pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 29, No. 3, pp. 211~216 (2014)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2014.29.3.211

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

항균성 식품을 이용한 식중독균 *Bacillus cereus*의 억제효과 분석

송미옥* · 황영옥 · 김수진 · 류승희 · 정효원 · 박정은 · 김다미 · 박건용 · 최성민
서울특별시 보건환경연구원 미생물관리팀

Inhibitory Effect of Antimicrobial Food against *Bacillus cereus*

Miok Song*, Youngok Hwang, Soojin Kim, Seunghee Ryu, Hyowon Jeong, Jungeun Park, Dami Kim, Geonyong Park, and Sungmin Choi
Microbiological Control Team, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment
(Received March 30, 2014/Revised May 10, 2014/Accepted August 1, 2014)

ABSTRACT - *Bacillus cereus* was isolated in 155 of 4,318 food samples from 2012 to 2013. Of the isolates, 140 isolates were performed antimicrobial disk test against garlic, cinnamon, ginger, and green tea extracted at two different temperature, 25°C and 70°C. The isolates from Powdered Red Pepper showed frequently to 48.65%, and followed by Agriculture Products (31.08%) and Kimchi (25.61%). The isolation rate of Cooked Foods in the Restaurant supposed to causing food poison was 1.17%. Analysis of antimicrobial activity showed that 25°C garlic extract, 25°C green tea extract, and 70°C green tea extract resisted against all 140 isolates and the others resisted against some isolates. Antimicrobial activity was depended on the temperature; garlic > green tea > cinnamon in 25°C and green tea > garlic > cinnamon in 70°C. The correlation analysis of each extracts showed that geen tea extract was different significantly with garlic and cinnamon extracting in 25°C and with only garlic extracting in 70°C at $p < 0.05$.

Key words : *B. cereus*, antimicrobial activity, ginger, garlic, green tea, cinnamon

*Bacillus cereus*는 구토와 설사를 유발하는 식중독의 원인균으로 아포를 형성하며 토양을 비롯한 자연계에 널리 존재한다. 이는 야채, 곡류 등의 농작물 및 식품의 원료에 오염되어 저장기간 동안 아포의 형태로 존재하며, 식품의 제조, 가공, 온도 등의 조건 변화에 따라 증식되어 최종 소비식품을 오염시키기도 한다. *B. cereus*에 의한 오염은 식품 재료의 특성과 가공에 따라 변화가 다양하기 때문에 원재료의 오염으로 최종소비식품의 오염정도를 추정하기는 쉽지 않다[1,2]. 국내에 유통되는 식품의 *B. cereus* 기준은 식품의 유형에 따라 10^3~10^4 CFU/g 이하가 되도록 식품공전에서 규정하고 있다[3]. 하지만 적은 수의 *B. cereus*가 오염되었더라도 적절하지 못한 저장과 조리과정을 거치면 수많은 영양세포로 증식되며 10^5~10^8 CFU/g가 될 경우 식중독 발생 가능성이 높아진다[4,5]. 유럽에서는 냉동식품을 비롯한 야채퓨레, 소스, 쌀, 시리얼, 생선과 해산물, 유제품 등 다양한 소비식품에서 10^3 CFU/g 이하로 검출되고 있으며[1], 미국도 해산물의 18%가 *B. cereus*에 오염되었지만 그 중 62%가 10^2 CFU/g 이하였다[6].

최근에는 고품질의 식품을 요구하는 소비자들의 욕구가 높아짐에 따라 화학적 항균제보다는 천연항균제에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 예로부터 사용해오던 약초와 향신료 추출물에 대한 연구들이 활발하게 진행되어 오고 있다[7,8]. 항균력에 대한 작용 기작은 주로 terpenoid, phenolic, saponin, flavonoid, tannins, alkaloid 등[8,9,10]의 성분으로 알려져 있으며 항균성분과 세균의 특성에 따라 항균력은 달라질 수 있다.

