

볶음밥의 *Bacillus cereus* 위해 수준 및 위해 관리를 위한 모니터링 기준 설정

장혜자[†] · 이지혜¹

단국대학교 자연과학부 식품영양학과, ¹단국대학교 교육대학원 영양교육 전공

Prevalence of *Bacillus cereus* from Fried Rice Dishes and Monitoring Guidelines for Risk Management

Hye-Ja Chang[†] and Ji-Hye Lee¹

Department of Food Science and Nutrition, College of Natural Science, Dankook University
¹Major in Nutrition Education, Graduate School of Education, Dankook University

Abstract

Contamination levels of aerobic colony counts, coliforms and pathogenic bacteria were tested in fried rice dishes to monitor quality for risk management. The prevalence of *Bacillus cereus* in dishes from 8 Chinese-style restaurants and 2 institutional foodservices was 10%, and the bacteria's contamination levels was 3.47 log CFU/g. *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella* were not detected in any of the 10 samples. However, for their aerobic colony counts and numbers of isolated coliforms, the samples were 30% and 70% over the microbial criteria, respectively, for ready-to-eat foods presented in the Korean Food Code. This suggests that fried rice dishes, although cooked with oil at high temperature, require special care. For the prediction of the growth curve of *B. cereus* spp. in the fried rice samples, an experiment design of 3 storage temperatures (7°C, 35°C, 57°C) x 5 storage times (0 h, 2 h, 4 h, 6 h, 24 h) was applied. The sample exposed to 35°C showed no *B. cereus* spp. at 0 h; however, there was a tendency of slow growth (1.0 log CFU/g) after 4 hours of storage and then faster growth at 6 h (3.7 log CFU/g) and 12 h (4.7 log CFU/g), showing a growth rate of 0.56 log CFU/g/hr. These results indicate that fried rice, despite being heat-treated, can become heavily contaminated with *B. cereus* spp. when held over 2 hours at room temperature. However, the samples stored at 7°C and 57°C over 24 hours were not contaminated with *B. cereus*. Based on these results, management guidelines for controlling *B. cereus* are suggested.

Key words: prevalence of *Bacillus cereus*, fried rice dishes, restaurant, growth rate, guideline for risk management

1. 서론

가정 이외의 장소에서 식사가 증가되면서 즉석섭취식품 또는 배달음식의 위생에 관심이 급증하고 있다. 식품의약품안전청이 발표한 2007년 식중독 현황에 따르면, 식중독 발생건수는 510건, 환자수 9,686건이며, 식중독 발생건수의 약 57%만 원인물질이 확인되었다. 2007년 식중독 발생건수와 환자수 기준으로 식중독의 주요 원인물질은 발생건수 97건(19.0%) 환자수 2,345명을 보인 노로바이러스로 나타났고, 그 뒤를 병원성 대장균(62건(12.2%)

환자수 1,945명), 살모넬라(42건(8.2%), 환자수 1,497명), 황색포도상구균(38건(7.5%), 환자수 843명), 장염비브리오(33건(6.5%), 환자수 634명) 순으로 집계되었다. 특히 *Bacillus cereus*에 의한 식중독 사고는 발생건수와 환자수는 작은 규모이지만 2004년 2건 84명, 2005년 1건 24명, 2006년 5건 59명, 2007년 1건 50명, 2008년 4월 기준 4건 42명으로 집계되어 꾸준히 발생되고 있다(식품의약품안전청, 2008).

미국의 경우 *B. cereus* 식중독은 1993년에 188건, 1997년에 438건, 1998년에 215건, 1999년에 194건, 2000년에 55건이 발생하였다(오상석 2003). 뉴질랜드의 경우 1997년 2건, 1998년 6건, 1999년 16건, 2000년 12건 2002년 4건 발생하였고, 식중독 사고의 1.2-4.5%가 *B. cereus*가 원인 물질이며 식중독 사례가 제한적이긴 하지만 테이크아웃, 중국음식점, 인도음식점에서 발생되었다(Lake R 등 2004).

[†]Corresponding author: Hye-Ja Chang, Department of Food Science and Nutrition, College of Natural Science, Dankook University
Tel: 031-8005-3175
Fax: 031-8005-3170
E-mail: hjc10@dankook.ac.kr

*B. cereus*는 포자를 형성하고 운동성이 있는 Gram 양성 미생물로써 호기성 뿐 아니라 혐기성하에서도 잘 자라는 간균이며 대부분의 자연식품에 존재한다. 바실러스에 의한 식중독은 구토형과 설사형으로 나뉜다(손규복 등 2004). 구토형 식중독은 열에 강하고 트립신, 펩신과 낮은 pH에서도 생존할 수 있는 매우 안정한 독소물질에 의해 구토 증세를 보이며, 설사형 식중독은 열과 산에 약한 장독소에 의해 설사를 유발한다. *B. cereus*의 최적 성장온도는 30~37°C이며 55°C에서도 생존할 수도 있으며 특히 냉장 유제품에서 검출되는 균은 5°C에서도 성장가능하다(Granum PE과 Lund T 1997). *B. cereus*의 영양세포는 열에 의해 쉽게 파괴되지만 포자는 열에 대한 저항성이 있다. 특히 포자의 저항성은 높은 온도에서 기름으로 튀기는 경우, 혹은 습열 보다는 건열상태에 노출되는 경우에 더욱 증가된다(Lake R 등 2004).

식중독을 일으키는 설사형 독소는 식품 중에 오염된 *B. cereus*의 영양세포가 장관 내에서 성장하는 동안 생성되며, 열에 약해 56°C에서 5분 동안 열처리를 하면 쉽게 불활성화된다. 구토형 식중독은 cereulide라 불리는 독소에 의해 생기며 구토가 주요 증상이다. Cereulide는 4개의 아미노산이 세 번 반복된 구형의 단백질로 유전자에 의한 합성 물질이라기보다는 효소에 의해 합성되는 것으로 알려져 있으며 열(126°C, 90분), 단백질 가수분해, pH에 매우 안정하다(Fricker M 등 2007).

*B. cereus*는 날 채소류에서 쉽게 발견되며 고열 또는 건조한 상태에서는 포자의 저항성이 크기 때문에 가열작업을 거치지 않은 즉석편의식품에서 *B. cereus*가 쉽게 검출된다. 냉장유통되는 델리 샐러드에서 *B. cereus*가 검출되었고(Valero M 등 2007), 유제품 및 육류(Becker H 등 1994), 캐서롤(casserole), 건조 허브 및 향신료, 기타 건조식품에서도 발견된다. 구토형 독소는 밥류(Nichols GL 등 1999)나 다른 전분식품에서 잘 성장하는 반면 *B. cereus*의 포자형성능력 때문에 조리의 모든 단계는 물론 레토르트 식품에서도 균의 생존이 가능하다.

