

## 부산지역 가공식품 중 *Bacillus cereus* 분포 현황 및 독소 유전자 특성

박소현\* · 권위경 · 이인숙 · 김은주 · 황수정 · 구희수 · 나영란 · 김병준 · 박은희 · 이미옥  
부산광역시 보건환경연구원 미생물팀

### Distribution and Toxin Gene Characteristic of *Bacillus cereus* Isolated from Foods in Busan

So-hyun Park\*, Wi-Gyeong Gwon, In-sook Lee, Eun-ju Kim, Su-jeong Hwang, Hee-soo Koo, Young-ran Na, Byung-jun Kim, Eun-hee Park, Mee-ok Lee

Microbiology Team, Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment, Busan, Korea

(Received March 2, 2020/Revised March 26, 2020/Accepted April 22, 2020)

**ABSTRACT** - The purpose of this study was to provide basic data necessary for the prevention of food poisoning and safe food management. We examined 872 food samples for *B. cereus* in accordance with the MFDS Food Code and investigated characteristics of their harboring toxin genes. We detected and isolated 113 strains of *B. cereus* from 78 food samples (8.9%), and the average detection level was 48 CFU/g. *B. cereus* isolates carried at least 1 toxin gene among the emetic toxins and 5 enterotoxin genes. The toxin gene profiles of *B. cereus* were classified into 18 different types of isolates showing genetic diversity. Among the strains, 34 (30.1%) had all 5 enterotoxin genes (*CytK-nheA-entFM-bceT-hblC*), accounting for the highest percentage. The *entFM* and *nheA* genes were major enterotoxin genes, while the emetic toxin gene, *CER*, was the least detected in *B. cereus* isolated from food samples.

**Key words** : *Bacillus cereus*, Enterotoxin, Emetic toxin, Toxin gene profile

경제 및 사회발전으로 인하여 소득수준 향상, 사회구조 및 식생활 변화, 여성의 사회참여 확대, 1인 가구 증가 등으로 외식 및 가정 외에서 제조한 식품을 구매하는 소비행동이 증가하고 있으며, 소비행태도 개인이나 가정에서부터 음식점, 회사 병원 학교 등 집단 급식으로의 이행이 급증하고 있다<sup>1,2)</sup>. 또한 반 조리나 완전 조리 상태의 식품류, 즉석섭취 편의식품류의 소비증가 추세로 이들 식품에 대한 위생 및 안전수칙이 철저히 지켜지지 않을 경우 대형 식중독 사고가 발생할 가능성이 높아지고 있다<sup>3)</sup>. 특히 즉석섭취 및 편의식품은 대부분 별도의 조리과정 없이 바로 섭취하기 때문에 식품원료에서 유래된 식중독균에 쉽게 노출될 수 있다. 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 과일 및 채소류에서 비롯된 식중독 사례가 증가하고 있는 추세이다<sup>4-6)</sup>. 국내에서 발생한 식중독 현황을 살펴보면, 전체 발생건수가 2002년에 77건이었으나 2012년은 266건으로 3배 이상 증가

하였으며, 특히 외식에 대한 기회가 증가함에 따라, 일반 음식점 등에서의 식중독 발생 비율이 2012년 기준으로 전체의 60% 이상을 차지하고 있다. 이와 더불어 매년 세균성 식중독 발생이 대규모로 빈번하게 발생하고 있으며, 그 중 바실루스 세레우스(*Bacillus cereus*)가 각종 식품에서 검출되면서 많은 주의가 요구되고 있다<sup>7)</sup>.

