

즉석섭취 · 편의식품류의 미생물 오염도 조사를 통한 기준 · 규격 재평가

송보라 · 김순한 · 김진광 · 한정아 · 곽효선 · 정경태 · 허은정*

식품의약품안전처 미생물과

Establishment of Microbial Criteria by Investigation of Microbial Contamination in Ready-to-Eat Foods

Bo Ra Song, Soon Han Kim, Jin-Kwang Kim, Jeong-A Han, Hyo Sun Kwak, Kyung-Tae Chung, and Eun Jeong Heo*

Food Microbiology Division, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea

(Received May 30, 2017/Revised June 3, 2017/Accepted September 8, 2017)

ABSTRACT - Internationally different food safety regulation and standards could cause troubles in trade unless those are built on scientific knowledge. In this research, we monitored the microbial population and analyzed the results to determine the level of microbial contamination in foodstuffs using relatively new statistical analysis (microbiological sampling plan, International Commission on Microbiological Specification for Foods). The goal of this research falls on establishing entirely new standards for various food categories addressed in the Korean “Food Code”. Targets for monitoring were indicator organisms (i.e. total aerobic count, coliform and *Escherichia coli*) and food-borne pathogens (i.e. *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* and *Clostridium perfringens*) in ready-to-eat (RTE) products. As the result of the monitoring, total aerobic count, coliform, *E. coli*, and *B. cereus* in RTE products were found at the mean values of 2.10 log CFU/g, -0.60 log CFU/g, -1.33 log CFU/g and -1.23 log CFU/g, respectively. *S. aureus* was detected with the level of -1.35 log CFU/g only in fresh-cut food, while *C. perfringens* was -1.37 log CFU/g only in ready-to-cook food. Other samples did not have any food borne pathogens. Total aerobic count, *B. cereus*, *S. aureus* and *C. perfringens* satisfied the Food Code (the MFDS). On the basis of the analysis, we proposed a draft of microbial criteria for RTE products.

Key words : RTE Foods, Sampling Plan, Microbial Criteria

즉석섭취 · 편의식품류라 함은 소비자가 별도의 조리과정 없이 그대로 또는 단순조리과정을 거쳐 섭취할 수 있도록 제조 · 가공 · 포장한 것으로 즉석섭취식품, 즉석조리식품, 신선편의식품으로 정의 하고 있으며¹⁾, 즉석조리식품의 구입률은 2013년 61.9%, 2014년 72.6%, 2015년 74.6%로 꾸준히 증가하는 추세이다²⁾. 즉석섭취 · 편의식품류의 시장의 확대는 고도의 경제 성장과 생활수준의 향상, 사회발전으로 인한 여성의 사회진출 증가, 독신가구 및 핵가족의 증가로 인한 식생활의 변화에 따른 것으로 나타났으며, 연령대가 낮을수록 즉석조리식품의 구입 경험률이 높은 것으로 조사되었고, 주 구입자가 기혼인 경우, 어린이 이하 가족원이 있는 외벌이 가구의 비율이 높은 것으

로 나타났다³⁻⁶⁾. 즉석조리식품을 구입하는 주된 이유로는 39.3%가 ‘음식을 조리할 시간이 부족해서/시간을 절약하기 위해서’로 가장 높았으며, ‘간편해서/쉽게 한끼를 해결할 수 있어서(26.8%)’, ‘가공식품을 구입하는 것이 식재료를 구입하여 음식을 만드는 것보다 저렴해서(14.1%)’순으로 조사되었다²⁾. 이러한 간편성 및 편의성을 추구하는 경향으로 인하여 가정 외에서 제조한 즉석편의식품(ready-to eat food, RTE)의 수요가 점점 늘고 있다⁷⁻⁹⁾. 이와 같이 즉석섭취 · 편의식품의 소비증가로 인하여 식품에 대한 위생관리가 중요시되고 있다. 즉석섭취 · 편의식품의 경우 대부분 별도의 가열, 조리 과정 없이 그대로 섭취하기 때문에 미생물을 통제할 수 있는 과정이 없으므로 즉석섭취 · 편의식품의 식중독 사고를 예방하기 위해서는 식품의 제조, 유통, 판매 과정에서의 철저한 안전관리가 필요하다.