*B. cereus*로 인한 식중독은 다른 식중독 원인균들에 비하면 식중독 발생 건수가 많은 편은 아니지만 세레우스 식중독의 원인식품은 주로 쌀밥이나 볶음밥, 파스타류 등의 전분식품이기 때문에 밥류를 주식으로 하는 한국인의 식단에서 주목할 부분이다. 국내에서 수행되었던 쌀 등의 전분식품과 관련된 *B. cereus*에 대한 연구로는 쌀의 바실러스 분포정도에 대한 연구(Park SY 등 2005a), 편의점에서 판매중인 삼각김밥 및 샌드위치 등의 즉석편의식품을 대상으로 한 연구(Park SY 등 2005b), 즉석조리식품(김순한 등 2004) 등이 있었지만 볶음밥을 대상으로 한 연구는 국내에서 수행된 바 없다.

이에 본 연구에서는 한국인이 즐겨 먹는 중식당과 집단급식소의 볶음밥을 대상으로 미생물적 품질을 평가하

여 특히 *B. cereus*의 노출정도를 진단하고 온도와 시간에 따른 *B. cereus*의 생육 패턴을 분석함으로써 중식당과 단체급식에서 제공하는 볶음밥의 *B. cereus* 위해 관리(risk management)를 위한 지침을 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험 재료

본 실험의 시료는 2008년 1월에서 4월 사이에 경기도 지역에 소재한 8곳의 중식당과 학교급식소 2곳에서 점심 시간대인 12시에서 13시 사이에 판매되는 볶음밥 1개씩을 대상으로 하였다. 중식당은 볶음밥을 실험실로 배달시켜 분석에 이용하였다. 단체급식소의 경우 중식당의 배달 조건과 동일하게 맞추기 위해 10분 이내에 실험실로 시료를 수거, 분석 가능한 위치에 있는 시설 2곳을 대상급식소로 선정하였고, 샘플을 sterile sampling bag에 채취하여 실온상태로 실험실로 운반하였다. 모든 시료는 실험실에 도착 즉시 미생물 분석실험에 사용되었고 2회 반복실험 하였다.

2. 미생물 분석

볶음밥 시료의 미생물분석은 식품공전(KFDA 2008) 즉석섭취식품의 미생물 기준에 맞춰 일반세균, 대장균군, *B. cereus*의 경우 오염수준을 정량적으로 분석하였고 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*는 정성적 방법으로 분석하였다. 모든 시료는 식품공전(KFDA 2008)에 제시된 방법에 따라 분석되었다. 볶음밥 시료 25 g과 peptone water 225 mL를 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher(Easymix, BRUZ cedex, France)를 이용하여 2분간 균질화한 다음 10배씩 연속희석 하였다. 실험과정에서 사용되는 모든 기구 및 액체배지는 121°C, 15분간 가압멸균하여 사용하였다.

1) 일반세균(ACC: aerobic colony count)의 정량분석
균질화된 시료원액 1 mL을 10^{-2} ~ 10^{-4} 까지 10배 단계 희석액을 만들고, 희석액 1 mL을 멸균 페트리접시에 분주한 후에 50°C로 식힌 표준천배지(Plate Count Agar, Difco, MI, USA) 15 mL을 부어 시료 용액과 잘 혼합한 후 평평한 곳에 놓아두고 응고시켰다. 그 다음 페트리접시를 뒤집어서 35°C에서 24~48시간 배양한 후 30~300개의 colony가 형성된 plate를 선별해 계수하였다.

2) 대장균군(Coliforms)의 정량분석
균질화된 시료 원액 1 mL을 10^{-1} ~ 10^{-3} 까지 10배 단계 희석액을 만들고, 희석액 1 mL을 desoxycholate lactose agar(Difco, MI, USA)에 접종하여 35°C에서 48시간 배양

한 후 암적색의 집락수를 계수하였다.

3) *B. cereus*의 정량분석

B. cereus 정량분석은 Fig. 1과 같이 실행하였다. 균질화된 시료 원액 1 mL을 취해 10⁻¹~10⁻³까지 10배 단계 희석액을 만들고, 희석액 0.2 mL을 5 plate의 MYP(manitol egg yolk polymyxin, Difco, MI, USA)에 접종하여 멸균된 스프레드로 시료를 분산시킨다. 30°C에서 24시간 배양한 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하여 보통한천배지(nutrient agar, Difco, MI, USA)에 접종하여 30°C에서 24시간 다시 배양한 후 개별 colony를 선택하여 API 50CHB(bioMerieux, Marcy l'Etoile, France)를 사용하여 당발효능을 조사하였고 모든 데이터는 APILAB plus software V3.3.3(bioMerieux, Marcy l'Etoile, France)로 분석하였다.

4) 대장균(*E. coli*)의 정성분석 및 확인

시료 25 g을 225 mL EC broth(Difco, MI, USA)에 넣어 stomacher(Easymix)를 사용해 균질화한 후 35°C에서 24시간 증균 배양하였다. 증균 배양액 1 mL을 eosin methylene blue agar(EMB, Difco, MI, USA)에 접종하여 35°C 24시간 배양하였다. 배양 후 EMB agar에서 녹색의 급속성 광택을 띠는 집락을 선택하여 보통한천배지(nutrient agar, Difco, MI, USA)에 도말한 후 35°C 24시간 배양하였다. 배양 후 개별 colony를 선택하여 API 20E(bioMerieux)를 사용하여 최종 확인하였다.

5) 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)의 정성분석 및 확인

시료 25 g을 225 mL tryptic soy broth(Difco, MI, USA)에 넣고 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher(Easymix)를 이용하여 균질화한 후, 35°C에서 24시간 증균 배양하였다. 배양 후 난황첨가 Baird-paker agar(Difco, MI, USA)에 증균액을 분주하여 잘 혼합한 후 37°C 24시간 배양하였다. 배양 후 투명한 띠로 둘러싸인 광택의 검정색 집락을 선택하여 보통한천배지(nutrient agar, Difco, MI, USA)에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 개별 colony를 선택하여 API Staph(bioMerieux)를 사용하여 최종 확인하였다.

6) 살모넬라(*Salmonella*)의 정성분석 및 확인

시료 25 g을 225 mL peptone water에 넣고 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher(Easymix)를 이용하여 균질화한 후 35°C에서 24시간 증균 배양하였다. 배양 후 MacConkey agar(Difco, MI, USA)에 증균액을 분주하여 잘 혼합한 후 35°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 무색의 유당 비분해균의 집락을 선택하여 보통한천배지(nutrient agar, Difco, MI, USA)에 접종하여 35°C 24시간 배양하였다. 배양 후 개별 colony를 선택하여 API 20E(bioMerieux, Marcy l'Etoile, France)를 사용하여 최종 확인하였다.

