

식용식물의 식중독세균에 대한 항균작용 I. *Staphylococcus aureus*에 대한 Clove의 항균작용

박 찬 성
경산대학교 생명자원과학부

Antibacterial Activity of Edible Plant against Pathogenic Bacteria I. Antibacterial Activity of Clove against *Staphylococcus aureus*

Chan-Sung Park
Faculty of Life Resources Science, Kyungsan University

Abstract

The antibacterial activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thumb) in culture broth against *S. aureus* was tested at 35, 5, -20, 50, 55 and 60°C. Tryptic soy broth(TSB) containing 0~0.5%(w/v) of clove was inoculated with 105~107 CFU/ml of *S. aureus* and incubated at each temperature. The growth of *S. aureus* occurred at 0.1% clove after a prolonged lag period while viable cells of *S. aureus* decreased more than 2 log cycles at 0.3 and 0.4% clove during 12 hours storage at 35°C. During 32 days of refrigerated storage at 5°C, survivors of *S. aureus* were decreased with the progress of time and increasing clove concentration. At the presence of 0.2, 0.3 and 0.4% clove, bacterial cells were dead after 32, 20 and 16 days of refrigerated storage, respectively. During 32 days of frozen storage at -20°C, survivors of *S. aureus* were decreased less than 0.5 log cycle at 0% clove. At the presence of 0.1~0.4% clove, survivors were decreased 2.5~3.0 log cycles after 1 day and then decreased 0.4~0.8 log cycles through the frozen storage. There were small changes in populations of *S. aureus* in TSB between different concentrations of clove during frozen storage. The D-values of *S. aureus* at clove 0, 0.2, 0.4% were 28.53, 15.14, 8.9 min at 50°C, 18.43, 10.32, 6.74 min at 55°C and 12.78, 9.88, 5.72 min at 60°C, respectively. The D-values for *S. aureus* were decreased with the increasing temperature and clove concentration.

Key words : clove (*Eugenia caryophyllata* Thumb), antibacterial activity, *Staphylococcus aureus*, cold storage, D-value

서 론

환경오염과 더불어 세균의 오염도 증가되어 식중독 사고의 위험성이 높아지고 있는 실정이며(1,2) 오염된 환경에서 자란 shellfish에서 *Staphylococcus aureus*와 *Vibrio parahaemolyticus* 등의 식중독세균 검출율이 높다고 보고하였다(3). 미국에서는 *S. aureus*가 전체 식중독의 13~30%를 차지한 것으로 추정되고 있으며(4), *Salmonella*와 *Staphylococcus* 식중독의 치료

비가 전체 미생물에 의한 질병 치료비의 85%를 차지하였고, 각각의 비용은 \$40억, \$15억에 달하여 막대한 경제적 손실이 되고 있다(5). *S. aureus*는 내염성이 강하며(6) 염장식품을 비롯하여 육류, 유가공품, 양송이 통조림 등 거의 모든 식품에서 식중독을 일으킨 것으로 보고되고 있다(7,8). 세계 각국에서 발생하는 식중독사고의 대부분이 세균에 그 원인이 있으며, 원인식품은 점차 다양해지고 식중독사고의 규모가 대형화되고 있기 때문에 식중독세균에 대한 관심이 점차 높아지고 있다.

식중독세균들의 증식을 억제시키기 위한 방법으로 소비자들은 합성첨가물 보다는 천연물의 사용을 회

Corresponding author : Faculty of Life Resources Science, Kyungsan University, Kyungsan, 712-240, Korea.

망하고 있으며(9,10) 천연물로서는 지금까지 섭취해온 식품을 이용하는 것이 안전성의 면에서 바람직한 것으로 생각되고 있어 식용식품의 항균작용에 관한 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다. 이들 식용식품 중 향신료는 본래의 향미 강화, 나쁜 향미의 억제 등을 목적으로 널리 이용되고 있으며(11) 각종 음식물에 첨가되어 우수한 영양과 방부효과, 항산화효과를 나타내기 때문에(12-14) 식육 가공업자들이 가장 많은 양의 향신료를 사용하고 있으며(15) 많은 종류의 향신료가 식중독세균의 증식을 억제하는 것으로 보고되고 있다(16-18). 국내에서도 쑥(19), 갓(20), 겨자(21), 마늘(22), clove, oregano, thyme 등(23)의 향신료가 *S. aureus*, *Sal. typhimurium*을 비롯한 각종 식중독세균에 대하여 항균활성이 있는 것으로 보고되고 있다.

