



Risk Ranger를 활용한 잠재적 위해식품과 미생물 조합에 대한 위해순위 결정

민경진 · 황인균¹ · 이순호¹ · 조준일¹ · 윤기선*

경희대학교 식품영양학과, ¹식품의약품안전청 식품의약품안전평가원 미생물과

Determination of Risk Ranking of Combination of Potentially Hazardous Foods and Foodborne Pathogens Using a Risk Ranger

Kyung-Jin Min, In-Gyun Hwang¹, Soon-Ho Lee¹, Joon-Il Cho¹, and Ki-Sun Yoon*

Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul, Korea

¹Food Microbiology Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Korea Food and Drug Administration

(Received March 8, 2011/Revised April 10, 2011/Accepted May 5, 2011)

ABSTRACT - Risk ranking must be determined for various hazards/food combinations to conduct microbial risk management effectively. Risk Ranger is a simple, easy-to-use calculation tool developed in Microsoft Excel and designed to rank the risk (low, medium, and high) for semi-quantitative microbial risk assessment. The user is required to answer 11 questions in Risk Ranger related to 1) severity of the hazard, 2) likelihood of a disease-causing dose of the hazard being present in the meal, and 3) the probability of exposure to the hazard in a defined time. This study determined the risk ranking for twenty three combinations of foodborne pathogens/potentially hazardous foods (PHFs) using a Risk Ranger. In this study, pathogenic *E. coli* in fresh cut produce salad was scored as 79, which was the highest rank among the 23 combinations of the foodborne pathogens and PHFs. On the other hand, zero risk was obtained with *V. parahaemolyticus* in sushi, *Salmonella* in meat products and *E. coli* O157:H7 in hamburger patties. Although Risk Ranger is very simple method to rate the risk of foodborne pathogens and PHFs combination, the accuracy of result was mainly affected by the availability and accuracy of data in the literature. According to the result of literature review, the data are needed for contamination rate of raw materials, consumption amount/frequency of PHFs, and the effect of processing on pathogen. Risk ranking must be continuously revalidated with new data.

Key words : Risk Ranger, risk ranking, risk assessment, potentially hazardous foods, pathogens

잠재적 위해식품(potentially hazardous food)¹⁾이란 온도와 시간 관리가 필요한 식품으로 육류 및 식육가공제품, 해산물, 유제품, 절단된 과일 및 야채 등을 예로 들 수 있다. 최근 들어 백화점, 대형할인마트, 편의점 등에서는 햄버거, 김밥, 캘리포니아롤, 훈제닭고기, 잡채 등 다양한 ready-to-eat 제품들이 판매 유통되고 있으며 이러한 잠재적 위해식품은 식품을 취급하는 과정동안 미생물의 증식 조건에 노출되지 않게 온도 관리가 매우 중요하다. 외국에서는 이와 같은 잠재적 위해식품을 5°C 이하 57°C 이상에서 저장, 보관하도록 관리하고 있다¹⁾.

미생물 위해평가에 있어서 잠재적 위해식품과 식품에 오염된 위해미생물과의 조합에 대한 위해순위(risk ranking)

결정은 효율적 식품안전관리와 risk communication에 매우 중요하다. 국외의 식품안전관리를 위한 위해순위 결정 연구는 2003년 미국 식품안전성 연구협회(U.S. Food Safety Research Consortium, FSRC)에서 식중독 위해순위 모델(Foodborne Illness Risk Ranking Model, FIRRM) 개발을²⁾ 시작으로, 2009년에는 식품 내 고 위험성 미생물에 관한 위해순위 연구가³⁾ 수행되었다. 위해순위 결정을 위한 도구로는 미국 FDA's Fresh Produce Risk Ranking Tool⁴⁾과 호주의 식품안전센터(Australia's Food Safety Centre, FSC)의 Risk Ranger⁵⁾가 개발되어 위해순위 결정에 활용한 연구들이 소개되었다⁶⁻⁹⁾. 2002년 Ross와 Sumner는⁶⁾ 식품안전 위해평가 도구로써 처음으로 Risk Ranger의 활용성을 소개하였고 2005년 Sumner등은⁷⁾ Risk Ranger를 이용하여 호주의 육제품에 대한 위해순위를 보고하였다. 또한 최근에는 돼지고기와 가금류에 대하여 다양한 위해미생물에 대한 위해순위⁸⁾와 즉석 조리 식품 위해관리를 위한 위해순위 결정에 Risk Ranger를 이용한 연구가⁹⁾ 발표되었다. 국내에서

*Correspondence to: Ki-Sun Yoon, Department of Food and Nutrition, Research Institute of Human Ecology, Hoeki-dong Dongdaemun-Ku, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea
Tel: 82-2-961-0264, Fax: 82-2-961-0261
E-mail: ksyoon@khu.ac.kr

도 국민다소비식품 100 품목 결정과 고위해 식중독균에 의한 risk profile 및 위해관리 연구가 수행되었으며^{10,11)}, 주요 가공식품에 대해 위해순위를 결정한 연구도 보고되었다¹²⁾. 그러나 새롭게 변화하는 식품환경, 식품안전관리의 효과성, 새로운 연구 data의 결과 등을 고려해 볼 때, 식중독 발생 주요 잠재적 위해식품과 위해미생물 조합에 대한 위해순위 결정 연구는 계속적으로 진행되어야 하며 이미 결정된 위해순위에 대해서도 지속적인 검증을 통해 효과적인 미생물 위해평가가 수행되도록 해야 한다.