3. 저장시간 및 온도에 따른 *B. cereus* 성장곡선 예측

본 모의실험은 저장온도 및 시간에 따른 *B. cereus*와 일반세균의 성장곡선 패턴을 규명하는데 그 목적이 있다. *B. cereus*의 최저 증식온도는 7°C, 증식최고온도는 49°C, 최적의 증식온도는 37°C(강상태와 윤재영 2002), 미국 FDA(2005)의 위험온도범주대 기준 5~57°C를 감안하여 볶음밥의 저장온도를 7°C, 35°C, 57°C로 설정하였고 이 온도에서 시료를 0시간, 2시간, 4시간, 6시간, 24시간 저장하는 동안 *B. cereus*와 일반세균이 어떤 성장특성을 보이는지를 분석하였다.

시료는 위 실험에서 *B. cereus*가 검출된 식당의 볶음밥을 배달받아 사용하였고, 이 시료를 실험계획된 온도에서 일정 시간에 노출하였을 때 일반세균 및 *B. cereus*의 증식된 집락수를 기초로 성장곡선 패턴을 예측하였다. 균수 측정을 위한 시료 준비 및 미생물 분석방법은 위와 동일하게 실시하였고 2회 반복실험을 수행하였다.

성장곡선을 예측하기 위하여 각 조건별로 얻은 미생물의 수를 시간별로 성장곡선을 그렸다. 총균수와 *B. cereus* spp.의 성장곡선은 비선형회귀모형식 중 Gompertz 함수식을 적용하여 성장율(specific growth rate, log CFU/g)을 예측해 주는 GraphPad Prism software(CA, USA)로 예측하였다.

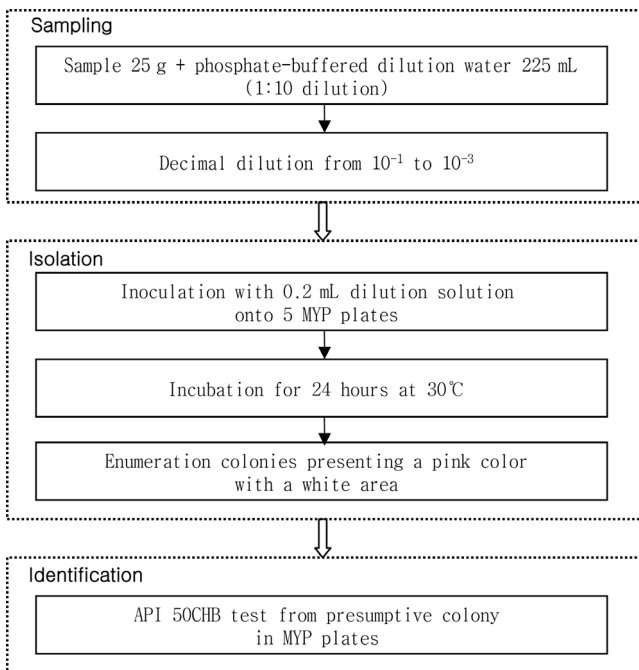


Fig. 1. Enumeration and isolation of *B. cereus* from fried rice dishes.

Gompertz's function :

$$Y = N_0 + C * \text{EXP}\{-\text{EXP}((2.718 * \text{SGR}/C) * (\text{LT}-X) + 1)\}$$

- N_0 : log initial number of cells
- C: difference between initial and final cell numbers
- LT: lag time
- SGR: maximum specific growth rate
- X: time
- Y: log cell

4. 볶음밥의 *B. cereus* 통제를 위한 모니터링 기준 설정

B. cereus 리스크 프로파일 관련 문헌 고찰(Lake R 등 2004; Nichols GL 등 1999; McElroy DM 등 2000; Bryan FL 등 1981)을 통해 볶음밥의 *B. cereus* 위해 관리를 위한 기준을 제시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 중식당 볶음밥의 미생물 오염 수준

1) 일반세균의 오염수준

식품공전에 따르면 즉석섭취 · 편의식품류에 대한 일반세균 기준은 5 log CFU/g 이하이다(KFDA 2008). 영국 즉석편의식품 중 식사류에 해당되는 일반세균수는 4 log CFU/g 이하일 때 만족한 수준, 4 log CFU/g 이상 5 log CFU/g 미만시 수용가능한 수준, 5 log CFU/g 이상시 불만족스러운 수준으로 규정한다(Gilbert 등 2000).

본 연구의 10개 시료의 일반세균 오염도는 Table 1에 제시된 바와 같이 2.78~6.39 log CFU/g 수준이었다. G, H, I 시료의 일반세균 오염도는 각각 5.11 log CFU/g, 6.39 log CFU/g, 5.44 log CFU/g으로 식품공전의 일반세균 기준 상한수준인 5 log CFU/g을 초과하였다. 따라서

전체 시료의 30%가 영국과 우리나라에서 제시하는 즉석편의섭취식품의 일반세균 기준치를 초과하였다. 기준치를 초과한 세 개의 시료 중 한 개는 학교급식소에서 공급된 것이며, 두 개는 중식당에서 배달된 시료이다.

2) 대장균군(Coliforms)

식품공전에는 즉석섭취 · 편의식품류에 대한 대장균군 기준이 명시되어 있지 않다. 영국은 위생상태를 알려주는 지표균으로 *Enterobacteriaceae*, total *E. coli*, total *Listeria* spp.을 사용한다. *Enterobacteriaceae*는 식품가공중 위생과 오염 지표균으로 사용되었던 대장균군을 대신하여 사용되고 있는데 그 이유는 대장균군이 유당분해 미생물만 포함하는 반면에 *Enterobacteriaceae*는 유당이외의 발효 미생물도 확인할 수 있기 때문이다. 장내세균의 기준은 2 log CFU/g 이하일 때 만족한 수준, 2 log CFU/g 이상 3 log CFU/g 미만시 수용가능한 수준, 3 log CFU/g 이상시 불만족스러운 수준으로 규정한다(Gilbert 등 2000). Solberg 등(1990)은 위생지표균으로 대장균군을 삼고 만족스러운 수준을 20 CFU/g 이하, 20 CFU/g 이상 100 CFU/g 미만은 수용가능한 수준, 100 CFU/g 이상은 불만족스러운 수준으로 제시하였다.

본 연구에서는 Solberg 등(1990)의 대장균군의 기준을 적용하여 평가하였다. 그 결과 10개 시료 중 C, F 시료에서 대장균군이 10 CFU/g 미만이었으며, 나머지 8개 시료에서는 1.70~4.15 log CFU/g 수준으로 검출되었으므로 전체 시료 10개 중 7개 시료에서 대장균군 기준을 초과한 것으로 나타났다(Table 1). 이와 같은 결과는 높은 온도로 가열조리되는 볶음밥의 생산공정 후 용기의 비청결성, 종사원의 비위생적인 취급습관 등에 의한 교차오염으로 예상되므로 작업관행의 개선이 필요함을 보여준다.

