

저온저장중 Allspice(*Pimenta dioica* L.)에 의한 *Escherichia coli* O157:H7과 *Staphylococcus aureus* 196E의 생존억제

박 찬 성

경산대학교 생명자원과학부

Inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* 196E by allspice (*Pimenta dioica* L.) during cold storage

Chan-Sung Park

Faculty of Life Resources Science, Kyungsan University, Kyungsan, Kyungbuk, 712-240, Korea

Abstract

The effect of low concentrations of allspice (*Pimenta dioica* L.) in culture broth as an antibacterial agent against *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* 196E was tested at 35, 5 and -20°C. Tryptic soy broth (TSB) containing 0~2% (w/v) of allspice was inoculated with 10^5 ~ 10^6 cells/ml of *E. coli* and *S. aureus* and incubated at each temperature. The growth of *E. coli* was not inhibited at 0.1~1.0% allspice and growth occurred at 2% allspice but only after a prolonged lag period. Growth of *S. aureus* was inhibited with increasing concentration of allspice at 35°C. Growth of *S. aureus* occurred at the presence of 0.1~0.3% allspice but the viability of *S. aureus* at 0.5~2.0% allspice was decreased during storage at 35°C. During refrigerated storage at 5°C, inhibition of *E. coli* and *S. aureus* was increased with the progress of time and increasing spice concentration. During frozen storage at -20°C, antibacterial activity of allspice against *E. coli* was increased with increasing storage time and spice concentration while that activity against *S. aureus* was effective during early period of storage. There was no major changes in population of *S. aureus* in TSB with different concentration of spice frozen at -20°C. Viable counts of *E. coli* and *S. aureus* at 0.1% of allspice was less than that of control during frozen storage.

Key words: allspice (*Pimenta dioica* L.), *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* 196E, refrigerating, freezing

I. 서 론

식중독세균과 부패세균의 증식과 산화작용을 억제시켜 식품의 저장기간을 연장할 목적으로 많은 종류의 보존료가 식품가공시에 첨가물로 이용되고 있다^{1,3)}. 그러나 이들 식품첨가물에 대하여 많은 소비자들이 합성첨가물의 안전성 문제에 의문을 제기하고 있으며⁴⁾, 식품제조업자와 소비자 모두 안전한 천연물의 사용을 갈망하고 있다. 자연계에는 항균작용을 가진 여러 가지 물질들이 알려져 있는데 이들 천연물이 식품보존료로서 이용되기 위해서는 반드시 안전성이 확보되어야 하는데^{5,7)} 식품의 경우에는 인간이 계속 섭취해왔던 동식물의 조직으로부터 항균물질을 추출해서 이용하는 것이 바람직한 것으로 본다. 이러한 요구에 부응하여 여러가지 식물의 추출물^{8,11)}, bacteriocin¹²⁾, lyso-

zyme¹³⁾, 곰팡이 추출물¹⁴⁾ 등을 이용한 항균제와 항산화제의 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

향신료는 천연 식물성 물질로 일반 가정에서 널리 이용되고 있으며 독특한 맛과 향, 색조 등이 음식물에 풍미를 내는 것으로 차와 음료를 비롯한 각종 음식물에 첨가되어 우수한 영양과 방부효과, 항산화효과를 나타내는 것으로 알려져 있다^{15,16)}. Shelef^{17,18)}은 allspice, rosemary, sage 등의 향신료가 식중독세균의 증식을 억제한다고 보고하였으며, Lewellyn 등¹⁹⁾과 Bullerman²⁰⁾은 각종 향신료에 의한 aflatoxin의 생성 억제효과를, Yamada 등²¹⁾은 마늘에 의한 항균효과를 보고하였다. 최근, 우리나라에서도 향신료로 사용되고 있는 갖^{22,23)}과 겨자^{24,25)}, 한약재^{26,27)} 및 이들의 추출물이 식품관련 미생물에 대하여 강한 항균작용을 가진 것으로 보고되고 있다. 그러나 우리나라에서 사용되고 향

신료의 종류가 몇 종류에 불과하였으나 식생활이 점차 서구화되어 가는 과정에서 채식문화가 육식문화로 바뀌어 가고 있으며 이에 따라 다양한 종류의 향신료가 소개되고 있다. 이에 발맞추어 우리나라의 농업분야에서도 herb(香辛菜)의 재배와 이용에 관심을 갖고 재배가 시작되어 국내에서도 향신료의 원료를 쉽게 구할 수 있게 되었으며^{28,29)}, 건강한 식생활과 식물자원의 경제적 이용을 위하여 많은 연구가 필요한 실정이다.