따라서 본 연구는 식중독 안전관리 방안의 필요성에 따라 국내에서 지속적으로 식중독 원인물질로 문제시 되고 있는 잠재적 위해식품과 위해미생물 조합에 대하여 호주의 식품안전 센터에서 개발한 Risk Ranger⁵⁾를 사용하여 위해순위를 결정하였다. 또한 문헌조사 결과를 바탕으로 위해평가의 정확성을 높이기 위해 필요한 data 도출을 위한 연구방향을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

위해식품과 위해미생물 조합 설정

본 연구에서 실시한 위해순위 결정을 위한 위해식품과 위해미생물 조합 대상은 “정량적 위해평가를 통한 식품으로부터 고위해 식중독균의 risk profile 및 위해관리 연구¹¹⁾” 결과에서 risk profile 작성대상 순위로 결정된 잠재적 위해식품과 위해미생물 1-10순위를 선정하였다. 또한 미생물 위해평가 중장기 종합계획안 수립을 위해 산·학·연·관에 종사하는 분야별 위해평가 전문가를 대상으로 실시한 설문조사결과¹³⁾에 따라 추가적으로 위해식품과 위해미생물 13개 조합을 선정 모두 23개 위해대상 식품 및 위해미생물 조합에 대한 위해순위 결정을 위해 문헌조사를 실시하였다.

Risk Ranger

본 연구에서는 위해순위 결정을 위하여 Risk Ranger⁵⁾ 도구를 사용하였으며 선정된 위해식품과 위해미생물에 대하여 Table 2에 제시된 각각의 11가지 질문에 대한 대답을

Microsoft Excel spreadsheet에 입력하여 risk ranking을 결정하였다. Risk Ranger의 11가지 질문은 첫째, 민감성과 심각성(susceptibility and severity), 둘째, 식품의 노출가능성(probability of exposure to food), 셋째, 감염량을 식품이 포함할 가능성(probability of food containing an infectious dose)의 세 영역으로 구분되어 있다. 11가지 질문 중 1번과 2번은 위해미생물에 대하여 질병의 심각성과 인구집단의 민감성을 고려하여 선택하였으며, 3-5번 문항은 식품 섭취 빈도와 식품 소비 인구집단의 비율 및 인구집단 크기를 기반으로 위해식품에 대한 노출 가능성을 입력하였다. 질문 중 6-9번 문항은 식품의 위해미생물 오염 빈도와 공정 및 저장과정 등의 영향에 대하여 위해미생물의 증감 정도를 입력하였고, 특히 8번 문항은 가공 후 재 오염 발생 가능성의 경우를 고려하였다. 질문 10번은 소비자가 오염된 식품을 섭취할 경우 감염 또는 독증증상을 나타내기 위해 현재 오염된 양으로부터 증가되어야 하는 위해미생물의 양을 정하여 입력하였다. 따라서 이 질문은 현재의 오염정도에 대한 data가 없으면 정확히 입력하기가 어렵다. 마지막 11번 질문은 식품 섭취 전 단계에서 섭취방법에 따라 위해미생물이 저감되는 정도를 입력하였다. 이상의 질문을 Risk Ranger에 입력한 결과 위해순위는 0-100 범위 내에서 정해지며 범위가 25 이하인 경우는 risk가 낮으나, 40 이상인 경우는 risk가 높은 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

Risk Ranger를 사용하여 국내 주요 23개의 잠재적 위해식품과 위해미생물 조합에 대한 위해순위 결과는 Table 3과 같다. 본 연구에서 조사한 위해식품과 위해미생물의 조합은 초밥의 *V. parahaemolyticus*, 육가공식품의 *Salmonella*, 햄버거 패티의 *E. coli* O157:H7을 제외하고는 모두 위해순위 25를 초과하여 risk가 높은 것으로 나타났다.

문헌조사 결과 *E. coli* 위해미생물에 대하여 신선편의 셀러드가 risk ranking 79로 가장 높은 위해수준을 나타내었다(Table 4). 최근 2009년과 2010년도 국내 식중독 발생현

Table 1. Annual data of foodborne outbreaks caused by foodborne pathogens in Korea

| Microorganism | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | |
|------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| | Cases | Patient | Cases | Patient | Cases | Patient | Cases | Patient |
| <i>Salmonella</i> spp. | 42 | 1,497 | 22 | 387 | 17 | 477 | 26 | 685 |
| <i>S. aureus</i> | 38 | 843 | 15 | 556 | 12 | 864 | 20 | 382 |
| <i>Vibrio</i> spp. | 33 | 634 | 24 | 329 | 12 | 106 | 19 | 237 |
| <i>B. cereus</i> | 1 | 50 | 14 | 376 | 0 | 0 | 15 | 392 |
| <i>C. perfringens</i> | 4 | 81 | 6 | 434 | 4 | 500 | 5 | 171 |
| <i>C. jejuni</i> | 7 | 449 | 6 | 73 | 7 | 405 | 14 | 363 |
| <i>E. coli</i> | 62 | 1,945 | 36 | 1,278 | 37 | 1,671 | 29 | 1,896 |
| Norovirus | 97 | 2,345 | 69 | 2,105 | 32 | 568 | 31 | 2,019 |
| Not Detected | 221 | 1,788 | 157 | 1,839 | 100 | 1,255 | 102 | 1,064 |

