pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 41, No. 1, pp. 18~23 (2026)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2026.41.1.18

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

인천지역 *Bacillus cereus* 독소 유전자 특성 및 항생제 저항성 분석

선유정* · **이원식** · **고현정** · **임수민** · **조현정** · **이혜빈** · **이수연** · **김경애** · **임수선** · **김명희**
인천광역시보건환경연구원 식중독예방과

Toxin Gene Characteristics and Antibiotic Resistance Analysis of *Bacillus cereus* in Incheon City

Yoo Jung Sun*, Wonsig Lee, Hyeon-Jeong Go, Soomin Lim, Hyen Chung Cho, Hye-Bin Lee, Soo Yeon Lee, Kyung-Ae Kim, Soo-Son Lim, Meyong-Hee Kim
Food Poisoning Prevention Division, Incheon Metropolitan City Institute of Public Health and Environment, Incheon, Korea

(Received January 12, 2026/Revised January 26, 2026/Accepted January 30, 2026)

ABSTRACT - In this study, we investigated the toxin genes and antibiotic susceptibilities of *Bacillus cereus* isolated from commercially distributed foods in Incheon City, South Korea. *B. cereus* is a soil-dwelling bacterium that could contaminate food and cause diverse clinical symptoms depending on the toxins produced, requiring accurate laboratory identification during foodborne outbreaks.We analyzed a total of 110 *B. cereus* isolates for 10 toxin genes, revealing 33 distinct toxin profiles. Among nine isolates carrying the emetic toxin gene (ces), we detected three in cooked foods, specifically cold noodles, and identified the same genes in 50 % of the red pepper powder samples, suggesting a potential association with specific food types. Antibiotic susceptibility testing revealed high resistance to β-lactam antibiotics, including ampicillin and penicillin. In conclusion, *B. cereus* harbors diverse toxin genes and is resistant to certain antibiotics, indicating a potential risk to food safety. Continuous toxin genotype and antibiotic resistance monitoring as well as further studies to establish standardized susceptibility criteria are required for the effective management of *B. cereus.*

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

*Bacillus cereus*는 토양에 상재하는 균으로 자연계에 널리 분포하며 운동성이 있는 그람 양성 통성 혐기성 간균이다[1,2]. 농작물 등 식재료에 쉽게 혼입되어 오염될 수 있으며 내열성 아포를 형성하여 일반적인 조리·열처리 과정에서도 쉽게 사멸하지 않고 잔존할 수 있어 식중독의 잠재적 위험 요인으로 작용한다[3,4].

*B. cereus*에 의한 식중독은 균이 생성하는 독소 및 해당 유전자에 따라 설사형(diarrheal type)과 구토형(emetic type)으로 구분된다[5]. 설사형 식중독은 장관 내에서 생산된 장독소에 의해 유발되며, 오염된 식품 섭취 후 약 6-15시간의 잠복기를 거쳐 복통, 설사, 메스꺼움 등의 증상이 나타나며 일반적으로 24시간 이내에 회복된다[6]. 설사형 독소는 5가지이며 hemolysin BL (Hbl), non-hemolytic enterotoxin (Nhe), enterotoxin T (BceT), cytotoxin K (CytK), enterotoxin FM (EntFM)이 있고, 이들의 발현은 각각 *hbl (hblA, hblC, hblD)*, *nhe (nheA, nheB, nheC), bceT, cytK, entFM* 유전자에 의해 조절된다[3].

구토형 식중독은 0.5-6시간의 잠복기 후에 메스꺼움, 구토 증상을 보이며, 그 원인은 음식물 내에서 생산된 구토독소 cereulide이다[4]. Cereulide는 작은 폴리펩타이드로 열, 산, 알칼리에 저항성을 가지며, *ces* 유전자에 의해 생성된다[4]. 구토형 식중독은 주로 밥, 볶음밥 등 쌀밥류에서 발생하는데 이는 조리된 밥을 부적절하게 보관하거나 재가열하는 과정에서 *B. cereus*가 증식하고, 열에 안정적인 cereulide 독소가 잔존하여 섭취 시 식중독을 유발하는 것으로 보고되고 있다[7,8].