*B. cereus*는 토양 및 야채, 곡류, 우유 등 식품 원료에서 흔히 발견되는 그람양성균으로 대부분의 식품 가공처리 과정에서 생존 가능한 포자 형성균이다<sup>8)</sup>. *B. cereus*는 인체에 설사형 및 구토형의 두 유형의 식중독을 일으킨다<sup>9,10)</sup>. 설사형 식중독은 *B. cereus*가 소장에서 성장하는 동안에 생산하는 enterotoxin에 의해 발생하며<sup>11)</sup>, 단백질이 포함된 식육 제품이나 소스 및 채소스프 등의 식품에서 주로 발생한다. 또한 구토형 식중독의 원인독소는 식품에서 *B. cereus*가 영양세포상태로 성장하거나 발아하는 동안에 생산된 독소로 쌀, 파스타, 국수 등을 튀기거나 조리한 전분질 식품에 의해서 발생한다<sup>12)</sup>.

식품의약품안전처의 통계<sup>13)</sup>에 의하면 *B. cereus*에 의한 식중독은 2003년부터 2018년까지 105건 1900여명의 환자가 발생하였으나 *B. cereus*에 의한 식중독은 다른 식중독균

\*Correspondence to: So-hyun Park, Microbiology Team, Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment, Busan 46616, Korea  
Tel: +82-51-309-2884, Fax: +82-51-309-2829  
E-mail: cell1233@korea.kr

에 비해 증세가 경미하기 때문에 신고, 보고 건수가 적다는 것을 감안하면 사실상 이보다 더 많은 식중독의 원인이 되었을 것으로 예상된다. 또한 *B. cereus*는 균수가  $10^5$  CFU/g 이상 되어야 발병하지만 어린이, 노약자 등 면역력이 저하된 고위험군에서는 이보다 훨씬 낮은 농도에서도 발병한다고 보고되었다<sup>14)</sup>. 그러나 *B. cereus*가 생성하는 독소의 종류에 따라 잠복기 및 임상증상이 다양하기 때문에 원인 병원체 및 독소의 정확한 실험실 진단이 중요하다<sup>15-18)</sup>. 또한 인체에서는 수인성 및 식품매개감염병 관리지침<sup>19)</sup> 및 수인성 식품매개질환 실험실 진단 실무지침<sup>20)</sup>에 따라 *B. cereus* 정량 및 독소유전자 검출에 대한 진단기준이 있으나 식품공전<sup>21)</sup>에 일부 식품에서만 *B. cereus* 정량 기준이 설정되어있고 독소 유전자에 대한 언급이 없어 식품에서 분리된 *B. cereus*의 독소유전자에 대한 데이터베이스가 구축되어있지 않다.

또한 1인 가구 및 맞벌이 부부 등의 증가로 외식 문화 활성화 및 식습관의 서구화로 즉석섭취식품 섭취가 꾸준히 증가하고 있어 이러한 식품군에 대한 식중독 원인균 오염 여부 등 안정성에 대한 조사가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 부산지역 백화점, 대형마트, 편의점에서 판매하는 즉석섭취·편의식품, 조미식품, 절임·조림류 등 가공식품과 식품접객업소에서 판매하는 조리식품에서 식중독 원인이 되는 *B. cereus*의 오염도와 독소 유전자 분포현황을 파악하여 *B. cereus*에 의한 식중독 발생을 예방하고자 하였다.

## Materials and Methods

### 연구대상

2018년 10월에서 2019년 9월까지 부산지역 백화점, 대형마트에서 유통 판매되고 있는 즉석섭취식품, 신선편의식품, 즉석조리식품, 김치·절임·조림·젓갈류, 조미식품 등 가공식품 229건, 집단급식소를 포함한 식품접객업소의 조리식품 452건 및 바로 섭취 가능한 농산물 191건 등 총 872건을 연구 대상으로 하였다(Table 1). 시험에 사용된 검체는 저온( $5\pm 3^\circ\text{C}$ )을 유지하여 1시간 이내에 실험실로 운반하여 실험하였다.