Table 2. Risk Ranger question and answer

| | Question | Answer |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. SUSCEPTIBILITY AND SEVERITY | 1. Hazard Severity | SEVERE hazard - causes 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 |
| | 3. Frequency of Consumption | daily weekly monthly a few times per year OTHER |
| B. PROBABILITY OF EXPOSURE TO FOOD | 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 : 50,000,000) |
| | 6. Probability of Contamination of Raw Product per Serving | Rare (1 in a 1000) Infrequent (1 per cent) Sometimes (10 per cent) Common (50 per cent) All (100 per cent) OTHER |
| C. PROBABILITY OF FOOD CONTAINING AN INFECTIOUS DOSE | 7. Effect of Processing | The process RELIABLY ELIMINATES hazards The process USUALLY (99% of cases) ELIMINATES The process SLIGHTLY (50% of cases) REDUCES The process has NO EFFECT The process INCREASES (10 x) The process GREATLY INCREASES (1000 x) OTHER |
| | 8. Is there potential for recontamination after processing? | NO YES - minor (1% frequency) YES - major (50% frequency) OTHER |
| | 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 OCCURS - (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 or intoxication 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 |

Table 3. Risk Ranger summary for foodborne pathogens in potentially hazardous foods in Korea

| Risk Ranger question | <i>E. coli</i> / Salad | <i>E. coli</i> / Hamburger patties | <i>B. cereus</i> / Kimbab | <i>C. jejuni</i> / Poultry | <i>S. aureus</i> / Kimbab |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Hazard severity | moderate | moderate | minor | minor | minor |
| 2. Population susceptibility | general | general | general | general | general |
| 3. Frequency of consumption | weekly | monthly | weekly | weekly | weekly |
| 4. Proportion consuming (%) | 75% | 75% | 100% | 75% | 100% |
| 5. Total population | 50,000,000 | 50,000,000 | 50,000,000 | 50,000,000 | 50,000,000 |
| 6. Proportion of raw product contaminated (%) | 18.5% | 8.6% | 10.65% | 45% | 48.36% |
| 7. Effect of processing on hazard | 60% reduce | 99% reduce (usually eliminate) | 50% reduce | increase | 50% reduce |
| 8. Post processing contamination rate (%) | 32% | 50% | 9.49% | 53.3% | 14.88% |
| 9. Post processing control | well controlled | well controlled | well controlled gross abuse occurs | well controlled | well controlled gross abuse occurs |
| 10. Increase required to cause infection/intoxi- cation (per100 g) | 550 → 10 ³ (1.8) | 10 ⁴ → 10 ³ (none) | 18 × 10 ⁵ → 10 ⁸ (55.55) | 10 ⁷ → 5 × 10 ⁴ (none) | 28x10 ⁴ → 10 ⁸ (357.14) |
| 11. Effects of preparation before eating on hazard | no effect | 99% eliminate 50% reduce | no effect | 99% eliminate 50% reduce | no effect |
| Risk ranking ¹⁾ | 79 | 99% eliminate : 66 50% reduce : 76 | well controlled : 57 room temperature : 72 | 99% eliminate : 64 50% reduce : 72 | well controlled : 54 room temperature : 71 |

¹⁾Risk ranking range: low < 25, medium 26-40, high > 40.

Table 3. (continued) Risk Ranger summary for foodborne pathogens in potentially hazardous foods in Korea

| Risk Ranger question | <i>B. cereus</i> / Saengsik·Sunsik product | Norovirus / Underground water for food manufacture | <i>S. aureus</i> / Dried fishery product | <i>S. aureus</i> / RTE foods | <i>B. cereus</i> / Fermented soybean product | |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Hazard severity | minor | mild | minor | minor | minor | |
| 2. Population susceptibility | general | general | general | general | general | |
| 3. Frequency of consumption | daily | daily | monthly | weekly | daily | |
| 4. Proportion consuming (%) | 25% | 4.1% | 75% | 75% | 75% | |
| 5. Total population | 50,000,000 | 50,000,000 | 50,000,000 | 50,000,000 | 50,000,000 | |
| 6. Proportion of raw product contaminated (%) | 32% | 2.2% | 50% | 50% | 82.8% | |
| 7. Effect of processing on hazard | increase | 99% eliminate 50% reduce | 99% eliminate | 50% reduce | no effect increase | |
| 8. Post processing contamination rate (%) | 29.6% | no | 33.8% | 6% | Doenjang 33% Kochujang 95.7% | |
| 9. Post processing control | well controlled gross abuse occurs | well controlled not controlled | gross abuse occurs | well controlled gross abuse occurs | controlled | |
| 10. Increase required to cause infection/intoxication (per100 g) | $10^4 \rightarrow 10^8$ (10^4) | none | $5.4 \times 10^8 \rightarrow 10^8$ (0.185) | $6 \times 10^4 \rightarrow 10^8$ (1667) | Doenjang $10^5 \rightarrow 10^8$ (10^3) Kochujang $10^5 \rightarrow 10^8$ (103) | |
| 11. Effects of preparation before eating on hazard | no effect | no effect | 50% reduce no effect | no effect | no effect | |
| Risk ranking ¹⁾ | well controlled : 54 room temperature : 71 | 99% eliminate 50% reduce | well controlled : 55 not controlled : 60 well controlled : 64 not controlled : 70 | 68 | well controlled : 50 room temperature : 67 | no effect increase Doenjang : 62 Kochujang : 62 Doenjang : 67 Kochujang : 67 |

¹⁾Risk ranking range: low < 25, medium 26-40, high > 40.