Table 1. Contamination levels of ACC, Coliforms and *B. cereus*, and qualitative analysis results of *E. coli*, *Salmonella* and *S. aureus*(log CFU/g)

Sample	1)ACC	Coliforms	<i>E. coli</i>		<i>Salmonella</i>		<i>S. aureus</i>		<i>B. cereus</i>	
			Enrichment	API test	Enrichment	API test	Enrichment	API test	Presumptive	API test
A	MD ²⁾	2.95	+ ³⁾	- ⁴⁾	+	-	+	-	-	-
B	3.74	2.00	-	-	-	-	+	-	-	-
C	4.57	-	-	-	-	-	+	-	-	-
D	MD	2.23	-	-	-	-	+	-	-	-
E	3.99	2.95	+	-	+	-	+	-	-	-
F	2.78	-	+	-	+	-	+	-	1.48	-
G	5.11	4.15	+	-	+	-	+	-	3.47	3.47
H	6.39	2.89	+	-	-	-	+	-	3.30	-
I	5.44	2.08	+	-	-	-	+	-	-	-
J	4.36	1.70	-	-	-	-	+	-	-	-

1) ACC: aerobic colony count, 2) MD: missing data, 3) +: presumptively positive, 4) -: not detected at 10⁻¹ diluted sample

3) 대장균(*E. coli*)

식품공전에 따르면 즉석섭취식품·신선편의식품에서는 대장균이 검출되어서는 안된다(KFDA 2008). 영국 즉석편의식품의 대장균의 기준은 20 CFU/g 이하일 때 만족한 수준, 20 CFU/g 이상 100 CFU/g 미만시 수용가능한 수준, 100 CFU/g 이상시 불만족스러운 수준으로 규정한다(Gilbert 등 2000).

Table 1과 같이, 대장균의 정성실험 결과 전체 볶음밥 시료 중 6개 시료에서 대장균으로 의심되는 집락이 선택배지에서 관찰되었고, 이를 API 20E test를 실시한 결과 A시료는 *Serratia ficaria*로, F시료는 *Klebsiella oxytoca*로, G시료는 *Raoultella ornithinolytica*로 확인되어서(Table 2), 볶음밥 시료에서 대장균은 전혀 검출되지 않은 것으로 나타났다.

Table 2. Identification of pathogenic organism in fried rice dishes with API test

Pathogenic organism	Sample	API test		
		API name	% ID	T Index
<i>E.coli</i>	A	<i>Serratia ficaria</i>	97.3	0.97
	F	<i>Klebsiella oxytoca</i>	94.7	0.57
		<i>Raoultella ornithinolytica</i>	5.0	0.34
	G	<i>Raoultella ornithinolytica</i>	57.8	0.5
<i>Serratia odorifera</i>		41.8	0.5	
<i>Salmonella</i>	A	<i>Serratia odorifera</i>	99.9	0.5
	G	<i>Pantoea spp.3</i>	97.8	0.78
<i>S. aureus</i>	A	<i>Staphylococcus lentus</i>	96.0	0.39
		<i>Staphylococcus xylosum</i>	3.9	0.27
	B	<i>Staphylococcus capitis</i>	61.5	0.54
		<i>Kocuria varians/rosea</i>	27.8	0.34
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	6.5	0.29
		<i>Staphylococcus hominis</i>	3.4	0.39
	C	<i>Micrococcus spp.</i>	97.2	0.06
	E	<i>Staphylococcus hyicus</i>	70.9	0.19
		<i>Staphylococcus chromogenes</i>	14.6	0.07
		<i>Staphylococcus hominis</i>	8.6	0.27
		<i>Staphylococcus aureus</i>	2.2	0.0
		<i>Staphylococcus simulans</i>	1.2	0.0
	F	<i>Micrococcus spp.</i>	99.9	0.54
I	<i>Kocuria varians/rosea</i>	77.1	0.4	
	<i>Micrococcus spp.</i>	21.2	0.26	
	<i>Staphylococcus capitis</i>	1.5	0.26	
J	<i>Staphylococcus capitis</i>	61.5	0.54	
	<i>Kocuria varians/rosea</i>	27.8	0.34	
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	6.5	0.29	
	<i>Staphylococcus hominis</i>	3.4	0.39	
<i>B.cereus</i>	G	<i>B.subtilis/amyloliquefaciens</i>	48.9	0.47
		<i>B.cereus1</i>	34.5	0.28
		<i>Brevibacillus laterosporus</i>	8.6	0.25
		<i>B.mycoides</i>	6.1	0.19

4) 살모넬라(*Salmonella*)

우리나라 즉석섭취식품·신선편의식품에 대한 살모넬라 기준은 음성이어야 하며(KFDA 2008), 영국의 기준은 25 g 시료에서 전혀 검출되지 않아야 한다(Gilbert 등 2000). 볶음밥의 살모넬라균 정성실험 결과(Table 1), 전체시료의 40%인 A, E, F, G 시료에서 살모넬라균으로 의심되는 집락이 선택배지에서 관찰되었다. 의심집락을 검출하여 API 20E test를 실시한 결과 A시료는 *Serratia odorifera*로, G시료는 *Pantoea spp.3*로 최종확인 되었다. 따라서 확인실험 결과 볶음밥시료에서 살모넬라균은 검출되지 않은 것으로 나타났다.

5) 황색포도상구균(*S. aureus*)

2008년에 개정된 식품공전에 따르면 즉석섭취식품·신선편의식품에 대한 황색포도상구균 기준은 음성에서 1 g 당 100 CFU/g 이하로 개정되었다(KFDA 2008). 10개의 모든 시료에서 *S. aureus*로 의심되는 집락이 선택배지에서 관찰되었으나 API Staph test 결과 A시료는 *S. lentus*, B와 J시료는 *S. capitis*, C와 F시료는 *Micrococcus spp.*로, E시료는 *S. hyicus*로, I시료는 *Kocuria varians/rosea*로 확인되었다. 따라서, 볶음밥에서는 황색포도상구균이 전혀 검출되지 않았다.

6) 바실러스 세레우스(*B. cereus*)

우리나라의 즉석섭취식품·신선편의식품에 대한 *B. cereus* 기준은 3 log CFU/g 이하이다(KFDA 2008). 영국의 즉석편의식품 중 식사류의 기준(Gilbert 등 2000)은 3 log CFU/g 미만은 만족스러운 수준, 3 log CFU/g 이상 4 log CFU/g 미만은 수용가능한 수준, 4 log CFU/g 이상 5 log CFU/g 미만은 불만족스러운 수준, 5 log CFU/g 이상은 잠정적으로 위험한 상태로 판매할 수 없는 상태로 규정한다.

본 연구에서 10개 볶음밥 샘플 중 F, G, H 시료에서 *B. cereus*로 추정되는 집락이 각각 1.48 log CFU/g, 3.47 log CFU/g, 3.30 log CFU/g 수준으로 관찰되었으며, 의심 집락을 API 50CHB test를 실시한 결과 G시료에서만 *B. cereus* (34.5%ID), *B. subtilis/amyloliquefaciens*(48.9%ID)로 확인 되었다. 비록 확인율이 낮게 나타났지만, 실험 시기가 겨울철이라는 점을 감안하여 보수적으로 평가하여 검출로 집계하였다.