현대사회는 국가간 교역이 매우 활발한 시대이며, 식품 또한 큰 비중을 차지하는 품목 중 하나이다. 각 나라에서는 국민의 먹거리 안전성을 확보하기 위해 식품에 대한

*Correspondence to: Eun Jeong Heo, Food Microbiology Division, Ministry of Food and Drug Safety, 187 Osongsaengmyeong 2-ro, Osong, Cheongju 28159, Korea
Tel: 82-43-719-4306, Fax: 82-43-719-4300
E-mail: dvmheo@korea.kr

기준 및 규격을 설정하여 식품의 안전성을 지켜나가고 있으나 나라별 고유한 식문화, 생활수준 등의 차이로 미생물 기준·규격은 조금씩 달리 설정되어있다¹⁰⁾. 이로 인해, 제외국과의 식문화, 식품유형 및 기준·규격 차이로 인해 수출·입 식품에 대한 부적합 사례들이 발생하기 때문에 기준·규격의 국제적 조화 및 합리적 미생물 기준·규격 설정이 필요한 실정이다^{11,12)}. 국외 여러 나라에서는 국제기준에 맞추어 정량시험법 및 정량기준을 신설하고 있으며, ICMSF, EU, 뉴질랜드, 호주의 경우 n, c, m, M법을 도입하여 표본검사 시 로트별로 통계적 개념을 도입한 합리적인 검사를 시행하고 있다. 이는 세계적인 추세이며, 정량검사 후 검사 분류 단계와 검사 결과에 따라 추가 표본의 검사, 원인의 확인 등 이후 대응 기준을 마련하여 체계적인 관리가 이루어지도록 하고 있다¹⁰⁻¹⁴⁾. 식품에 미생물 오염이 균일하지 않음에도 불구하고 하나의 시료 검사로 시료 전체의 안전성 및 위생 등을 판단함에 따라 검사 결과에 대한 논란 가능성이 상존하는 문제점이 제기되고 있으며, 이를 보완하기 위해 ICMSF에서는 식중독 미생물의 위해성 및 시료채취 후의 미생물 변화에 따른 sampling plan을 제시하고 있다^{10,13)}. 이는 시료의 대표성과 검사신뢰도 확보를 위한 수학적 확률에 기초를 둔 시료 채취법(2군법, 3군법)을 도입하는 것으로 식품에서 표본검사 개념 적용 시 한 검사 대상에서 n 개의 표본을 채취하여 이를 한 로트로 묶고 로트의 품질을 통계적으로 평가하는 방법을 사용하고 있다^{10,13,15)}.

이에 본 연구에서는 전국을 대상으로 즉석섭취·편의식품류(즉석섭취식품, 즉석조리식품, 신선편의식품)에 대한 위생지표세균 및 저위해 식중독균(황색포도상구균, 바실러스 세레우스, 클로스트리디움 퍼프린젠스)의 오염 실태조사를 실시하였고, 위생지표세균의 오염도 조사결과를 바탕으로 ICMSF의 통계 프로그램을 이용하여 통계적 개념의 미생물 기준·규격을 제안하고자 하였다.

Materials and Methods

즉석섭취·편의식품류 시료 구입

본 연구 대상 시료는 2015년 3월부터 11월까지 전국의 식자재 전문 유통마트, 대형할인마트, 백화점, 온라인 판매몰을 중심으로 세부 유형별로 즉석섭취식품은 630건, 즉석조리식품은 1,020건, 신선편의식품은 390건으로 총 2,040건을 대상으로 미생물 오염도 조사를 실시하였으며, 모든 검체는 소비자에게 포장, 판매, 제공되는 최종제품의 형태로 수거하였다. 냉장보관인 검체는 냉장상태를 유지하였으며, 구입 후 1일 이내에 미생물 분석 실험을 실시하였다.

미생물 분석을 위한 검액 준비

구입한 식품 모두 각각 멸균 sample bag (Whirl-pak®

bags, Nasco, Fort Atkinson, WI, USA)에 25 g을 취해서 멸균 생리식염수 225 mL을 넣고 stomacher (BagMixer®, Interscience, Saint Nom, France)에서 1분간 균질화 하였으며, 국제 식품 미생물규격위원회(ICMSF; International Commission on Microbiological Specifications for Foods) 가이드라인에 준하여 동일제품 검체 5개를 대상으로 반복 실험을 실시하였다.

일반세균수(Total aerobic count) 정량 분석

균질화된 시험용액 1 mL와 각 10배 단계 희석액 1 mL를 일반세균용 Petrifilm (Aerobic Count Plate, 3M, St. Paul, MN, USA)에 접종한 후 잘 흡수 시키고 35~37°C에서 48 시간 배양 후 생성된 붉은 집락수를 계수하고, 그 평균 집락 수에 희석배수를 곱하여 균수를 산출하였다.

Coliform /*Escherichia coli* 정성 및 정량 분석

대장균 정성분석은 시험용액 1 mL를 3개의 EC 배지에 접종하고 44.5 ± 0.2°C에서 48 ± 2 시간 배양 후에 가스가 발생된 발효관은 추정시험 양성으로 하고 가스발생이 인정되지 않을 때에는 추정시험 음성으로 하였다.

대장균군/대장균의 정량분석은 시험용액 1 mL와 10배 단계 희석액 1 mL를 대장균군/대장균용 Petrifilm (coliform/*E. coli* Count Plate, 3M, St. Paul, MN, USA)에 접종한 후 35~37°C에서 24 ± 2 시간 동안 배양한 후, 대장균군은 붉은 집락과 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계수하고, 대장균은 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락수를 계수하여 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 균수를 산출하였다.