황¹⁴⁾에 따르면 발생건수 총 497건과 환자 수 13,225명중, 식중독 발생 빈도가 높았던 주요 원인균은 병원성 대장균, Norovirus와 *Salmonella* 순으로 나타났다(Table 1). 특히 병원성 대장균에 의한 식중독은 2009년에 37건과 환자 수는 1,671명이 발생하였고 2010년에는 29건과 환자 수는 1,896명으로 매년 지속적으로 발생하는 추세이다. 문헌조사 결과에 따르면 신선편의식품 샐러드 원재료에서 *E. coli* 오염 수준은 18.5% 였으며¹¹⁾ 공정과정 중 *E. coli*가 세척에 의하여 60% 제거되는 것으로 조사되었다¹⁵⁾. 서 등¹⁶⁾의 연구 결과 판매하는 유통 샐러드의 오염빈도는 32%로 550 CFU/100g 오염된 것으로 나타났다. 본 연구에서 활용한 Risk Ranger의 필수입력 질문사항으로 *E. coli*에 대한 질병의 심각성은 중간(moderate)으로, 인구집단의 민감성은 보통(general), 신선편의 샐러드 섭취 빈도는 주 1회, 식품 소비 인구집단의 비율은 75%, 국내 인구는 통계청 자료에 의하여 약 5천만 명으로 하였다¹⁷⁾. 본 연구결과에서 신선편의식품 샐러드의 *E. coli*가 위해수준이 가장 높은 것은 2008년 식품의약품안전청 연구결과¹¹⁾와 동일하였다. 또한 2006년 New Zealand Food Safety Authority (NZFSA)에서 보고한 risk profile에서도 *E. coli*에 대해서 업체류를 관리 품목¹⁸⁾으로 한 것과 동일하여 식중독 위험성 관리 대상 품목으로 국내·외적으로 risk가 높음을 확인할 수 있었다.

다음 2-10 순위의 위해식품과 위해미생물조합은 햄버거 패티의 *E. coli*, 김밥의 *B. cereus*, 가금류의 *C. jejuni*, 김밥의 *S. aureus*, 생식·선식의 *B. cereus*, 식품제조용수용 지하수의 Norovirus, 건포류와 김밥, 샌드위치를 제외한 즉석섭취식품의 *S. aureus*, 장류의 *B. cereus* 순으로 나타났다. 국내 주요 23개 위해식품과 위해미생물 조합 품목 가운데 2위 순위로 나타난 것은 햄버거 패티의 *E. coli*로서 위해순위 1위인 신선편의식품 샐러드의 *E. coli*와 더불어 국내에서 가장 risk가 높은 균으로 나타났다. 문헌조사 결과 햄버거 패티 원재료에서 *E. coli* 오염 수준은 8.6% 였으며¹⁹⁾ 햄버거 패티는 분쇄가공육제품으로서 축산물의 가공기준 및 성분규격²⁰⁾에 따라 가열처리의 공정과정에 의하여 위해미생물의 제거가 가능하지만 국내의 연구결과는 부족하였다. 따라서 본 연구에서는 7번 질문 문항에서 *E. coli* 위해미생물의 99%제거(usually eliminate)항목을 선택하였다. 또한 햄버거 패티 완제품의 재오염 가능성 연구결과도 부족하였다. 본 연구에서 햄버거 패티 *E. coli* 위해순위는 9번 질문 문항에서 햄버거 패티 공정 후 냉동관리 시스템이 매우 잘 이루어지고(well controlled) 있는 경우 섭취 전 단계의 처리방법에 따라서 위해순위에 차이가 있었다. 질문 11번에서 섭취 전 단계에서 위해미생물이 99% 제거될 경우 또는 50% 감소될 경우 위해순위는 각각 66, 76으로 차이를 보여 섭취 전 가열조리를 통해 risk를 감소시킬 수 있음을 나타내었다.

순위 3위는 김밥의 *B. cereus*로 10°C 이하의 냉장 보관의 경우와 상온 보관의 경우 각각 위해순위 57, 72로 나

타났다. 문헌조사 결과 김밥의 경우 섭취빈도 조사와 위해 미생물에 미치는 가공과정의 영향에 대한 자료가 부족한 것으로 나타났다. 김밥 원재료의 *B. cereus* 위해미생물 오염 수준은 10.65% 였으며²¹⁾, 김밥 완제품의 *B. cereus* 오염율은 9.49%로 조사되었다^{11,21,22)}. Risk ranking 4위는 가금류의 *C. jejuni*로 조사되었는데 섭취빈도 data는 국민건강영양조사 결과에서²³⁾ 닭고기를 1주마다 섭취하는 것으로 조사되었으며 원재료의 오염율은 도계장 닭고기 경우 45%인 것으로 나타났으나²⁴⁾ 위해미생물에 가공과정이 미치는 영향에 대한 자료는 부족한 것으로 나타났다. 유통되는 닭고기의 오염율은 53.3%로 조사되었으며^{25,26)} 닭고기 공정 후 관리 시스템과 섭취 전 단계에서 처리방법에 따라서 위해순위가 결정되었다. 질문 9번에서 닭고기 공정 후 관리 시스템이 매우 잘 이루어지고(well controlled), 질문 11번에서 섭취 전 단계의 처리방법에 의하여 위해미생물이 99% 제거될 경우 또는 50% 감소될 경우 위해순위는 각각 64, 72로 나타났다. 닭고기의 *C. jejuni* 균의 경우 미호기성 균으로 *Salmonella*와는 달리 유통과정에서 증식되어지지 않아 상온에서의 방치 등에 의해서는 크게 영향을 받지 않지만 생존력이 강하고 500개 이하의 *C. jejuni* 균에 의해서도 식중독을 일으키므로 초기오염을 감소시키는 방법이 필요한 것으로 사료된다.

