sesame leaf<br>Dropwort<br>Chinese cabbage<br>Korean leek<br>Lettuce<br>Crown daisy<br>Chicory | 0/124 (0.0%)[8] |
| Lettuce<br>Sesame leaf<br>Cucumber | 0/36 (0.0%)[9] |
| Bean sprouts<br>Celery<br>Lettuce<br>Perilya leaf<br>Chicory | 1/242 (0.4%)[10] |
| Total | 1/443 (0.2%) |

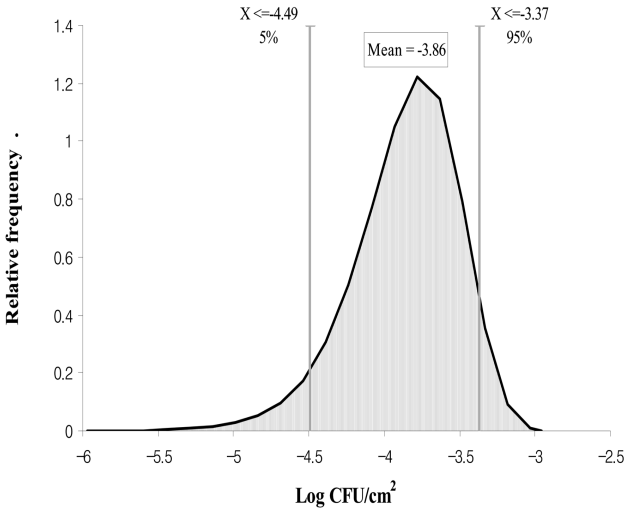


**Fig. 1.** Relative frequency for the simulated result of contamination level for *L. monocytogenes* of the fresh cut-products.

$$QL = -LN(1-Beta(p+1,\ n-p+1))/V$$

*QL: Quantitative level, LN: Natural logarithms, Beta: Beta distribution, p: the number of positive samples, n: the number of total samples, V: sample volumes*

### 신선 채소류를 통한 Listeria monocytogenes의 섭취량 추정

신선 채소류의 섭취수준은 2005년 국민건강영양조사[14]의 결과를 활용하였다. 주요 신선 채소류의 1일 평균 섭취량은 약 20.9 g으로 나타났으며, 1일 섭취비율은 약 25%로 가정하여 다음과 같은 방식[15]으로 신선 채소류의 1인 1일 섭취수준을 추정하였다.

*1인 평균소비량 (A) = Poisson (20.9)*
*1일 섭취비율 (B) = Discrete ({0,1},{0.75,0.25})*
*1인 1일 섭취수준 (C) = IF(B=0, 0, A)*

신선 채소류를 통한 *L. monocytogenes*의 섭취수준은 1인 1일 섭취수준 (C)에 오염수준(D, Fig. 1)을 이용하여 다음과 같이 추정하였다.

*신선 채소류를 통한 L. monocytogenes 섭취수준 (E) = (C) * (10^D)*

### *Listeria monocytogenes*에 대한 dose-response model

문헌에 발표된 *L. monocytogenes*에 대한 dose-response model은 Table 2와 같이 정리하였으며, 이중 가장 최근의 WHO/FAO의 모델($r = 1.0 \times 10^{-12}$)을 이용하여 N값을 신선

**Table 2.** The published dose-response models for *L. monocytogenes*

| Study/References | Host | Biological end-point | Model/Parameter |
|---|---|---|---|
| Farber et al. (1996)[16] | Human | Morbidity | Weibull-Gamma<br>$\alpha$=0.25, $\beta=10^{11}$, b=2.14 |
| Buchanan et al. (1997)[17] | Human | Morbidity | Exponential<br>$r = 1.18 \times 10^{-10}$ |
| Notermans (1998)[18] | Mouse | Mortality | Exponential<br>$r = 1.18 \times 10^{-6}$ |
| Lindqvist & Westoo (2000)[19] | Human | Morbidity | Exponential<br>$r = 5.6 \times 10^{-10}$ |
| FDA (2001)[20] | Mouse/Human | Mortality | Exponential<br>$r = 8.5 \times 10^{-16}$ |
| WHO/FAO (2004)[21] | Human | Morbidity | Exponential<br>$r = 1.0 \times 10^{-12}$<br>$r = 1.0 \times 10^{-14}$ |

