

저온저장중 Clove(*Eugenia caryophyllata* Thumb)가 *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella typhimurium*의 생존에 미치는 영향

박찬성 · 최미애*

경산대학교 생명자원과학부, *양산전문대학 식품영양과

Effect of Clove (*Eugenia caryophyllata* Thumb) on the Survival of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* during Cold Storage

Chan-Sung Park and Mi-Ae Choi*

Faculty of Life Resources Science, Kyungsan University

*Department of Food and Nutrition, Yangsan Junior College

Abstract

The antibacterial activity of low concentrations of clove (*Eugenia caryophyllata* Thumb) in culture broth against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* was tested at 35, 5, and -20°C. Tryptic soy broth (TSB) containing 0~0.5% (w/v) of clove was inoculated with 10^5 ~ 10^7 cells/ml of *L. monocytogenes* and *S. typhimurium* and incubated at each temperature. The growth of *L. monocytogenes* occurred only after a prolonged lag period at 0.1% clove at 35°C, while viabilities of the cells decreased by 1.4 and 3.3 log cycles at 0.3 and 0.5% clove, respectively. Growth of *S. typhimurium* occurred at the presence of 0~0.5% clove after a longer lag period with increasing concentration of clove at 35°C. During refrigerated storage at 5°C, the growth of *L. monocytogenes* occurred after 6 days of lag period at 0.1% clove while viability of the cells were decreased during 24 days of storage. During frozen storage at -20°C, the viability of *L. monocytogenes* and *S. typhimurium* decreased about 4 log cycles during 3 days of early period of storage at 0.1% clove. There were no major changes in the population of *L. monocytogenes* and *S. typhimurium* in TSB with different concentrations of clove during frozen storage.

Keywords: clove (*Eugenia caryophyllata* Thumb), antibacterial activity, cold storage, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*

I. 서 론

환경오염에 의한 식중독세균의 증가로 인하여 해산물섭취에 의한 식중독사고의 위험성이 높아지고 있는 실정이며^{1,2)}, 1983년부터 1987년 사이에 미국에서 발생한 식중독사고의 원인식품으로 어패류가 22.4%로서 가장 높은 비율을 차지하였다³⁾. *Listeria monocytogenes*는 오염된 환경에서 분리되는 균주로서⁴⁾ 내염성⁵⁾과 내산성⁶⁾이 강하며, 유제품 등⁷⁾에서 분리되었는데 우리나라의 냉동해산물에서도 이 세균이 분리되었다⁸⁾. Genigeorgis 등¹⁰⁾은 도살장에서 turkey를 취급하는 사람들 30%의 손과 장갑으로부터 *Listeria*속 세균이 분리되었다고 보고하였으며, Sammarco 등¹¹⁾은 도살장 작업환경과 각종 작업용 기구에서 *Salmonella*, *Listeria*, *Yersinia* 등의 식중독세균이 분리되었다고 보고하

여 충격을 주고 있다. *Salmonella*속 세균은 닭고기¹²⁾, 쇠고기¹³⁾, 달걀^{14,15)}의 섭취로 인한 식중독사고의 원인세균이 되고 있다. Netherland에서는 1991~1994년에 발생한 2,621건의 식중독사고로 7,567명의 환자가 발생하였으며 식중독사고의 원인으로는 각각 *B. cereus* 19%, *Salmonella* spp. 16%, *Cl. perfringens* 11%, chemical toxins 10%를 차지하였다고 보고하였다¹⁶⁾.

미국에서는 *Salmonella*와 *Staphylococcus* 식중독의 치료비가 전체미생물에 의한 질병치료비의 85%를 차지하였고, 각각의 비용은 \$40억, \$15억에 달하여 막대한 경제적 손실이 되고 있다¹⁷⁾. 세계 각국에서 발생하는 식중독사고의 원인식품은 점차 다양해지고 있으며 *Salmonella*속 세균은 각종 육류와 난류로부터, *L. monocytogenes*는 육류와 야채를 비롯한 각종 식품에서 흔히 분리되는 대표적인 식중독 세균이다. *Sal-*

monella, *L. monocytogenes* 등의 식중독세균은 생육 온도가 30~37°C로 알려져 있으나 *L. monocytogenes*는 3~45°C의 넓은 온도범위에서도 증식이 가능한 저온내성의 식중독세균이다¹⁹). 이러한 식중독세균들의 증식을 억제시키기 위한 방법으로 식품첨가물을 사용하고 있으나^{19,20} 많은 소비자들은 합성첨가물의 안전성에 의문을 제기하고 있으며²¹, 식품의 구매시에 식품의 안전성을 가장 중요하게 생각하고 있다²². 식품제조업자와 소비자 모두 안전한 천연물의 사용을 희망하고 있는데^{23,24}, 최근에는 천연물인 각종 유기산^{12,25}, 향신료²⁶⁻²⁸ 등에 의한 식중독세균의 증식억제작용이 보고되고 있다.