**Table 1.** Classification of food samples in this study

Food type	No. of samples
Ready-to-eat food	107
Frech-cut product	20
Ready-to-cook food	20
Kimchi, Picked-boiled food, Salted seafood	46
Seasoning food	36
Prepared food	452
Ready-to-agriculture	191
Total	872

### *B. cereus*의 분리·동정

식품공전<sup>21)</sup> 제8. 일반시험법 4. 미생물 시험법 4.18 바실러스 세레우스 시험법에 따라 검체 25 g을 무균적으로 취하여 멸균 생리식염수 225 mL를 가하여 stomacker (BagMixer 400VW, Interscience, St. Nom, France)로 균질화한 후 시험용액으로 사용하였다. 시험용액을 단계별 희석하여 Mannitol Egg Yolk Polymyxin agar (MYP, Oxoid, Basingstoke, England)에 총 접종액이 1 mL가 되도록 도말하여  $30^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양한 후 집락 주변에 lecitinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였다. 계수한 평판에서 전형적인 집락을 선별하여 Blood agar plate (BAP, Hanil Komed, Seongnam, Korea)에 접종하고  $30^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양하여  $\beta$ -hemolysis를 확인하였으며, tryptic soy agar (TSA, BD, Franklin Lakes, NJ, USA) 배지에 계대한 후  $37^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양하여 VITEK 2 Compact (BioMerieux, Marcy l'Etoile, France)의 BCL card를 이용하여 생화학동정을 실시하였다. 추가로 *B. cereus*와 *Bacillus thuringiensis*를 구분하기 위해 0.5% basic fuchsin을 이용하여 곤충독소단백질(Insectidal crystal protein) 생성 유무를 현미경으로 확인하였다.

### *B. cereus* 독소 유전자 검사

*B. cereus* 독소 유전자 확인을 위해 순수 분리한 *B. cereus* strain을 멸균증류수 100  $\mu\text{L}$ 에 부유시켜  $100^\circ\text{C}$ 에서 30분간 끓이고  $4^\circ\text{C}$ 에서 14,000 rpm, 5분간 원심분리한 후 상층액을 template DNA로 사용하였다. 먼저 *B. cereus*와 *B. thuringiensis*를 구분하기 위해 곤충독소단백질 유전자(*cryI*) 검출 확인을 *Bacillus cereus* Detection (Bc/Bt distinguish) PCR Kit (Jinsungunitech, Seoul, Korea)를 사용하여 Polymerase Chain Reaction (PCR, Life Technology Holdings, Singapore)실시하였다. 분리된 *B. cereus*의 독소유전자는 질병관리본부의 수인성-식품매개질환 실험실 진단 실무 지침<sup>20)</sup>에 따라 *B. cereus*가 생산하는 장독소 5종(*hblC*, *bceT*, *entFM*, *nheA*, *CytK*)과 구토독소(*CER*)에 대해 PowerCheck™ *Bacillus cereus* 6-toxin Detection Kit (Kogenebiotech, Seoul, Korea)를 사용하여 제조사에서 제시한 방법으로 PCR을 실시하였다. PCR 결과는 1.8% agarose gel로 전기 영동하여 확인하였다.

### 통계처리

본 연구에 분석 결과는 Microsoft Office Excel 2010의 통계 프로그램을 사용하여 Chi-square test 및 ANOVA 분석을 실시하였고, *P* 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

## Results and Discussion

### 식품별 *B. cereus* 검출률

총 872건의 검체 중 78건에서 *B. cereus*가 검출되어 8.9%

**Table 2.** Detection of *Bacillus cereus* in different food types

Food Type	No. of Samples	No. of detected samples(%)	P-value $\chi^2$
Ready-to-eat foods	107	6(5.6)	*P = 0.001
Frech-cut products	20	1(5.0)	
Ready-to-cook foods	20	0(0.0)	
Kimchi, Picked-boiled foods, Salted seafoods	46	11(23.9)	
Seasonig foods	36	7(19.4)	
Prepared foods	452	33(7.3)	
Ready-to-agriculture	191	20(10.5)	
Total	872	78(8.9)	

\*P = 0.001 means that there is a statistically significant difference.