1) Exponential model : $P = 1 - exp(-r*N)$
2) Weibull-Gamma model: $P = 1 - [1 + (N)^b/\beta]^{-\alpha}$

**Table 3.** Simulation model and formulas in Excel spreadsheet programmed to estimate the risk of *L. monocytogenes* (LM) in fresh cut-products with @RISK

| | Cell addresses | Formula (input values) |
|---|---|---|
| INPUT;<br>Monitoring and consumption data etc. | A1 | = No. of total samples (=4 43) |
| | A2 | = No. of positive samples (= 1) |
| | A3 | = Sample volumes (= 25) |
| | A4 | = Consumption/day (= 20.9) |
| | A5 | = The rate of consumption per day (= 0.25) |
| | A6 | = r-value of LM dose-response model (= $1.0 \times 10^{-12}$) |
| Simulation model | B1 (prevalence) | = RiskBeta (A2+1, A1-A2+1) |
| | B2 (concentration) | = LN (1-B1)/A3 |
| | B3 (consumption/day) | = RiskPoisson (A4) |
| | B4 (consumption rate) | = RiskDiscrete ({0,1}, {1-A5, A5}) |
| | B5 (consumption/person/day) | = IF (B3=0,0, B4) |
| | B6 (LM consumption/day) | = B2*B5 |
| OUTPUT;<br>The probability of listeriosis by consumption of the fresh cut-products | C1 | = 1-EXP(-A6*B6)) |

채소류를 통한 *Listeria monocytogenes*의 섭취수준(E)으로 하여 1인 1일 신선 채소류의 섭취로 인해 발생할 수 있는 리스테이라증 (listerisis)에 대한 발생가능성을 추정하였다.

### 시뮬레이션(Simulation)

각각의 단계에서 이용된 수식과 입력변수는 Excel (Microsoft@ Excel 2000, Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) spreadsheet 프로그램에서 작성하여 모델화하였으며 (Table 3), 이 모델에 대한 Simulation 구동은 @RISK (version 4.5, Palisade, Newfield, NY)를 이용하였다. Sampling type은 Median Latin Hypercube sampling을, Generator seed는 random방법을 선택하였고, Iterations(반복시행 횟수) 10,000 이상의 결과를 최종적인 시뮬레이션 결과로 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 오염수준 및 위해 수준 추정결과

모니터링 결과를 바탕으로 한 국내 신선 채소류에서의 *L. monocytogenes* 오염 수준에 대한 시뮬레이션 결과 평균 오염수준은 -3.86 Log CFU/cm$^2$로, 하위5% 오염수준(5% percentile)은 -4.49 Log CFU/cm$^2$로, 상위 95% 오염수준(95% percentile)은 -3.37 Log CFU/cm$^2$로 추정되었다(Fig. 1). 그 동안 많은 모니터링 자료는 정성적인 결과만을 나타내어 이를 MRA에 활용하는데 있어 많은 어려움이 있었던 것은 사실이다. 비록 Hass[13] 등이 제안한 방법에 Beta 분포를 직접 활용할 수 있는 방법으로 수정하여 적용하기는 하였지만 앞서 지적한 현실적인 어려움에서 볼 때 이러한 접근은 새로운 시도라 할 수 있다. 앞으로는 이러한

**Table 4.** Risk assessment results with the probability and cases of listeriosis by consumption of the fresh cut-vegetables

| | Minimum | 5 $^{th}$ | Median (50$^{th}$) | Mean | 95 $^{th}$ | Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Percentiles (a person/day) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | $8.76 \times 10^{-16}$ | $5.77 \times 10^{-15}$ | $2.67 \times 10^{-14}$ |
| Cases (10 million people/year) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | $3.23 \times 10^{-6}$ | $2.10 \times 10^{-5}$ | $8.19 \times 10^{-5}$ |