Bacillus cereus 정량 분석

시험용액 1 mL를 MYP Agar (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK)에 0.2 mL씩 5장에 도말한 후 30°C에서 24 ± 2 시간 배양한 후 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였고, 기준에서 초과된 집락 수인 경우 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 보통한천배지에 접종한 후 그람염색을 실시하여 포자를 갖는 그람양성 간균을 확인하고, 확인된 균은 VITEK MS (Biomerieux, Marcy L'Etoile, France)을 이용하여 생화학적 시험을 실시하였으며, 확인 집락 수에 희석배수를 곱하여 균수를 산출하였다.

Staphylococcus aureus 정량 분석

시험용액 1 mL를 Baird-Parker RPF agar (Biomerieux, Marcy L'Etoile, France) 3장에 0.3 mL, 0.4 mL, 0.3 mL씩 접종액이 배지에 완전히 흡수되도록 도말 한 후 10분간 실내에서 방치시킨 후 35~37°C 에서 48 ± 3시간 배양한 다음 투명한 띠로 둘러싸인 광택의 검정색 집락을 계수하였

다. 기준에서 초과된 집락 수인 경우 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 보통한천배지에 접종한 다음 그람염색을 실시하여 그람양성구균을 확인한 후, VITEK MS (Biomérieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용하여 생화학적 시험을 실시하여 최종 판정하였으며, 확인 집락 수에 희석배수를 곱하여 균수를 산출하였다.

Clostridium perfringens 정량 분석

시험용액 1 mL씩을 2장 이상의 멸균 페트리접시에 무균적으로 분주하고, 43~45°C로 유지한 난황을 첨가하지 않은 TSC Agar (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK) 10~15 mL를 가하여 좌우로 돌리면서 잘 혼합한 후 응고시키고, 응고된 배지 위에 다시 동일한 배지 10 mL를 가하여 중첩시킨 후 35~37°C에서 24±2 시간 혐기 배양한 다음 검은색 집락을 계수하였다. 기준에서 초과된 집락 수인 경우 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 보통한천배지에 접종한 다음 그람염색을 실시하여 그람양성간균을 확인한 후 VITEK MS (Biomérieux, Marcy L'Etoile, France)를 이용하여 생화학적 시험을 실시하여 최종 판정하였으며, 확인 집락 수에 희석배수를 곱하여 균수를 산출하였다.

통계적 분석 방법

미생물 통계적 분석은 미생물 검사 결과를 바탕으로 검출된 평균값과 표준편차를 ICMSF에서 제공하는 Newsamplesplans Excel Program(v.2.05)을 사용하였다¹⁶⁾. 이 프

로그램은 Microsoft Excel을 이용하여 제작된 프로그램으로 sheet 구성은 정보, 기술적 지원, 서론, 2군법 정량규격, 2군법 정량규격, 3군법 정량규격으로 되었으며, 본 연구에서는 3군법 정량규격에 적용하였다.

미생물 규격에서 사용하는 용어인 n, c, m, M에서 n은 검사를 위한 시료 수, m은 미생물 허용기준치로서 결과가 모두 m이하인 경우 적합으로 판정하며, M은 미생물 최대 허용한계치로서 결과가 하나라도 M을 초과하는 경우 부적합으로 판정한다. c는 최대허용시료수로서 허용기준치(m)를 초과하고 최대허용한계치(M) 이하인 시료의 수이며 결과가 m을 초과하고 M이하인 시료의 수가 c이하일 경우에는 적합으로 판정한다¹⁾.

위생지표세균의 경우 위해도가 낮아 3군법을 선택하였고, 시료채취 수(n)는 검체 채취 계획으로 대부분 사용하는 n=5를 선택하였으며, c(최대허용시료수)는 ICMSF의 case 분류표를 참고하여 설정하였다. ICMSF에서 제공하는 Newsamplesplan 2 프로그램을 활용하여 이론적 규격을 도출하기 위하여 각 유형에 대한 세균수, 대장균군 및 대장균의 오염도 평균값과 표준편차값을 프로그램에 적용하였으며(Fig. 1), P(acceptance)값이 0.95에 가깝도록 m(미생물 허용기준치)을 설정하였고 M(미생물최대허용한계치)은 m보다 1 log₁₀ 높게 설정하였다.

설정기준은 미생물의 위해도, 해당 식품 내 증식가능성, 일회 섭취량, 섭취대상의 민감도, 건강상태, 면역력에 따라 기준의 case를 정하고 정하여진 case에 따른 n, c값을 설정하였다(Table 1)¹³⁾.