의 검출률을 보였다(Table 2). 식품별 검출률을 살펴보면 반찬으로 섭취되고 있는 김치·절임·조림·젓갈류에서 23.9%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 조미식품 19.4%, 바로 섭취 가능한 농산물 10.5%, 조리식품 7.3%, 즉석섭취식품 5.6%, 신선편의식품 5.0% 순이며, 즉석조리식품에서는 검출되지 않았다. 전체적으로 *B. cereus* 검출률이 식품에 따라 유의한 차이가 있음을 확인하였다( $P < 0.05$ ). Sung 등<sup>22)</sup>이 보고한 연구에 따르면 *B. cereus* 검출률이 단순가공농산물에서 16.3% 보였으며, Kim 등<sup>7)</sup>의 보고에서는 신선편의식품 53.1%, 즉석섭취식품 48.1%, 조리식품 20.1%이며, Kang 등<sup>23)</sup>이 보고에서는 신선편의식품 중 새싹채소 58.0%, 샐러드 53.3%를 보였다. 본 연구에서는 이전 연구에 비해 *B. cereus* 검출률이 낮은 경향을 보였다. 그러나 Choi 등<sup>24)</sup>의 울산지역 반찬류에 대한 *B. cereus* 검출률이 2.5%, Hwang 등<sup>25)</sup>의 서울지역 반찬류에서는 검출되지 않았다는 보고와 비교하면 본 연구의 김치·절임·조림·젓갈류에

서는 다소 높게 검출되었다. 따라서 식품에서의 *B. cereus* 검출률은 식품 분류별, 검체 수, 시기, 지역별로 차이를 보였다.

### 식품별 *B. cereus* 오염 수준

총 872건의 *B. cereus* 오염 수준은 불검출에서 최대 20,000 CFU/g로 평균 48 CFU/g 검출되었으며, 식품별 *B. cereus*의 오염도 정량 분포는 Table 3과 같다. 바로 섭취 가능한 농산물의 *B. cereus*가 평균 113 CFU/g으로 가장 높았으며, 다음으로 즉석섭취식품이 93 CFU/g, 김치·절임·조림·젓갈류 38 CFU/g, 조미식품 28 CFU/g, 조리식품 17 CFU/g순으로 검출되었으며 식품별 *B. cereus* 오염도에는 차이가 없었다( $P=0.917$ ). 식품 공전의 *B. cereus* 정량 기준<sup>21)</sup>은 특수용도식품은 100 CFU/g 이하, 생식류 즉석섭취·신선편의식품 및 살균하였거나 더 이상의 가공, 가열 조리를 하지 않고 그대로 섭취하는 가공식품의 경우 1,000 CFU/g(별균제품은 음성) 이하, 메주를 제외한 장류 및 소스, 복합조미식품, 김치류, 젓갈류, 절임류, 조림류에서는 10,000 CFU/g 이하이며, 식품접객업소의 조리식품의 경우는 10,000 CFU/g 이하로 기준을 설정하고 규제를 하고 있다. 그러나 농산물과 즉석조리식품의 경우 아직 *B. cereus*에 대한 규격이 설정되어 있지 않다. 본 연구 결과 기준이 있는 식품에 대해서는 모두 적합하나 기준이 설정되지 않은 농산물 중 모듬쌈채소는 20,000 CFU/g이 검출되어 식품위생법의 즉석섭취·신선편의식품으로 관리될 경우 기준이 초과대상이다. 그러나 채소류의 경우 충분히 세척하여 섭취하면 *B. cereus*로 인한 식중독은 예방할 수 있다. 일반적으로 식중독을 유발할 수 있는 *B. cereus* 정량값이 10,000 CFU/g 이상이라는 연구 결과<sup>25)</sup>로 볼 때 본 연구의 *B. cereus* 오염 수준은 위에서 언급한 *B. cereus*의 식중독 발병균량보다 현저히 낮게 나타나 위험한 정도는 아니지만, 노약자 등과 고위험군에서는 훨씬 낮은 농도에서도 발병한다는 보