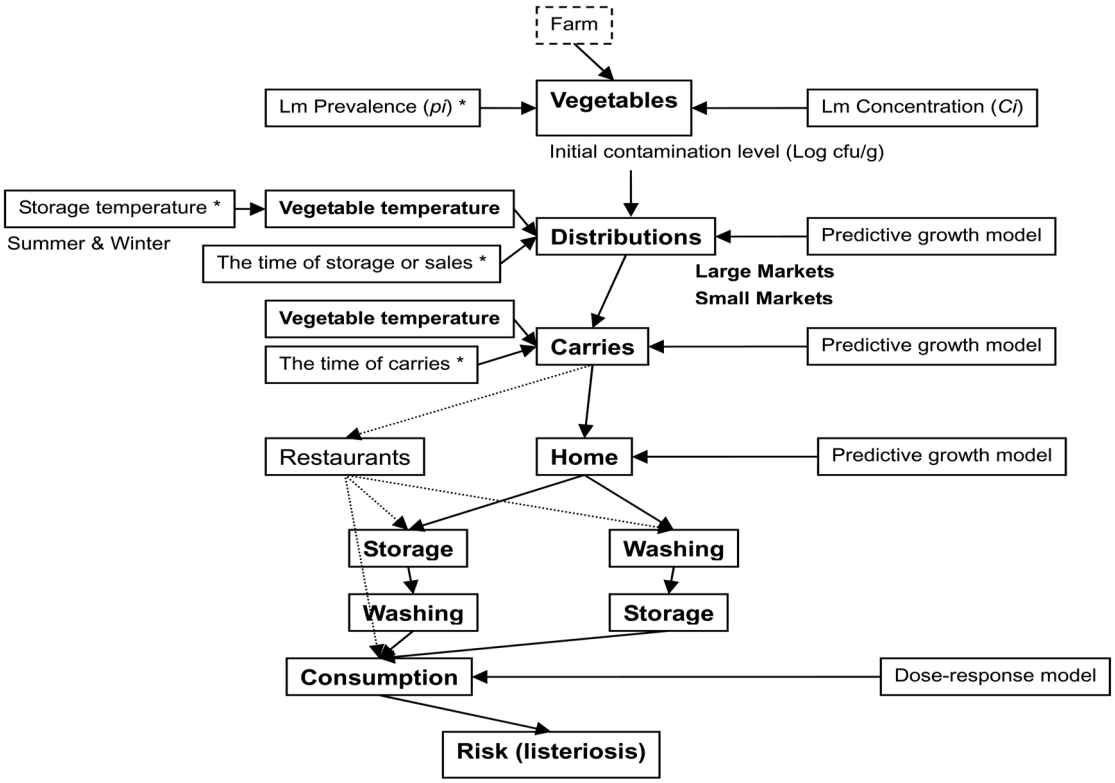


**Fig. 2.** Possibility design of model simulating the probability of contamination level for *L. monocytogenes* (Lm) at the consumption of fresh-cuts vegetables.

정성적인 자료의 정량화하는 방법에 대한 통계학적인 연구와 이를 실험적으로 증명하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

이러한 오염수준을 바탕으로 Table 3과 같이 개발한 모델을 @RISK를 이용하여 시뮬레이션 한 결과는 Table 4와 같다. 신선 채소류의 섭취를 통한 *L. monocytogenes*에 의한 1인1일당 리스테리아증 발생가능성은 평균 $8.76 \times 10^{-16}$로 낮은 수준의 발생 가능성을 나타냈는데 이러한 발생가능성에 대하여 본 연구에서와 같이 정확하게 같은 배경으로 신선채소류만을 대상으로 한 MRA연구결과를 찾을 수 없어 국내 및 국제적으로 직접 비교할 수는 없었으나, 이와 비슷한 경향으로는 최근 햄류만을 대상으로 한 리스테리아증 발생가능성에 대한 위해평가 보고[22]에서 평균 $4.7 \times 10^{-10}$정도의 낮은 수준으로 추정되었다. 또한 발생환자수에 대한 추정에 있어서도 비록 동일품목은 아니지만 WHO/FAO[21]에 의한 국제 연구보고서에 따르면 우유에 의한 리스테리증 발생환자수는 연간 천만명당 9.1명, 아이스크림은 $1.2 \times 10^{-2}$명, 발효육류(fermented meats)는 $6.6 \times 10^{-4}$명 정도로 추정하고 있으며, 본 연구의 신선채소류를 통한 우리나라에서의 리스테리아증 환자수는 평균 $3.23 \times 10^{-6}$명 정도로 추정되었다(Table 4). 이러한 차이는 주로 원료에서의 오염수준 및 유통 조건 등에 따라 다르게 나타날 수 있으며 특히, 섭취량에 따라 최종 위해수준은 많은 영향을 받을 수 있기 때문이다.