*S. aureus*에 대해서는 잠재적 위해식품으로 김밥, 건포류 그리고 김밥과 샌드위치를 제외한 즉석섭취식품이 각각 순위 5위, 8위, 9위로 나타났다. 순위 5위인 김밥의 *S. aureus*는 10°C 이하의 냉장 또는 상온 보관 경우에 risk ranking이 각각 54, 71로 증가되었다. 문헌연구 조사 결과 김밥에 대해서는 섭취빈도 조사 자료와 *S. aureus*에 미치는 가공과정의 영향에 대한 자료가 부족한 것으로 나타났다. 또한 김밥 원재료에서 *S. aureus* 오염 수준은 48.36% 이었으며²¹⁾, 김밥 완제품에서 *S. aureus* 오염율은 14.88%로 조사되었다^{11,21,22,27,28)}. 순위 8위인 건포류의 경우 *S. aureus*에 의한 risk는 68이며 건포류 섭취빈도 조사와 원재료의 *S. aureus* 오염도 자료가 매우 부족한 것으로 나타났다. 문헌조사 결과 건포류는 가열 조리과정을 통하여 *S. aureus*가 99% 감소되며²⁹⁾, 그대로 섭취하는 수산가공식품 중 조미 건어포류에 대한 *S. aureus* 오염율은 33.8%로 조사되었다³⁰⁾. 순위 9위인 즉석섭취식품(김밥, 샌드위치 제외)의 *S. aureus*는 10°C 이하의 냉장 보관과 상온 보관 경우 각각 risk ranking 50, 67로 나타났다. 문헌조사 결과 즉석섭취식품에 대하여 섭취빈도 조사와 원재료 오염도 및 *S. aureus*에 미치는 가공과정의 영향에 대한 자료가 매우 부족한 것으로 나타났으며 즉석섭취식품 완제품의 *S. aureus* 오염율은 평균 6% 정도인 것으로 조사되었다^{22,28,31,32)}. 한편, 박¹²⁾의 연구에서는 노출평가, 심각성평가 및 섭취량 추정부분으로 구성된 위해평가모형을 이용하여 국내 식품공전상에 수록된 식품군 및 식품유형 가운데 주요 가공식품에 대한 위해순위 결정

연구 결과 즉석섭취식품이 위해점수 69로 위해순위 1위를 나타내었다. 박¹²⁾의 연구에서는 위해식품과 위해미생물 조합에 대한 위해순위가 아닌 식품에 대한 위해순위만을 보고하였으며, 본 연구에서는 김밥과 샌드위치 및 김밥과 샌드위치를 제외한 즉석섭취식품을 구별하여 risk ranking을 결정하였기 때문에 결과에 차이를 보이는 것으로 사료된다.

순위 6위는 생식·선식의 *B. cereus*로 문헌조사 결과 원재료의 오염율은 32%로 나타났으며^{33,34)}, 유통되는 시판 생식·선식에서 *B. cereus*의 오염율은 29.6%로 조사되었다^{33,40)}. 본 연구에서 생식·선식에 대한 *B. cereus* risk ranking은 질문 9번에서 생식·선식 공정 후 관리 시스템이 매우 잘 이루어지는(well controlled) 경우와 관리 시스템이 제대로 이루어지지 않는(gross abuse occurs) 경우 각각 54, 71로 나타났다.

본 연구의 risk ranking 7위는 식품제조용수용 지하수의 Norovirus로 나타났다. 환경부 자료에 따르면⁴¹⁾ 국내의 지하수 섭취 비율은 4.1%로 나타났으며 원재료 오염율은 2.2%로 조사되었다⁴²⁾. 연구 조사 결과 지하수를 사용한 완제품에 대한 Norovirus 오염율, 공정과정이 Norovirus에 미치는 영향에 대한 자료, 식품제조용수에서 Norovirus 검출량 자료, 섭취 전 단계에서의 처리 과정에 대한 자료가 부족한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 공정과정이 Norovirus에 미치는 영향과 공정 후 관리 시스템에 따라서 risk ranking의 범위가 55-70으로 나타났다.