2020년대 이후 항생제 내성이 전 세계적인 보건 문제로 대두됨에 따라, 유통 식품 및 환경에서의 항생제 내성 양상을 파악하는 것은 지역사회 내성균 관리 체계 구축에

*Correspondence to: Yoo Jung Sun, Food Poisoning Prevention Division, Incheon Metropolitan City Institute of Public Health and Environment, Incheon 22320, Korea
Tel: +82-32-440-7973, Fax: +82-32-440-8797
E-mail: sunyj1123@korea.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

중요한 기초자료가 되고 있으나 인천 지역 내 *B. cereus* 항생제 내성 데이터는 아직 부재한 상황이다.

한국식품의약품안전처에서 제공한 국가통계포털(Korean Statistical Information Service, KOSIS) 자료에 따르면, 한국에서 발생한 *B. cereus* 식중독은 2020년에 3건 26명, 2021년 7건 113명, 2022년 11건 107명, 2023년 9건 144명, 2024년 13건 146명 발생하였다. 최근 5년간 전국 식중독 발생건수는 1,344건이며, 이 중 *B. cereus* 식중독은 43건(약 3.2%)을 차지하였고 인천 지역에서는 발생하지 않았다[9].

일반적으로 *B. cereus*에 의한 식중독 사례는 다른 병원성 식중독에 비해 발생건수가 적은 것으로 보고되어 있으나[3] 이는 *Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens* 식중독과 증상이 유사하고 증세가 경미하여 정확한 원인균 규명 없이 간과되는 경우가 많기 때문인 것으로 추정된다. 또한 *B. cereus*가 토양과 물 등 자연환경에 상재하므로, 쌀과 같은 곡류를 통해 식품으로 유입될 위험이 존재하며, 이에 따른 식중독 발생을 면밀히 주시할 필요가 있다.

B. cereus 식중독은 생성하는 독소의 종류에 따라 잠복기 및 임상 증상이 다양하게 나타나므로, 원인 독소에 대한 정확한 실험실 진단이 요구된다. 그러나 현재 식품공전에는 일부 식품에 한정된 기준·규격만이 존재하며, 독소 유전자에 대한 검사 기준은 부재한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 인천 지역에서 유통되는 식품에서 분리된 *B. cereus*를 대상으로 오염 여부를 평가하여 지역 내 식중독 예방을 위한 근거 자료로 활용하고자 한다.

Materials and Methods

대상시료

본 연구에 사용된 *B. cereus* 균주는 2022년부터 2025년 8월까지 인천 지역에서 유통되는 식품으로부터 분리하였다. 식품 유형으로는 집단급식소 및 식품접객업소의 조리식품 87건, 즉석섭취식품 7건, 조미식품 16건으로, 총 110건을 대상으로 하였다(Table 1). 모든 검체는 미생물의 증식이나 변질을 방지하기 위해 냉장 상태를 유지하며 실험실로 운반하여 분석하였다[10].

분리동정

B. cereus 분리는 식품공전[11] 제8. 일반시험법 4. 미생물 시험법 4.18 바실러스 세레우스 시험법에 따라 수행하였다. 검체 25 g을 취한 후, 225 mL의 희석액을 가하여 균질화한 것을 시험용액으로 하였으며, mannitol yolk polymyxin agar (MYP, MBcell, Seoul, Korea)한천배지에 총 접종액이 1 mL이 되도록 3장을 도말하여 30°C, 18-24시간 배양하였다. 배양 후 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 선별하여 tryptic soy agar (TSA, Oxoid, Basingstoke, England)배지에 접종하여 30°C, 18-24시간 배양하여 질량분석기(MALDI Biotyper, Bruker daltonik)를 이용하여 *B. cereus* 동정을 실시하였다. 또 *Bacillus thuringiensis*와의 구분을 위해 *Bacillus cereus* Detection PCR Kit (Bc/Bt distinguish, Jinsung Unitech, Seoul, Korea)를 사용하여 polymerase chain reaction (PCR)을 실시하였으며, 0.5% basic fuchsin으로 염색하여 현미경으로 곤충독소단백질 생성 유무를 확인하였다. 모든 분리균주는 식품의약품안전처로 송부하여 식중독균 통합정보망(Korea Integrated Pathogen Information Network, KIPIN)에 등록되었다[12].

