

Bacillus cereus 孢子에 對한 pH, 식염 및 솔빈산 칼륨의 영향

李明淑·崔鍾德·張東錫

釜山東義工業專門大學 食品工業科 釜山水産大學 食品工學科

Effects of pH, sodium chloride and potassium sorbate on the germination of *Bacillus cereus* spores in cooked rice homogenate

Myeong Sook Lee

Dept. of Food Processing, Dong Eui Technical Junior College of Pusan, Jingu, Pusan, 601 Korea

Jong Duck Choi and Dong Suck Chang

Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Namgu, Pusan, 608 Korea

The effects of pH, sodium chloride and potassium sorbate on the germination of *Bacillus cereus* spores in the medium of cooked rice homogenate were studied.

At the range of pH 4.5~10.0, the germination of spores were observed. Germinated spores were reached to the number of $10^7/ml$ within 5 hours at 32°C under the condition of pH 7.0, which was found as optimum pH of germination. In the range of sodium chloride 2~10%, the maximum growth were exhibited under 2% concentration, while it proportionally decreased under the salinity condition higher than 5%. The growth of *Bacillus cereus* were inversely related to the concentration of potassium sorbate within the range of 0~0.2%. Maximum sporulation ratio was observed under the culturing condition: 10% NaCl and 0.2% potassium sorbate in the medium of cooked rice homogenate.

서 론

Bacillus cereus 菌은 식품이나 일반 유기물의 부패 원인균으로 알려져 왔으나 최근에는 식중독균으로 유럽이나 일본 등에서 자주 보고 되고 있다(Hauge, 1955; Goepfert 등, 1972; 藤原, 1980).

식중독 증상은 下痢와 腹痛이 일어나고 심한 경우에는 급성 위장염을 일으키기도 하며(Hauge, 1955; Gorina 등, 1975; 赤山 등, 1980; 藤原, 1980) *B. cereus* 균체내에서 분리, 정제한 enterotoxin의 동물실험 결과 토끼나 돼지에 신경마비 증상을 일으키는 것으로 나타났고 이 enterotoxin 이 식중독과 관련이 있을 것으로 추정하고 있으나 그 정확한 발병기구에 대하여서는 아직 밝혀져 있지 않다(Gorina 등, 1975;

Raevuori와 Genigeorgis, 1975).

따라서 *B. cereus* 菌에 의한 식중독을 예방하기 위하여서는 이 菌의 식품오염을 방지하거나 증식을 억제하는 것이 효과적일 것이다. 그러나 *B. cereus* 菌은 자연계에 널리 분포하고 있으므로 식품의 오염을 완전히 방지하기는 대단히 어려우므로, 실제예방은 식품에 보존료를 첨가하거나 저온, 동결저장, 염장법 등을 이용하여 증식을 억제하여야 한다.

저자들은 *B. cereus* 균으로 인한 식중독 예방자료를 제공하기 위하여 식품별 분포상황, 생화학적 특성 및 포자의 내열성에 관한 연구 결과를 보고한 바 있으며(李·張, 1980; 李·張, 1982) 본 연구에서 식품 보존 방법으로 널리 이용되고 있는 pH의 조정, 식염의 농도, 솔빈산 칼륨의 농도가 *B. cereus* 포자에

미치는 영향을 실험하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 사용균주 및 포자 현탁액의 조제

실험에 사용된 균주는 저자등이 밥에서 직접 분리한 *B. cereus* 균으로 그 생화학적 성질은 Table 1과 같고 실험에 사용한 포자 현탁액의 조제 방법은 전보(李·張, 1982)에 준하였다.

Table 1. Biological characteristics of *Bacillus cereus* strain examined

| Check items | Reaction |
|---------------------|----------|
| V-P reaction | + |
| Citrate utilization | + |
| Nitrate reduction | + |
| Starch hydrolysis | - |
| Haemolysis | + |
| Catalase | + |
| Gelatin hydrolysis | + |
| Egg yolk reaction | + |
| Acid formation from | |
| Glucose | + |
| Xylose | - |
| Arabinose | - |
| Mannitol | - |

2. 실험 방법

1) pH의 영향 조사

밥 60g에 생리식염수 180g을 가하여 균질화한 cooked rice homogenate 를 배양배지로 사용하였고 pH 2.0~6.0까지의 조정은 10%의 젖산용액으로, pH 7.0~10.0까지는 0.1N NaOH 용액으로 하였다.

pH가 일정하게 조절된 배지에 최초 포자수가 $1.5 \times 10^4/ml$ 되도록 접종하여 32°C에 정지 배양하면서 2~4시간 간격으로 A.P.H.A. 방법에 따라 생균수의 변화를 측정하였다.