향신료는 천연 식물성 물질로서 향미와 항균작용 등의 효과 때문에 식육가공업자들이 가장 많은 양의 향신료를 사용하고 있으며²⁹ 향신료의 식중독세균에 대한 항균작용이 보고되고 있다^{27,29}. Ziauddin 등³⁰은 육류에서 유기산과 생강, 마늘 양파 등의 향신료 추출물의 병용이 식중독세균의 증식을 억제시켰다고 보고하여 식중독사고의 예방을 위한 다각적인 방법이 모색되고 있다. Clove는 꽃이 피기전의 꽃봉오리를 따서 말린 것으로서 향신료 중에서 가장 향기가 좋아서 유럽 각국의 요리에 널리 사용되는 향신료로서 cake, cookies, 햄버거를 비롯하여 각종 육류와 야채요리에 널리 이용되고 있으며 clove oil은 치통에 대한 진통제 혹은 치약의 향기성분으로 이용되고 있다³¹. 본 연구는 향신료에 의한 효율적인 식중독세균의 제거방안을 모색하기 위하여 clove를 액체배지에 첨가하여 식중독세균인 *Listeria monocytogenes*와 *Salmonella typhimurium*에 대한 항균활성을 이 세균의 최적온도(35°C)와 저온(5, -20°C)에서 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험균주

본 실험에 사용한 균주는 본 대학 식품미생물학 교실에 보관중인 식중독세균으로서 *Listeria monocytogenes*(ATCC 7644)와 *Salmonella typhimurium*(ATCC 13311)을 실험에 사용하기전에 plate count agar(PCA, Difco) slant에 35°C에서 24시간 배양하였다.

2. 배지의 조성

전배양 및 본배양을 위한 액체배지는 tryptic soy broth(TSB, Difco)에 분말상태의 clove (McCormick spice Co., Inc., Baltimore, Md.)를 배지의 0~0.5%(w/v) 되게 첨가한 후 121°C에서 15분간 멸균하여 사용하였

다. 생균수의 측정을 위한 고체배지는 TSA를 121°C에서 15분간 멸균한 후 평판을 만들어 사용하였으며 0.1% peptone수를 균액의 희석액으로 사용하였다.

3. 증식 및 생존억제 실험

증식과 생존실험을 위하여 계대배양한 균주 1 백금이를 TSB 10 ml에 접종한 후 35°C에서 18~24시간씩 3회 계대배양하여 활성화시킨 균액을 적당한 농도로 희석하여 실험에 사용하였다. Clove를 0~0.5%(w/v) 함유한 액체배지 10 ml가 들어 있는 screw cap 시험관을 미리 각 실험온도에 저장하였으며 -20°C의 경우에는 시험관을 얼음에 채워 두었다가 세균을 접종하였다. 전배양 균액을 희석하여 실험초기의 세균수가 10⁵~10⁷ cells/ml 되도록 액체배지에 접종한 후 세균의 증식 실험은 35°C의 incubator에, 저온에서의 생존억제 실험을 위해서는 냉장고의 냉장실(5±1°C)과 냉동실(-20±1°C)에 저장하였다.

4. 생균수 측정

각 온도에 저장중인 균액은 일정한 시간간격으로 칠수하여 생균수를 측정하였으며 -20°C의 경우에는 흐르는 수도물로 해동시킨 후 생균수를 측정하였다. 생균수의 측정은 세균의 배양액 또는 배양액의 희석액 0.1 ml를 고체배지(TSA)를 함유한 petri dish에 평판도말한 후 35°C에서 2일간 배양하여 colony수를 측정하였으며 배양액 ml당의 colony forming unit(CFU/ml)로 나타내었다. 각 온도에서의 증식과 생존억제 실험은 2회 반복하여 실험한 값을 평균하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 35°C에서 세균의 증식

(1) *L. monocytogenes*의 증식

Fig. 1은 clove를 0~0.5% 함유한 액체배지에서 *L. monocytogenes*의 35°C에서의 증식곡선이다. 저장직전의 생균수는 2.1×10⁵ cells/ml였으며 첨가한 clove의 농도가 증가할수록 세균의 증식은 억제되었다. 향신료를 첨가하지 않은 대조구에서는 배양 12시간 동안 10⁹ cells/ml 이상에 도달하였으나 액체배지에 0.1%의 clove를 첨가한 경우에는 배양 12시간 동안 저장직전의 생균수보다 1.5 log cycle의 증가에 불과하였으며 배양 24시간 후에 10⁹ cells/ml 이상에 도달하였다. 0.3%의 clove를 첨가한 경우에는 배양 6시간 동안 생균수가 저장직전에 비하여 1.4 log cycle 감소하였으며 이후에 생균수가 약간 증가되었으나 전 저장기간동안