향신료의 일종인 clove는 정향나무(*Eugenia caryophyllata* Thumb)의 꽃이 피기전의 꽃봉오리를 따서 말린 것으로서 향신료 중 가장 향기가 좋아서 유럽 각국에서 cake, cookies, 햄버거를 비롯하여 각종 육류와 야채요리에 널리 이용되고 있으며 clove oil은 치통에 대한 진통제 혹은 치약의 향기성분으로 이용되고 있다(24). 본 연구는 향신료로 사용되는 식용식품로서 식중독세균을 효율적으로 제거할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 clove를 저농도(0~0.5%, w/v)로 액체배지에 첨가하여 식중독세균인 *S. aureus*에 대한 증식과 생존억제 효과를 이 세균의 최적온도(35°C)와 저온(-20, 5°C) 및 고온(50, 55, 60°C)에서 검토하였다.

재료 및 방법

균주

본 실험에 사용한 균주는 본 대학 식품미생물학교실에 보관중인 *Staphylococcus aureus* 196E(ATCC 13565)를 실험에 사용하였다.

배지의 조제

전배양 및 본배양을 위한 액체배지는 tryptic soy broth(TSB, Difco)에 분말상태의 clove (McCormick spice Co., Inc. Baltimore, Md. U.S.A.)를 배지의 0~0.5%(w/v) 되게 첨가한 후 121°C에서 15분간 멸균하여 사용하였다. 생균수의 측정을 위한 고체배지는 tryptic soy agar(TSA, Difco)를, 균액의 희석액으로는 0.1% peptone수를 사용하였다.

증식 및 생존억제 실험

증식과 생존실험을 위하여 보존균주의 사면배지로부터 1 백균이를 TSB 10ml에 접종한 후 35°C에서 1

8~24시간씩 액체배지에서 2회 계대배양하여 활성화시킨 균액을 적당한 농도로 희석하여 실험초기의 세균수가 $10^5 \sim 10^7$ CFU/ml 되도록 각 농도의 clove를 함유한 TSB에 접종하였다. Clove를 함유한 10ml의 TSB가 들어 있는 screw cap 시험관을 미리 각 실험온도에 보존하였으며, -20°C의 경우에는 시험관을 얼음에 채워 두었다가 세균을 접종하였다. 증식실험은 35°C의 incubator에, 저온에서의 생존억제 실험은 가정용 냉장고의 냉장실($5 \pm 1.5^\circ\text{C}$)과 냉동실($-20 \pm 2^\circ\text{C}$)에 저장하였으며, 고온에서의 생존억제 실험은 50, 55, 60°C의 waterbath에 접종한 균액이 충분히 잠기도록 보존하면서 실험에 사용하였다.

생균수 측정

각 온도에 저장중인 균액은 일정한 시간간격으로 생균수를 측정하였으며 -20°C의 경우에는 흐르는 수도물로 해동시킨 즉시 생균수를 측정하였다. 생균수의 측정은 세균의 배양액 또는 배양액의 희석액 0.1ml를 고체배지(TSA)를 함유한 petri dish에 평판도 말한 후 35°C에서 3일간 배양한 colony수를 측정하여 배양액 ml당의 colony forming unit (CFU/ml)로 나타내었다. 실험은 2회 반복하였으며 생균수는 기하학적 평균치(25)로서 나타내었다.

Decimal reduction time (D-value)의 측정

50, 55, 60°C에서의 생존억제 실험에서 TSA에 평판도 말하여 얻은 생균수로부터 각 저장온도별로 clove의 농도에 따라 생균수가 90% 감소하는데 걸리는 시간을 회귀직선법으로 계산하여 D-value를 구하였으며 각 시료간의 D-value 및 상관관계수에 대한 유의성은 t-Test로서 검증하였다(25).

결과 및 고찰

Clove의 농도와 *S. aureus*의 증식

Fig. 1은 배지에 첨가한 clove 농도에 따른 *S. aureus*의 증식곡선이다. 저장직전의 생균수는 1.7×10^5 CFU/ml였으며 대조구는 배양 12시간 후에 약 10^9 CFU/ml에 도달하여 약 3.7 log cycle 증가하였다. 0.1%의 clove에서는 저장초기의 6시간 동안 생균수가 0.7 log cycle 감소한 후 증식이 시작되어 24시간 후에 1.2×10^8 CFU/ml로 증가하여 대조구의 1/10에도 미달되는 효과를 나타내었다. 배지에 첨가한 clove 농도가 증가할수록 *S. aureus*의 증식은 억제되었으며 clove 0.2%에서는 저장초기의 6시간동안 0.7 log cycle 감소한 후 증식은 아주 미미하여 배양 48시간동안

저장직전에 비해 1 log cycle 정도 증가하였다. Clove 0.3%와 0.4%에서는 저장 초기의 12시간동안 각각 2.2, 2.3 log cycle 감소하였으나 이후부터 세균수가 증가하여 저장 48시간 후에는 저장직전보다 약 0.5 log cycle 증가하였고 두 농도간에는 세균수의 변화에 거의 차이를 나타내지 않았다.