마늘, 계피, 생강은 중국과 인도를 비롯한 아시아에서 예로부터 치료제로 사용되어 왔다[7]. 특히 마늘은 세균뿐 아니라 곰팡이의 억제에도 탁월한 것으로 알려져 있으며[9] *Salmonella typhimurium*을 대상으로 한 연구에서는 allicin 성분이 DNA와 단백질 합성은 늦추고 RNA합성을 효과적으로 억제하였다[9]. 계피는 고유향의 주요성분인 cinnamic aldehyde와 eugenol이 70~100%의 항균력을 가지며[7], 폴리페놀 함량이 많은 녹차는 식중독균인 *B. cereus, Staphylococcus aureus, Vibrio parahaemolyticus, Escherichia coli*를 대상으로 한 실험에서 초기 접종균수가 감소되는 살균

*Correspondence to: Miok Song, Microbiological Control Team, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment 30, Janggunmaeul 3-gil, Gwacheon-si, Gyeonggi-do, 427-070, Korea
Tel: 82-2-570-3491, Fax: 82-2-570-3470
E-mail: 2003smo@seoul.go.kr

효과가 관찰되기도 하였으며 대장균의 장독소 생산 억제 및 운동성도 감소하였다[11]. Sofia 등[12]의 시험에서는 0.5~3%의 마늘, 생강, 계피 추출물 모두 *B. cereus*에 대한 억제 효과가 있었으며 녹차는 식중독균뿐 아니라 구강세균의 억제에도 효과적인 것으로 보고되고 있다[13,14].

본 실험은 2012년부터 2013년까지 서울시에서 유통되는 가공식품과 식중독 원인으로 추정되는 조리식품에서 *B. cereus*를 분리하여 식품유형에 따른 분리율을 파악하였고, 대표적인 항균성 식품이면서 국내에서 차로 많이 이용되는 계피, 생강, 녹차, 마늘을 실온의 25°C와 차의 음용추출온도인 70°C의 두 가지 온도에서 물로 추출하여 *B. cereus* 분리주들을 대상으로 추출물들의 항균력을 조사하였으며 분리주들에 대한 각 추출물들의 항균성 차이를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

*B. cereus*의 분리 및 동정

2012년부터 2013년까지 본 연구원에 의뢰된 4,318건의 가공식품과 식중독 원인 검체에서 *B. cereus*를 식품공전 시험법[15]에 따라 분리하였다. 검체를 10% 희석하고 균질화한 후 MYP 한천배지에 단계별 희석용액을 도말하여 30°C에서 24시간 배양하였다. 집락주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 집락을 선별하고 Gram염색과 생화학적 시험을 거쳐 확인·동정하였다.

추출물의 준비

항균성 식품으로 알려진 마늘(국내산), 계피(베트남), 생강(국내산), 녹차(국내산)를 시중마트에서 구매하여 세척, 박피, 세절한 후 추출용 시료로 하였다. 추출농도는 모든 분리주에 대한 MIC 시험(data not shown) 결과를 바탕으로 시료 32 g을 취하고 물 100 ml을 넣어 준비하였다. 추출은 류[11]와 Hong[16] 등의 시험법을 참조하여 실온인 25°C에서는 48시간 교반추출과 차의 음용온도인 70°C에서는 추출액의 증발을 고려하여 5시간 열교반 추출을 하였다. 추출이 끝난 시료는 0.2 μm의 여과기를 이용하여 여과한 후 −20°C 보관하거나 항균성 시험에 사용하였다.

디스크를 이용한 항균력 시험

총 140건의 *B. cereus* 분리주들을 대상으로 추출한 마늘, 계피, 생강, 녹차 추출물의 항균성을 디스크 억제시험법으로 조사하였다. 디스크를 이용한 억제농도 시험은 Munro의 항균제 민감도시험법[17]을 변형하여 시험하였다. 마늘, 계피, 생강, 녹차의 추출물을 디스크에 흡착시키기 위해 멸균 디스크(Advantec, 6 mm, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)를 각 추출물에 담가 4°C에서 24시간 보관하였다. Muller Hinton Agar (MHA)는 제조사가 제시한 방법에 따라 제조·멸균한 후 15 × 100 mm의 배양접시에 25 ml을 분주하여 깊이 3~4 mm가 유지되도록 제조하였다. 접종균주는 McFarland 0.5의 탁도로 조정하고 멸균 면봉을 이용하여 MHA에 도말한 후 마늘, 계피, 생강, 녹차의 추출물이 흡착된 디스크를 균이 접종된 MHA위에 올려놓고 37°C에서 16~18시간 배양 후 디스크 억제환의 크기(mm)를 측정하였다. 시험은 3회 반복 시험하였으며 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 항균력의 유무는 디스크의 크기인 6 mm를 기준으로 6 mm이하는 항균력이 없다고 간주하였다.