2) 식염의 영향조사

1)에서와 같은 배지에 최종 식염농도를 0~10%까지 구분 조절한 다음 모든 배지의 pH는 7.0으로 조절하였다.

최초포자수가 $7.0 \times 10^5/ml$ 되도록 접종하여 미리 멸균된 cap tube(pyrex 9825)에 40ml 씩 분주하여

32°C에서 정지 배양하면서 14일동안 1~2일 간격으로 균수를 측정하였다.

이 때 각 시료중의 포자수를 측정하기 위하여 78~80°C의 water bath에서 cap tube를 30분 가열한 다음 A.P.H.A. 방법으로 생균수를 측정하여 이를 포자수로 하였다.

3) 솔빈산 칼륨의 영향 조사

2)와 동일한 방법으로 실험하였으며 단 식염대신 솔빈산 칼륨을 배지에 0, 0.1, 0.2% 되도록 조절하여 실험하였다.

결과 및 고찰

1. pH의 영향

배지의 pH를 2.0에서 10.0까지 구분 조절하여 최초 포자수를 $1.5 \times 10^4/ml$ 로 접종하여 배양한 결과는 Fig. 1과 같다.

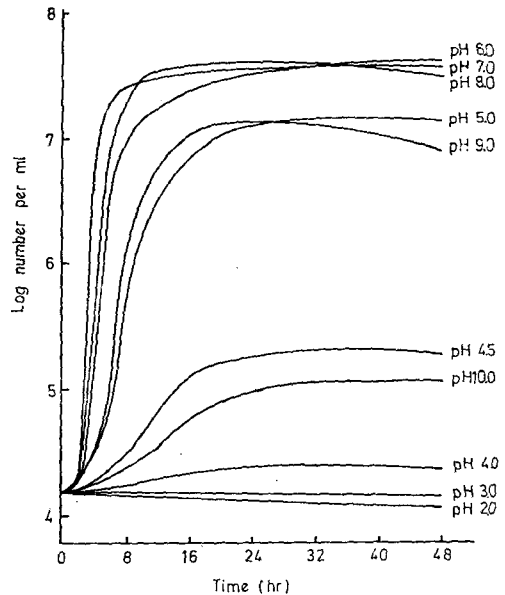


Fig. 1. Effect of pH on the growth of *Bacillus cereus* spores in cooked rice homogenate.

Fig. 1에서와 같이 배지의 pH에 따라 포자의 증식 양상은 달랐다. pH 2.0, 3.0 및 4.0의 경우 포자는 거의 증식하지 않았고 배양 48시간 후에도 배양 초기와 거의 비슷한 균수를 나타 내었다.

pH 4.5의 경우는 완만한 증식을 나타내어 배양후 20시간만에 $1.6 \times 10^5/ml$ 까지 증식하였고 그 이후는 거의 일정한 균수를 나타내었다. 그러나 pH 5.0에

서는 활발히 증식하기 시작하여 20시간만에 $10^7/ml$ 에 도달하였고 그후 48시간까지는 거의 일정하였다.

pH 6.0, 7.0 및 8.0의 경우는 매우 활발히 증식하였는데 pH 6.0의 경우는 9시간, pH 7.0의 경우는 5시간 그리고 pH 8.0의 경우는 7시간만에 $10^7/ml$ 에 도달하였고 각각 15시간, 6시간, 9시간만에 최고균농도인 $2.0 \times 10^7/ml$, $2.5 \times 10^7/ml$, $3.2 \times 10^7/ml$ 에 도달한 후 아주 완만하게 증식하거나 서서히 감소하는 경향을 나타내었다.

pH 9.0의 경우는 pH 5.0의 경우와 비슷한 증식 경향을 나타내었으며 16시간만에 $10^7/ml$ 에 도달하였고 pH 10.0의 경우는 pH 4.5의 경우와 비슷하여 24시간만에 $10^5/ml$ 에 도달한 다음 48시간까지는 거의 일정한 균수를 유지하였다.

이상의 결과에서 *B. cereus* 포자의 증식범위는 pH 4.5~10.0정도로 아주 넓었으며 특히 pH 5.0~9.0 사이에서는 활발히 증식하였고 최적 pH는 7.0부근으로 판정되었다.