Allspice(*Pimenta dioica* L.)는 향은 cinnamon, clove, nutmeg, pepper의 혼합향을 갖기 때문에 allspice라는 이름이 붙여지게 되었으며 용도는 각종 야채, 커피와 주스, 각종 pie와 cake, 생선, 가금류, 육류의 조리에 풍미를 부여하기 위하여 널리 사용되는 향신료로서¹⁵⁾ 장염비브리오균에 대한 항균작용¹⁷⁾이 보고되고 있다. 본 연구는 향신료에 의한 효율적인 식중독세균의 제거방안을 모색하기 위하여 allspice를 액체배지에 첨가하여 식중독세균인 *Staphylococcus aureus* 196E와 *Escherichia coli* O157:H7에 대한 항균활성을 이 세균의 최적온도(35°C)와 저온(-20, 5°C)에서 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험균주

본 실험에 사용한 균주는 본 대학 식품미생물학 교실에 보관중인 식중독세균으로서 *E. coli* O157:H7(ATCC 43895)과 *Staphylococcus aureus* 196E(ATCC 13565)를 실험에 사용하기전에 tryptic soy agar(TSA, Difco) slant에 35°C에서 24시간 배양하였다.

2. 배지의 조제

전배양 및 본배양을 위한 액체배지는 tryptic soy broth(TSB, Difco)에 ground allspice(McCormick spice Co., Inc., Baltimore, Md.)를 분말그대로 배지의 0~2% (w/v) 되게 첨가한 후 121°C에서 15분간 멸균하여 사용하였다. 생존수의 측정을 위한 고체배지는 TSA를 121°C에서 15분간 멸균한 후 평판을 만들어 사용하였으며 0.1% peptone수를 균액의 회석액으로 사용하였다.

3. 증식 및 생존억제 실험

증식과 생존실험을 위하여 계대배양한 균주 1 백금이를 TSB 10 ml에 접종한 후 35°C에서 18~24시간 배양하여 활성화시킨 균액을 적당한 농도로 회석하여 실험에 사용하였다.

Allspice를 함유한 액체배지 10 ml가 들어 있는 screw cap 시험관을 미리 각 실험온도에 저장하였으며

-20°C의 경우에는 시험관을 얼음에 채워 두었다가 세균을 접종하였다. 전배양 균액을 회석하여 실험초기의 세균수가 10⁵~10⁶ cells/ml 되도록 액체배지에 접종한 후 세균의 증식실험은 35°C의 incubator에, 저온에서의 생존억제 실험을 위해서는 가정용 냉장고(Hitachi R925CV)의 냉장실(5±1°C)과 냉동실(-20±1°C)에 저장하였다.

4. 생존수 측정

각 온도에 저장중인 균액은 일정한 시간간격으로 철수하여 생존수를 측정하였으며 -20°C의 경우에는 흐르는 수도물로 해동시킨 후 생존수를 측정하였다. 생존수의 측정은 세균의 배양액 또는 배양액의 회석액 0.1 ml를 고체배지(TSA)를 함유한 petri dish에 평판도말한 후 35°C에서 2일간 배양하여 colony 수를 측정하였으며 배양액 m/당의 colony forming unit(CFU/ml)로 나타내었다. 각 온도에서의 증식과 생존억제실험은 2회 반복하여 실험한 값을 평균하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 35°C에서 세균의 증식