API test의 원리는 분리동정하고자 하는 미생물의 생화학적 특성을 데이터베이스에 있는 분류군들의 생화학적 특성과 확률적 개념을 이용하여 비교 계산해 준다. 동정 결과 “acceptable identification”이 확인되면 분리동정 결과로 사용할 수 있다. ID %는 동정하고자 하는 미생물이 데이터베이스의 다른 균 중에 얼마나 가까운지를 나타내 주며, T-index는 분리된 균종의 가장 전형적인 생

Table 3. Non-compliance rate based on the guidelines for microbiological quality (%)

Microbial	ACC	Coliforms	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>
Guideline	Acceptable Level ≤ 5 log CFU/g	Acceptable level < 2 log CFU/g	Acceptable level: negative in 25 g	Acceptable level: negative in 25 g	Acceptable level ≤ 2 log CFU/g	Acceptable level ≤ 3 log CFU/g
Non-compliance rate(%) ¹⁾	30	70	0	0	0	10

¹⁾ Microbial guidelines were applied with Korean Food Code(KFDA 2008) except coliforms applied with Sorberg et al(1999)

화학적 특성에 얼마나 근접한지를 알려 준다(Biomerieux 2007).

*B. cereus*는 다양한 스트레스 환경에서 포자를 형성하고 장기간 생존할 수 있기 때문에 야채 싹(김순한 등 2004), 냉장보관한 신선편의식품(MPF: minimally processed fresh vegetable)(Valero M 등 2007)에 널리 분포한다. Nichols GL 등(1999)은 쌀밥에서 *Bacillus* spp.가 3 log CFU/g 이상으로 검출되었는데 이 중 *B. cereus*는 23%였고, 41%는 *B. subtilis*이었다고 보고한 바 있다. 또한 판매시점에 있는 볶음밥의 6%가 영국 기준치 3 log CFU/g를 초과했다고 보고하였다.

이상의 실험을 통해 시중에서 판매되는 볶음밥 시료 10개 중 10%가 *B. cereus*에 오염된 것으로 보이며, 다른 병원성 균은 검출되지 않았지만 위생상태의 지표균인 대장균군은 전체 시료의 70%, 일반세균은 30%가 기준치를 초과한 것으로 밝혀졌다(Table 3). 이러한 결과는 한국인의 다소비식품인 횡감류, 도시락류 및 기타 즉석편의식품 등 총 240건을 대상으로 *B. cereus* 오염실태를 조사한 연구에서 *B. cereus* 검출율이 15%였고, 특히 즉석편의식품의 경우 40건 중 3건 7.5%의 *B. cereus* 검출율을 보였다(Lee YJ 등 2003)는 연구와 유사하다. 반면, 거리에서 판매되는 스튜, 야채튀김, 야채샐러드 등의 *B. cereus* 검출율을 31%로 보고한 연구도 있다(Gadaga TH 등 2008). Granum과 Lund(1997)는 *B. cereus*가 48°C 이하에서 쉽게 증식하는 이유를 열처리 과정에서 다른 미생물은 파괴되지만 *B. cereus*의 포자는 발아되어 비경쟁적인 상태

에서 증식할 수 있기 때문이라고 지적하였다. 마찬가지로 본 연구 결과도 볶음밥이 기름에서 가열조리를 거쳐 다른 병원성 균은 검출되지 않았지만, 열에 내성이 있는 바실러스 포자가 발아되었고, 조리 후 사용되는 도구와 식기 및 종업원의 부적절한 위생관리로 인해 이차오염이 일어나 일반세균과 대장균군이 검출된 것으로 사료된다. 그러므로, 볶음밥의 안전한 생산을 위해 급식시설의 위생, 조리종사자의 위생, 배달시 위생에 각별한 주의가 요구된다.

2. 볶음밥의 저장시간 및 온도에 따른 미생물 증식패턴

1) 저장시간과 온도에 따른 일반세균의 증식곡선

볶음밥을 7°C, 35°C, 57°C에서 0시간, 2시간, 4시간, 6시간, 12시간, 24시간 보관하였을 때 일반세균의 증식수준을 Fig. 2에 제시하였다. 볶음밥의 초기 균수(0시간)는 3.87 log CFU/g이었고 냉장온도인 7°C에서 저장하였을 때 저장 후 4시간이 지난 시점에서 4.98 log CFU/g, 6시간이 지난 시점에는 5.00 log CFU/g, 24시간이 지난 시점에는 5.03 log CFU/g으로 시간이 지남에 따라 성장이 정지되는 양상을 보였다(Fig. 2).

반면에 중온세균의 증식 최적온도인 35°C에서 볶음밥을 저장한 경우, 초기균수가 3.87 log CFU/g에서 2시간이 경과한 시점에는 5.04 log CFU/g로 증가하여 편의식품의 일반세균 상한기준인 5 log CFU/g를 초과하기 시작하였고, 4시간이 지난 시점에는 5.56 log CFU/g 이었다가 6시간이 지난 시점에는 4.95 log CFU/g로 다소 떨어

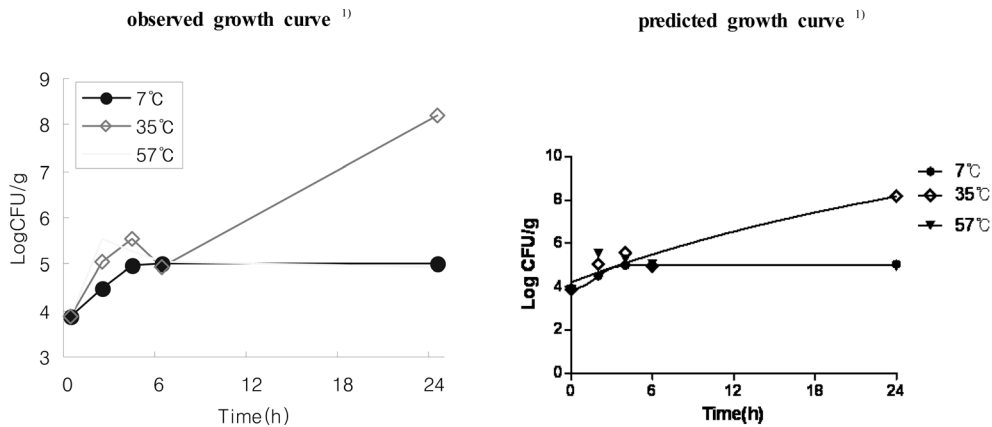


Fig. 2. Observed and fitted growth curve of ACC from fried rice stored at 7°C, 35°C, and 57°C.

¹⁾ Growth curve at 7°C and 57°C are overlapped after 6hrs storage

어졌으나 24시간이 지난 시점에는 8.19 log CFU/g으로 급격히 상승하였다.