B. cereus ATCC 9139, 14579 그리고 2006을 밥과 육에서 배양하였을 때 pH 4.9~9.3 사이에서 증식하였고(Raveuori와 Genigeorgis, 1975) 생육최저 pH는 skim milk와 cheddar cheese에서 pH 4.5~5.15 사이로 보고되고 있다(Mikolajcik, 1973).

또한 *B. cereus* 4-ac를 인공배지에서 배양한 결과 pH 7.0~7.5에서 최대증식을 나타낸다고 보고하고 있다(Spira와 Silverman, 1979).

전술한 바와같이 밥에서 분리된 *B. cereus* 균에 대한 실험결과도 이상 외국의 보고와 일치하였고, 특히 胞子는 pH 4.0 이하의 酸性에서 48時間 경과하여도 사멸하지 않고 胞子 상태로 存在하고 있다는 흥미있는 사실을 알수 있었다.

pH 5.0~9.0, 특히 6.0, 7.0 및 8.0의 경우에는 발육 최적온도인 $32^\circ C$ (李·張, 1980)에서 5~9시간만에 식중독 발증량인 $10^7/ml$ (品川등, 1979; 藤原, 1980)에 도달하므로 증성식품의 경우 특히 여름철에는 적절한 식품위생 관리가 요망된다.

2. 食염의 影響

pH 7.0으로 조절된 cooked rice homogenate에 식염농도를 0, 2, 5, 7, 10%로 구분, 조정하여 최초 포자수를 $7.0 \times 10^5/ml$ 로 접종한 다음 $32^\circ C$ 에서 14일 동안 정치 배양하면서 균체수와 포자수의 변화를 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

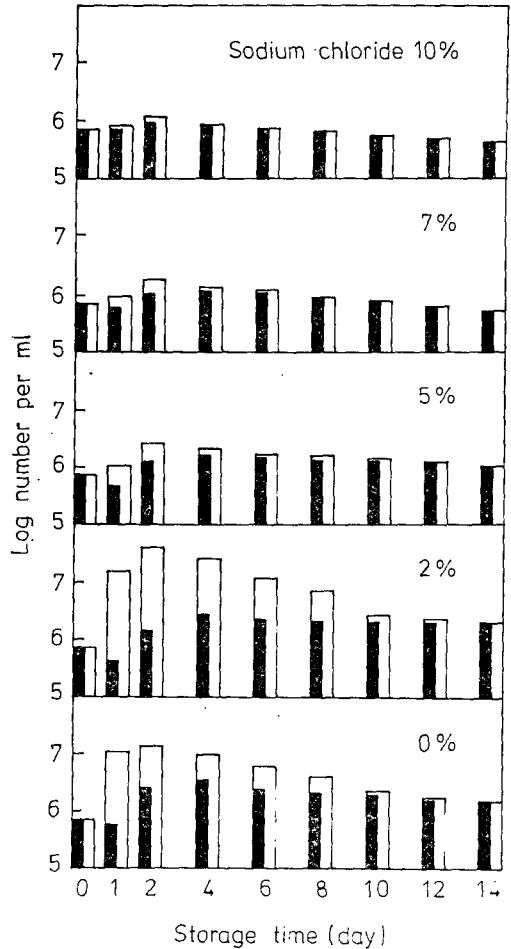


Fig. 2. Change of total cells and spores of *Bacillus cereus* in cooked rice homogenate containing various concentration of sodium chloride. □; total cells, ■; spores.

Fig. 2에서 보듯이 식염농도 0%인 경우 균체수는 배양 1일만에 $10^7/ml$ 로 증식하여 2일째는 $1.3 \times 10^7/ml$ 로 최고에 달한 뒤 서서히 감소하여 14일째는 $1.5 \times 10^6/ml$ 가 되었다. 포자수는 배양 1일째는 $6.2 \times 10^5/ml$ 로 약간 감소하였으나 2일째 부터는 급격히 증가하기 시작하여 4일만에 $3.6 \times 10^6/ml$ 로 최고에 달한 뒤 서서히 감소하여 14일째는 $1.6 \times 10^6/ml$ 가 되었다.