독소 유전자 실험

분리한 *B. cereus*의 DNA 추출을 위해, 배양액을 10분간 가열한 후 13,000×g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 PCR에 사용하였다. 독소 유전자 확인을 위해 질병관리본부 수인성식품매개질환 실험실 진단실무 지침[13]에 따라 PowerCheckTM *Bacillus cereus* 6-toxin Detection Kit (Kogenebiotech, Seoul, Korea)를 사용하여 *hblC*, *nheA*, *entFM*, *cytK*, *bceT*와 구토독소인 *ces* 유전자의 PCR을 제조사에서 제시한 방법으로 수행하였다. *hblA*, *hblC*, *nheB*, *nheC* 유전자는 기존 연구[14]에서 보고된 primer를 합성하여 PCR을 실시하였고, 결과는 1.5% agarose gel에서 전기영동으로 확인하였다.

항생제 분석

*B. cereus*의 항생제 분석을 위해 최소억제농도(minimum inhibitory concentration, MIC)를 측정하였다. *B. cereus*를 TSA 배지에 37°C, 16-20시간 배양한 후, 멸균 생리식염수로 균의 탁도를 McFarland 0.5로 조정하고 Cation Adjusted

Table 1. Number of *Bacillus cereus* detectioned depending on food types

Year	No. of detection	Cooked food (%)	Ready-to-eat food (%)	Seasoning food (%)
2022	12	11	1	0
2023	27	23	4	0
2024	60	42	2	16
2025	11	11	0	0
Total	110 (100%)	87 (79.1%)	7 (6.4%)	16 (14.5%)

Muller-Hinton Broth Tube (Thermo Fisher Scientific, T3462)에 10 μL를 접종하여 5×10^5 CFU/mL의 농도로 균 현탁액을 준비하였다. 건조 상태의 항생제가 도말된 plate (GPALL1F, Thermo Fisher Scientific)에 균 현탁액을 50 μL씩 접종한 후 37°C, 18-22시간 동안 배양하였고, 세균의 증식이 억제되는 항생제의 최저 농도를 MIC로 판단하였다. 정도 관리를 위한 표준 균주로는 *Escherichia coli* ATCC 25922를 사용하였다.

Results and Discussion

독소 유전자 확인

B. cereus 110건을 분석한 결과, 독소 유형을 33종류로 분류할 수 있었다(Table 2). 장독소 유전자 9종 *bceT-CytK-entFM-hblA-hblC-hblD-nheA-nheB-nheC*을 모두 보유한 균주가 21주(19.1%)로 가장 많았으며, 다음으로 *bceT-entFM-*

Table 2. PCR results of toxin genes in *Bacillus cereus* from foods

Toxin Pattern	No. of samples	emetic	Enterotoxin genes								
		CER	*bceT*	*CytK*	*entFM*	*hblA*	*hblC*	*hblD*	*nheA*	*nheB*	*nheC*
1	21	-[1)]	+[2)]	+	+	+	+	+	+	+	+
2	13	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
3	10	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+
4	8	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
5	7	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
6	6	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+
7	6	-		+	+	-	-	-	+	+	+
8	5	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
9	5	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
10	3	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
11	2	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-
12	2	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-
13	2	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
14	1	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-
15	1	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+
16	1	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+
17	1	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-
18	1	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-
19	1	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-
20	1	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+
21	1	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
22	1	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+
23	1	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-
24	1	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+
25	1	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+
26	1	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-
27	1	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
28	1	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
29	1	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+
30	1	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
31	1	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
32	1	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+
33	1	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-
Total	110	9	65	64	103	53	65	61	107	103	94
Detection rate(%)		8.2	59.1	58.2	93.6	48.2	59.1	55.5	97.3	93.6	85.5

[1)] -: Negative, [2)] +: Positive.

hblA-hblC-hblD-nheA-nheB-nheC 13주(11.8%), *entFM-nheA-nheB-nheC* 10주(11.0%) 순으로 나타났다. 110균주 모두 장독소 유전자 한 가지 이상을 보유하고 있었으며, 이는 Hsieh 등[15]의 연구와 일치하였다.

장독소 Hbl은 설사형 식중독의 주요 독성 인자로 보고되며 binding component B, lytic proteins L_1 및 L_2 단백질로 구성되어 있다. 이들 성분의 발현은 *hblA, hblC, hblD* 유전자에 의해 조절되며, 각 단백질 성분이 모두 존재할 때 장독소 활성이 최대로 발현되는 것으로 알려져 있다[16]. 본 실험에서 용혈성 독소 유전자 *hblA, hblC, hblD*를 모두 보유한 균주는 46주(41.8%)로 나타났으며, 비용혈성 독소 유전자 *nheA, nheB, nheC*를 모두 보유한 균주는 92주(83.6%)로 검출되었다.