통계처리

데이터는 SPSS (Statistical Package for Social Science, Version 17)를 이용하여 분석한 후 ANOVA (Analysis of variance)를 사용하여 $p < 0.05$와 $p < 0.01$를 기준으로 평균값들 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

B. cereus 분리율

다양한 식품으로부터 분리된 *B. cereus*를 Table 1에 나타내었다. 2012년에는 검체 2,338건 중 103건이 분리되었으며 2013년에는 1,980건 중 52건이 분리되어 4.41%와 2.63%의 분리율을 나타냈다. 분리주가 가장 많은 식품유형을 연도별로 살펴보면 2012년에는 김치류 27건, 식품접객업 조리식품 25건, 고춧가루 24건, 농산물 10건, 즉석섭취/신선편의 7건, 젓갈류 4건, 기타 6건 순이었으며 특수용도식품은 분리되지 않았다. 2013년에는 식품접객업소 조리식품이 15건으로 가장 많았으며 농산물 13건, 고춧가루 12건, 즉석섭취/신선편의 6건, 김치류 4건, 젓갈류 2건 순으로 분리되었고 기타와 특수용도식품은 분리되지 않았다. 하지만 2007년 식품의약품안전청의 조사에 따르면 국내유통 영유아식에서 10^2 CFU/g의 기준을 초과하는 제품이 156개 중 4건(3.8%)이 검출되었으며[5] 독일의 Becker 등[18]은 조제분유와 이유식의 50% 이상에서 *B. cereus*가 검출되었다고 보고하였다.

가장 많은 시료를 검사한 식품접객업 조리식품의 경우 2012년에 시료 1,692건 중 25건으로 1.48%의 분리율과 2013년 시료 1,724건 중 15건으로 0.87%의 분리율을 나타냈다. 식품유형별로 분리율이 높았던 고춧가루(48.65%), 농산물(31.08%), 김치류(25.61%)의 경우 토양에서 오염이 쉽게 이루어 질수 있는 식품 원재료의 특성 때문이라고 추정할 수 있으며, 이는 *B. cereus* (4.0×10^4 CFU/g)로 오염되었던 호박재배토양에 의해 최종식품인 호박퓨레도 *B. cereus*로 오염되었다는 보고와도 일치하였다[19].

식중독 원인으로 추정되었던 즉석섭취식품과 식품접객업 조리식품에서는 2.88%와 1.17%의 *B. cereus*가 분리되

Table 1. Prevalence of *B. cereus* isolated from food samples

Type of Food	Number of isolates / food samples (%)		
	2012 year	2013 year	Total
Agriculture Products	10/44 (22.72)	13/30 (43.33)	23/74 (31.08)
Cooked Foods in the Restaurant	25/1,692 (1.48)	15/1,724 (0.87)	40/3416 (1.17)
Foods for Special Dietary Uses	0/41 (0)	0/38 (0)	0/79 (0)
Kimchies	27/77 (35.06)	4/44 (9.09)	31/121 (25.61)
Powdered Red Pepper	24/43 (55.81)	12/31 (38.70)	36/74 (48.65)
Ready-to-eat Foods	7/360 (1.94)	6/91 (6.59)	13/451 (2.88)
Salted and Fermented Seafoods (Jeotkal)	4/59 (6.78)	2/13 (15.38)	6/72 (8.33)
Others (Dried Fish, Health Fuctional Foods, Sauces)	6/19 (31.58)	0/9 (0)	6/28 (21.42)
Total	103/2,338 (4.41)	52/1,980 (2.63)	155/4,318 (3.59)