**Table 3.** Contamination level of *B. cereus* in different food types(unit : CFU<sup>1)</sup>/g)

	No of samles	10-10 <sup>3</sup> (CFU/g)	>10 <sup>3</sup> (CFU/g)	Mean (CFU/g)	StdDev (CFU/g)	Min. (CFU/g)	Max. (CFU/g)
Ready-to-eat foods	107	5	1	93	938	ND <sup>2)</sup>	9,700
Frech-cut products	20	1	0	1	4	ND	20
Ready-to-cook food	20	0	0	0	0	ND	0
Kimchi, Picked-boiled foods, Salted seafoods	46	11	0	38	106	ND	610
Seasonig foods	36	7	0	28	90	ND	480
Prepared foods	452	32	1	17	243	ND	5100
Ready-to-agriculture	191	19	1	113	1447	ND	20,000
Total	872	66	105	48	773	ND	20,000

<sup>1)</sup>CFU : Colony Forming Unit.

<sup>2)</sup>ND : Not Detected.

**Table 4.** Profiles of emetic toxin gene and enterotoxin genes in *Bacillus cereus* strains used in this study

Profile	Enterotoxin genes						No. (%) of <i>B. cereus</i> isolates from foods						Total (n=113)
	<i>CytK</i>	<i>nheA</i>	<i>entFM</i>	<i>bceT</i>	<i>hblC</i>	<i>CER</i>	Ready-to-eat foods (n=10)	Fresh-cut product (n=1)	Kimchi, pickled-boiled foods, Salted sea foods (n=13)	Seasoning foods (n=13)	Prepared foods (n=44)	Ready-to- agriculture (n=32)	
1	+	+	+	+	+	-	5	1	7	2	15	4	34(30.1)
2	+	+	+	+	-	-				1	4	2	7(6.2)
3	+	+	+	-	+	-			1	2	3	3	9(8.0)
4	+	+	-	+	+	-			1				1(0.9)
5	+	-	+	+	+	-			1		1	3	5(4.4)
6	-	+	+	+	+	-	1			1	3	8	13(11.5)
7	+	+	+	-	-	-	1		2	5	2	2	10(8.8)
8	+	+	-	-	+	-						1	1(0.9)
9	-	+	+	+	-	-				1	1		1(0.9)
10	-	+	+	-	+	-			1	4	1	1	6(5.3)
11	-	+	-	+	+	-						1	1(0.9)
12	-	-	+	+	+	-						2	2(1.8)
13	-	+	+	-	-	+				2	2	2	4(3.5)
14	+	-	-	-	+	-				1	1		1(0.9)
15	-	-	+	-	-	+				1	1		1(0.9)
16	-	+	+	-	-	-	3		3	3	3	3	15(13.2)
17	-	+	-	+	-	-			1				1(0.9)
18	+	-	-	-	-	-				1	1		1(0.9)

+: detected, -: not detected.

고<sup>20)</sup>의 관점에서 보면 식중독 발생의 잠재적 위험성이 있으므로 *B. cereus* 식중독균에 대한 관리가 필요하다고 사료된다.