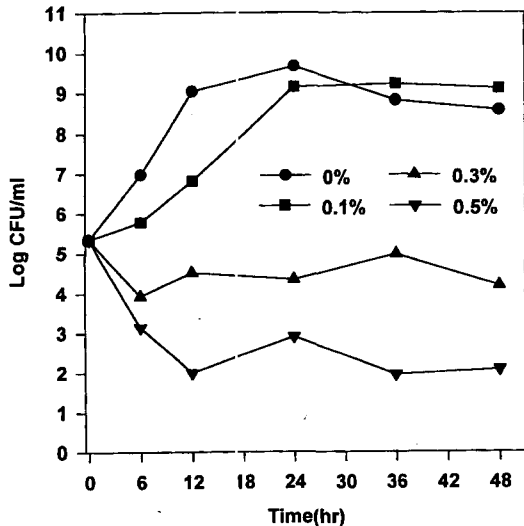


Fig. 1. Effect of clove on the growth of *Listeria monocytogenes* during storage at 35°C.

저장직전의 생균수보다 낮은 수치를 나타내었다. 0.5%의 clove를 첨가하였을 경우에는 저장초기의 12시간 동안 3.3 log cycle 감소하였으며 이후부터는 저장말기까지 생균수의 큰 변화없이 저장직전에 비하여 약 3 log cycle 낮은 수치를 나타내었다. Gram 양성 세균인 *L. monocytogenes*에 대한 항균활성은 저농도의 clove 첨가로서 대단히 우수한 효과를 나타내었다.

(2) *Sal. typhimurium*의 증식

Fig. 2는 clove를 0~0.5% 함유한 액체배지에 접종한 *Sal. typhimurium*의 35°C에서의 증식곡선이다. 저장직전의 생균수는 2.2×10^5 cells/ml였으며 배양 12시간 동안 세균이 빠르게 증식하여 0.1% 이내의 clove 첨가 시에는 증식의 저해가 거의 일어나지 않고 약 10^9 cells/ml에 도달하였다. 그러나 액체배지에 0.3%의 clove를 첨가하였을 때에는 배양초기의 6시간 동안 생균수가 약 0.6 log cycle 감소하였으며, 이후부터는 세균의 증식이 빠르게 진행되어 배양 24시간째에 정상기에 도달하였으나 대즈구에 비하여는 약간 낮은 생균수를 나타내었다. 0.5%의 clove를 첨가한 경우에는 배양초기의 6시간 동안 생균수가 약 1.8 log cycle 감소하였고, 이후부터는 세균의 증식이 진행되어 배양 24시간째에는 저장직전에 비하여 0.25 log cycle 증가하였으며 배양 48시간 후에는 생균수가 약 10^8 cells/ml에 도달하였다. Clove의 첨가에 의한 *Sal. typhimurium*의 증식억제 작용은 첨가한 향신료의 농도에 따라 차이를 나타내었으나 *L. monocytogenes*에 대한 항균활성에 비하여는 낮은 편이었다. Tamblyn과 Conn-

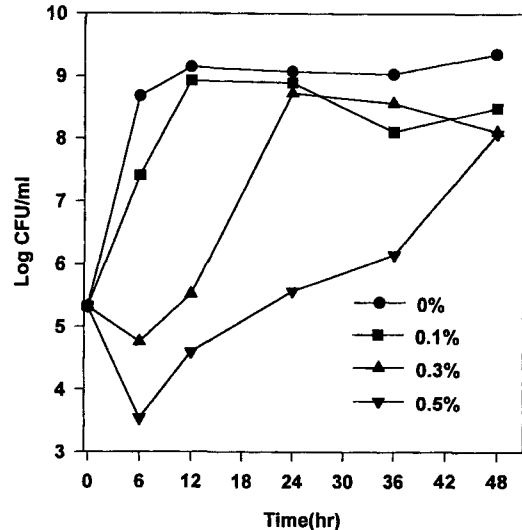


Fig. 2. Effect of clove on the growth of *Salmonella typhimurium* during storage at 35°C.

er¹²⁾는 유기산을 이용하여 닭고기에 부착된 *Sal. typhimurium*을, Kuo 등¹⁴⁾은 peroxidase-catalyzed compound (PCC) sanitizer를 이용하여 오염된 계란껍질의 *Sal. typhimurium*을 효율적으로 제거할 수 있었다고 보고하였는데, clove를 이러한 물질들과 함께 사용하게 되면 식중독세균의 억제를 위해 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