순위 10위는 장류의 *B. cereus*로 나타났다. 원재료의 오염율은 82.8%로 조사되었으며^{43,44)} 완제품 된장과 고추장은 각각 33%, 95.7%가 오염된 것으로 나타났다^{45,46)}. 장류의 공정 후 관리는 냉장 유통 시스템에 의하여 위해미생물의 관리가 비교적 잘 이루어지는 것으로 조사되었다⁴⁶⁾. 질문 9번은 위해식품 공정 후 관리 시스템에 의하여 위해미생물의 증가 정도를 선택하는 문항으로써 시스템의 관리가 매우 잘되는 경우(well controlled)는 위해미생물 증가가 없고, 비교적 관리가 이루어지는 경우(controlled)는 3배 증가, 관리가 잘 안 되는 경우(not controlled)는 10배 증가, 상온 방치되어 위해미생물의 증가가 1000배 되는 경우(gross abuse occurs)로 선택 가능하다. 본 연구에서 장류의 *B. cereus* 문헌조사 결과 공정 후 관리에 대한 질문 9에 대한 답으로 controlled가 선택되었기 때문에 장류의 *B. cereus*의 risk ranking은 질문 7번의 공정과정이 위해미생물에 미치는 영향에 따라서 결정되었다. 따라서 *B. cereus* 위해미생물이 공정과정 중 영향을 받지 않을 경우와 위해미생물이 증가될 경우 위해순위는 각각 62, 67로 나타났다.

또한 11-20 순위 대상은 샌드위치의 *S. aureus*와 *B. cereus*, 수산물의 *V. parahaemolyticus*, 대량조리식품의 *C. perfringens*, 생굴의 *V. parahaemolyticus*, 가금류의 *Salmonella*, 저온유통식품 채소의 *L. monocytogenes*, 영유아식품의 *E. sakazakii*, 신선 샐러드의 *L. monocytogenes*, 저온유통식품 가공육제품의 *L. monocytogenes*인 것으로 나타났다. 신선편의식품 셀

러드의 경우 *E. coli*와 *L. monocytogenes*에 대하여 각각 위해순위 79, 40을 나타내어 신선편의식품에 있어서 *E. coli*의 위해성이 *L. monocytogenes*에 비하여 높은 것으로 나타났다.

본 연구 조사결과 위해순위가 0으로 나타난 초밥의 *V. parahaemolyticus*, 육가공식품의 *Salmonella*, 햄버거 패티의 *E. coli* O157:H7은 모니터링 문헌조사 결과^{22,28,47,48)} 위해미생물이 모두 불검출 되어 risk ranking의 순위에서 0을 나타내었다. 이와 같이, 위해미생물이 불검출 되었거나 검출 되었어도 위해미생물의 저감화 과정이 존재하면 위해성은 낮아진다. 본 연구의 대상 위해식품과 미생물 조합의 risk는 위해식품의 가공과정 과정 또는 먹기 전 재가열과 같은 처리로써 risk를 감소시킬 수 있었다. 본 연구에서 사용한 Risk Ranger 결과의 위해순위에 미치는 가장 큰 영향은 가공공정 후의 관리 시스템과 섭취 전 단계의 처리방법인 것으로 나타났다(Table 3).

본 연구에 사용된 Risk Ranger는 위해성의 순위를 간단하게 평가할 수 있는 장점을 가지지만 위해식품과 위해미생물에 대한 정확한 data가 부족한 경우 결과의 정확성에 한계를 가진다. 연구 조사 결과 국내의 위해식품 섭취빈도 조사, 원재료의 위해미생물 오염도, 위해미생물에 미치는 가공공정 영향에 대한 자료가 매우 부족한 것으로 나타났다. 박¹²⁾의 연구에서도 국내 식중독 통계자료의 명확한 원인식품에 대한 자료의 부족으로 연구 대상 품목이 제외되었다. 따라서 추후에 보다 정확한 위해순위 결정과 위해성 평가를 위해서는 부족한 data 수집 연구가 진행될 필요성이 있으며 본 연구 조사의 위해순위는 절대적인 결과로 볼 수는 없으므로 부족한 data가 충족되면 계속적으로 risk에 대한 검증이 필요할 것으로 사료된다. 또한 본 연구는 위해순위 결정을 위한 새로운 방법으로써 반 정량적 미생물 위해평가를 할 수 있는 Risk Ranger 활용성을 소개하며 최근 위해순위 결과를 이용한 위해평가 연구가 진행되고 있어^{8,9)} 본 연구 조사에서 나타난 위해식품과 위해미생물의 위해순위 결과는 국내 식품안전관리의 우선순위를 결정하는데 중요한 기초 자료가 될 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(10162식중독055)에 의해 수행 되었으며 이에 감사드립니다.

요 약

국내 주요 잠재적 위해식품에 오염된 미생물 조합에 대한 위해순위 결정은 식품안전관리의 우선순위를 정하는데 매우 중요하다. 본 연구에서 사용한 Risk Ranger는 위해식품과 위해미생물 조합에 대해 11가지 정보를 Microsoft