비록 본 연구에서는 신선채소류에서 *L. monocytogenes*만을 대상으로 한 추정이라 위해 수준이 낮았지만 본 연구에서 제시된 모델을 바탕으로 좀 더 많은 식품을 대상으로 다른 병원성미생물이 포함된 모델이 개발된다면 현실적인 위해 수준의 추정에 따라 우리나라에서의 전반적인 식중독 발생가능성을 추정할 수 있을 것이며, 이는 과학적인 식품안전관리 기준 설정 등에 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

### 모델 평가 및 향후 진행과제

실제적인 MRA 수행을 위한 모델은 Fig. 2에서 제시된 예와 같이 식품의 원료에서부터 제조/유통 등의 과정을 거쳐 구매 후 최종소비에 이르기까지의 모든 과정에 나타날 수 있는 위해에 영향을 미칠 수 있는 인자(risk factors)에 대한 고려와 이들과 관련된 세부 모델이 포함되어야 한다. 즉, 원료에서부터 식품이 최종 소비될 때까지의 누적효과를 평가하기 위하여 병원성균 또는 유해물질이 오염되고, 식품 또는 환경에서 증가되고 감소 또는 제거될 수 있는 각 단계별로 자료를 수집하고 분석할 필요가 있다[23]. 원재료 또는 구성 성분의 혼합 또는 배합은 병원성균의 보다 넓은 범위에서 오염의 확대를 일으킬 수 있다. 즉, 오염된 부분과 오염되지 않은 부분이 혼합된다면 새로운 부분으로의 오염전이가 일어날 수 있다. 상대적으로 안정한 화학적 위해평가와 달리, MRA는 대개 역동적인 유해(예를 들면, 식품생산에서 소비까지 병원성미생물 수의 변화)와 관련이 있다. 이러한 이유 때문에 MRA에서는 병원성균의 발생수준에 영향을 주는 요인들에 대해 폭 넓은 고려가 필요한 것이며, 이용 가능한 새로운 정보 또는 제조 및 유통라인에서의 변화와 같은 것들이 항상 새롭게 고려되어야 한다. 이러한 측면에서 볼 때 본 연구에서 개발된 모델은 단순한 위해 수준 평가 모델이라 할 수 있다. 국내 연구자에 의해 신선채소류 일부 품목에 대한 성장예측모델이 연구[24]되어 있지만 본 연구에서 성장예측모델을 사용하지 않은 이유는 수집된 자료의 모니터링 시점의 차이 즉, 신 등[7]의 조사결과는 급식용 식재료였고, 나머지[8-9]는 유통/판매 제품이라 모니터링 결과의 시점이 서로 달라 본 연구에서는 성장예측모델을 포함하지 않았다. 또한 유통 및 매장에서의 온도 및 시간 등 여러 환경인자에 대한 조사 결과도 포함되어야 하나 이 부분 또한 최근에 연구[25]가 시작되고 있지만 아직 구체적이고 세부적인 조사 및 연구자료가 많이 없는 관계로 활용되지 않았다.

한편으로 MRA에서는 조리/제조공정, 유통상의 환경에 대한 정보와 더불어 소비자의 섭취패턴 등과 소비자들의 병원성균의 섭취수준에 대한 영향과 병원성균에 대한 소비자의 감수성이 반드시 고려되어야 한다. 특히, 위해인자-숙주간과 식품과 숙주간의 상호관계와 소비자 그룹, 유아, 노인 등에도 차이가 있다. 또한 식품소비패턴, 식품준비(조리)와 소비습관(예를 들면, 조리습관/조리시간/온도, 가정의 저장 조건, 1회 섭취량(serving size), 식품과 관련된 계절, 지역 또는 문화적 차이)도 MRA에서 다루어야 할 한 부분이다. 소비자 행동에 대한 정보는 섭취된 병원성균의 양에 영향을 미칠 수 있는 경우에는 고려되어야 하며, 가능하다면 MRA는 감염 또는 질병에 민감한 소비자들에 대한 인구집단(연령분포, 평균수명 등)에 대한 정보를 포함하여야 한다. 이러한 그룹은 또한 다른 섭취습관과 노출의 수준을 가질 수 있기 때문이다[26]. 따라서 본 연구에서 추정한 신선채소류를 통한 리스테리아증 발병수준의 정확성을 보다 향상시키기 위해서는 앞서 언급한 된 바와 같이 관련된 많은 요인들이 포함된 dose-response model(양-반응모델)이 개발되어야 할 것이다. 본 연구에서 활용된 모델은 현재까지 국제적으로 개발된 *L. monocytogenes* 관련 dose-response model(Table 2)중 최신의 모델을 이용하였으며, 이 모델은 최근의 *L. monocytogenes*관련 MRA 연구에서도 활용[27]된바 있어 현재수준에서의 위해추정에 있어서는 최신의 방법을 선정하였다고 볼 수 있다.