Fig. 1과 2에서 식중독세균의 생육최적온도인 35°C에서 0.3%의 clove 첨가시에 *Sal. typhimurium*은 12시간 정도의 유도기를 거친 후에 거의 정상적인 증식을 하였으나 *L. monocytogenes*는 같은 농도에서 생균수가 감소하는 대조적인 결과를 나타내었다. Gram 양성균인 *L. monocytogenes*가 Gram 음성균인 *Sal. typhimurium*보다 향신료에 의해 증식이 크게 억제되는 현상은 Shelcf¹⁷⁾가 allspice, rosemary, sage로서 여러 종류의 식중독세균에 대한 실험결과와 박^{32,33)}이 allspice와 oregano로서 Gram 양성균인 *S. aureus*와 Gram 음성균인 *E. coli*에 대하여 실험한 경우에도 비슷한 결과를 보고하였다. 특히 본 실험에 사용한 *L. monocytogenes*와 *Sal. typhimurium*은 내염성과 내산성이 강하며^{13,34)} 낮은 수분활성에서도 내성이 강하여³⁵⁾ 각종 식품에서 식중독사고를 일으킬 가능성이 높은데 저농도의 clove로서 증식을 억제시킬 수 있다는 것은 대단히 다행이라 생각된다.

2. 5°C에서 세균의 생존

(1) *L. monocytogenes*의 증식

Clove를 함유한 액체배지에서 *L. monocytogenes*를

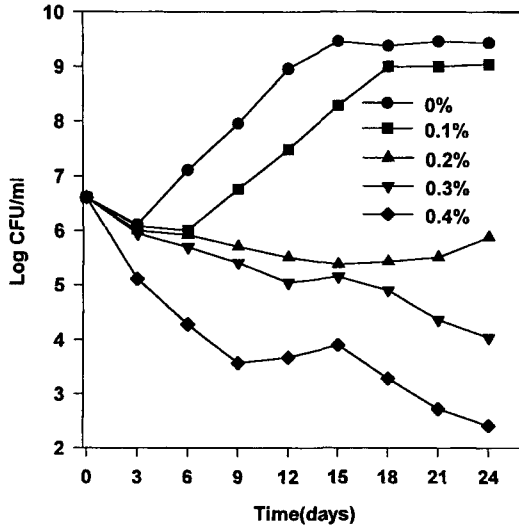


Fig. 3. Effect of clove of the growth of *Listeria monocytogenes* during storage at 5°C.

접종하여 5°C에 저장하였을 때의 생존은 Fig. 3과 같다. 저장직전의 생균수는 4.1×10^6 cells/ml였으며 대조구에서는 저장초기의 3일간 0.5 log cycle이 감소하였으나 이후부터 정상적인 증식이 계속되어 저장 15일째에 10^9 cells/ml 이상에 도달하였다. Clove 0.1% 첨가 시에는 저장초기의 6일동안 생균수가 감소한 후부터 증식이 시작되어 저장 18일째에 10^9 cells/ml에 도달하였으며, 대조구에 비하여 전저장기간동안 0.4~1.5 log cycle 낮은 값을 나타내었다. 0.2% 첨가구에서는 전 저장기간 동안 저장직전보다 0.6~1.2 log cycle 낮은 값을 나타내었다. Clove를 0.3, 0.4% 첨가한 경우에는 생균수가 계속적으로 감소하여 저장말기에는 저장직전보다 각각 2.6, 4.2 log cycle 낮은 값을 나타내었다.

Fig. 3의 결과에서 5°C에 저장한 *L. monocytogenes*가 냉장온도에서도 증식이 가능한 저온내성균¹⁶⁾으로서 이 세균이 저온살균한 우유에서도 검출되었으며⁷⁾ 특히 냉장식품에서 식중독사고를 일으킬 위험성을 내포하고 있다. Harrison 등³⁰⁾도 이 세균이 냉장식품에서 증식하였다고 보고하였는데, 0.2% 이상의 clove를 첨가한 액체배지에 이 세균을 접종하여 5°C에 냉장하였을 때 *L. monocytogenes*의 증식과 생존은 크게 억제되었다.