식염농도 2%인 경우 균체수는 배양 1일만에 $1.6 \times 10^7/ml$ 로 급격히 증가하였고 2일째 $2.5 \times 10^7/ml$ 로 최고에 달한 뒤 서서히 감소하여 14일째는 $2.0 \times 10^6/ml$ 로 되었다. 포자수도 0%인 경우와 같이 1일째는 $3.5 \times 10^5/ml$ 로 감소하였다가 서서히 증가하여

Table 2. Effect of sodium chloride on sporulation of *Bacillus cereus* in cooked rice homegenate

| Storage time (day) | Concentration of sodium chloride | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | 0% | | 2% | | 5% | | 7% | | 10% | |
| | Total cells (/ml) | Sporulation ratio(%) | Total cells (/ml) | Sporulation ratio(%) | Total cells (/ml) | Sporulation ratio(%) | Total cells (/ml) | Sporulation ratio(%) | Total cells (/ml) | Sporulation ratio(%) |
| 0 | 7.0×10 ⁵ | — | 7.0×10 ⁵ | — | 7.0×10 ⁵ | — | 7.0×10 ⁵ | — | 7.0×10 ⁵ | — |
| 1 | 1.1×10 ⁷ | 6 | 1.6×10 ⁷ | 3 | 1.0×10 ⁶ | 44 | 9.1×10 ⁵ | 66 | 8.6×10 ⁵ | 78 |
| 2 | 1.3×10 ⁷ | 22 | 2.5×10 ⁷ | 6 | 2.5×10 ⁶ | 40 | 1.6×10 ⁶ | 53 | 1.1×10 ⁶ | 73 |
| 4 | 1.0×10 ⁷ | 36 | 2.0×10 ⁷ | 13 | 1.7×10 ⁶ | 76 | 1.3×10 ⁶ | 77 | 8.1×10 ⁵ | 100 |
| 6 | 5.6×10 ⁶ | 50 | 1.2×10 ⁷ | 18 | 1.6×10 ⁶ | 81 | 1.1×10 ⁶ | 91 | 7.6×10 ⁵ | 100 |
| 8 | 4.0×10 ⁶ | 68 | 6.1×10 ⁶ | 31 | 1.6×10 ⁶ | 83 | 8.2×10 ⁵ | 100 | 6.8×10 ⁵ | 100 |
| 10 | 2.3×10 ⁶ | 87 | 2.4×10 ⁶ | 79 | 1.4×10 ⁶ | 86 | 7.5×10 ⁵ | 100 | 6.6×10 ⁵ | 100 |
| 12 | 1.8×10 ⁶ | 91 | 2.2×10 ⁶ | 89 | 1.3×10 ⁶ | 93 | 6.2×10 ⁵ | 100 | 6.0×10 ⁵ | 100 |
| 14 | 1.5×10 ⁶ | 96 | 2.0×10 ⁶ | 94 | 1.2×10 ⁶ | 98 | 5.4×10 ⁵ | 100 | 5.2×10 ⁵ | 100 |

4일째는 2.5×10⁶/ml로 최고에 달한뒤 다시 감소하는 경향을 나타내었다.

식염농도 5% 이상의 경우는 균체수나 포자수가 2%인 경우에 비하여 월등히 감소되었다. 균체수는 5%인 경우 2일째에 2.5×10⁶/ml, 7%인 경우는 1.6×10⁶/ml, 10%인 경우는 1.1×10⁶/ml로 최고에 달한 뒤 서서히 감소하여 14일째는 각각 1.2×10⁶/ml, 5.4×10⁶/ml 및 5.2×10⁶/ml가 되었다. 포자의 증식도 그리 크게 활발하지 못하여 10⁶/ml의 범위를 벗어나지 못하였다.

이상으로 보아 *B. cereus* 포자는 식염농도 2% 부근에서 발아 증식이 가장 활발하였고 5% 이상에서는 억제되는 경향을 나타내었다. 균체수는 보장 1~2일만에 최고균수를 나타내었고 그 이후는 서서히 감소하였고 포자수는 보장 1일째는 약간 감소하여 4일만에 최고에 달한 뒤 감소하는 경향을 나타내었다.

식염농도별 균체수에 대한 포자수의 비율 즉 포자형성율을 Table 2에 나타내었다.

Table 2에서 보면 식염농도 0%인 경우 배양 1일만에 6%가 되었다가 2일째 부터는 증가하기 시작하여 배양 10일 후는 87% 이상의 포자형성율을 나타내었다. 2%인 경우는 0%의 경우보다 포자형성율은 전체적으로 약간 낮아 배양 1일만에 3%, 2일째 부터는 증가하기 시작하여 10일 이후는 80% 이상으로 되었다.