MRA는 아직도 많은 부분이 조사되어야 하고, 이를 조사된 자료를 바탕으로 실질적인 위해를 추정 및 평가하기 위해서는 역시 많은 수학적 통계학적 모델이 개발되어야 할 것 이다. 본 연구에서는 단일 식품에 대한 단일 병원성균에 대상으로 위해수준을 평가할 수 있는 모델을 제시하였다. 비록 본 연구에서 제시된 모델이 단순하기는 하지만 추후 MRA에 대한 연구와 보다 정밀한 수준의 위해수준 평가에 기초가 될 만한 모델이고 어려운 위해 추정을 아주 쉽게 판정할 수 있는 방법론을 제시하여 위해평가에 대한 이해를 높였다는 점과 정성적인 오염수준을 정량적은 오염수준으로 변화시킬 수 있는 방법을 제시함으로써 국내 MRA 발전에 나름 그 의미를 가질 수 있을 것으로 보인다.

## 요 약

본 연구에서는 위해 수준이 상대적으로 클 것으로 추정되는 가열하지 않고 그대로 섭취하는 신선 채소류를 대상으로 이들 식품군에서 많은 발생하는 *Listeria monocytogenes*에 대한 국내 오염수준 모니터링 자료와 신선 채소류의 섭취량, *L. monocytogenes*의 양-반응 모델(dose-response models)을 바탕으로 위해 수준을 추정할 수 있는 모델을 개발하였고, 이를 바탕으로 위해 수준을 평가하였다. 개발된 모델을 @RISK를 이용하여 시뮬레이션 한 결과 신선 채소류의 섭취를 통한 *L. monocytogenes*에 의한 1인1일당 리스테리아증 발생가능성은 평균 $8.76 \times 10^{-16}$로, 연간 천만명당 발생환자수는 $3.23 \times 10^{-6}$로 추종되었다. 또한 본 연구에서 개발된 모델을 바탕으로 추후 더욱 발전된 미생물위해평가(MRA) 연구와 결과를 도출하기 위한 제언을 추가하였다.

## 감사의 글

본 연구는 2008년도 식품의약품안전청의 용역연구사업(08082식품안031)에 의하여 이루어진 연구결과로 이에 감사 드립니다.