이 결과는 박(26,27)이 allspice와 oregano로서 *S. aureus*에 대하여 실험한 결과에서 이들 향신료 0.5% 농도에서도 약간의 유도기를 거친 후에 이 세균이 정상적으로 증식하였으나 clove를 첨가한 경우에는 0.2% 이상의 농도에서 증식이 크게 억제된 점으로 볼 때 clove는 타 향신료에 비하여 항균활성이 대단히 우수하였다. 향신료나 식물추출물의 식중독세균에 대한 항균활성의 기구로서는, 강 등(28)과 조(29)는 식물추출물을 사용하여 병원성 세균을 전자현미경으로 관찰하였을 때, 세균의 세포막 기능이 파괴되어 세포내용물이 균체외부로 유출되어 균체의 생육이 억제되었다고 보고하였다.

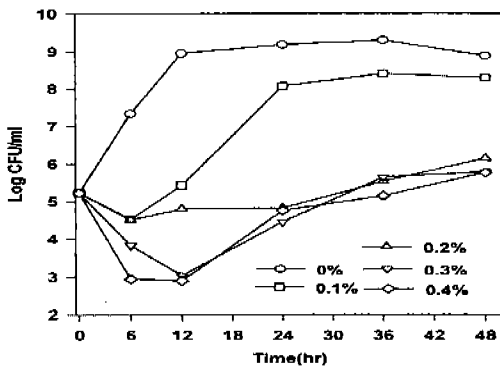


Fig. 1. Effect of clove on the growth of *Staphylococcus aureus* 196E during storage at 35°C

저온에서 clove에 의한 생존억제효과

Fig. 2는 5°C에서 배지에 첨가한 clove가 *S. aureus*의 생존에 미치는 영향을 나타낸 결과이다. 저장직전의 세균수는 1.3×10^6 CFU/ml였으며 32일간의 전 저장기간동안 대조구는 1.9 log cycle 감소하였다. Clove를 첨가한 경우에는 저장 32일동안 clove의 농도에 비례하여 세균수가 감소하였으며 clove 0.1%에서는 3.75 log cycle 감소하였으며 0.2, 0.3, 0.4%에서는 각각 저장 32일, 20일, 16일에 사멸하였다. 냉장한 *S. aureus*의 생존에 대한 clove의 영향은 저장초기부터 대조구와 0.1%, 0.2%간에 뚜렷한 차이를 나타내었다. 0.3%와 0.4%에서는 0.2%와 저장 4일동안 뚜렷한 차이가 없었으나 저장 4일 이후부터 그 차이가 뚜렷해졌다.

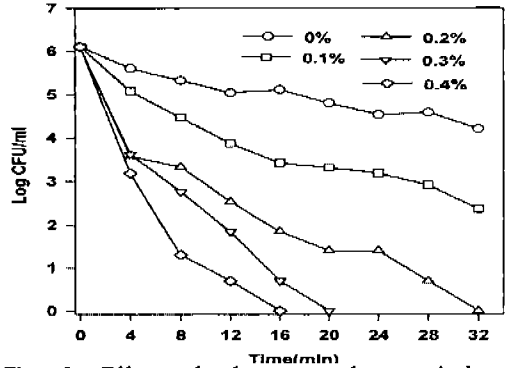


Fig. 2. Effect of clove on the survival of *Staphylococcus aureus* 196E during storage at 5°C.

냉장온도에서 *S. aureus*에 대한 항균활성은 oregano를 첨가한 경우에는 0.5% 이상에서 이 세균이 사멸하였으나(27) clove의 경우에는 0.2% 이상의 농도에서 사멸하는 우수한 효과를 나타내었다.

Fig. 3은 -20°C에 저장한 clove 농도에 따른 *S. aureus*의 세균수 변화이다. Clove를 첨가하지 않은 대조구의 경우에는 32일간의 전 저장기간 동안 0.46 log cycle의 감소에 불과하여 이 세균이 동결저장온도에서 대단히 강한 내성을 나타내었다.