각 유전자별로는 *nheA*가 전체의 97.3%로 가장 높은 검출률을 보였으며, *entFM*과 *nheB*가 93.6%, *nheC*가 85.5%로 비용혈성 독소 유전자의 검출비율이 대다수를 차지했다. Hbl과 Nhe은 모두 설사형 장독소에 해당하며, 이 유전자를 동시에 보유한 균주의 높은 비율은 장내 장독소 생산 가능성을 증가시키고, 설사형 식중독 발생 위험을 높일 수 있음을 시사한다.

식품 유형별 분석 결과, 특정 식품과 연관성이 높은 독소 유전자를 확인하였다. 구토형 독소 유전자 *ces*를 보유한 균주는 9주(8.2%)였으며, 이 중 3건이 냉면에서 분리되었다. 또한 조미식품인 고춧가루 16건의 검사에서 *bceT-CytK-entFM-hblC-hblD-nheA-nheB-nheC* 유전자 유형을 보유한 균주가 8주 검출되었다. 이는 전체 조미식품의 50%에 해당하는 비율이며, 실제 향신료[17] 및 건조 식품[18]에서 *B. cereus*의 검출 사례가 기존 연구에서 보고되고 있다.

*B. cereus*는 내열성 포자를 형성하여 열처리나 극한 건조 환경에서도 생존할 수 있으며, 적절한 환경이 충족되면 빠르게 증식할 수 있다. 이러한 포자의 생존력은 향신료와 같은 저장 식품의 오염 가능성을 높인다. 따라서 이를 방지하기 위해서는 식품 생산 과정에서 *B. cereus*와 같은 포자 형성균의 검출 여부를 확인하는 것이 중요하다. 또한 조리식품의 경우, 조리 후 적절한 보관과 온도 관리를 통해 오염 균주의 증식을 억제하는 것이 필수적일 것으로 사료된다.

항생제 분석

인천 지역 식품에서 분리한 *B. cereus* 110주를 대상으로 항생제의 최소억제농도를 측정하였다(Table 3). Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)[19]에 *B. cereus*에 대한 항생제 감수성 기준이 설정되어 있지 않아, 같은 그람양성균인 *S. aureus*의 항생제 감수성 기준을 적용하여 내성 여부를 판독하였다. 다만 *S. aureus* 기준의 중간내성 범주는 *B. cereus*에 대한 판정 근거가 명확하지 않아 감수성 범주에 포함하지 않고, MIC 분포를 확인하기 위한 참고자료로만 제시하였다. 또한 상용화된 plate의 특성상

Table 3. Antimicrobial susceptibility of *Bacillus cereus* isolates from foods

Antimicrobials*		No. of samples (%)		
		Susceptible	Intermediate	Resistant
AMP	ampicillin	4(3.6)	0	106(96.4)
CHL	chloramphenicol	110(100.0)	0	0
CIP	ciprofloxacin	110(100.0)	0	0
CLI	clindamycin	109(99.1)	1(0.9)	0
DAP	daptomycin	40(36.4)	20(18.2)	50(45.5)
ERY	erythromycin	107(97.3)	3(2.7)	0
GEN	gentamicin	110(100.0)	0	0
LEVO	levofloxacin	110(100.0)	0	0
LZD	linezolid	110(100.0)	0	0
OXA+	oxacillin + 2% NaCl	14(12.7)	0	96(87.3)
PEN	penicillin	2(1.8)	0	108(98.2)
SYN	quinupristin/dalfopristin	110(100.0)	0	0
RIF	rifampin	110(100.0)	0	0
TET	tetracycline	106(96.4)	3(2.7)	1(0.9)
SXT	trimethoprim/ sulphamethoxazole	76(69.1)	0	34(30.9)
VAN	vancomycin	110(100.0)	0	0

*Antimicrobial susceptibility was interpreted according to CLSI M100[19], using *Staphylococcus aureus* breakpoints, as interpretive criteria for *Bacillus cereus* are not available.

moxifloxacin, streptomycin, nitrofurantoin과 같이 표준화된 판정 기준의 적용이 어려운 항생제는 분석에서 제외하였다.