식염농도 5%에서는 2%의 경우보다 포자형성율이 급격히 증가하여 배양 1일만에 44%, 2일째는 40%로 약간 감소하였으나 4일째는 다시 76%로 증가되

어 그 이후는 80~98%의 높은 값을 나타내었다.

식염농도 7%와 10%의 경우는 배양 2~4일까지는 53~80%의 포자형성율을 나타내었으나 그 이후는 거의 100%를 나타내었다.

이상에서 식염 농도에 따른 *B. cereus*의 포자형성율은 2%에서 가장 낮았고 5%부터 증가하여 10%에서 가장 높았다. 균체의 증식은 식염농도 2%에서 가장 활발한 데 비하여 포자형성율은 가장 낮았고 10%의 경우는 이와 반대되는 결과를 나타내었다. 이것은 식염농도가 높아질수록 균체증식은 억제되었고 그때 남아있는 균체는 거의 포자를 형성하고 있음을 나타내었다.

B. cereus 포자를 식염을 첨가한 밥과 육에서 배양하면 식염 7%까지는 생육이 가능하지만 10% 이상에서는 생육이 불가능하였고(Raeuvori와 Genigeorgis, 1975) 된장에서 분리한 *B. subtilis* B-6, B-27 B-35를 glucose broth(pH6.5)에 식염을 가하여 배양하면 7%에서 균체의 생육은 저하되면서 포자형성율은 높아진다고 하였다(那須 등, 1961).

그리고 *Staphylococcus aureus* ATCC 19095를 액체배지(pH 5.7~6.7)에서 배양하면 식염 10% 이상에서는 균체의 증식은 물론 enterotoxin의 생성도 감소된다고 하였다(Genigeorgis 등, 1971).

이상의 결과에서 *B. cereus* 포자는 식염 5~7%에서 증식이 억제되기 시작하며 10% 이상인 경우에는 2주일이 경과하여도 사멸하지 않고 포자로 존재하고 있으므로 식염농도가 높은 식품에서도 *B. cereus* 균에 의한 식중독의 위험성을 배제할 수 없다. 그러므로 앞으로는 enterotoxin의 생성여부도 함께 연구

Bacillus cereus 孢子에 對한 pH, 食염 및 솔빈산 칼륨의 영향

되어야 할 것으로 생각된다.

3) 솔빈산 칼륨의 영향

pH 7.0로 조절된 cooked rice homogenate 에 솔빈산 칼륨의 농도를 0, 0.1 및 0.2%로 구분 조정하여 최초 포자수를 $7.0 \times 10^5/ml$ 로 접종한 다음 32°C에서 14일 동안 정지 배양하면서 균체수와 포자수의 변화를 실험한 결과는 Fig. 3에 나타내었다.

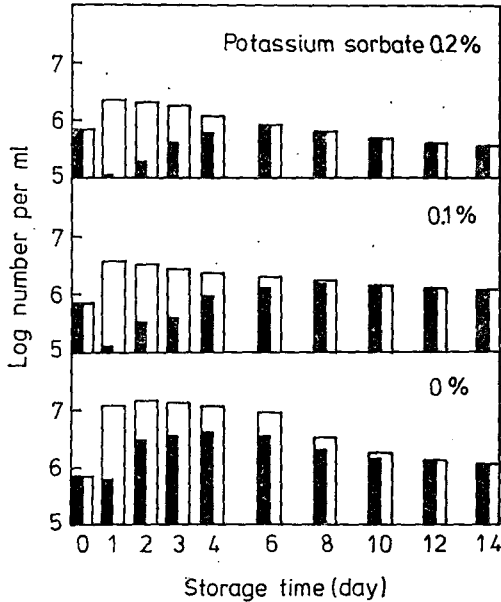


Fig. 3. Change of total cells and spores of *Bacillus cereus* in cooked rice homogenate containing various concentration of potassium sorbate. □; total cells, ■; spores.

Fig. 3에서 보면 0%인 경우는 식염농도 0%의 경우와 거의 동일하였고 0.1%인 경우는 균체수가 1일

만에 $3.9 \times 10^6/ml$ 로 증가하였다가 그 후는 서서히 감소하여 14일째는 $1.2 \times 10^6/ml$ 가 되었다. 그리고 포자수는 1일만에 $7.1 \times 10^4/ml$ 로 급격히 감소한 뒤 서서히 증가하여 8일째 $1.6 \times 10^6/ml$ 로 최고에 달하였다가 다시 감소하여 14일째 $1.2 \times 10^6/ml$ 가 되었다.