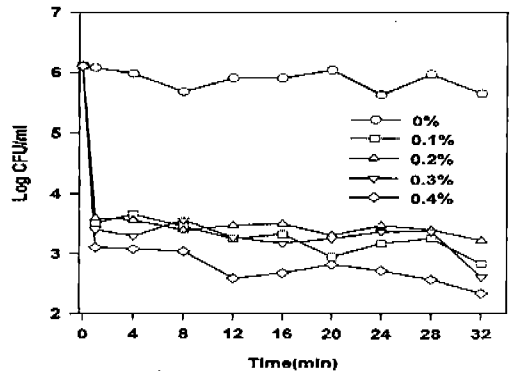


Fig. 3. Effect of clove on the survival of *Staphylococcus aureus* 196E during storage at -20°C.

Clove를 첨가한 경우에는 저장초기의 1일간 2.5~3.0 log cycle의 급격한 감소를 나타내었으며, 첨가한 clove의 농도에 따른 세균수의 감소효과는 뚜렷하지 않은 편이었다. 저장 1일후부터 저장말기까지는 세균수의 감소가 완만하여 clove의 첨가농도와 큰 관계없

이 0.4~0.8 log cycle의 감소에 불과하였다. 동결저장에서 *S. aureus*에 대한 clove의 항균활성은 저장초기 1일동안에 급격한 생균수의 감소를 나타내었는데 Takano 등(30)은 액체배지에 화학물질을 첨가하여 *S. aureus*를 동결저장하였을 때 급속동결에서 보다는 완만동결에서 살균효과가 컸다고 보고한 바 있으며 본 실험에서도 유사한 결과를 나타내었다.

5℃와 -20℃에 *S. aureus*를 저온저장한 이상의 결과(Fig. 2, Fig. 3)에서 이 균주는 냉장에 비하여 동결저장에서 더욱 강한 저온내성을 나타내었다. 이와같이 냉동시에 강한 저온 내성을 나타내는 *S. aureus*에 대하여 clove에 의한 생존억제 효과(Fig. 3)는 0.1% 첨가로서 저장초기의 1일간 약 3 log cycle이 감소하는 우수한 항균활성을 나타내었다. *S. aureus*에 대한 냉장과 냉동시의 증식억제작용은 clove와 저온이 세균세포막의 손상에 복합적인 작용을 나타낸 것으로 추정된다. 한편, Robach와 Stalder(31)는 *S. aureus*의 증식을 억제시키기 위하여 여러 가지 식품첨가물을 병용했을 때 더욱 우수한 항균활성을 나타내었다고 보고하였다. 이외에도 향신료와 향신료, 향신료와 식염간의 병용(17), 향신료와 유기산의 병용(32)에 의한 항균활성의 상승작용이 보고되고 있어, 향신료와 식염, 기타 식품첨가물간의 병용에 의한 항균작용 연구를 통하여 식중독사고를 예방할 수 있는 효율적 방안이 강구될 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 결과는 날로 증가하고 있는 냉동조리식품에서 향신료의 사용이 음식의 맛을 좋게할 뿐만 아니라 식중독세균의 제거에 큰 도움이 될 것으로 예상된다.

고온에서 clove에 의한 생존억제효과

Fig. 4는 *S. aureus*를 50℃에 저장하였을 때 clove가 세균의 생존에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 저장직전의 생균수는 1.4×10^6 CFU/ml로서 clove농도에 따른 생균수 감소는 대조구와 0.1% clove에서 1시간동안 저장하였을 때 각각 2.7, 4.0 log cycle 감소하여 clove의 첨가에 따라 생균수 변화는 큰 차이를 나타내었다. Clove 0.2%와 0.3%에서는 1시간 동안의 저장에 의해 각각 4.5, 6.1 log cycle 감소하였으며 0.4%에서는 저장 50분 동안 사멸하였다.

Fig. 5는 55℃에서 배지에 첨가한 clove의 농도에 따른 *S. aureus*의 생균수의 변화이다. 55℃에 저장한 *S. aureus*는 저장직전의 생균수가 $1.9 \sim 4.5 \times 10^5$ CFU/ml였으며 clove농도의 증가에 따른 생균수의 변화는 저장직후부터 상당한 차이를 나타내기 시작하였다. 저장 30분 동안 clove 농도에 따른 생균수 변화

는 대조구에서 2.4, 0.1%에서 3.4 log cycle 감소하여 1 log cycle의 차이를 나타내었으나 clove 0.2, 0.3, 0.4%에서는 각각 저장 50분, 40분, 30분 후에 사멸하였다.