Excel Spreadsheet에 입력하여 간단하게 위해순위를 결정하는 도구이다. 본 연구에서는 국내의 23개의 잠재적 위해식품과 위해미생물 조합의 위해순위를 결정하기 위하여 Risk Ranger의 활용성을 조사하였다. 연구결과 *E. coli* 위해미생물에 대하여 신선편의식품 셀러드가 가장 높은 위해순위 79를 나타내었다. 초밥의 *V. parahaemolyticus*, 육가공식품의 *Salmonella*, 햄버거 패티의 *E. coli* O157:H7 오염에 대한 위해순위는 0으로 본 연구에서 조사된 품목 중 가장 낮은 위해순위를 나타내었다. 이는 발표된 모니터링 연구에서 불검출로 나온 결과에 기인한다. Risk Ranger는 위해성의 순위를 간단하게 평가할 수 있는 장점을 가지지만, 정확한 data가 부족한 경우 결과의 정확성에 한계를 가진다. 또한 문헌조사 결과 국내의 위해식품 섭취빈도 조사, 원재료의 위해미생물 오염도, 위해미생물에 미치는 가공과정 영향에 대한 자료가 매우 부족한 것으로 나타났다. 본 연구는 위해순위 결정 도구로서 Risk Ranger 활용성을 소개하며 위해식품과 위해미생물 조합의 위해순위 결과는 국내 식품안전관리의 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. U.S. Food and Drug Administration. FDA. Food Code. Available from <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/RetailFoodProtection/FoodCode/FoodCode2005/ucm124080.htm>. Accessed Dec. 27 2010 (2005).
2. Food Safety Research Consortium. FSRC. Prioritizing opportunities to reduce the risk of foodborne illness: a conceptual framework. Available from http://www.card.iastate.edu/food_safety/national_conference/FSRC_Conceptual_Framework_final.pdf. Accessed Dec. 27 2010 (2005).
3. Newsome, R., Tran, N., Paoli, G.M., Jaykus, L.A., Tompkin, B., Miliotis, M., Ruthman, T., Hartnett, E., Busta, F.F., Petersen, B., Shank, F., McEntire, J., Hotchkiss, J., Wagner, M. and Schaffner, D.W.: Development of a risk-ranking framework to evaluate potential high-threat microorganisms, toxins, and chemicals in Food. *J. Food Sci.*, **74**, 39-45 (2009).
4. FDA's fresh produce risk ranking tool. Available from <http://www.food.risk.org/exclusives/RRT/>. Accessed Dec. 27 2010.
5. Australia's food safety information portal. Risk Ranger. Available from <http://www.foodsafetycentre.com.au/riskranger.php>. Accessed Dec. 27 2010.
6. Ross, T. and Sumner, J.: A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool. *Int. J. Food Microbiol.*, **77**, 39-53 (2002).
7. Sumner, J., Ross, T., Jenson, I. and Pointon, A.: A risk microbiological profile of the Australian red meat industry: risk ratings of hazard-product pairings. *Int. J. Food Microbiol.*, **105**, 221-232 (2005).
8. Mataragas, M., Skandamis, P.N. and Drosinos, E.H.: Risk profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogen/product combinations. *Int. J. Food Microbiol.*, **126**, 1-12 (2008).
9. Perna, S., Beumer, R.R. and Zwietering, M.H.: Multi-tools approach for food safety risk management of steam meals. *J. Food Prot.*, **72**, 2638-2645 (2009).
10. 식품의약품안전청 연구보고서: 식품별 리스크 프로파일 개발. (2009).
11. 식품의약품안전청 연구보고서: 정량적 위해평가를 통한 식품으로부터 고 위해 식 중독균의 risk profile 및 위해관리 연구(2008).
12. 박경진: 국내 주요 가공식품에 대한 위해순위 결정. 한국식품위생안전성학회지, **24**, 200-203 (2009).
13. 식품의약품안전청 연구보고서: 식중독균미생물의 위해평가를 위한중합체획빛예측 모델링개발. (2010).
14. Korea Food and Drug Administration. KFSA. Available from <http://e-stat.kfda.go.kr/> Accessed Jan. 7 2011 (2010).
15. 오소영, 최진태, 김지상, 임채일: 쌀채소의 세척방법에 따른 잔류농약 및 미생물 제거 효과. 원예과학기술지, **23**, 250-255 (2005).
16. 서교영, 이민정, 연지혜, 김일진, 하지형, 하상도: 유통 중인 셀러드 및 반찬류의 미생물학적 오염도 평가. 한국식품위생안전성학회지, **21**, 263-268 (2006).
17. 통계청. Available from <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>. Accessed Dec. 27 2010.
18. New Zealand Food Safety Authority. NZFSA. Risk Profile: shiga-toxin producing escherichia coli in leafy vegetables. Available from http://www.nzfsa.govt.nz/science/risk-profiles/FW0456_STEC_in_leafy_veges_February_2006_Final_version_to_NZFSA.pdf. Accessed Dec. 27 2010 (2006).
19. 김희연, 김은정, 박용춘, 조준일, 이종욱: 경인지역에 유통되는 분쇄육 중 장출혈성대장균의 분포 조사 및 특성 연구. 한국식품과학회지, **38**, 773-778 (2006).
20. 국립수의과학검역원: 축산물의 가공기준 및 성분 규격. 국립수의과학검역원 고시 제 2010-16호 (2010).
21. 박신영, 최진원, 연지혜, 이민정, 오덕환, 홍종해, 박경진, 우건조, 박종성, 하상도: 김밥제조단계에서의 김밥 주원료에 대한 위해미생물의 오염도 평가. 한국식품과학회지, **37**, 122-128 (2005).
22. 김하규, 이학태, 김종호, 이상선: 즉석섭취식품에 대한 미생물 오염 분석. 한국식품위생안전성학회지, **23**, 285-290 (2008).
23. 국민건강영양조사. Available from <http://knhanes.cdc.go.kr/> (2008).
24. 나호명, 고바라다, 박성도, 김용환: 도계장 도계의 *Campylobacter* 균 오염에 관한 연구. 한국가축위생학회지, **30**, 77-84 (2007).
25. 식품의약품안전청 연구보고서: 고위해 식중독균 *Salmonella* 와 *Campylobacter*의 모니터링 및 위해도평가. (2002).
26. 식품의약품안전청 연구보고서: 고위해 식중독균 *Salmonella* 와 *Campylobacter*의 모니터링 및 위해도평가. (2004).
27. 식품의약품안전청 연구보고서: 즉석섭취편의식품의 *Staphylococcus aureus* 저감화를 위한 위해관리 연구. (2006).
28. 홍은경, 김윤아, 이도경, 강병용, 하남주: 식사대용 식품 (Ready-to-eat meals) 중 병원성 세균의 분포와 항생제 감수성 양상. 미생물학회지, **42**, 265-270 (2006).