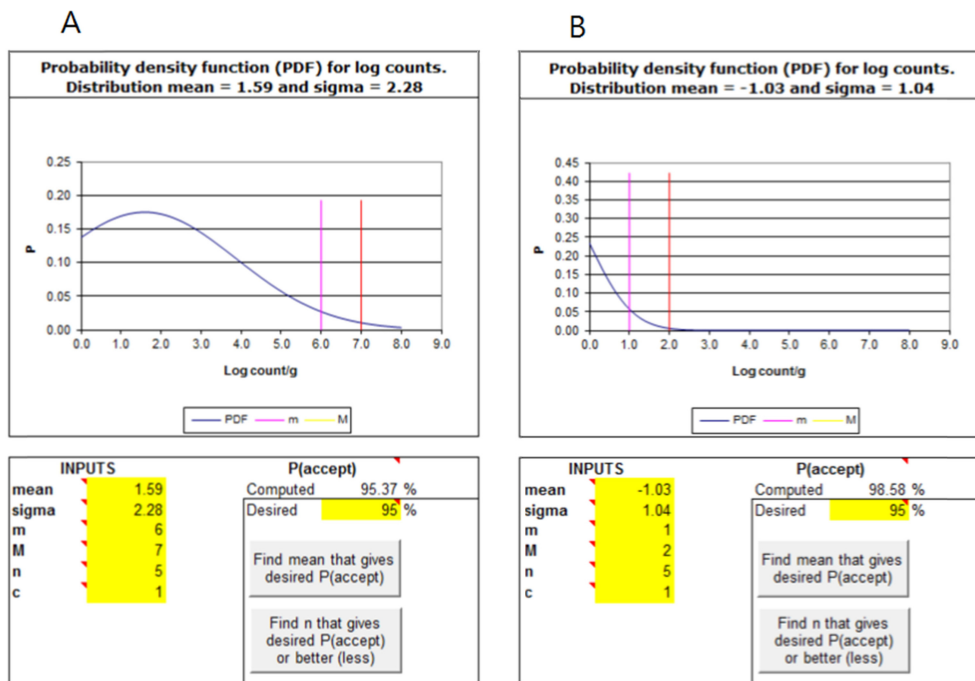


Fig. 1. Probability density function curve (A) for aerobic cell in ready-to-eat foods and (B) for E. coli in fresh ready-to-eat foods.

Table 1. Suggested sampling plans for combinations of degrees of health hazard and conditions of use (i.e., the 15 ‘Cases’)

| Type of hazard | Conditions in which food is excepted to be handled and consumed after sampling, in the usual course of events | | |
|--|---|--|---------------------------------|
| | Conditions reduced degree of concern | Conditions cause no change in concern of concern | Conditions may increase concern |
| Utility (e.g., general contamination, reduced shelf-life, spoilage) | Case 1 n=5, c=3 | Case 2 n=5, c=2 | Case 3 n=5, c=1 |
| Indicator; low, indirect hazard | Case 4 n=5, c=3 | Case 5 n=5, c=2 | Case 6 n=5, c=1 |
| Moderate hazard, not usually life threatening, usually no sequelae, normally of short duration, symptoms are self-limiting, can be severe discomfort | Case 7 n=5, c=2 | Case 8 n=5, c=1 | Case 9 n=5, c=1 |
| Serious hazard, incapacitating but not usually life threatening, sequelae rare, moderate duration | Case 10 n=5, c=0 | Case 11 n=10, c=0 | Case 12 n=20, c=0 |
| Severe hazard for (a) the general population or (b) restricted populations, causing life-threatening or substantial chronic sequelae or illness of long duration | Case 13 n=15, c=0 | Case 14 n=30, c=0 | Case 15 n=60, c=0 |

Table 2. Total aerobic count contamination level in ready-to-eat products

| Food type | Mean ± SD (log CFU/mL) | Prevalence total aerobic count of samples | | | | | | | |
|-------------------------|------------------------|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|
| | | ≤1 | >1 ~ ≤2 | >2 ~ ≤3 | >3 ~ ≤4 | >4 ~ ≤5 | >5 ~ ≤6 | >6 ~ ≤7 | >7 ~ ≤8 |
| Ready-to-eat food | 1.59 ± 2.28 (69.2%) | 233 (37.0%) | 77 (12.2%) | 124 (19.7%) | 101 (16%) | 64 (10.2%) | 21 (3.3%) | 10 (1.6%) | - |
| Ready-to-cook food | 1.51 ± 2.29 (65.9%) | 371 (36.6%) | 97 (9.3%) | 251 (24.6%) | 149 (14.6%) | 129 (12.6%) | 22 (2.2%) | 1 (0.1%) | - |
| Fresh ready-to-eat food | 4.47 ± 1.78 (97.4%) | 12 (3.1%) | 7 (1.8%) | 70 (17.9%) | 60 (15.4%) | 55 (14.1%) | 101 (25.9%) | 73 (18.7%) | 12 (3.1%) |

Results and Discussion

일반세균수(Total aerobic count) 분포 현황

즉석섭취·편의식품류의 일반세균의 오염도는 Table 2 와 같다. 즉석섭취식품의 일반세균수는 전체 630건 중 436 건(69.2%)에서 세균수가 확인되었으며, 검출 평균은 1.59 log CFU/g으로 나타났다. 검출된 세균수의 분포를 살펴보면 1 log CFU/g 이하는 233건, 1~2 log CFU/g는 77건, 2~3 log CFU/g는 124건, 3~4 log CFU/g는 101건, 4~5 log CFU/g는 64건, 5~6 log CFU/g는 21건, 6~7 log CFU/g는 10건으로 조사되었다.