### 식품에서 분리된 *B. cereus* 독소 유전자 profiles

*B. cereus*는 자연계에서 흔히 발견되는 그람양성의 포자형성균으로 enterotoxin에 의한 설사형과 emetic toxin에 의한 구토형이 있다. 설사형 식중독과 관련된 enterotoxin은 HBL (heamoltic enterotoxin ; *hblA*, *hblC*, *hblD*), NHE (non-heamoltic enterotoxin : *nheA*, *nheB*, *nheC*), CytotoxinK (*CytK*), enterotoxin FM (*entFM*), *Bacillus cereus* toxin T (*bceT*)가 있으며, 구토형 식중독은 CER (Cereulide)에 의해 발생한다<sup>27)</sup>. 식품에서 분리된 *B. cereus* 113주를 대상으로 구토 독소 (CER)와 장독소 5종 (*CytK*, *nheA*, *entFM*, *bceT*, *hblC*)를 포함한 총 6종의 독소유전자를 분석하였다. 식품별로는 조리식품 33건에서 44주(38.9%), 바로 섭취 가능한 농산물 20건에서 32주(28.3%), 김치·절임·조림·젓갈류 11건에서 13주(11.5%), 조미식품 7건에서 13주(11.5%), 즉석섭취식품 6건에서 10주(8.8%), 신선편의식품에서 1주(0.9%)가 확인되었다. 분리균주별 1개에서 최대 5개까지의 독소 유전자를 보유하였으며, 독소 유전자 존재 유무에 따라 총 18개의 profile로 분류되어 독소 유전자의 다양성을 나타내었다(Table 4). 장독소 5종(*CytK-nheA-entFM-bceT-hblC*)을 모두 보유한 균주가 34주(30.1%)로 가장 많았으며, 다음으로 *nheA-entFM* 15주(13.2%), *nheA-entFM-bceT-hblC* 13주(11.5%)로 순이었다. 식품별 분리균주의 독소 유전자 profile에 대한 유의한 차이는 없었다 ( $P = 0.301$ ).

*B. cereus*의 구토독소인 CER 유전자를 보유한 profile은 13, 15로 2종류가 있으며 모두 장독소를 1개 이상 보유하였다. Profile 13은 조리식품 2주, 바로 섭취 가능한 농산물 2주 총 4주(3.5%)가 검출되었으며 profile 15은 조리식품에서 1주(0.9%) 확인되었다. 구토독소 CER의 경우 장독소 중 *nheA*와 *entFM*만을 가지는 특징이 있다고 보고되었는데<sup>28,29)</sup>, 본 연구와 일치하지 않았다. 또한 장독소 유전자인 *nheA*, *hblC*는 *B. cereus*로 인한 설사형 식중독의 1차적인 병원성인자라고 보고되고 있는데<sup>16,30,31)</sup>, 본 연구에서는 103주(91.2%)가 검출되었다. Kim 등<sup>7)</sup>이 보고한 광주지역 유통 즉석·편의식품의 *B. cereus*는 8개의 독소유전자 profile로 분류되며 *CytK-nheABC-entFM-hblACD-CER*을 보유한 분리주가 23.2%로 가장 높았으며 다음으로 *CytK-nheABC-entFM-bceT-hblABC* 및 *CytK-nheABC-entFM-hblACD-CER* 각 20.9%, *CytK-nheABC-entFM-bceT-hblACD-CER* 20.2% 순으로 검출되었으며 구토독소 CER유전자를 보유한 비율이 50.2%, *nheABC*와 *hblACD*는 85.2%로 본 연구에 비해 높은 경향을 보였다. *B. cereus*는 저위해성 식중독균으로 현재 식품 공전<sup>21)</sup>에는 일부 식품에서만 정량 기준이 설정

되어있고, 독소유전자에 대한 기준이 없는 실정이다. 본 연구를 통해 부산지역에서 유통되는 식품 중 *B. cereus*의 오염 수준은 비교적 안전한 수준이지만 분리된 *B. cereus*가 다양한 독소 유전자를 보유하였음을 알 수 있었다.