29. 박헌국, 류경: 학교급식에서 제공되는 건포류 조리식품의 미생물적 품질평가. 대한영양사협회학술지, **12**, 172-184 (2006).
30. 함희진, 김수언, 유승희, 황영욱, 최성민: 그대로 섭취하는 수산가공식품 중 조미 건어포류에 대한 주요 식중독균류 분포(2009). 한국식품위생안전성학회지, **25**, 10-15 (2010).
31. 김진숙, 방옥균, 장해춘: 즉석 섭취 야채샐러드의 미생물 오염조사. 한국식품위생안전성학회지, **19**, 60-65 (2004).
32. Oh, S.K., Lee, N.R., Cho, Y.S., Shin, D.B., Choi, S.Y. and Koo, M.S.: Occurrence of toxigenic *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat food in Korea. *J. Food Prot.*, **70**, 1153-1158 (2007).
33. 곽효선, 황인균, 박종석, 김미경, 이근영, 고영호, 배운영, 문성양, 변주선, 권기선, 우건조: 시판생식에서 식중독균의 정량적 평가. 한국식품위생안전성학회지, **21**, 41-46 (2006).
34. 장태은, 문성양, 이진욱, 백장미, 한정수, 송옥자, 신일식: 시판생식의 제조공정 및 최종제품의 미생물분포. 한국식품과학회지, **36**, 501-506 (2004).
35. 오윤지, 박금덕, 이인숙, 권상호, 정윤화: 유통생식제품의 미생물 오염 분석. 동아시아식생활학회지, **19**, 798-802 (2009).
36. 한국소비자보호원: 시중 유통 중인 생식 상품 시험 결과. Available from http://www.kca.go.kr/front/announcing/per_01_view.jsp?no=627 (2005).
37. Lee, E.J., Kim, S.G., Yoo, S.R., Oh, S.S., Hwan, I.G., Kwon, G.S. and Park, J.H.: Microbial contamination by *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, and *Enterobacter sakazakii* in sunsik. *Food Sci. Biotechnol.*, **16**, 948-953 (2007).
38. 조용선, 정은영, 이명기, 양철영, 신동빈: 선식에서 *Bacillus cereus*의 분리 및 특성조사와 열에 대한 사멸률 연구. 한국식품위생안전성학회지, **23**, 343-347 (2008).
39. 정선순, 한영실: 시판 선식, 생식 제품에 대한 소비자 인식 조사와 영양성분 및 위생안전성 분석에 관한 연구. 한국식생활문화학회지, **18**, 235-243 (2003).
40. Kim, S.K., Kim, K.P., Jang, S.S., Shin, E.M., Kim, M.J., Oh, S.S. and Ryu, S.Y.: Prevalence and toxigenic profiles of *Bacillus cereus* isolated from dried red pepper, rice, and sunsik in Korea. *J. Food Prot.*, **72**, 578-582 (2009).
41. 환경부 상하수도국: 지하수 중 노로바이러스 관리대책(안). Available from http://www.me.go.kr/kor/intro/intro_03_03.jsp?tap=file&boardMode=view&code=&dept=&depart_code=1480665&pg=3&key=title&search=지하수&search_regdate_s=&search_regdate_e=&inpymd=20070531142338 (2007).
42. 식품의약품안전청: 노로바이러스 3차 실태조사 결과 발표. Available from <http://kfda.go.kr/index.kfda?mid=56&seq=13092&cmd=v> (2010).
43. Kim, H.J., Lee, D.S. and Paik, H.D.: Characterization of *Bacillus cereus* isolates from raw soybean sprouts. *J. Food Prot.*, **67**, 1031-1035 (2004).
44. 식품의약품안전청 연구보고서: 식품 중 *Bacillus cereus*의 분포조사 및 감소방안 연구. (2003).
45. Kim, M.G., Oh, M.H., Lee, G.Y., Hwang, I.G., Kwak, H.S., Kang, Y.S., Koh, Y.H., Jun, H.J. and Kwon, K.S.: Analysis of major foodborne pathogens in various foods in Korea. *Food Sci. Biotechnol.*, **17**, 483-488 (2008).
46. 정도연: 전통장류에 오염된 *Bacillus cereus*의 모니터링 및 저감화를 위한 연구. 전북대학교 대학원 박사논문, 22-46 (2007).
47. 농림부 연구보고서: 육가공품 및 난가공품의 위해요소 중 점관리모델 개발 (2002).
48. 김명희, 신원선: 서울시 일부 중, 고등학교의 급식용 식재료 및 조리식품의 미생 물학적 품질. 한국식품영양과학회지, **37**, 1343-1356 (2008).