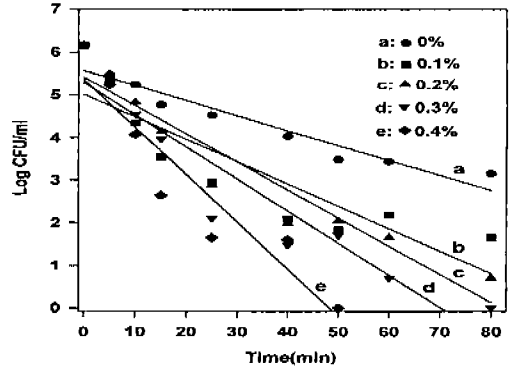


Fig. 4. Effect of clove on the survival of *Staphylococcus aureus* 196E during storage at 50℃.

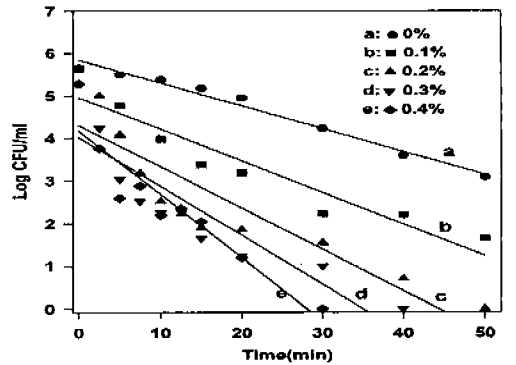


Fig. 5. Effect of clove on the survival of *Staphylococcus aureus* 196E during storage at 55℃.

Fig. 6은 60℃에서 배지에 첨가한 clove의 농도에 따른 *S. aureus*의 생균수의 변화이다. 60℃에 저장한 *S. aureus*는 저장직전의 생균수가 $4.5 \times 10^5 \sim 1.5 \times 10^6$ CFU/ml였으며 clove농도의 증가에 따른 생균수의 변화는 저장직후부터 상당한 차이를 나타내기 시작하였다. 저장 30분 동안 clove 농도에 따른 생균수 감소는 대조구에서 4.1, 0.1%에서 4.5, 0.2%에서 4.9, 0.3%에서 4.7 log cycle로서 clove의 농도차이에 따른 생균수 감소효과는 작은 편이었으며 0.4%에서는 30분 후에 사멸하였다.

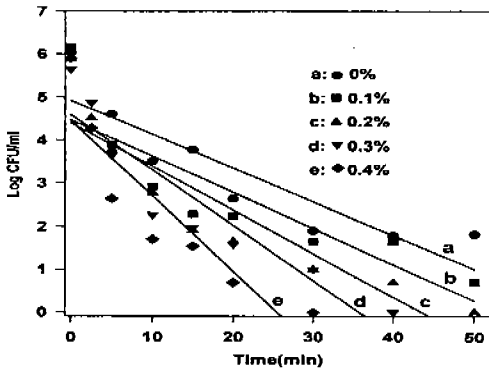


Fig. 6. Effect of clove on the survival of *Staphylococcus aureus* 196E during storage at 60°C.

저장 온도에 따른 D-value의 변화

Table 1은 *S. aureus*를 50, 55, 60°C에 저장하였을 때 clove의 농도에 따른 생존수 변화(Fig. 4, 5, 6)로부터 D-value를 계산한 결과이다. 대조구의 D-value는 50°C에서 28.53분, 55°C에서는 18.48분, 60°C에서는 12.78분이었었다. Clove를 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%첨가한 경우에는 D-value가 각각 50°C에서 19.02, 15.14, 13.27, 8.99분이었으며 55°C에서는 각각 13.43, 10.32, 8.72, 6.74분, 60°C에서 11.93, 9.88, 7.79, 5.72분으로서 향신료의 첨가 농도가 농도가 증가할수록 *S. aureus*의 D-value는 감소하였다.

여러 가지 식중독세균의 D-value에 관한 연구로는 *E. coli* O157:H7에 대하여 Ahmed 등(31)이 이 균을 육류소세지에 접종하여 50, 55°C에 저장했을 때 50°C에서는 49.50~115.0분, 55°C에서는 6.37~15.30분이었으며 Orta-Ramirez 등(32)은 53°C, 58°C, 63°C에서 조사한 이 세균의 D-value가 각각 46.10분, 6.44분, 0.43분으로 보고하였는데 이 두 실험의 결과에서 저장온도 5°C 차이에 대하여 D-value는 7~15배의 차이를 나타내었다. 본 실험에서 50, 55, 60°C에 저장한 *S. aureus*의 D-value는 저장온도 5°C 차이에 대하여 1.5 배 정도의 차이에 불과하여 *E. coli* O157:H7에 비하여 온도상승에 의한 D-value의 변화가 적은 편으로서 열에 대한 강한 내성을 나타내었다. 이러한 점은 Heddleson 등(33)이 *S. aureus*, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* 등의 식중독세균을 beef broth, pudding, cream sauce, milk에 접종하여 microwave energy로서 60~65°C로 가열하여 생존수 감소효과를 측정한 경우에도 *S. aureus*가 타 균주들에 비하여 5°C정도 높은 온도에서 타 균주들과 비슷한 사멸율을 나타내었다.