즉석조리식품의 일반세균수는 전체 1020건 중 672건 (65.9%)에서 세균수가 확인되었으며, 검출 평균은 1.51 log CFU/g으로 나타났다. 검출된 세균수의 분포를 살펴보면 1 log CFU/g 이하는 371건, 1~2 log CFU/g는 97건, 2~3 log CFU/g는 251건, 3~4 log CFU/g는 149건, 4~5 log CFU/g는 129건, 5~6 log CFU/g는 22건, 6~7 log CFU/g는 1건으로 조사되었다.

신선편의식품의 일반세균수는 전체 390건 중 380건 (97.4%)에서 세균수가 확인되었으며, 검출 평균은 4.47 log CFU/g으로 나타났다. 검출된 세균수의 분포를 살펴보면

1 log CFU/g 이하는 12건, 1~2 log CFU/g는 7건, 2~3 log CFU/g는 70건, 3~4 log CFU/g는 60건, 4~5 log CFU/g는 55 건, 5~6 log CFU/g는 101건, 6~7 log CFU/g는 73건, 7~8 log CFU/g는 12건으로 조사되었다.

Table 3은 즉석섭취·편의식품류의 동일 로트 시료간 (n=5) 일반세균수의 최대최소 분포차를 나타낸 것이다. 즉석섭취식품, 즉석조리식품, 신선편의식품에서 동일 검체 5 개의 최대값과 최소값의 차이가 0.5 log CFU/g 이하가 각각 54.0%, 71.1%, 42.3%로 나타났으며, 1 log CFU/g 이상이 각각 27.8%, 11.8%, 26.9%로 즉석조리식품에서 한 로트당 미생물 오염분포가 거의 동일하게 나왔으며, 즉석 섭취식품과 신선편의식품의 경우 로트당 오염분포가 즉석 조리식품에 비하여 균일하지 않은 것으로 나타났다. Kim

Table 3. The analysis of maximum and minimum levels of total aerobic count contamination in ready-to-eat products

| Food type | Max.- Min. levels | | |
|-------------------------|-------------------|-----------|-------|
| | ≤0.5 | >0.5 ~ ≤1 | >1 |
| Ready-to-eat food | 54.0% | 18.3% | 27.8% |
| Ready-to-cook food | 71.1% | 17.2% | 11.8% |
| Fresh ready-to-eat food | 42.3% | 30.8% | 26.9% |

Table 4. Coliform and *Escherichia coli* contamination level in ready-to-eat products

| Food type | Coliform | | | | <i>Escherichia coli</i> | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|-------|---------------------------|-------------------|-----------|-------|
| | Mean ± SD (log CFU/mL) | Max.- Min. levels | | | Mean ± SD (log CFU/mL) | Max.- Min. levels | | |
| | | ≤0.5 | >0.5 ~ ≤1 | >1 | | ≤0.5 | >0.5 ~ ≤1 | >1 |
| Ready-to-eat food | -0.67 ± 1.39 (22.5%) | 71.4% | 5.6% | 23.0% | ND ¹⁾ | - | - | - |
| Ready-to-cook food | -1.17 ± 0.81 (7.4%) | 89.7% | 1.5% | 8.8% | ND | - | - | - |
| Fresh ready-to-eat food | 1.03 ± 2.46 (53.1%) | 50.0% | 12.8% | 37.2% | -1.03 ± 1.04 (11.8%) | 83.3% | 3.8% | 12.8% |

¹⁾ND : not detected

등¹⁷⁾의 연구에서는 서울지역에 유통되는 즉석섭취·편의 식품 중 빵류, 밥류의 평균 일반세균수는 각각 4.19, 4.54 log CFU/g로 본 결과의 즉석 섭취, 즉석조리 식품의 세균수의 오염도가 낮은 것으로 확인되었으며, 신선편의식품은 4.48 log CFU/g로 본 실험과 비슷한 수준의 평균을 나타냈다.

또한 Chung 등¹⁸⁾의 연구에서는 즉석섭취식품과 즉석조리식품에서 7 log CFU/g 이상의 일반세균수가 각각 18.4%, 53.9%로 조사되었지만, 본 연구에서는 7 log CFU/g 이상의 일반세균수는 검출되지 않았고, 신선편의식품의 경우 Chung 등¹⁸⁾의 연구에서는 7 log CFU/g 이상이 13.3%로 높게 나타난 반면 본 실험에서는 3.1%로 낮게 확인되었다.