Table 2. Analysis of inhibition zone (mean ± SD, mm) according type of food

Type of Food (No. of isolates)	25°C extract			70°C extract		
	Garlic	Cinnamon[1)]	Green tea	Garlic[1)]	Cinnamon[1)]	Green tea
Ready-to-eat Foods (12)	13.55 ± 3.63		8.39 ± 0.75			10.34 ± 1.12
Kimchies (26)	14.42 ± 2.93		8.83 ± 0.57			10.07 ± 1.13
Cooked Foods in the Restaurant (33)	14.10 ± 3.78	6.17 ± 0.47 (4)	8.64 ± 0.72	6.31 ± 1.01 (3)		10.23 ± 0.85
Powdered Red Pepper (34)	13.54 ± 2.97	6.03 ± 0.20 (1)	8.80 ± 0.74			10.33 ± 1.26
Agriculture Products (23)	16.27 ± 3.65	6.15 ± 0.35 (4)	8.77 ± 0.74	6.59 ± 1.56 (3)	6.02 ± 0.10 (1)	11.60 ± 0.97
Jeotkal (6)	13.82 ± 4.19		8.85 ± 0.41		6.52 ± 1.26 (1)	10.77 ± 1.82
Others (6)	14.86 ± 0.93		8.99 ± 0.66			9.23 ± 0.66

[1)]Number of isolates with > 6 mm inhibition zone

었지만, 이 중 2건에서만 10^5 CFU/g 이상으로 검출되었다 (data not shown). 젓갈에서도 72건 중 6건(8.33%)이 분리되어 *B. cereus*가 높은 염농도에서도 저항성이 있음을 확인할 수 있었다. 2012년에는 건포류, 건강기능식품, 소스류에서도 *B. cereus*가 19건 중 6건(31.58%)이 분리되었다.

식품유형에 따른 항균력 효과

Table 2는 140개의 *B. cereus* 분리주에 대한 억제환의 평균값을 식품유형과 추출물에 따라 나타내고 있다. 녹차 추출물은 추출온도와 식품유형에 상관없이 모든 분리주에서 항균력이 있는 것으로 나타났지만, 생강 추출물은 추출온도나 식품유형에 상관없이 모든 분리주에서 항균성이 나타나지 않았다. 이는 생강의 항균성분이 본 실험의 물로 직접 추출하는 방법보다는 Sofia 등[12)]과 Gull 등[20)]의 연구에서처럼 생강을 건조하여 분말의 형태로 물에 용해한 후 디스크에 흡착시키는 방법이 항균성분을 더 많이 추출한 결과라고 추정된다.

마늘의 경우 25°C 추출물은 모든 식품유형의 140개 분리주에서 항균성을 보여준 반면 70°C 추출물은 식품접객업소 조리식품 3개 분리주와 농산물 3개 분리주에서만 항균성이 있었다. 25°C 추출물의 경우 농산물 분리주들이 16.27 ± 3.65로 가장 큰 항균성을 나타냈고 그 다음으로 기타(14.86 ± 0.93), 김치류(14.42 ± 2.93), 식품접객업소 조리식품(14.10 ± 3.78), 젓갈(13.82 ± 4.19), 즉석섭취/편의식품(13.55 ± 3.63), 고춧가루(13.54 ± 2.97) 순이었다.

25°C 계피추출물은 식품접객업 조리식품 4개 분리주, 고춧가루 1개 분리주, 농산물 4개 분리주에서 항균성이 있었지만 70°C 계피추출물은 농산물에서 1개 분리주와 젓갈 1개 분리주에서 항균성이 관찰되었다.

25°C 녹차 추출물은 70°C 녹차 추출물에 비해 작은 억제환이 나타났으며 식품유형 간에도 억제환의 크기가 다양하지 않았다. 70°C 녹차 추출물은 기타에서 9.23 ± 0.66으로 가장 작은 항균성이 나타났으며 농산물에서 11.60 ± 0.97로 가장 큰 항균성을 보여주었다.

식품유형별 상관계수 분석

Table 2의 식품유형에 따른 항균력 분석에서 다양한 차이를 나타내었던 25°C 마늘추출물과 70°C 녹차추출물에 대해 식품유형별 상관관계를 분석하였다. 25°C 마늘추출물에서는 김치와 식품접객업 조리식품의 상관계수가 0.558 ($p = 0.003$)로 $P < 0.01$에서 양의 상관관계를 나타내었으며, 즉석섭취/편의식품과 기타는 –0.881($p = 0.020$)으로 $P < 0.05$에서 음의 상관관계를 나타내었다. 또한 70°C 녹차추출물에서는 김치와 조리식품이 고춧가루와의 상관관계에서 0.612($p = 0.001$과 $p = 0.000$)으로 $P < 0.01$에서 양의 상관관계를 나타내었으며 즉석섭취/편의식품과 농산물은 –0.686

(p = 0.014)로 P < 0.05에서 음의 상관관계를 나타내었다. 이런 상관관계의 차이는 *B. cereus* 분리주들이 식품유형에 따라서도 항균력의 차이가 있음을 보여주고 있다.