(2) *Sal. typhimurium*의 생존

Clove를 함유한 액체배지에서 *Sal. typhimurium*을 접종하여 5°C에 저장하였을 때의 생존은 Fig. 4와 같다. 저장직전의 생균수는 2.9×10^6 cells/ml였으며 대조구에서는 27일간의 저장기간동안 약 2.4 log cycle 감소하여 Fig. 3의 *L. monocytogenes*가 5°C에서 증식한

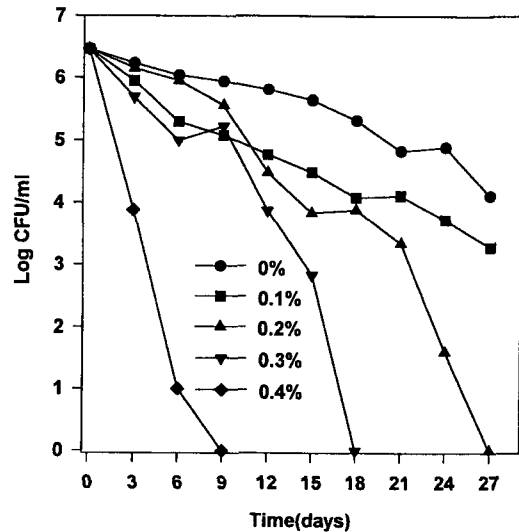


Fig. 4. Effect of clove on the survival of *Salmonella typhimurium* during storage at 5°C.

결과와는 대조적인 결과를 나타내었다. 향신료를 0.1% 첨가한 경우, *Sal. typhimurium*에 대한 생존억제 효과는 전 저장기간동안 대조구에 비하여 0.3~1.2 log cycle 낮은 생균수를 나타내어 저온에 의한 생존억제 효과가 clove에 의한 효과보다 큰편이었다. 그러나 0.2, 0.3, 0.4%의 clove를 첨가한 경우에는 저장초기부터 생균수의 감소가 빨라서 각각 저장 9일, 18일, 27일째에 사멸하여 저장기간이 길어질수록 저온에 의한 영향보다는 향신료의 첨가에 따른 항균효과가 커지는 결과를 나타내었다.

Fig. 3과 4의 결과에서 0.2% 이상의 clove 첨가로서 *L. monocytogenes*와 *Sal. typhimurium* 두 균주 모두에 대해 뚜렷한 항균효과를 나타낸 공통점은 대단히 다행한 결과로서 향신료의 적절한 사용을 통하여 식중독사고를 효율적으로 예방할 수 있는 가능성을 입증하고 있다.

2. -20°C에서 세균의 생존

(1) *L. monocytogenes*의 생존

Fig. 5는 clove를 함유한 TSB에 *L. monocytogenes*를 접종하여 -20°C에 동결저장한 경우의 생균수 변화이다. 저장직전의 생균수는 4.1×10^6 cells/ml였으며 대조구의 생균수는 21일간의 전 저장기간 동안 약 1 log cycle 감소에 불과하여 냉동저장에서 강한 내성을 나타내었다. 많은 연구자들^{9,30)}도 이 균주가 냉동식품에서 강한 내성을 나타낸 것으로 보고하고 있는데, clove를 0.1% 이상 첨가하였을 때, 저장농도에 별 관

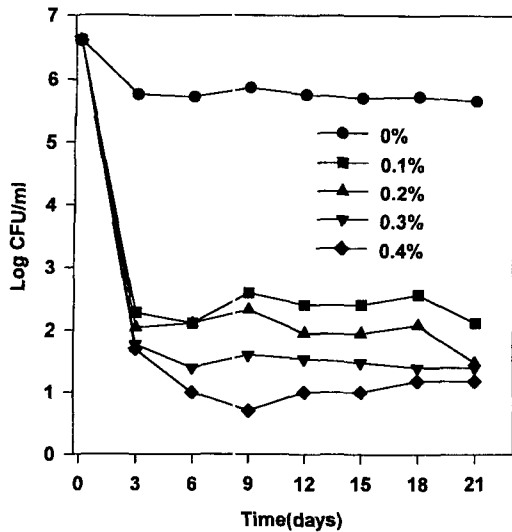


Fig. 5. Effect of clove on the survival of *Listeria monocytogenes* during storage at -20°C.

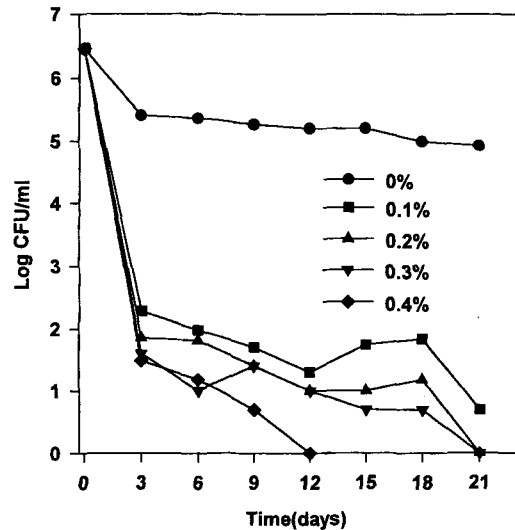


Fig. 6. Effect of clove on the survival of *Salmonella typhimurium* during storage at -20°C.