더운 음식 보관온도인 57°C(FDA 2005)에서 볶음밥을 저장하였을 때 0시간에 3.87 log CFU/g에서 2시간 후 5.53 log CFU/g으로 증식하여 일반세균 기준치를 초과하였다. 그러나 4시간 이후부터 감소하기 시작하여 24시간 후 4.94 log CFU/g으로 떨어졌다. 57°C에 저장하는 동안 볶음밥의 온도가 서서히 증가되어 저장 2시간에 균이 증가되었다가 그 이후부터 감소하는 곡선을 띄는 것으로 보인다.

이상의 결과에서 볶음밥의 일반세균은 5°C, 57°C에 24시간 노출될 경우 미생물의 증식이 초기 6시간 증식곡선을 보이다가 더 이상 성장하지 않는 패턴을 보인 반면 35°C에 노출될 경우 24시간에 8.19 log CFU/g로 지속적으로 증가하는 증식곡선을 보여주었다. 이와 같은 결과는 조리한 음식은 반드시 5°C이하 또는 57°C이상에서 보관해야 함(KFDA 2008)을 실험적으로 증명해 준다.

2) 저장시간과 온도에 따른 *B. cereus* 성장곡선

냉장음식의 보관온도 7°C와 FDA(2005)에서 권장하는 식품 열장보관온도 57°C에서 볶음밥을 0시간, 2시간, 4시간, 6시간, 12시간 및 24시간에 저장한 경우 어느 시료에서도 *B. cereus*균은 검출되지 않았다.

그러나 *B. cereus*의 최적증식온도인 35°C에서 볶음밥을 저장한 경우 저장 0시간에 바실러스 균이 검출되지 않았지만 저장 4시간 이후부터 1 log CFU/g 수준의 균이 관찰되기 시작하여 저장 6시간부터 즉석편의식품의 기준치(KFDA 2008)를 초과한 3.7 log CFU/g 수준 검출되었고 그 이후 점차적으로 증가하여 24시간이 지난 시점에는 4.7 log CFU/g의 오염수준을 보였다(Fig. 3).

API 50CHB test 결과 35°C, 4시간 저장한 볶음밥에서 *B. mycooides*(66.5%ID), *B. cereus*1(28.1%ID), *B. anthracis*(4.8%ID)로 확인되었고(Table 4), 6시간 저장한 볶음밥

Table 4. Identification of *B. cereus* in the fried rice with API 50CHB

Temperature (°C)	Time (h)	API test		
		API name	% ID	T Index
35	4	<i>B. mycooides</i>	66.5	0.44
		<i>B. cereus</i> 1	28.1	0.42
		<i>B. anthracis</i>	4.8	0.33
35	6	<i>B.anthraxis</i>	73.2	0.8
		<i>B.cereus</i> 1	26.4	0.77
35	24	<i>B.cereus</i> 1	99.8	0.91

에서 *B. cereus*(26.4%ID), *B. anthracis*(73.2%ID)으로 확인되었으며, 24시간 저장한 볶음밥은 *B. cereus*(99.8%ID)로 확인되었다. Ash C 등(1992)은 본 실험에서 검출된 *B. mycooides*, *B. anthracis*, *B. thuringiensis*는 *B. cereus*와 분류학적으로 밀접한 관련성이 있어서 *B. cereus* spp.로 간주된다고 보고하였다.

본 연구 결과 볶음밥을 7°C 이하, 57°C 이상에 보관한 경우 *B. cereus*가 전혀 검출되지 않아 증식곡선을 예측할 수 없었다(Fig. 3). 그러나 35°C에서 볶음밥이 노출될 경우 미생물의 증식을 예측한 결과, 저장초기에 전혀 바실러스 균이 검출되지 않은 상태였지만 저장시간이 길어짐에 따라 포자의 발아로 균의 성장이 확인되었고 GraphPad®로 성장속도를 예측한 결과 성장속도는 0.56(log CFU/g/h)로 상당히 높게 나타났다(Fig. 3). 이러한 결과는 Valero M 등(2007)이 33개 식품을 대상으로 *B. cereus*의 성장온도를 조사한 연구에서 *B. cereus*는 5°C에서 전혀 성장할 수 없고, 8°C에서 시료의 3%, 10°C에서 87.5%가 성장하였으나 12°C, 30°C, 37°C에 노출된 모든 시료에서 *B. cereus* 성장이 확인되었고, 42°C에서는 시료의 57.6%만 성장했다는 보고와 유사한 결과이다. Monte Carlo 기법을 이용하여 볶음밥의 *B. cereus*를 정량적 위해평가한 연구에서 균이 g당 3 log CFU 오염된 경우 1인당 볶음밥 섭취량

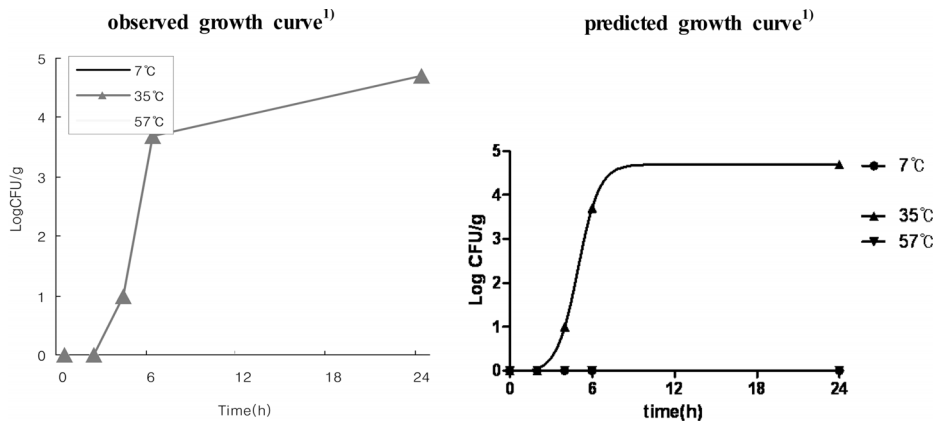


Fig. 3. Observed and fitted growth curve of *B. cereus* spp. from fried rice stored at 7°C, 35°C and 57°C.

¹⁾ Growth curve at 7°C and 57°C were not created because of no detection of *B. cereus* from samples

을 100 g으로 가정한다면 실제 *B. cereus* 섭취량은 5 log CFU/g 되므로 이 수준은 식중독 유발 위험성이 높다고 지적한 바 있다(McElroy DM 등 1999).

이상의 연구와 같이 조리 직후 볶음밥에 바실러스 균의 노출 정도 즉 초기 균수가 저장기간 동안의 오염수준에 크게 영향을 미침을 알 수 있다. 본 연구에서도 초기 바실러스 균이 전혀 검출되지 않았지만 4시간 이후부터 균의 성장이 보이기 시작하여 6시간에는 4.7 log CFU/g 정도의 균을 증식함을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 33°C에서 *B. cereus* 유도기는 2.5시간이고, 세대시간은 42.3 분이라는 Penna TCV 등(2002)의 연구와 온도 30°C, 염농도 0.5%, pH 6인 경우 *B. cereus* 농도가 3.2 log CFU/g 일 때 열처리한 바실러스 포자의 성장 곡선은 유도기 2.36 시간, 시간당 증식속도 0.53, 세대시간 30분으로 조사된 연구(Martinez S 등 2007)결과와 연관성이 있어 보인다.