(1) *E. coli*의 증식

Fig. 1은 allspice를 함유한 액체배지에서 *E. coli*의 35°C에서의 증식곡선이다. 저장직전의 세균수는 2.4×10⁵ cells/ml였으며 배양 12시간 동안 세균이 빠르게

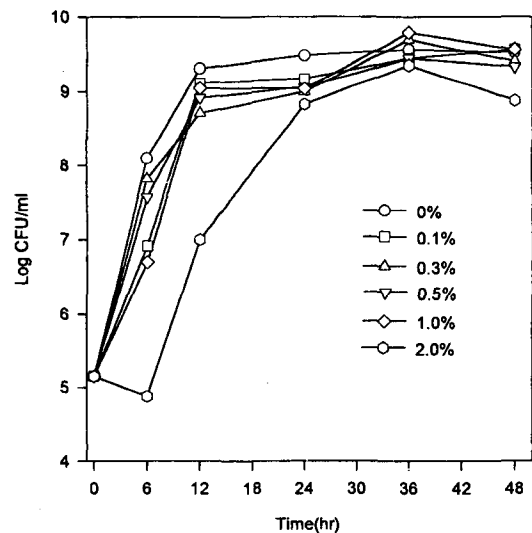


Fig. 1. Effect of allspice in tryptic soy broth on the growth of *Escherichia coli* O157:H7 during storage at 35°C.

증식하여 1% 이내의 allspice 첨가시에는 증식의 저해가 거의 일어나지 않고 약 10^9 cells/ml에 도달하였다. 그러나 액체배지에 2%의 allspice를 첨가하였을 때에는 배양 6시간 동안 세균수가 감소하였으며, 이후부터는 세균의 증식이 빠르게 진행되었으나 전 배양기간 동안 세균수가 타 농도에 비하여 약간 낮은 수치를 나타내었다.

(2) *S. aureus*의 증식

Allspice를 함유한 액체배지에서 *S. aureus*의 증식은 Fig. 2와 같다. 저장직전의 세균수는 3.0×10^5 cells/ml였으며 첨가한 allspice의 농도가 증가할수록 세균의 증식은 억제되었다. 향신료를 첨가하지 않은 대조구의 경우에는 배양 12시간 동안 10^9 cells/ml 이상에 도달하였으나 액체배지에 0.1%의 allspice를 첨가한 경우에는 배양 6시간 동안 세균수의 증가가 거의 없었으며 이후부터 세균의 증식이 완만히 진행되었다. 0.3%의 allspice를 첨가하였을 경우에는 배양 6시간 동안 세균수가 감소되었으며 이후에도 배양 24시간까지는 저장직전의 세균수와 비슷한 수준을 유지한 후 세균의 증식이 시작되었으며 저장말기에는 대조구의 세균수에 비해 0.8 log cycle 낮은 값을 나타내었다. 액체배지에 0.5%의 allspice를 첨가한 경우에는 배양초기부터 세균수가 감소하여 48시간의 배양기간동안 저장직전에 비하여 3.2 log cycle 감소하였다. 1%와 2%의 향신료를 첨가한 경우에는 저장초기부터 계속 세균수가 감소하여 각각 배양 36시간, 48시간 후에 사멸하였다.

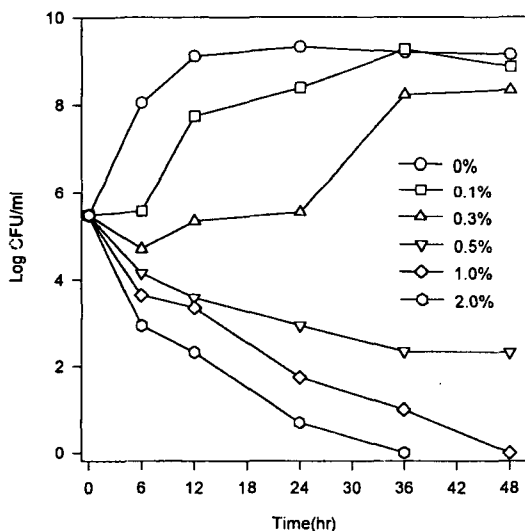


Fig. 2. Effect of allspice in tryptic soy broth on the growth of *Staphylococcus aureus* during storage at 35°C.