계없이 저장초기의 3일간 4 log cycle 이상 급격한 감소를 나타내었으며 이후부터 저장말기인 21일까지는 생균수의 변화가 거의 없이 0.5 log cycle 이내의 생균수 변화에 불과하였다. 이러한 결과(Fig. 5)로 미루어 볼 때 실험에 사용한 *L. monocytogenes*는 Fig. 3에 나타난 냉장시에 비해 냉동저장에서 clove의 항균활성이 탁월한 효과를 나타내었다.

(2) *Sal. typhimurium*의 생존

Fig. 6은 clove를 함유한 TSB에 *Sal. typhimurium*을 접종하여 -20°C에 동결저장 하였을 때의 생균수 변화이다. 저장직전의 생균수는 2.9×10^6 cells/ml였으며 대조구의 경우에는 21일간의 전 저장기간동안 생균수는 1.5 log cycle 감소하였다. 향신료를 첨가한 경우에는 저장초기의 3일간 생균수가 급격히 감소하여 첨가한 향신료의 농도에 따라 저장직전에 비하여 4.2~5.0 log cycle 낮은 생균수를 나타내었으며, 이후부터 저장 말기까지는 생균수의 감소가 느리게 진행되어 0.2%와 0.3%의 경우에는 저장 21일, 0.1%의 경우에는 저장 12일에 사멸하였다.

*L. monocytogenes*와 *Sal. typhimurium*의 냉동저장시에 clove에 의한 항균활성(Fig. 5와 6)은 0.1%의 농도에서도 저장초기의 3일간 두 균주 모두 4 log cycle 이상 생균수가 감소하는 탁월한 효과를 나타내었다. 냉동저장에서 항균제의 첨가에 의한 저장초기의 급격한 생균수 감소효과는 향신료로서 allspice와 oregano를 첨가하여 *E. coli*를 동결저장한 경우에도 비슷하였으며 저장초기에 급격히 생균수가 감소하는 결과를 나

타내어 냉동전의 조리과정에서 사용되는 향신료는 맛을 교정하는 본래의 목적³⁷⁾이외에 냉동식품의 미생물관리를 위한 효율적 방안이 될 것으로 판단된다.

이상의 실험결과를 종합해 보면 clove를 첨가한 액체배지내에서 *L. monocytogenes*와 *Sal. typhimurium*의 증식과 생존은 식중독세균의 종류와 저장온도에 따라 항균활성에 차이가 있기 때문에 향신료의 종류, 식중독세균의 종류 및 저장온도간의 항균활성 차이에 관한 정확한 검토를 통하여 식중독사고의 예방에 큰 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 다양한 종류의 식물추출물에 의한 항균작용이 보고되고 있어 천연물을 이용하여 식중독세균을 제거하려는 시도^{38,39)}는 매우 밝은 전망이다. 식물추출물의 식중독세균에 대한 항균활성의 기구로서는, 강 등³⁸⁾과 조³⁹⁾가 식물추출물을 사용하여 병원성 세균을 전자현미경으로 관찰하였을 때 세균의 세포막 기능이 파괴되어 세포내용물이 균체외부로 유출되어 균체의 생육이 억제되었다고 보고하였다. 본 실험결과에서도 실험에 사용한 clove 역시 세균 세포막을 파괴시킴으로써 항균활성을 나타내는 것으로 추정된다.

본 실험의 결과에서 냉동저장에서 탁월한 항균효과를 가진 점으로 미루어 보면 냉동식품의 조리과정에서 적절한 향신료의 사용은 맛을 좋게할 뿐만 아니라 냉동식품의 미생물관리를 위한 효율적 방안이 될 것으로 판단된다. 향신료에 관한 많은 연구결과에서 향신료와 향신료²⁷⁾, 향신료와 식염²⁸⁾, 향신료와 유기산³⁰⁾의 병용을 통한 항균활성의 상승작용이 보고되고 있

서 식품의 조미에서 사용되는 각종 성분의 병용효에 대하여도 연구가 계속 진행되어야 할 것으로 판단된다.