본 연구의 제한점은 API kit를 사용하여 24시간을 제외하고 6시간, 12시간에서 *B. cereus*일 가능성이 90% 미만이었지만 *B. mycoides*, *B. anthracis*, *B. thuringiensis*는 높은 유전적 상동성을 가지므로 *B. cereus* group(Nakamura LK 1998)으로 분류된다는 점에 근거로 보수적으로 성장곡선을 예측한 점이다. 더 높은 정확성과 객관성을 확보하기 위해 더 많은 샘플을 대상으로 Real-time PCR을 이용하여 분석하는 것이 필요하다. API 50CHB를 이용한 분리확인 실험은 *B. cereus* 이외의 예상가능한 미생물을 확률적으로 자세히 제시한다는 장점이 있지만, *B. cereus* group 세균들을 명확하게 분류, 동정에 미흡한 부분이 있는 것으로 보고된 바(Logan NA와 Berkeley RCW 1981; Kang SH 등 2008) 있으므로, 실험과정에서 좀 더 정확하고 명쾌한 의사결정을 위해서는 PCR(Polymerase Chain Reaction)을 이용한 *B. cereus* 확인을 차후 실험설계에 고려해 봄이 좋을 것으로 사료된다. 최근에 병원성 균 혹은 식중독 균의 신속한 검출에 real-time PCR의 활용이 증가되고 있다(Jung JH 등 2008; Kang SH 등 2008)

3. 볶음밥의 *B. cereus* 위해 관리

영국의 중식음식점에서 판매되는 볶음밥의 13%가 *B. cereus* 기준치를 초과했다는 연구에서 오염 원인을 볶음밥을 대량으로 미리 조리, 재가열 조리전에 실온에 방치, 전날 조리한 쌀밥을 실온에 보관하였다가 볶음밥 재료로 사용하는 것을 지적하였다. 중국인들은 갓 지은밥으로 볶음밥을 조리할 경우 밥알이 서로 엉키거나 질어져서 소비자의 입맛을 돋우지 못한다는 인식을 갖고 있기 때문에 이 작업관행을 수정하지 않으려고 한다고 보고하였다(Little CL 등 2002). 우리나라도 이와 마찬가지로 전날 판매하고 남은 밥을 냉장보관 없이 실온에 두거나 보온고에 두었다가 다음날 조리 재료로 사용하는 경우가 많았다. 특히 구토를 일으키는 바실러스 세레우스균은 기

름에 볶는 과정에서 받은 스트레스에 의해 5~57°C 위험 온도 범주대에 노출될 경우 포자의 발아가 충분히 가능하다. 게다가 잠재적인 교차오염이나 물리적인 오염에 의해 균이 가증될 수 있다. 그러므로 특히 전날 판매하고 남은 밥으로 볶음밥을 만들 경우, 또는 볶음밥을 대량으로 애벌 조리해 두는 경우 시간과 온도의 관리가 특별히 요구되었다.

Bryan FL 등(1981)은 중식당에서 쌀밥의 *B. cereus*에 의한 오염 예방을 위한 중요관리지점의 관리를 (1) 당일 조리 및 소량씩 분산 조리 (2) 쌀밥 내부온도는 55°C 이하로 떨어지지 않도록 보온유지 (3) 볶음밥은 실온에서 1시간 이상 방치하지 않기 (4) 쌀밥이나 볶음밥은 9 cm 이하의 얇고 청결한 팬을 이용하여 재빨리 식혀 냉장보관 후 재가열하기 (5) 재가열시 볶음밥의 내부 온도는 74°C 이상으로 충분히 가열하기 등을 제안하였다.

이상의 고찰을 토대로 중식당에서 제공하는 쌀밥에 *B. cereus*의 오염을 최소화하기 위해 리스크 프로파일의 관리 기준은 다음과 같다. (1) 볶음밥 생산에 사용되는 밥은 당일날 아침에 새로 지어 사용한다 (2) 주문이 들어오면 볶음밥을 바로 볶아 급식하는 것을 원칙으로 한다. 다만 불가피하게 애벌볶음 후 판매하는 경우 판매량과 판매시점을 예측하여 1시간 이내에 판매할 수 있는 양만 큼씩만 분산조리하고, 주문이 들어오면 74°C 이상에서 2분간 가열조리하여 급식한다. (3) 조리 후 오염을 최소화하기 위해 식기의 철저한 소독과 세척, 조리원 위생 관리 기준을 준수한다. (4) 볶음밥을 보관할 경우 5°C이하 57°C 이상을 원칙으로 하나 통제 불가능할 경우 실온보관시간이 2시간을 넘지 않도록 하고 반드시 급식직전에 재가열한다. (6) 배달 시간은 30분 이내에 완료되도록 한다. (7) 부득이한 사정에 의해 남은 쌀밥을 이용하여 볶음밥을 생산하는 중식당의 경우 남은 쌀밥은 반드시 4시간 이내에 5°C로 냉각하여 냉장보관하였다가 다음날 볶음밥 재료로 사용한다.

IV. 요약 및 결론

중식당 8곳, 단체급식소 2곳을 대상으로 볶음밥 시료의 *B. cereus* 오염수준을 조사한 결과 오염율은 10%이었고, 오염 수준은 3.30 log CFU/g이었다. 모든 시료에서 병원성 세균인 황색포도상구균, 대장균, 살모넬라는 검출되지 않았다. 그러나 일반세균과 대장균은 식품공전의 즉석편의식품의 기준치를 초과한 샘플이 각 30%, 70%로 나타나 가열조리식품인 볶음밥도 조리후 위생적인 관리가 요구됨을 확인하였다. *B. cereus* 성장곡선을 규명하기 위해 저장온도(7°C, 35°C, 57°C)와 저장시간(0시간, 2시간, 4시간, 6시간 24시간)에 따른 증식양상을 살펴본 결과, 7°C, 57°C에서는 저장시간 24시간이 지난 시점까지도 *B. cereus*

가 검출되지 않았다. 반면에, 35°C에 노출된 볶음밥은 저장 0시간에 *B. cereus*가 검출되지 않았지만, 저장 후 4시간이 지난 시점부터 균이 증식하기 시작하여(1.0 log CFU/g), 6시간 3.7 log CFU/g, 24시간 4.7 log CFU/g의 수준으로 뚜렷한 증식양상을 보였다. 성장곡선의 예측을 통해 35°C에 노출시 바실러스 균의 증식은 시간당 0.56 CFU/g 만큼 증식하는 것으로 조사되었다. 이를 통해 급식소나 중식당에서 판매되는 볶음밥은 고온에서 열처리하는 음식이지만, 실온에 장시간 방치되면 *B. cereus* 증식가능성이 높고 증식속도는 시간당 0.56 CFU/g이며, 7°C, 57°C에 보관하면 *B. cereus* 오염으로부터 안전함을 보여 주었다. 이상의 결과를 토대로 볶음밥의 안전한 생산관리를 위한 지침을 제시하였다.