### 국문요약

본 연구는 2018년 10월에서 2019년 9월까지 부산지역 유통 판매되고 있는 872건의 다양한 식품을 대상으로 *B. cereus* 오염도를 분석하였다. 총 872건 중 78건(8.9%)에서 *B. cereus* 검출되었으며 식품별 *B. cereus* 검출률은 김치·절임·조림·젓갈류에서 23.9%, 조미식품 19.4%, 바로 섭취 가능한 농산물 10.5%, 조리식품 7.3%, 즉석섭취식품 5.6%, 신선편의식품 5.0%, 즉석조리식품 0.0% 순으로 분포하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다. *B. cereus* 오염 수준은 불검출에서 최대 20,000 CFU/g로 평균 48 CFU/g였으며, 식품별 *B. cereus* 오염도에는 차이가 없었다. 78건의 검체에서 분리된 113주의 *B. cereus*의 독소 유전자 확인 시험을 수행하였다. 식품에서 분리된 113주를 대상으로 *B. cereus* 독소유전자 확인 결과 최소 1종류에서 최대 5종류의 독소 유전자가 검출되었으며 총 18개 profile로 분류되었다. 장독소 5종(*CytK-nheA-entFM-bceT-hblC*)을 모두 보유한 경우가 34주(30.1%)로 가장 많았다.

### References

- Kim, J.Y., Kwon, K.I., Ha, S.Y., Hong, C.H., Changes of contamination level of *Listeria* spp. during the processing environment in kimbab restaurants. *J. Food Hyg. Saf.*, **20**, 232-236 (2005).
- 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).
- Choi, J.W., Park, S.Y., Yeon, J.H., Lee, M.J., Chung, D.H., Lee, K.H., Kim, M.G., Lee, D.H., Kim, K.S., Ha, S.D., Microbial contamination levels of fresh vegetables distributed in markets. *J. Food Hyg. Saf.*, **20**, 43-47 (2005).
- Ministry of food and drug safety, (2019, October 31). Available from, <http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do>.
- Cartwright, E.J., Jackson, K.A., Johnson, S.D., Graves, L.M., Silk, B.J., Mahon, B.E., Listeriosis outbreaks and associated food vehicles, United States, 1998-2008. *Emerg Infect Dis.*, **19**, 1-9 (2013).
- Kim, J.B., Kim, J.M., Cho, S.H., Oh, H.S., Choi, N.J., Oh, D.H., Toxin genes profiles and toxin production ability of *Bacillus cereus* isolated from clinical and food samples. *J. Food Sci.*, **76**, 25-29 (2011).
- Kim, T.S., Kim, M.J., Kang, Y.M., Molecular characterization and toxin profile of *Bacillus cereus* strains isolated from