0.2%인 경우, 균체수의 변화는 1일만에 $2.7 \times 10^6/ml$ 로 증가한 뒤 서서히 감소하여 14일째 $3.1 \times 10^5/ml$ 가 되었다. 포자수는 1일만에 $4.4 \times 10^4/ml$ 로 감소하여 6일째는 $6.2 \times 10^6/ml$ 로 최고에 달한 뒤 서서히 감소하기 시작하여 14일째는 $3.1 \times 10^5/ml$ 가 되었다.

솔빈산 칼륨 농도별 포자형성율을 Table 3에 나타내었다.

농도 0.1%인 경우나 0.2%인 경우의 포자형성율은 0%에 비하여 배양 초기인 1~3일까지는 낮았으나 그 이후는 월등하게 높은 값을 나타내었다. 즉 0.1%와 0.2%인 경우 배양 1일만에 균체수는 각각 $3.9 \times 10^6/ml$, $2.7 \times 10^6/ml$ 인데 비하여 포자수는 $7.1 \times 10^4/ml$, $4.4 \times 10^4/ml$ 로 포자형성율은 2% 정도로 매우 낮았고 그 후로는 증가하여 0.1%인 경우는 12일 이후, 0.2%인 경우는 8일 이후에 100%의 값을 나타내었다. 즉 *B. cereus* 포자는 솔빈산 칼륨의 농도가 높아질수록 증식은 억제되었고 포자형성율은 증가하였다.

식염의 효과와 비교해 보면 식염은 농도가 높아도 포자의 증식억제 효과만 나타내는데 비하여 솔빈산 칼륨은 저농도에서도 포자의 일부는 사멸하였다.

B. cereus 포자를 chicken frankfurter emulsion 에 배양할 때 솔빈산 0.2% 이상에서는 포자의 발아

Table 3. Effect of potassium sorbate on sporulation ratio of *Bacillus cereus* in cooked rice homogenate

| Storage time (day) | Concentration of potassium sorbate | | | | | |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| | 0% | | 0.1% | | 0.2% | |
| | Total cells (/ml) | Sporulation ratio (%) | Total cells (/ml) | Sporulation ratio (%) | Total cells (/ml) | Sporulation ratio (%) |
| 0 | 7.0×10^5 | — | 7.0×10^5 | — | 7.0×10^5 | — |
| 1 | 1.2×10^7 | 5 | 3.9×10^6 | 2 | 2.7×10^6 | 2 |
| 2 | 1.5×10^7 | 20 | 3.4×10^6 | 8 | 2.4×10^6 | 7 |
| 3 | 1.3×10^7 | 24 | 2.9×10^6 | 17 | 1.8×10^6 | 13 |
| 4 | 1.2×10^7 | 28 | 2.5×10^6 | 37 | 1.2×10^6 | 38 |
| 6 | 9.3×10^6 | 34 | 2.2×10^6 | 55 | 7.8×10^5 | 79 |
| 8 | 3.4×10^6 | 59 | 1.8×10^6 | 89 | 5.5×10^5 | 100 |
| 10 | 1.8×10^6 | 81 | 1.6×10^6 | 100 | 4.6×10^5 | 100 |
| 12 | 1.5×10^6 | 89 | 1.3×10^6 | 100 | 3.5×10^5 | 100 |
| 14 | 1.3×10^6 | 94 | 1.2×10^6 | 100 | 3.1×10^5 | 100 |

율은 감소되었고 이때 nitrate를 혼합하면 발아율은 더욱 감소되었다(Sofos등, 1976).

B. cereus T를 0.88M sodium-potassium phosphate buffer(pH5.7~6.7)에서 35°C로 배양할 때 솔빈산 칼륨 3900 μ g/ml 이상에서 포자의 발아가 저해된다고 보고하였다(Smooth와 Pierson, 1981).

이러한 보고와 본 실험 결과를 비교해 보면 균종에 따라 약간의 차이는 있겠으나 *B. cereus* 포자는 솔빈산 칼륨의 첨가농도가 높을수록 균체의 증식은 감소되었고 포자형성율은 증가되었다. 특히 배양 초기에는 포자형성율과 포자수가 급격히 감소되었다.