110주의 *B. cereus*의 항생제 감수성 시험을 실시한 결과, 암피실린과 페니실린 등 β-lactam계 항생제에 높은 내성을 보였으며 이는 β-lactamase를 생성하는 *B. cereus* 특성과 관련된 것으로 해석된다[20]. 반면 chloramphenicol, ciprofloxacin, clindamycin, erythromycin, gentamicin, rifampin, vancomycin에 높은 감수성을 나타냈다.

본 연구에서 관찰된 SXT (trimethoprim/sulfamethoxazole) 내성은 기존 보고와 일부 차이를 보였으며, 이는 분리원, 시험 방법, 감수성 판독 기준, 배양 시간 차이 등이 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 임상 *Bacillus* spp. 분리주에서는 대부분 감수성이 보고되었으나, 식품 및 환경 유래 *B. cereus*에서는 분리원에 따라 감수성 비율이 상이하게 나타났는데[21], 이것은 본 연구 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 균주 특성과 시험 조건의 차이가 항생제 감수성에 영향을 미칠 수 있음을 뒷받침한다.

한편, daptomycin의 경우, 임상 유래 *Bacillus* spp. 분리주의 대부분이 감수성을 보인 것으로 보고되었으나[22], 본 연구의 식품 유래 *B. cereus* 균주에서는 일부 내성이 확인되었다. 또한 daptomycin은 그람양성균의 막 작용 항생제로 *Bacillus* spp.의 영양형 세포에는 항균 활성을 보이나 포자 상태에서는 항균 효과가 제한적인 생리적 특성과도 관련이 있을 가능성을 시사한다.

현재 *B. cereus*에 대한 국제적인 항생제 기준이 부재하고 관련 분석 연구 역시 제한적인 실정이다. 이로 인해 명확한 판정 기준 없이 항생제 내성 양상을 해석하는 데에는 한계가 있으며, 식품·환경·임상 유래 분리주 간의 유전적 다양성과 항생제 노출 이력의 차이로 인해 내성 비율을 일률적으로 적용하여 비교하기는 어렵다. 그러나 본 연구 결과는 식품 유래 *B. cereus*의 항생제 내성 양상을 제시한 자료로서, 향후 항생제 감수성 기준 마련을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

국문요약

본 연구는 인천 지역 유통 식품에서 분리된 *B. cereus*를 대상으로 독소 유전자 및 항생제 분석 연구를 수행하였다. *B. cereus*는 토양 상재균으로, 식품을 통해 인체에 유입될 수 있다. 또 생성하는 독소에 따라 다양한 임상 증상을 유발하며, 식중독 발생 시 원인 병원체 및 관련 독소에 대한 정확한 실험실 진단이 요구된다. 본 연구에서는 *B. cereus* 110균주를 대상으로 10종의 독소 유전자를 검사한 결과, 33가지 독소 유형을 확인하였다. 특히 구토독소 유전자(*ces*)를 보유한 9균주 중 3균주가 조리식품인 냉면에서 검출되고, 조미식품 고춧가루의 50%에서 동일한 독소 유전자가 검출되는 등, 특정 식품과의 연관성을 시사하였다. 항생제 감수성 실험에서는 암피실린과 페니실린 등 β-lactam계 항생제에 높은 내성을 보였다. 결론적으로, *B. cereus*는 다양한 독소 유전자를 보유하고 있으며, 일부 항생제에 내성을 나타내어 식품안전 측면에서 잠재적 위해성이 크다고 판단된다. *B. cereus*에 의한 식중독 사례는 타 식중독에 비해 상대적으로 보고 사례가 적고, 국제적인 항생제 기준도 부재한 실정이다. *B. cereus*의 효과적인 관리를 위해서는 독소 유전자형 및 항생제 내성에 대한 지속적인 모니터링이 필요하며 이와 함께 항생제 감수성 기준 마련을 위한 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Yoo Jung Sun https://orcid.org/0009-0000-6378-1498
Wonsig Lee https://orcid.org/0009-0001-6295-5318
Hyeon-Jeong Go https://orcid.org/0009-0008-9548-2597
Soomin Lim https://orcid.org/0009-0004-0506-0464
Hyen Chung Cho https://orcid.org/0000-0003-1371-0071
Hye-Bin Lee https://orcid.org/0009-0004-1057-8882
Soo Yeon Lee https://orcid.org/0000-0001-7808-3975
Kyung-Ae Kim https://orcid.org/0009-0000-3554-5754
Soo-Son Lim https://orcid.org/0009-0001-9859-0752
Meyong-Hee Kim https://orcid.org/0000-0002-2814-5960