Casadei 등(34)은 *L. monocytogenes*의 60°C에서의

D-value가 증식 배지의 성분에 따라 7.5배의 차이를 나타내었으며 Ahmed 등(31)은 육류소세지의 지방함량에 따라 *E. coli* O157:H7의 D-value가 같은 온도에서 2배 이상의 차이를 나타내었다고 보고하여 식품 내에서는 세균의 종류와 식품성분에 따라 D-value의 변화에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다. Creamer와 Chipley(35)는 *Staphylococci*를 microwave로 35~92°C로 가열하였을 때에도 이 세균이 회복되었다고 보고하여 조리과정에서 부적절한 열처리되는 내열성이 강한 *S. aureus* 식중독의 발생 가능성을 높게 하므로 가열조리시에 특히 주의해야할 것으로 생각 된다.

Table. 1. D-values and regression values for *S. aureus* in tryptic soy broth containing clove incubated at 50, 55 and 60°C.

Temp. (°C)	Clove (%)	Regression parameters			D-value* (min)
		Y-intercept	Slope	Determination coefficient(r^2)	
50	0	5.5620	-0.0351	0.9104**	28.53 ^a
	0.1	5.0119	-0.0526	0.7870**	19.02 ^b
	0.2	5.4087	-0.0660	0.9115**	15.14 ^b
	0.3	5.2879	-0.0753	0.8966**	13.27 ^{bc}
	0.4	5.3545	-0.1113	0.8854**	8.99 ^c
55	0	5.8447	-0.0541	0.9815**	18.48 ^a
	0.1	4.9603	-0.0744	0.8994**	13.43 ^b
	0.2	4.2997	-0.0969	0.8057**	10.32 ^b
	0.3	4.3187	-0.1147	0.7867**	8.72 ^{bc}
	0.4	4.3084	-0.1484	0.8716**	6.74 ^c
60	0	4.9191	-0.0783	0.8016**	12.78 ^a
	0.1	4.4688	-0.0838	0.7433**	11.93 ^b
	0.2	4.4052	-0.1012	0.8367**	9.88 ^c
	0.3	4.5906	-0.1283	0.8610**	7.79 ^c
	0.4	4.4540	-0.1654	0.7953**	5.72 ^d

^{a-d} For each temperature, values within column with the same superscripts are not significantly different($p>0.05$).

** $p<0.01$

* D-values were derived from Fig. 4, 5 and 6 by linear regression method. Calculated mean values from two experiments in which at least six dwell times were used for linear regression analysis. Two replicates were enumerated for each dwell time.

한편, *Cl. perfringens*(36), *E. coli* O157:H7(37), *L. monocytogenes*(38), *Sal. typhimurium*(39) 등의 식중독세균은 열손상을 받은 영양세포와 포자 모두 열에 대한 내성이 증가되었다고 보고하였는데 특히 본 실험에 사용한 *S. aureus*가 열에 대하여 강한 내성을 나타낸

점으로 볼 때 가열조리한 식품의 재가열시에는 열에 대한 내성이 더욱 증가될 것으로 예상된다. 아울러 조리과정에서 사용되는 적절한 향신료와 식염 등의 병용을 통하여 식품의 세균학적 안전성을 높일 수 있는 효율적 방안을 강구하기 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