현재 유통 중인 즉석섭취·편의식품류의 경우 식품공전의 세균수는 즉석조리에 한하여 1 g 당 100,000이하이며, 발효제품, 발효제품첨가 또는 유산균 첨가제품을 제외하고 관리되고 있다. 실험 결과 5 log CFU/g 초과 검출건수가 23건으로 나타났지만, 제품모두 발효제품 및 발효제품첨가가 함유된 제품들로 규격에 제외되는 것으로 확인되어 현재 식품공전의 미생물 규격의 범위 안에서 관리가 잘 이루어지고 있는 것으로 사료된다.

Coliform/*Escherichia coli* 분포 현황

즉석섭취·편의식품류의 대장균군과 대장균의 오염도는 Table 4와 같다. 즉석섭취식품과 즉석조리식품의 대장균군은 각각 -0.67 ± 1.39, -1.17 ± 0.81 log CFU/g로 검출되었으며, 대장균은 검출되지 않았다. 신선편의식품은 대장균군이 1.03 ± 2.46 log CFU/g, 대장균이 -1.03 ± 1.04 log CFU/g로 검출되었다.

현재 식품공전의 대장균의 규격은 즉석섭취식품은 음성, 신선편의 식품에 한하여 1 g당 10이하로 관리되는데, 조사 결과 즉석섭취식품은 모두 음성으로 나타났으나, 신선편의식품의 경우 390건 중 34건이 기준을 초과한 것으로 나타났다. 신선편의식품의 경우 즉석섭취, 즉석조리식품 보다 미생물을 제어할 수 있는 제조공정이 제한된 것으로 판단되며, 현 오염수준을 감안했을 때 좀 더 현실적인 미생물 기준·규격의 설정이 필요할 것으로 사료된다.

식중독균 중 *B. cereus*, *S. aureus*, *C. perfringens* 분석 현황

즉석섭취·편의식품류의 식중독균 중 *B. cereus*, *S. aureus*, *C. perfringens*의 오염도는 Table 5 와 같다. *B. cereus*의 경우 검출된 평균 오염농도는 즉석섭취식품이 -1.73 ± 0.83 log CFU/g, 즉석조리식품은 -1.24 ± 0.68 log CFU/g, 신선편의식품이 -1.32 ± 0.53 log CFU/g로 나타났다. 현행 식품공전에서 제시된 *B. cereus*의 기준은 즉석섭취식품과 신선편

Table 5. Foodborne pathogens contamination level in ready-to-eat products

| Food type | <i>B. cereus</i> | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|------|
| | Mean ± SD (log CFU/mL) | Max.- Min. levels | | |
| | | ≤0.5 | >0.5 ~ ≤1 | >1 |
| Ready-to-eat food | -1.17 ± 0.83 (7.3%) | 92.1% | 4.0% | 4.0% |
| Ready-to-cook food | -1.24 ± 0.68 (5.5%) | 93.6% | 0.5% | 5.9% |
| Fresh ready-to-eat food | -1.32 ± 0.53 (2.3%) | 94.9% | 1.3% | 3.8% |

| Food type | <i>S. aureus</i> | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|------|
| | Mean ± SD (log CFU/mL) | Max.- Min. levels | | |
| | | ≤0.5 | >0.5 ~ ≤1 | >1 |
| Ready-to-eat food | ND ¹⁾ | - | - | - |
| Ready-to-cook food | ND | - | - | - |
| Fresh ready-to-eat food | -1.35 ± 0.37 (1.5%) | 96.2% | 0.0% | 3.8% |

| Food type | <i>C. perfringens</i> | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|------|
| | Mean ± SD (log CFU/mL) | Max.- Min. levels | | |
| | | ≤0.5 | >0.5 ~ ≤1 | >1 |
| Ready-to-eat food | ND | - | - | - |
| Ready-to-cook food | -1.37 ± 0.30 (0.9%) | 99.5% | 0.0% | 0.5% |
| Fresh ready-to-eat food | ND | - | - | - |

¹⁾ND : not detected

의식품에 한하여 1,000 CFU/g 이하로 관리되고 있다. 본 연구에서는 현행 기준에 초과되는 건수는 없는 것으로 나타났다. 또한 즉석섭취·편의식품류의 검출된 동일 로트 시료간(n=5)의 최대최소 분포차는 0.5 log CFU/g 이하에서 모두 90% 이상으로 확인되었다. Kang 등¹⁹⁾에서는 즉석섭취 새싹채소와 샐러드에서의 *B. cereus* 검출 조사에서 새싹채소의 범위는 1.00~4.20 log CFU/g, 샐러드는 1.00~2.58 log CFU/g로 나타났으며, 샐러드는 새싹채소에 비해 비교적 안전한 오염범위를 보였으나, 새싹채소의 경우 현행기준을 초과하였다. 또한 Lim 등²⁰⁾은 즉석섭취·편의식품류 중 샐러드와 김밥에서는 현행기준을 초과한 제품이 샐러드는 2건, 김밥에서는 4건으로 나타났다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 선행 연구의 결과에 비해 오염 수준이 낮은 것으로 확인되었다.