References

1. Bottone, E.J., *Bacillus cereus*, a volatile human pathogen. *Clin. Microbiol. Rev.,* **23**, 382-398 (2010).
2. Andersson, A., Ronner, U., Granum, P.E., What problems does the food industry have with the spore-forming pathogens Bacillus cereus and Clostridium perfringens?. *Int. J. Food Microbiol.*, **28**, 145-155 (1995).
3. Granum, P.E., Lund, T., *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol. Lett.,* **157**, 223-228 (1997).
4. Kramer, J.M., Gilbert, R.J., 1989. *Bacillus cereus*. In: Doyle, M.P. (Ed), Foodborne Bacterial Pathogens, Marcel Dekker, New York, NY, USA, pp. 22-70.
5. Taylor, A.J., Gilbert, R.J., Bacillus cereus food poisoning: a provisional serotyping scheme. *J. Med. Microbiol.,* **8**, 543-550 (1975).
6. Lund, T., Debuyser, M.L., Granum, P.E., A new cytotoxin from *Bacillus cereus* that may cause necrotic enteritis. *Mol. Microbiol.,* **38**, 254-261 (2000).
7. Yokoyama, K., Ito, M., Agata, N., Isobe, M., Shibayama, K., Horii, T., Ohta, M., Pathological effect of cereulide, an emetic toxin of *Bacillus cereus*, is reversible in mice. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.,* **24**, 115-120 (1999).

8. 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. *Food Microbiol.,* **19**, 491-499 (2002).
9. Ministry of Data and Statistics (KOSIS), (2025, December, 10). Number of foodborne disease cases and patient status by province and causative agent. Retrieved from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?sso=ok&returnurl=https%3A%2F%2Fkosis.kr%3A443%2FstatHtml%2FstatHtml.do%3Fconn_path%3DI3%26tblId%3DDT_145012_A009%26orgId%3D145%26
10. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2025. Food safety management guidelines, MFDS, Cheongju, Korea.
11. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2025. Food code, MFDS, Cheongju, Korea.
12. Korea Integrated Pathogen Information Network (KIPIN), (2025, December, 10). Strain information menu. Retrieved from https://foodsafetykorea.go.kr/kipin/
13. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA), 2017. Manual for laboratory diagnosis of waterborne and foodborne diseases, KDCA, Cheongju, Korea.
14. Hansen, B.M., Hendriksen, N.B., Detection of enterotoxic *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* strains by PCR analysis. *Appl. Environ. Microbiol.,* **67**, 185-189 (2001).
15. Hsieh, Y.M., Sheu, S.J., Chen, Y.L., Tsen, H.Y., Enterotoxigenic profiles and polymerase chain reaction detection of *Bacillus cereus* group cells and *B. cereus* strains from foods and food-borne outbreaks. *J. Appl. Microbiol.,* **87**, 481-490 (1999).
16. Lund, T., Granum, P.E., Characterisation of a non-hemolytic enterotoxin complex from *Bacillus cereus* isolated after a foodborne outbreak. *FEMS Microbiol. Lett.,* **141**, 151-156 (1996).
17. Powers, E.M., Latt, T.G., Brown, T., Incidence and levels of *Bacillus cereus* in processed spices. *J. Milk Food Technol.*, **39**, 668-670 (1976).
18. Kim, H.U., Goepfert, J.M., Occurrence of *Bacillus cereus* in selected dry food products. *J. Milk Food Technol.*, **34**, 12-15 (1971).
19. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2025. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (CLSI M100), 35th ed, CLSI, Wayne, PA, USA.
20. Coonrod, J.D., Leadly, P.J., Elickhoff, T.C., Antibiotic susceptibility of *Bacillus* species. *J. Infect. Dis.,* **123**, 102-105 (1971).
21. Savić, D., Miljković-Selimović, B., Lepšanović, Z., Tambur, Z., Konstantinović, S., Stanković, N., Ristanović, E., Antimicrobial susceptibility and β-lactamase production in Bacillus cereus isolates from stool of patients, food and environment samples. *Vojnosanit. Pregl*., **73**, 904-909 (2016).
22. Citron, D.M., Appleman, M.D., In vitro activities of daptomycin, ciprofloxacin, and other antimicrobial agents against the cells and spores of clinical isolates of *Bacillus* species. *J. Clin. Microbiol.,* **44**, 3814-3818 (2006).