저농도의 clove(0~0.5%, w/v)를 함유한 tryptic soy broth(TSB)에 *S. aureus*를 $10^5 \sim 10^7$ CFU/ml 되게 접종하여 clove가 *S. aureus*의 증식과 생존에 미치는 효과를 이 세균의 최적온도(35°C)와 저온(-20, 5°C) 및 고온(50, 55, 60°C)에서 검토하였다. 35°C에서의 *S. aureus*의 증식은 0.1%의 clove 농도에서 배양초기에 약간의 유도기를 거친 후에 빠른 속도로 증식하였으나 대조구의 1/10에도 미달되었다. Clove 0.2%에서는 약간의 유도기를 거친 후에 약 1 log cycle 증가하였으나 0.3%와 0.4%에서는 저장 초기의 12시간동안 2 log cycle 이상 감소한 후 증식이 시작되어 저장직전보다 약 0.5 log cycle 증가하였다. *S. aureus*를 32일간 5°C에 냉장하였을 때 *S. aureus*에 대한 생존억제는 clove의 농도가 높을수록, 저장기간이 길어질수록 뚜렷해졌으며 0.2, 0.3, 0.4%에서는 각각 저장 32일, 20일, 16일에 사멸하였다. -20°C에서 동결저장한 경우, 대조구의 생존수 감소는 32일간의 저장 기간 동안 0.5 log cycle에도 미달되었으나 clove 0.1~0.4%를 첨가한 경우에는 저장초기의 1일간 2.5~3.0 log cycle의 급격한 감소를 나타내었으며 이후부터 저장말기까지는 0.4~0.8 log cycle 감소하였고 첨가한 clove의 농도차이에 따른 생존억제효과는 약간의 차이에 불과하였다. 저장온도에 따른 *S. aureus*의 D-value는 clove 농도 0, 0.2, 0.4%에서 D-value는 50°C에서 각각 28.53, 15.14, 8.90분, 55°C에서는 각각 18.43, 10.32, 6.74분이었으며 60°C에서는 각각 12.78, 9.88, 5.72분으로서 clove의 농도와 저장온도가 증가할수록 D-value는 감소하는 효과를 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 1996년도 경산대학교 기린연구비 지원에 의하여 이루어진 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Liston, J. (1990) Microbial hazards of seafood consumption. *Food Technol.*, **44**(12), 56-62.
- Dillon, R.M. and Patel, T.R. (1992) *Listeria* in seafoods: A review. *J. Food Prot.*, **55**, 1009-1015.
- Martinez-Manzanares, E., Morinigo, M.A., Castro, D., Balebona, M.C., Munoz, M.A. and Borrego, J.J. (1992) Relationship between indicators of fecal pollution in shellfish-growing water and the occurrence of human pathogenic microorganisms in shellfish. *J. Food Prot.*, **55**, 609-614.
- Bean, N.H., and Griffin, P.M. (1990) Foodborne disease outbreaks in the United States, 1973-1987: pathogens, vehicles, and trends. *J. Food Prot.*, **53**, 804-817.
- Todd, E.C.D. (1989) Preliminary estimates of costs of foodborne disease in the United States. *J. Food Prot.*, **52**, 595-601.
- Buchanan, R.L., Smith, J.L., Mccolgan, C., Marker, B.S., Golden, M. and Dell, B. (1993) Response surface models for the effects of temperature, pH, sodium chloride, and sodium nitrite on the aerobic and anaerobic growth of *Staphylococcus aureus* 196 E. *J. Food Safety*, **13**, 159-162.
- Ro, S.J. and Speck, M.L. (1978) Microbial food-borne disease. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **6**, 135-140.
- Hardt-English, P., York, G., Stier, R. and Cocotas, P. (1990) Staphylococcal food poisoning outbreaks caused by canned mushrooms from China. *Food Technol.*, **44**, 74-76.
- Brewer, M.S., Sprouls, G.K. and Russon, C. (1994) Consumer attitudes toward food safety issues. *J. Food Safety*, **14**, 63-76.
- Gould, G.W. (1996) Industry perspectives on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. *J. Food Prot., Suppl.*, 82-86.
- 장영상 (1997) 식품향미의 seasoning과 blending 기술. *식품과학과 산업*, **30**, 52-61.
- Chipault, J.R., Mizuno, G.R. and Lundberg, W.O. (1956) The antioxidant properties of spices in food. *Food Technol.*, **10**(5), 209-211.