*S. aureus*의 경우 즉석섭취식품과 즉석조리식품에서는 검출되지 않았고, 신선편의식품에서만 평균 -1.35 ± 0.37 log CFU/g로 검출되었다. Kim 등¹⁷⁾의 연구에서는 즉석섭취·편의식품에서 평균 약 1.5 log CFU/g의 오염도를 보였다고 조사되었으며, Kim 등⁶⁾ 또한 평균적으로 2.78 log CFU/g 검출되었다고 하였다. Jo 등²¹⁾의 연구에서는 혼합채소 샐러드에서 1.2 log CFU/g로 현행 규격에는 적합한 것으로 조사된 것과 비교하여, 본 연구에서는 선행연구에 비하여 *S. aureus*의 오염수준은 비교적 낮은 수치로 나타났다.

*C. perfringens*의 경우 즉석섭취식품과 신선편의 식품에서는 검출되지 않았으며, 즉석조리식품에서만 평균검출 -1.37 ± 0.30 log CFU/g로 나타났다.

현재 즉석섭취·편의식품류의 식중독균의 오염 수준은 현행 기준에 적합한 것으로 보아 위해 정도는 높지 않은 것으로 나타났으나 제조과정 중 좀더 철저한 위생관리가 필요할 것으로 판단된다.

위생지표세균 오염도 조사결과에 대한 통계적 분석

즉석섭취식품, 즉석조리식품, 신선편의식품의 위생지표 세균(세균수, 대장균, 대장균군) 규격에 대하여 통계적 개념의 미생물 기준·규격을 제안하고자 하였다. n, c값은 ICMSF에서 제시하는 case 분류에 의한 것이며, 미생물 기준은 위해도의 종류, 해당 식품에서 검사 후 섭취까지 식품 내 미생물의 증식가능성, 일회 섭취량, 섭취대상의 건강상태 및 면역력을 고려하여 case를 분류하였다^{11,12)}. 또한, 해당 규격에서 95%의 가능성으로 합격률(P(accept)=95%) 로트의 미생물 오염량의 중앙값을 산출하여 비교하였다²²⁾.

즉 오염도 조사 결과를 바탕으로 평균 검출값과 표준편차를 이용하여 미생물 기준(m)과 최대허용한계치(M)에 따른 합격률(P(accept))을 구하였으며¹³⁾, 이를 토대로 미생물 기준·규격 개선안을 마련하였다.

그 결과, 세균수 및 대장균군의 경우, 즉석섭취식품, 즉

석조리식품, 신선편의식품 모두 오염 분포도가 넓어 (표준편차: 0.81~2.46) 현행 세균수 규격(1 g당 100,000이하)은 사실상 규격 마련의 실효성이 없는 것으로 파악되었다 (data not shown). 대장균의 이론적 규격은 즉석섭취식품 및 즉석조리식품에서 n=5 c=1 m=0 M=10으로 나타났으며, 신선편의식품에서는 n=5 c=1 m=10 M=100으로 나타났다.

따라서, 대장균 규격에 대해서는 이론적 규격을 참고하여 통계적 개념의 미생물 규격을 도입한 개선(안)이 필요할 것으로 판단된다.

저위해 식중독균의 경우 본 연구 결과 기준을 초과한 시료가 없었으나, 추후 정량규격 설정 시에는 위해평가를 통한 과학적 근거가 뒷받침 되어야 할 것이다.

국문요약

본 연구에서는 단일 시료를 검사하는 식품공전의 방법을 통계적 개념인 n, c, m, M을 도입하여 국제기준에 발맞춘 시스템을 확립하고자 식품 중 미생물 오염실태 조사 및 기준·규격 재평가를 실시하였다. 즉석섭취·편의식품류에 대한 미생물의 오염도 조사를 위한 모니터링을 실시하였으며, 이를 바탕으로 통계적 개념을 도입하여 새로운 기준·규격을 마련하고자 하였다. 즉석섭취·편의식품류 총 2,040건(즉석섭취식품 630건, 즉석조리식품1,020건, 신선편의식품390건)을 구입하여 일반세균수, 대장균군, *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus*, *C. perfringens*에 대한 모니터링을 진행하였다.