IV. 요약

향신료인 clove(*Eugenia caryophyllata* Thumb)를 액배지에 첨가하여 2종류의 식중독세균(*Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311)의 증식과 저온저장중 생존에 미치는 항균효과를 조사하였다. 저농도(0~0.5%, w/v)의 clove를 선택배지(TSB)에 첨가하여 *L. monocytogenes*와 *Sal. typhimurium*을 $10^5 \sim 10^7$ cells/ml가 되게 접종한 후 15°C에서의 증식과 냉장(5°C) 및 냉동(-20°C) 저장중 생존억제효과를 생균수의 변화로서 조사하였다. 15°C에서의 *L. monocytogenes*의 증식은 clove 0.1% 첨가시에 약 6시간의 유도기를 거친 후에 증식이 시작되었으나 0.3%에서는 1.4 log cycle, 0.5%에서는 3.3 log cycle 감소한 후에 거의 일정 수준을 유지하였다. 35°C에서 *Sal. typhimurium*의 증식은 clove의 농도가 높을수록 생균수의 감소가 컸으며 긴 유도기를 거친 후에 증식하였다. 5°C에서 냉장한 경우에, *L. monocytogenes*는 control과 0.1%의 clove 농도에서는 6일간의 유도기를 거친 후에 증식하였으나 0.2% 이상에서는 clove의 농도에 비례하여 생균수는 감소하였다. *Sal. typhimurium*을 5°C에 냉장한 경우, clove의 농도에 비례하여 생존이 억제되고 0.2% 이상의 농도에서는 저장중 사멸하였다. -20°C에 동결저장하였을 때, *L. monocytogenes*와 *Sal. typhimurium*은 저장초기의 3일간 4 log cycle 이상 급격히 감소하여 우수한 항균효과를 나타내었으며 첨가한 clove의 농도는 항균활성에 큰 영향을 미치지 아니하였다.

참고문헌

- Liston, J.: Microbial hazards of seafood consumption. *Food Technol.* **44**(12): 56-62 (1990).
- Dillon, R.M. and Patel, T.R.: *Listeria* in seafoods: A review. *J. Food Prot.*, **55**: 1009-1015 (1992).
- Zottola, E.A., and Smith, L.B.: The microbiology of food-borne disease outbreaks: an update. *J. Food Safety*, **11**: 13-29 (1991).
- Farber, J.M., and Peterkin, P.I.: *Listeria monocytogenes*, a food pathogen. *Microbiol. Rev.* **55**: 456-458 (1991).
- Buchanan, R.L., Stahl, H.G., and Whiting, R.C.: Effect and interaction of temperature, pH, atmosphere, sodium chloride, and sodium nitrite on the growth of *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.*, **52**: 814-851 (1989).
- Kroll, R.G., and Patchett, R.A.: Induced acid tolerance in *Listeria monocytogenes*. *Lett. Appl. Microbiol.*, **14**: 224-227 (1992).
- Fleming, D.W., Cochi, S.L., MacDonald, K.L., Bronrdium, J., Hayes, P.S., Plikaytis, B.D., Holmes, M.B., Audurier, A., Broome, C.V. and Reingold, A.L.: Pasteurization milk as a vehicle of infection in an outbreak of listeriosis. *N. Engl. J. Med.* **312**: 404-407 (1985).
- Linnan, M.J., Mascola, L., Lou, X.D., Goulet, V., May, S., Salminen, C., Hird, D.W., Yonekura, M.L., Hayes, P., Weaver, R., Audurier, A., Plikaytis, B.D., Fannin, S.L., Kleks, A. and Broome, C.V.: Epidemic listeriosis associated with Mexican-style cheese. *N. Engl. J. Med.* **319**: 823-828 (1988).
- Weagant, S.D., Sado, P.N., Colburn, K.G., Torkelson, J.D., Stanley, F.A., Krane, M.H., Shields, S.C. and Thayer, C.F.: The incidence of *Listeria* species in frozen seafood products. *J. Food Prot.*, **51**: 655-657 (1988).
- Genigeorgis, C.A., Oanca, P., and Dutulescu, D.: Prevalence of *Listeria* spp. in turkey meat at the supermarket and slaughterhouse level. *J. Food Prot.*, **53**: 282-288 (1990).
- Sammarco, M.A., Ripabelli, G., Ruberto, A., Iannitto, G., and Grasso, G.M.: Prevalence of Salmonellae, Listeriae, and Yersiniae in the slaughterhouse environment and on work surfaces, equipment, and workers. *J. Food Prot.*, **60**: 367-371 (1997).
- Tamblyn, K.C. and Conner, D.E.: Bactericidal activity of organic acids against *Salmonella typhimurium* attached to broiler chicken. *J. Food Prot.* **60**: 629-633 (1997).
- Harrison, J.A. and Harrison, M.A.: Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella typhimurium* during preparation and storage of beef jerky. *J. Food Prot.* **59**: 1336-1338 (1996).
- Kuo, F.L., Kwon, Y.M., Hargis, B.M., Krieg, D.P., and Ricke, S.C.: Reduction of *Salmonella* contamination on chicken egg shells by a peroxidase-catalyzed sanitizer. *J. Food Sci.*, **62**: 873-874 (1997).
- Schuman, J.D. and Sheldon, B.W.: Thermal resistance of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in liquid egg yolk and egg white. *J. Food Prot.* **60**: 634-638 (1997).
- Simone, E., Goosen, M., Notermans, H.W., and Borgdorff, M.W.: Investigation of foodborne diseases by food inspection services in the Netherlands, 1991 to 1994. *J. Food Prot.* **60**: 442-446 (1997).