## 참고문헌


1. 식품의약품안전청(KFDA): 식중독예방 대국민 홍보사이트 Available from: http://fm.kfda.go.kr/. (2009).
2. 식품의약품안전청(KFDA): 식품공전. (2008).
3. Fröder, H., Martins, C.G., De Souza, K.L.O., Landgraf, M., Franco, B.D.G.M., Destro, M.T.: Minimally processed vegetable salads: Microbial quality evaluation. *J. Food Prot*., **70**, 1277-1280 (2007).
4. Codex: Draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. Codex Committee on Food Hygiene. Report of the thirty-first session, Orlando, United States (1998).
5. Bemrah, N., Sanaa, M., Cassin, M. H., Griffiths, M. W., Cerf, O.: Quantitative risk assessment of human listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk. *Prev. Vet. Med*., **37**, 129-145 (1998).
6. 박경진: Microbial Risk Assessment의 최근 동향. 한국HACCP연구회 심포지엄, pp. 49-69 (2001).
7. 신원선, 홍완수, 이경은: 초등학교에 공급되는 급식용 식재료 및 조리식품의 미생물학적 품질평가, 한국식품영양과학회지, **37**, 379-389 (2008).
8. 정승혜, 허영제, 조정화, 김경애, 오성숙, 고종명, 김용희, 임정수: 비가열 섭취 채소류의 미생물 오염도 조사, 한국식품위생안전성학회지, **21**, 250-257 (2006).
9. 최진원, 박신영, 연지혜, 이민정, 정덕화, 이규호, 김민곤, 이동하, 김근성, 하상도: 유통중인 신선 채소류의 미생물 오염도 평가, 한국식품위생안전성학회지, **21**, 43-47 (2005).
10. Cho, S.Y., Park, B.K., Moon, K.D., Oh, D.H.: Prevalence of *Listeria monocytogenes* and related species in minimally processed vegetables. *J. Microbiol. Biotechnol*. **14**, 515-519 (2004).
11. Hass, C.N., Rose, J.B., Gerba, C.P.: Quantitative microbial risk assessment, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. pp. 193-194 (1999).
12. Hass, C.N., Rose, J.B., Gerba, C.P.: Quantitative microbial risk assessment, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. pp. 223-225 (1999).
13. Hass, C.N., Rose, J.B., Gerba, C.P.: Quantitative microbial risk assessment, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. pp. 167-172 (1999).
14. 보건복지부: 2005년 국민건강영양조사. (2007).
15. Bahk, G.J., Todd, E. D.: Determination of quantitative food consumption levels for use in microbial risk assessments: Cheddar cheese as an example. *J. Food Prot*. **70**, 184-193 (2007).
16. Farber, J.M., Ross, W.H., Harwig, J.: Health risk assessment of *Listeria monocytogenes* in Canada. *Int. J. Food Microbiol*. **30**, 145-156 (1996).
17. Buchanan, R.L., Damert, W.G., Whiting, R.C., Van Schothorst, M.: Use of epidemiologic and food survey data to estimate a purposefully conservative dose-response relationship for *Listeria monocytogenes* levels and incidence of listeriosis. *J. Food Prot*. **60**, 918-922 (1997).
18. Notermans, S., Dufrenne, J., Teunis, P., Chackraborty, T.: Studies on the risk assessment of *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot*. **61**, 244-248 (1998).
19. Lindqvist, R., Westoo, A.: Quantitative risk assessment for *Listeria monocytogenes*. in moked or gravid salmon and rainbow trout in Sweden. *Int. J. Food. Microbiol*. **58**, 181-196 (2000).
20. FDA: Draft assessment of the public health impact of foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. Available from: http://www.foodsafety.gov/~dms/lmrisk.html (2001).
21. WHO/FAO: Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. Technical report: Microbial risk assessment series 5 (2004).
22. Giovannini, A., Migliorati, G. Prencipe, V., Calderone, D., Zuccolo, C., Cozzolino, P.: Risk assessment for listeriosis in consumers of Parma and San Daniele hams. *Food Control*, **18**, 789-799 (2007).
23. Schlundt, J.: Comparison of microbiological risk assessment studies published. *Int. J. Food Microbiol*. **58**, 197-202 (2000).
24. Park, S.Y., Choi, J.W., Chung, D.H., Kim, M.G., Lee, K.H., Kim, K.S., Bahk, G.J., Bae, D.H., Park, S.K., Kim, K.Y., Kim, C.H., Ha, S.D.: Development of a predictive mathematical model for the growth kinetics of *Listeria monocytogenes* in sesame leaves. *Food Sci. Biotechnol*. **16**, 238-242 (2007).
25. 이유시, 하지형, 박기환, 이숙연, 최연주, 이동호, 박선희, 문은숙, 류경, 신형수, 하상도: 우리나라 주요 냉장판매식품의 보관온도 실태 조사, 한국식품위생안전성학회지, **23**, 304-308 (2008).
26. Gerba, C.P., Rose, J.B., Hass, C.N.: Sensitive populations: who is at the greatest risk? *Int. J. Food Microbiol*. **30**, 113-123 (1996).
27. Ross, T., Rasmussen, S., Fazil, A., Paoli, G., Sumner, J.: Quantitative risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats in Australia. *Int. J. Food Microbiol*. (doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.007) (2009).