온도에 따른 항균력 효과

온도에 따른 항균성은 항균물질을 추출한 후 열을 가하여 열안전성에 대한 활성을 확인하는 연구로 진행되지만[21] 본 시험에서는 마늘, 계피, 생강, 녹차에 물을 가하고 차를 준비하는 온도인 70°C에서 교반추출하여 항균성을 확인하고자 하였다.

추출온도에 따른 마늘, 계피, 생강, 녹차 추출물의 항균력 효과는 Fig. 1과 Table 3에 나타내었다. Fig. 1은 140개의 모든 분리주들의 억제값을 표시하여 분리주들간의 차이와 추출물들 간의 차이를 항균성의 억제 범위로 나타

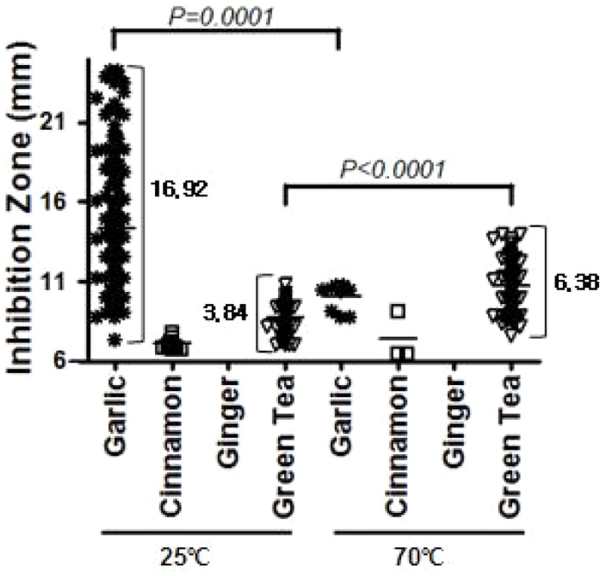

Fig. 1. Each value indicated inhibition zones of garlic (*), cinnamon (□), ginger, and green tea (▽) extract against 140 *B. cereus* isolates, and the range numbers on 25°C garllic, 25°C green tea, and 70°C green tea showed differences between minimum inhibition zone and maximun inhibition zone.

내었다. 25°C 마늘 추출물은 최소값과 최대값의 차이가 16.92로 가장 넓은 범위의 억제를 나타내었으며, 25°C 녹차 추출물의 억제환은 3.84로 마늘에 비해 상대적으로 다양하지 못하였다. 또한 70°C 녹차 추출물은 6.38로 25°C 녹차 추출물에 비해 다소 큰 억제환과 억제 범위를 나타내었다.

Table 3에서는 온도에 따른 각 추출물의 억제력이 나타난 분리주의 수와 억제환의 차이를 보여주고 있다. 25°C 추출의 경우 마늘과 녹차는 140건의 모든 실험 분리주에서 항균성이 나타났지만 계피에서는 9개의 분리주에서만 나타났다. 마늘은 억제환의 크기가 7.32부터 24.24까지 평균 14.36 ± 3.41, 녹차는 7.00부터 10.84까지 평균 8.74 ± 0.69, 계피는 억제력이 없는 6.00부터 7.76까지 평균 6.07 ± 0.29으로 마늘 > 녹차 > 계피 순으로 항균성을 나타내었다. 70°C 추출에서는 녹차만 모든 분리주에서 항균성이 나타난 반면 마늘에서는 6개 분리주, 계피에서는 2개 분리주에서만 나타났다. 마늘은 6.00부터 10.72까지 평균 6.17 ± 0.82, 계피는 6.00부터 9.09까지 평균 6.03 ± 0.26, 녹차는 7.59부터 13.97까지 평균 10.44 ± 1.22으로 녹차 > 마늘 > 계피의 순으로 항균성이 나타났다.