요 약

식중독 원인균으로 알려져 있는 *Bacillus cereus* 菌의 胞子를 cooked rice homogenate 배지에 접종하여 pH, 식염과 솔빈산 칼륨의 농도를 변화시키면서 배양할 때 포자의 발아에 미치는 영향을 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 포자의 발아범위는 pH 4.5~10.0이었으며 발육최적 pH는 7.0 부근으로 32°C에서 배양 5시간 만에 10⁷/ml에 도달하였다.

2. 식염농도 2%일 때 포자의 발아는 가장 활발하였고, 5% 이상에서는 농도와 비례하여 감소되었다. 이에 반하여 포자형성율은 2%에서 제일 낮았고 10%에서 가장 높은 값을 나타내었다.

3. 솔빈산 칼륨의 농도가 증가될수록 포자의 발아율은 감소하였고 포자형성율은 약간 증가하였다.

참 고 문 헌

A. P. H. A. 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd. Ed., Am. Pub. Health Assoc., Inc., 1790 Broad way New York 19, N. Y., 17~27.

赤木 正育·深井 猛·片山 修·石原 久芳. 1980. 세레우스菌による 食品의 汚染實態について. 食品衛生研究 30(8), 31~37.

藤原 喜久夫. 1980. 세레우스菌に 關する 研究의 現狀と 今後의 課題. 食品衛生研究 30(2), 27~38.

Genigeorgis, C., M. S. Foda, and A. Mantis. 1971. Effect of sodium chloride and pH on enterotoxin C production. Appl. Mi-

crobiol., 21(5), 862~866.

Goepfert, J. M., W. M. Spira, and H. U. Kim. 1972. *Bacillus cereus* food poisoning organism. J. Milk Food Technol., 35, 213~227.

Gorina, L. G., F. S. Fluer, A. M. Olonikov, and Yu. U. Ezepuck. 1975. Use of aggregate-haemagglutination technique for determining exo-enterotoxin of *Bacillus cereus*. Appl. Microbiol., 29(2), 201~204.

Hauge, S. 1955. Food poisoning caused by aerobic spore forming bacilli. J. Appl. Bacteriol., 18, 591~595.

李明淑·張東錫. 1980. 米飯類에 있어서 *Bacillus cereus* 菌의 分布와 生理的 特性에 關한 研究. 韓水誌, 13(4), 163~172.

李明淑·張東錫. 1982. *Bacillus cereus* 胞子의 耐熱性에 關한 研究. 韓食誌, 14(1), 11~15.

Mikolajcik, E. M., J. W. Kearney, and T. Kristoffersen. 1973. Fate of *Bacillus cereus* in cultures and direct acidified skim milk and cheddar cheese. J. Milk Food Technol., 36, 317~320.

那須 野精·薄田 亘·朝井 勇男, 1961. 味噌醗中の *Bacillus subtilis*의 胞子形成能について. 醸工誌, 39, 13~24.

Raevuori, M. and C. Genigeorgis. 1975. Effect of pH and sodium chloride on growth of *Bacillus cereus* in laboratory media and certain Foods. Appl. Microbiol., 29(1), 68~73.

品川 邦汎·國田 信治·佐佐木 寧·岡本 晃. 1979. 食中毒事例から分離した *Bacillus cereus* と生米および 米飯類から分離した *B. cereus* の 生化學性狀, 芽胞의 熱抵抗性について, 食衛誌, 20(6), 431~436.

Smooth, L. A. and M. D. Pierson. 1981. Mechanisms of sorbate inhibition of *Bacillus cereus* T and *Clostridium botulinum* 62A spore germination. Appl. and Environ. Microbiol., 42(3), 477~483.

Sofos, J. N., F. F. Busta, and C. E. Allen. 1979. Sodium nitrate and sorbic acid effects on *Clostridium botulinum* spore germination and

Bacillus cereus 胞子에 對한 pH, 食염 및 溶인산 濃度의 영향

total microbial growth in chicken frankfurter emulsions during temperature abuse. Appl. and Environ. Microbiol., 37(6), 1103~1109.
Spira, W.M. and G.J. Silverman. 1979. Effects

of glucose, pH and dissolved-oxygen tension on *Bacillus cereus* growth and permeability factor production in batch culture. Appl. and Environ. Microbiol., 37(1), 109~116.