17. Todd, E.C.D.: Preliminary estimates of costs of food-borne disease in the United States. *J. Food Prot.* **52**: 595-601 (1989).
18. Donnelly, C.W., Brackett, R.E., Doores, S., Lee, W.H., and Lovett, J.: *Listeria*. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3rd Ed., APHA p. 637-664.
19. Miller, L.G. and Kaspar, C.W.: *Escherichia coli* O157: H7 acid tolerance and survival in apple cider. *J. Food Prot.* **57**: 460-464 (1994).
20. Unda, J.R., Molins, R.A. and Walker, H.W.: Microbiological and some physical and chemical changes in vacuum-packaged beef steaks treated with combinations of potassium orbate, phosphate, sodium chloride and sodium acetate. *J. Food Sci.*, **55**: 323-326 (1990).
21. Brewer, M.S., Sprouls, G.K. and Russon, C.: Consumer attitudes toward food safety issues. *J. Food Safety*, **6**: 29-34 (1983).
22. McNutt, K.W., Powers, M.E., and Sloan, A.E.: Food colors, flavors, and safety: A consumer viewpoint. *Food Technol.*, **40(1)**: 72-77 (1986).
23. Post, R.C.: Regulatory perspective of the USDA on the use of antimicrobials and inhibitors in foods. *J. Food Prot. Suppl.*: 78-81 (1996).
24. Gould, G.W.: Industry perspectives on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. *J. Food Prot.*, **Suppl.**: 82-86 (1996).
25. Zaika, L.L., Scullen, O.J., and Fanelli, J.S.: Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by sodium polyphosphate as affected by polyvalent metal ions. *J. Food Sci.*, **62**: 867-872 (1997).
26. Zaika, L.L.: Spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination. *J. Food Safety*, **9**: 97-118 (1988).
27. Shelef, L.A., Naglik, O.A. and Bogen, D.W.: Sensitivity of some common food-borne bacteria to the spices sage, rosemary, and allspice. *J. Food Sci.*, **45**: 1042-1044 (1980).
28. Shelef, L.A.: Antimicrobial effects of spices, *J. Food Safety*, **6**: 29-44 (1983).
29. Giese, J. : Spices and seasoning blends: A taste for all seasons. *Food Technol.* **48(4)**: 88-98 (1994).
30. Ziauddin, K.S., Rao, H.S. and Fairuze, N.: Effect of organic acids and spices on quality and shelf-life of meats at ambient temperature. *J. Food Sci. Technol.*, **33**: 255-258 (1996).
31. Farrell, K.T.: Spices, condiments, and seasonings : Van Nostrand Reinhold Co, New York, p. 86-91 (1985).
32. 박찬성: 저온저장중 Allspice(*Pimenta dioca* L.)에 의한 *Escherichia coli* O157:H7과 *Staphylococcus aureus* 196 E의 생존억제. 한국조리과학회지, **13**: 106-112 (1997).
33. 박찬성: 저온저장중 Oregano(*Origanum vulgare* L.)가 *Escherichia coli* O157:H7과 *Staphylococcus aureus* 196E의 생존에 미치는 영향. 한국조리과학회지, **13**: 330-337 (1997).
34. Buchanan, R.L., Smith, J.L., Mccolgan, C., Marker, B. S., Golden, M. and Dell, B., 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 (1993).
35. Troller, J.A.: Water relations of foodborne bacterial pathogens- an updated review. *J. Food Prot.* **49**: 656-670 (1986).
36. Harrison, M.A., Huang, Y.W., Chao, C.H. and Shine-man, T.: Fate of *Listeria monocytogenes* on packed, refrigerated, and frozen seafood. *J. Food Prot.* **54**: 524-528 (1991).
37. 장영상: 식품향미의 seasoning과 blending기술. 식품과학과 산업. **30**: 52-61 (1997).
38. 강성구, 성낙계, 김용두, 이재근, 송보현, 김영환, 박석규: 갯(*Brassica juncea*)의 에탄올 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, **23**, 1014-1019 (1994).
39. 조성환: 천연식물성 항균제처리에 의한 과채류의 선도 유지 및 병해 방지. 농산물저장유통학회지, **4**: 87-99 (1997).

(1997년 11월 2일 접수)