즉석섭취·편의식품류의 일반세균수는 평균 2.10 log CFU/g, 대장균군은 평균 -0.60 log CFU/g, *E. coli*은 평균 -1.33 log CFU/g, *B. cereus*은 평균 -1.23 log CFU/g으로 검출되었으며, *S. aureus*은 신선편의식품에서만 평균 -1.35 log CFU/g, *C. perfringens*은 즉석조리식품에서만 평균 -1.37 log CFU/g 검출되었다. 일반세균수, *B. cereus*, *S. aureus*, *C. perfringens*은 현 기준규격을 초과하지 않은 것으로 나타났으나, 신선편의식품에 한하여 *E. coli*는 34건이 식품기준 및 규격을 초과 하였다. 즉석섭취·편의식품류의 모니터링 결과를 바탕으로 Newsamplesplan 2 프로그램을 활용하여 이론적 규격을 도출하였다. 오염 분포도가 넓어 사실상 규격 마련의 실효성이 없는 것으로 파악되었고, 대장균은 즉석섭취식품 및 즉석조리식품에서 n=5 c=1 m=0 M=10으로, 신선편의식품에서는 n=5 c=1 m=10 M=100으로 이론적 규격이 필요할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

이 논문은 식품의약품안전처 자체 연구개발사업(과제번호: 13161식품안004)에 의하여 이루어진 연구결과로 이에 감사드리며, 연구의 시작부터 끝까지 오염실태조사와 데

이터 분석에 참여했던 경인청, 대구청, 대전청, 부산청, 광주청 유해물질분석과 세부과제 담당자 여러분께 깊은 감사의 말씀 드립니다.

References

1. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS): www.foodsafetykorea.go.kr (2017).
2. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA): www.mafra.go.kr (2015).
3. Kim H.Y., Choi S.H., Ju S.E.: A survey of the behaviors on fast food restaurants. *Korean J. Dietary Culture*, **11**, 71-82 (1996).
4. Bahk G.J., Chun S.J., Park K.H., Hong C.H., Kim J.W.: Survey on the foodborne illness experience and awareness of food safety practice among Korean consumers. *J. Food Hyg. Saf.*, **18**, 139-145 (2003).
5. Kim T.S., Kim M.J., Kang Y.M., Oh G.N., Choi S.Y., Oh M.S., Yang Y.S., Seo J.M., Ryu M.G., Kim E.S., Ha D.R., Cho B.S.: Molecular characterization and toxin profile of bacillus cereus strains isolated from ready-to-eat foods. *Korean J. Food sci. Technol.*, **46**, 334-340 (2014).
6. Kim H.K., Lee H.T., Kim J.H., Lee S.S.: Analysis of microbiological contamination in ready-to-eat foods. *J. Food Hyg. Saf.*, **23**, 285-290 (2008).
7. Park S.Y., Choi J.W., Yeon J.H., Lee M.J., Lee D.H., Kim K.S., Park K.H., Ha S.D.: Assessment of contamination levels of foodborne pathogens isolated in major RTE foods marketed in convenience stores. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**, 274-278 (2005).
8. Kim M.J.: Characteristics of ordinary diets in present-problems and solutions. *Korean Home Economics Assoc.*, **44**, 151-160 (2006).
9. Chae M.J., Bae H.J.: A survey on preference and satisfaction of the customers purchasing ready-to-eat foods. *Korean Food Cookery Sci.*, **24**, 788-800 (2008).
10. Lee M.S., Woo G.J., Park J.S., Lee D.H., Oh S.S.: Guidelines for microbiological standards of food in foreign countries. *J. Food Hyg. Saf.*, **19**, 140-150 (2004).
11. Park K.S.: Study on improvement of standard for hygiene index microorganism using sampling plan. Ministry of Food and Drug Safety (2012).
12. Hwang I.G.: Study on the improvement of standard and detection method for hygiene index microorganism. Ministry of Food and Drug Safety (2009).
13. Kwak H.S.: Study on reevaluation of microbial criteria in food. Ministry of Food and Drug Safety (2015).
14. Seo K.H.: Study on revision of food code of food microbiology. Ministry of Food and Drug Safety (2012).
15. Shin K.S.: International tendencies for establishing a microbiological standard for Food. *J. Food Hyg. Saf.*, **1**, 77-95 (1986).
16. NEW sampleplans Excel Program (v.2.05): http://www.icmsf.org/main/software_downloads.html. ICMSF (2014).
17. 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).
18. Chung M.S.: Study on the Development of standards and specifications for ensuring sanitary quality of ready-to eat foods and miscellaneous foods. Korean health industry development institute (2005).
19. 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).
20. Lim G.S., Koo M.S., Kim H.J., Kho Y.H., Park K.S., Oh S.W.: Determination of statistical sampling plans for bacillus cereus in salad and Kimbab. *J. Food Hyg. Saf.*, **29**, 16-20 (2014).
21. 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).
22. Schothorst M.V., Zwietering M.H., Ross T., Buchanan R.L., Cole M.B.: Relating microbiological criteria to food safety objectives and performance objectives. *Food Control*, **20**, 967-979 (2009).