13. Conner, D.E. and Beuchat, L.R. (1984) Effect of essential oils from plants on food spoilage yeasts. *J. Food Sci.*, **49**, 429-434.
14. Wendorff, W.L. and Wee, C. (1997) Effect of smoke and spice oils on growth of molds on oil-coated cheeses. *J. Food Prot.*, **60**, 153-156.
15. Giese, J. (1994) Spices and seasoning blends: A taste for all seasons. *Food Technol.*, **48**(4), 88-96.
16. Shelef, L.A., Naglik, O.A. and Bogen, D.W. (1980) Sensitivity of some common food-borne bacteria to the spices sage, rosemary, and allspice. *J. Food Sci.*, **45**, 1042-1044.
17. Shelef, L.A. (1983) Antimicrobial effects of spices. *J. Food Safety*, **6**, 29-44.
18. Zaika, L.L. (1988) Spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination. *J. Food Safety*, **9**, 97-118.
19. 권동진, 박종현, 권 민, 유진영, 구영조 (1997) 썩의 *Cl. perfringens*에 대한 생육 저해 물질의 최적 추출조건. *한국농화학회지*, **40**, 267-270.
20. 강성규, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재신, 최갑성, 박석규 (1994) 갓(*Brassica juncea*) 추출물의 항균활성 검색. *한국식품영양과학회지*, **23**, 1008- 1013.
21. 서권일, 박석규, 박정로, 김홍출, 최진상, 심기환 (1996) 겨자 가수분해물의 항균성 변화. *한국식품영양과학회지*, **25**, 129-134.
22. 김연순, 박경숙, 경규향, 심선택, 김현구 (1996) 마늘즙액의 대장균 생육 저해 작용. *한국식품과학회지*, **28**, 730-735.
23. 정창기, 박완규, 유익제, 박기문, 최춘언 (1990) 카레 향신료 정유성분의 항균성. *한국식품과학회지*, **22**, 716-719.
24. Farrell, K.T. (1985) Spices, condiments, and seasonings, Van Nostrand Reinhold Co, New York, 86-91.
25. 채영암, 구자옥, 서학수, 이영만 (1991) 기초생물통계학, 향문사, 37-49, 177-212.
26. 박찬성 (1997) 저온저장중 Allspice(*Pimenta dioica* L.)에 의한 *Escherichia coli* O157:H7과 *Staphylococcus aureus* 196E의 생존억제. *한국조리과학회지*, **13**, 106-112.
27. 박찬성 (1997) 저온저장중 Oregano(*Origanum vulgare* L.)가 *Escherichia coli* O157:H7과 *Staphylococcus aureus* 196E의 생존에 미치는 영향. *한국조리과학회지*, **13**, 440-447.
28. 강성규, 성낙계, 김용두, 이재근, 송보현, 김영환, 박석규 (1994) 갓(*Brassica juncea*)의 에탄올 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **23**, 1014-1019.
29. 조성환 (1997) 천연식물성 항균제처리에 의한 과채류의 선도 유지 및 병해 방지. *농산물저장유통학회지*, **4**, 87-99.
30. Takano, M., Simbol, A.B., Yasin, M. and Shibasaki, I. (1979) Bactericidal effect of freezing with chemical agents. *J. Food Sci.*, **44**, 112-115.
31. Robach, M.C. and Staleler, C.L. (1980) Inhibition of *Staphylococcus aureus* by potassium sorbate in combination with sodium chloride, tertiary butylhydroquinone, butylated hydroxyanisole or ethylenediamine tetraacetic acid. *J. Food Prot.*, **43**, 208-211.
31. Ahmed, N.M., Conner, D.E., and Huffman, D.L. (1995) Heat-resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in meat and poultry as affected by product composition. *J. Food Sci.*, **60**, 606-610.
32. Orta-Ramirez, A., Price, J.F., Hsu, Y.C., Veeramuthu, G.J., Cherry-Merritt, J.S., and Smith, D.M. (1997) Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella senftenberg*, and enzymes with potential as time-temperature indicators in ground beef. *J. Food Prot.*, **60**, 471-475.
33. Heddleson, R.A., Doores, S., Anantheswaran, R.C., and Kuhn, G.D. (1996) Viability loss of *Salmonella* species, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes* in complex foods heated by microwave energy. *J. Food Prot.*, **59**, 813-818.
34. Casadei, M.A., Esteves de matos, R., Harrison, S.T. and Gaze, J.E. (1998) Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in dairy products as affected by the growth medium. *J. Appl. Microbiol.*, **84**, 234-239.
35. Creamer, M.L., and Chipley, J.R. (1980) Hospital ready-prepared type foodservice system: Time and temperature conditions, sensory and microbiological quality of scrambled eggs. *J. Food Sci.*, **45**, 1422- 1424,1429.
36. Heredia, N.L., Garcia, G.A., Luevanos, R., Labbe, R.G., and Garcia-Alvarado, R.G. (1997) Elevation of heat resistance of vegetative cells and spores of *Clostridium perfringens* type A by sublethal heat shock. *J. Food Prot.*, **60**, 998-1000.

37. Murano, E.A., and Pierson, M.D. (1992) Effect of heat shock and growth atmosphere on the heat resistance of *Escherichia coli* O157:H7. *J. Food Prot.*, **55**, 171-175.
38. Lou, Y. and Yousef, A.E. (1996) Resistance of *Listeria monocytogenes* to heat after adaption to environmental stresses. *J. Food Prot.*, **59**, 465-471.
39. Humphery, T.J., Wilde, S.J. and Rowbury, R.J. (1997) Heat tolerance of *Salmonella typhimurium* DT104 isolates attached to muscle tissue. *Lett. Appl. Microbiol.*, **25**, 265-268.
-

(1998년 3월 12일 접수)