- ready-to-eat foods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **46**, 334-340 (2014).
8. Choi, S.K., Lee, M.S., Lee, K.H., Lim, D.S., Lee, K.H., Kim, C.H., Changes in quality of hamburger and sandwich during storage under simulated temperature and time. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **18**, 27-34 (1998).
  9. Kim, S.J., Jung, J.H., Tahk, H.M., Baek, S.Y., Lee, S.Y., Effect of factors on the sporulation of *Bacillus cereus* and their thermal resistance. *J. Food Hyg. Saf.*, **24**, 256-261 (2009).
  10. Ankolekar, C., Rahmati, T., Labbe, R.G., Detection of toxigenic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* spore in U.S. rice. *Int. J. Food Microbiol.*, **128**, 460-466 (2008).
  11. Anwarul, H., Nicholas, J.R., Phenotypic and genotypic characterisation of *Bacillus cereus* isolates Bangladeshi rice. *Int. J. Food Microbiol.*, **98**, 23-24 (2005).
  12. Valero, M., Hernandez-Herrero L.A., Fernandez, P.S., Salmeron, M.C., Characterization of *Bacillus cereus* isolates from fresh vegetables and refrigerated minimally processed foods by biochemical and physiological tests. *Int. J. Food Microbiol.*, **19**, 491-499 (2002).
  13. Ministry of Food and Drug Safety, (2019, October 31). Food Poisoning Statistics, <https://www.foodsafetykorea.go.kr/main.do>.
  14. EFSA. Opinion of the scientific panel on biological hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. in foodstuffs. *EFSA J.*, **75**, 1-48 (2005).
  15. Kim, J.B., Kim, J.M., Cho, S.H., Oh, H.S., Choi, N.J., Oh, D.H., Toxin genes profiles and toxin production ability of *Bacillus cereus* isolated from clinical and food samples. *J. Food Sci.*, **76**, 25-29 (2011).
  16. Kotiranta, A., Lounatmaa, K., Haapasalo, M., Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections. *Microbes Infect.*, **2**, 189-198 (2000).
  17. Drobniowski, F.A., *Bacillus cereus* and related species. *J. Clin. Microbiol.*, **6**, 324-338 (1993).
  18. Ehling-Schulz, M., Guinebretiere, M.H., Monthan, A., Berge, O., Fricker, M., Svensson, B., Toxin gene profiling of enterotoxin and emetic *Bacillus cereus*. *FEMS Microbiol. Lett.*, **260**, 232-240 (2006).
  19. Korea Centers for Disease Control and Prevention, National Research Institute of health, 2019, Guidelines for the management of waterborne and food poisoning infections, Cheongju, Korea, pp.273-279.
  20. Korea Centers for Disease Control and Prevention, National Research Institute of health, 2017, Infection Disease Laboratory Diagnosis: Disease-Specific Protocol, Cheongju, Korea, pp. 45-47.
  21. Ministry of Food and Drug Safety, 2019, Food Code, Cheongju, Korea.
  22. Sung, G.H., Hwang, I.Y., Park, S.H., Park, S.H., Kim, H.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).
  23. 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).
  24. Choi, J.H., Park, J.Y., Lim, E.G., Choi, M.K., Kim, J.S., Choi, G.B., Jeong, S.G., Hahm, Y.S., An investigation of microbial contamination of side dishes sold at traditional market and supermarket in Ulsan. *J. Food Hyg. Saf.*, **27**, 87-95 (2012).
  25. Hwang, I.S., Jang, M.R., Kim, O.H., Lee, S.D., Park, Y.A., Choi, B.C., Lee, K.A., Kim, L.L., Kim, D.K., Jung, A.H., Oh, Y.H., Kim, J.H., Jung, K., Contents of sodium, potassium and food-borne pathogens contamination of side dishes distributed in Seoul area. *J. Food Hyg. Saf.*, **32**, 35-41 (2017).
  26. Gilbert, R.J., Humphrey, T.J., 1998. Food-borne bacterial gastroenteritis. In : Hausler W. J., Sussman M(eds), Topley and Wilson's Microbiology and microbial infection 9<sup>th</sup> edn. vol. 3. Bacterial. Hodder Arnond, London, UK.
  27. Granum, P.E., Lund, T., *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol. Lett.*, **157**, 223-228 (1997).
  28. Vassileva, M., Torii, K., Oshimoto, M., Okamoto, A., Agata, N., Yamada, K., Hasegawa, T., Ohta, M., A new phylogenetic cluster of cereulide-producing *Bacillus cereus* strains. *J. Clin Microbiol.*, **45**, 1274-1277 (2007).
  29. Chon, J.W., Kim, J.H., Lee, S.J., Hyeon, J.Y., Song, K.Y., Park, C., Seo, K.H., Prevalence, phenotypic traits and molecular characterization of emetic toxin-producing *Bacillus cereus* strains isolated from human stools in Korea. *J. Appl. Microbiol.*, **112**, 1042-1049 (2012).
  30. Stenfors Arnesen, L.P., Fagerlund, A., Granum, P.E., From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol.*, **32**, 579-606 (2008).
  31. Ngamwongsatit, P., Buasri, W., Pianariyanon, P., Pulsrikarn, C., Ohba M., Assavanig, A., Panbangred, W., Broad distribution of enterotoxin genes (hblCDA, nheABC, cytK, and entFM) among *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus cereus* as shown by novel primers. *Int. J. Food Microbiol.*, **121**, 352-356 (2008).