V. 감사의 글

본 연구는 2008학년도 단국대학교 대학연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사를 표합니다. 또한 미생물 실험을 도와주신 고은선 학생, 주세영 박사에게 감사드립니다.

참고문헌

강성태, 윤재영. 2002. 식품미생물학. 형설출판사. 서울. p 461
 김순환, 김미경, 강민철, 손영욱, 이창희, 김인복, 이영자, 최수영. 2004. 즉석조리식품의 *Bacillus cereus* 오염실태 조사 및 생육 pattern 분석. *J Life Sci* 14(4):664-669
 손규복, 김성영, 조정일, 김재근, 백병화, 이별나. (2004). 식품미생물학. 도서출판 효일. 서울. pp 202-205
 식품의약품 안전청. 2008. 연도별 식중독 발생 통계. 식품의약품 안전청. 서울 Available from: <http://fm.kfda.go.kr/stat> Accessed Nov 12, 2008
 오상석. 2003. 외국의 미생물 기준규격 운영·관리 및 식중독 통계자료조사. 식품의약품안전청 식중독저감화 사업연구보고서. pp 73-210
 Ash C, Collins MD. 1992. Comparative analysis of 23S ribosomal RNA gene sequences of *Bacillus anthracis* and emetic *Bacillus cereus* determined by PCR-direct sequencing. *FEMS Microbiol Lett* 94:75-80
 Becker H, Schaller G, Wiese von, Terplan G. 1994. *Bacillus cereus* in infant food and dried milk products. *Int J Food Microbiol* 23:1-15
 Biomerieux. 2007. API manual. 4th ed. Biomerieux Korea. Available from: <http://apiweb.biomerieux.com>
 Bryan FL, Bartleson CA, Christopherson N. 1981. Hazard analysis, in reference to *B. cereus*, of boiled and fried rice in Cantonese style restaurants. *J Food Prot* 44:500-512
 FDA. 2005. Food Code: US Public Health Service. US Dept. of Health and Human Service. Washington, D.C.
 Fricker M, Messelhäuber U, Busch U, Scherer S, Ehling-Schulz

M. 2007. Diagnostic real-time PCR assays for the detection of emetic *Bacillus cereus* strains in foods and recent food-borne outbreaks. *Appl Environ Microbiol* 73(6):1892-1898
 Gadaga TH, Samende BK, Musuna C, Chibanda D. 2008. The microbiological quality of informally vended foods in Harare, Zimbabwe. *Food control* 19:829-832
 Gilbert RJ, Louvois J, Donovan T, Little C, Nye K, Ribeiro CD, Richards J, Roberts D, Bolton FJ. 2000. Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Communicable Disease and Public Health* 3(3):163-167
 Granum PE, Lund T. 1997. *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol Lett* 157:223-228
 Jung JH, Jeong SY, Lee SJ, Choi SS. 2008. SYBR Green I-based real-time PCR assay and melting curve analysis for rapid detection of *Staphylococcus aureus* from raw milks samples. *J Fd Hyg. Safety* 23(2):121-128
 Kang SH, Kim KJ, Kim WY, Chung SI. 2008. Usefulness of bacteriological tests and sspE PCR for identification of *Bacillus cereus* group. *J Bacteriol Virol* 38(2):61-75
 KFDA. 2008. Food Code. Korea Food and Drug Administration. Seoul, South Korea. Available from: <http://www.foodnara.go.kr/portal/site/kfdaportal/infotelegram/>. Accessed Sept 20, 2008
 Lake R, Hudson A, Cressey P. 2004. Risk profile: *Bacillus* spp. in rice. A Crown Research Institute. New Zealand. pp 1-40
 Lee YJ, Kim IB, Kim SH, Kim MG, Bahn KN, Son YW, Jeong JY, Park JY, Moon BW. 2003. Isolation and growth pattern of *Bacillus cereus* from ready-to-eat foods. Busan Regional KFDA. 식중독저감화사업연구보고서 pp 53-60
 Little CL, Barnes J, Mitchell RT. 2002. Microbiology quality of take-away cooked rice and chicken sandwiches: effectiveness of food hygiene training of the management. *Communicable Disease and Public Health* 5:289-298
 Logan NA, Berkeley RCW. 1984. Identification of *Bacillus* strains using the API system. *J Gen Microbiol* 130:1871-1882
 Martinez S, Borrajo R, Franco I, Carballo J. 2007. Effect of environmental parameters on growth kinetics of *Bacillus cereus* (ATCC 7004) after mild heat treatment. *International J Food Microbiol* 117:223-227
 McElroy DM, Jaykus L, Foegeding PM. 2000. Validation and analysis of modeled predictions of growth of *Bacillus cereus* spores in boiled rice. *J Food Prot* 63:268-272
 McElroy DM, Jaykus L, Foegeding PM. 1999. A quantitative risk assessment for *Bacillus cereus* emetic disease associated with the consumption of Chinese-style rice. *J Food safety* 19:209-229
 Nakamura LK. 1998. *Bacillus pseudomycoloides* sp. *Int J Syst Bacteriol* 48(3):1031-1035
 Nichols GL, Littles CL, Mithani V, Louvois J. 1999. The microbiological quality of cooked rice from restaurants and take-away premises in the United Kingdom. *J Food Prot* 62(8): 877-882

- Park SY, Choi JW, Yeon JH, Lee MJ, Oh DH, Hong CH, Bahk GJ, Woo GJ, Park JS, Ha SD. 2005a. Assessment of contamination level of foodborne pathogens in the main ingredients of Kimbab during the preparing process. *Korean J Food Sci Technol* 37(1):122-128
- Park SY, Choi JW, Yeon JH, Lee MJ, Lee DH, Kim KS, Park KH, Ha SD. 2005b. Assessment of contamination levels of foodborne pathogens isolated in major RTE foods marketed in convenience stores. *Korean J Food Sci Technol* 37(2): 274-278
- Penna TCV, Moraes DA, Fajardo DN. 2002. The effect of nisin on growth kinetics from activated *Bacillus cereus* spores in cooked rice and in milk. *J Food Prot* 65:419-422
- Solberg M, Buckalwe JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neil K, McDowell J, Post LS, Boderck M. 1990. Microbiological safety assurance system for food service facilities. *Food Technol* 44:68-73
- Valero M, Hernandez-Herrero LA, Giner MJ. 2007. Survival, isolation and characterization of a psychrotrophic *Bacillus cereus* strain from a mayonnaise-based ready-to-eat vegetable salad. *Food Microbiol* 24(2007):671-677

2008년 10월 31일 접수; 2009년 1월 15일 심사(수정); 2009년 1월 15일 채택