마늘은 70°C 추출물에 비해 25°C 추출물의 억제환이 상대적으로 더 큰 값을 나타내었으며 이는 온도에 따른 마늘의 allicin 농도 변화 때문인 것으로 추정할 수 있다. 마늘의 항균작용은 allicin과 미생물 대사에서 중요한 효소단백질의 –SH기가 반응하여 효소로서의 역할을 방해하기 때문이며[22], Ko등[23]은 생마늘즙과 열처리 마늘즙에 대한 항균활성 시험에서 65°C까지는 강한 항균활성이 있지만 가열온도가 그 이상으로 높아질수록 활성이 크게 저하된다고 하였다. 또한 Park 등[24]과 Shin 등[25]은 마늘성분과 항염효과에서 마늘추출물 중 알리신 성분이 낮아지면 항염효과가 없어진다고 제안하였다.

추출물의 항균력에 관한 상관계수 분석

각 추출물들의 항균력에 관한 상관관계를 분석하였다. 25°C에서 마늘과 녹차의 상관계수가 0.175(p = 0.039), 계

Table 3. Antimicrobial activity according extraction temperature

Temp.	Extract	Mean ± SD	Minimum value (mm)	Maximum value (mm)	No. of sample with inhibition zone
25°C	Garlic	14.36 ± 3.41	7.32	24.24	140
	Cinnamon	6.07 ± 0.29	6.00	7.76	9
	Ginger	6.00 ± 0.00	6.00	6.00	0
	Green tea	8.74 ± 0.69	7.00	10.84	140
70°C	Garlic	6.17 ± 0.82	6.00	10.72	6
	Cinnamon	6.03 ± 0.26	6.00	9.09	2
	Ginger	6.00 ± 0.00	6.00	6.00	0
	Green tea	10.44 ± 1.22	7.59	13.97	140

피와 녹차의 상관계수는 0.196($p = 0.020$)으로 $p < 0.05$에서 유의적 차이가 있었으며 70°C에서는 마늘과 녹차가 0.205 ($P = 0.015$)로 유의적 차이를 나타내었다. 그러나 25°C의 마늘과 계피, 70°C의 마늘과 계피, 녹차와 계피는 유의적 차이가 없음을 알 수 있었다.

요 약

본 실험은 2012년부터 2013까지 4,318건의 다양한 식품으로부터 155건의 *B. cereus*를 분리하고 그 중 140건에 대하여 25°C와 70°C의 추출온도에 따라 마늘, 계피, 생강, 녹차 추출물의 항균력 시험을 실시하였다. 식품유형별 균분리율은 고춧가루(48.65%), 농산물(31.08%), 김치류(25.61%)가 높았으며 식중독원인으로 의심되었던 식품접객업소 조리식품에서는 1.17%가 분리되었다. 항균성 시험에서는 25°C 마늘 추출물과 25°C와 70°C 녹차 추출물에서만 140개의 모든 분리주에서 억제환이 나타났다. 억제환의 크기는 25°C에서 마늘 > 녹차 > 계피의 순으로 70°C에서는 녹차 > 마늘 > 계피의 순으로 나타나 온도에 따른 항균성의 차이가 있음을 알 수 있었다. 각 추출물들의 상관관계 분석에서 25°C에서는 마늘과 녹차, 계피와 녹차가 유의적인 차이를 나타내었고 70°C에서는 마늘과 녹차만이 유의적인 차이를 나타내었다.

참고문헌

1. Ceuppens S, Boon N, and Uyttendaele M. Diversity of *Bacillus cereus* group strains if reflected in their broad range of pathogenicity and diverse ecological lifestyles. *FEMS Microbiol Ecol*. **84**, 433-450 (2013).
2. Arnesen LPS, Fagerlund A, and Granum PE. From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol Rev*. **32**, 579-606 (2008).
3. Ministry of Food and Drug Safety. Food Code. Available from: http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx = 12. Accessed March 24 2014.
4. Granum PE and Lund T: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbial Lett*. **157**, 223-228 (1997).
5. Ministry of Food and Drug Safety. *Bacillus cereus* Risk profile. Available from: http://www.foodnara.go.kr/foodnara/board-list.do. Accessed March 24 2014.
6. Rahmati T and Labbe R. Levels and toxigenicity of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* from retail seafoovd. *J Food Prot*. **71**, 1178-1185 (2008).
7. Tajkarimi MM, Ibrahim SA, and Cliver DO. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food control*. **21**, 1199-1218 (2010).
8. Bassolé I, and Juliani H. Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*. **17**, 3989-4006 (2012).
9. Feldberg RS, Chang SC, Kotik AN, Nadler M, Neuwirth Z, Sundstrom DC, and Thompson NH. In vitro mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. *Antimicrobial Agent and Chem*. **32**, 1763-1768 (1988).
10. Cho MH, Bae EK, Ha SD, Park JY. Application of natural antimicrobials to food industry. *Food Science Industry*. **38**, 36-45 (2005).
11. Ryu PY. Antimicrobial effects of tea extracts on foodborne infectious bacteria. GOVP1200505949 (2004).
12. Sofia PK, Prasad R, Vijay VK, and Srivastava AK. Evaluation of antibacterial activity of indian spices against common foodborne pathogens. *Int J Food Sci and Tech*. **42**, 910-915 (2007).
13. Sakanaka S, Aizawa M, Kim M, and Yamanoto T. Inhibitory effects of green tea polyphenols on growth and cellular adherece of an oral bacterium, *Porphyromona gingivalis*. *Biosci Biotechnol Biochem*. **60**, 745-749 (1996).
14. Asahi Y, Noiri Y, Miura J, Maezono H, Yamaguchi M, Yamamoto R, Azakami H, Hayashi M, Ebisu S. Effects of the tea catechin Epigallocatechin Gallate on Porphyromonas gingivalis biofilms. *J Appl Microbiol*. **116**, 1164-1171 (2014).
15. Ministry of Food and Drug Safety. Food Code. Available from: http://fse.foodnara.go.kr/ residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx = 391. Accessed March 24 2014.
16. Hong JW, Yang GE, Kim YB, Eom SH, Lew JH, and Kang H. Anti-inflammatory activity of cinnamon water extract in vivo and in vitro LPS-induced models. *BMC Complement Altern Med*. **12**, 237 (2014).
17. Susan Munro. Disk diffusion susceptibility testing. Clinical Microbiology Procedures Handbook vol.1. (ASM), 5.1.1-5.1.30 (1992).
18. Becker H, Schaller G, Von Wiese W, and Terplan G. *B. cereus* in infant foods and dried milk products. *Int J Food Microbiol*. **23**, 1-15 (1994).
19. Guinebretiere MH and Nguyen-The C. Sources of *Bacillus cereus* contamination in a pasteurized zucchini puree processing line, differentialted by two PCR-based methods. *FEMS Microbiol Ecol*. **43**, 207-215 (2003).
20. Gull I, Saeed M, Shaukat H, Aslam SM, Samra ZQ, and Athar AM. Inhibitory effect of Allium sativum and Zingiber officinale extracts on clinically important drug resistant pathogenic bacteria. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*. **11**, 8 (2012).
21. Yeh HF, Luo CY, Lin CY, Cheng SS, Hsu YR, and Chang ST: Methods for thermal stability enhancement of leaf essential oils and their main constituents from indigenous cinnamon (Cinnamomum osmophloeum). *J Agric Food Chem*. **61**, 6293-6298 (2013).
22. Small LD, Bailey JH, and Cavallito CJ: Alkyl thiosulfinates. *J Am Chem Soc*. **69**, 1710-1713 (1947).
23. Ko MS and Yang JB. Effect of heating temperature on antimicrobial activities of garlic Juice. *Korean J Food Preserv*. **15**, 568-575 (2008).
24. Park HJ, Jeon BT, Kim HC, Rho GS, Shin JH, Sung NJ, Han J, and Kang D. Aged red garlic extract reduces lipopolysaccharide-induced nitric oxide production in RAW 264.7 mac-

rophages and acute pulmonary inflammation through haeme oxygenase-I induction. *Acta Physiol*. **205**, 61-70 (2012).
25. Shin JH, Ryu JH, Kang MJ, Hwang CR, Han JH, and Kang DW. Short-term heating reduces the anti-inflammatory effects of fresh raw garlic extracts on the LPS-induced production of NO and pro-inflammatory cytokines by downregulating allicin activity in WAQ 264.7 macrophages. *Food Chem Toxicol*. **58**, 545-551 (2013).