향신료를 첨가한 액체배지에서 *S. aureus*의 증식과 생존은 Fig. 1의 결과에서 *E. coli*가 2%의 향신료 농도에서도 증식한 결과와 비교하면 아주 대조적인 결과로서, allspice와 같은 향신료를 조리시에 이용하는 것은 *S. aureus*의 증식을 억제할 수 있는 효율적인 방법이 될 것으로 생각된다.

2. 5°C에서 세균의 생존

(1) *E. coli*의 증식

Fig. 3은 allspice를 함유한 TSB에 *E. coli*를 접종하여 5°C에 저장하였을 때의 세균수 변화이다. 저장직전의 세균수는 2.4×10^5 cells/ml였으며 저장초기의 12일간은 첨가한 향신료의 농도에 큰 차이없이 세균수가 감소되었다. 저장 12일 이후부터 0.1%의 향신료 첨가구는 대조구에 비하여 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나 0.3%에서는 경우에는 저장 28일후에 대조구의 생존수에 비하여 1.4 log cycle 낮은 값을 나타내어 생존억제효과가 뚜렷하였다. 향신료의 첨가 농도 0.5%의 경우에는 저장 24일, 1%와 2%의 경우에는 저장 20일후에 사멸하였으며 향신료의 농도에 따른 생존억제효과의 차이는 저장기간이 길어질수록 뚜렷하였다.

(2) *S. aureus*의 생존

Fig. 4는 *S. aureus*를 allspice를 함유한 TSB에 접종하여 5°C에 저장하였을 때의 세균수 변화이다. 저장직전의 세균수는 2.2×10^5 cells/ml였으며 저장 초기부터 향신료를 첨가한 경우에는 생존 억제효과가 뚜렷하여

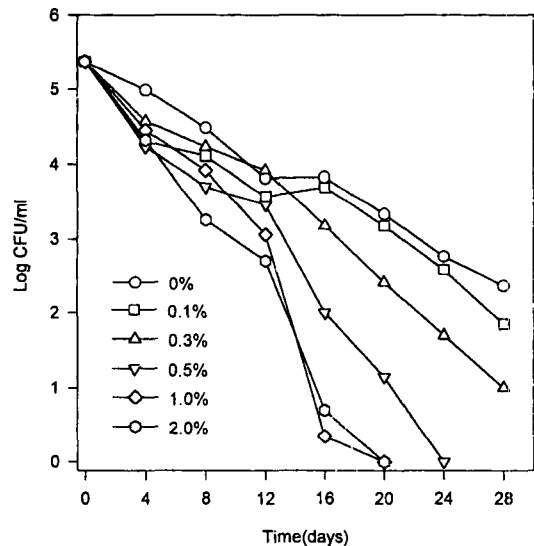


Fig. 3. Effect of allspice in tryptic soy broth on the survival of *Escherichia coli* O157:H7 during storage at 5°C.

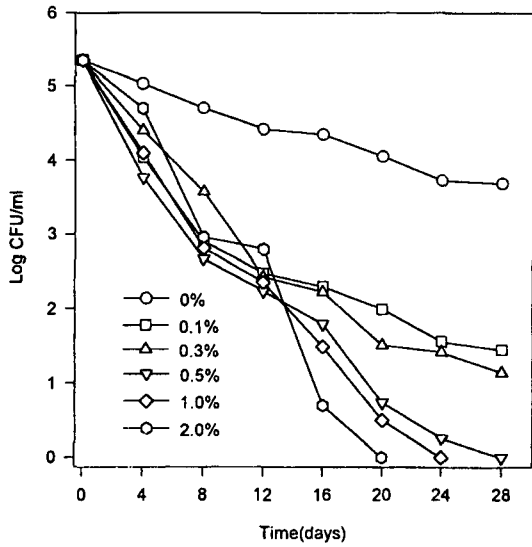


Fig. 4. Effect of allspice in tryptic soy broth on the survival of *Staphylococcus aureus* during storage at 5°C.

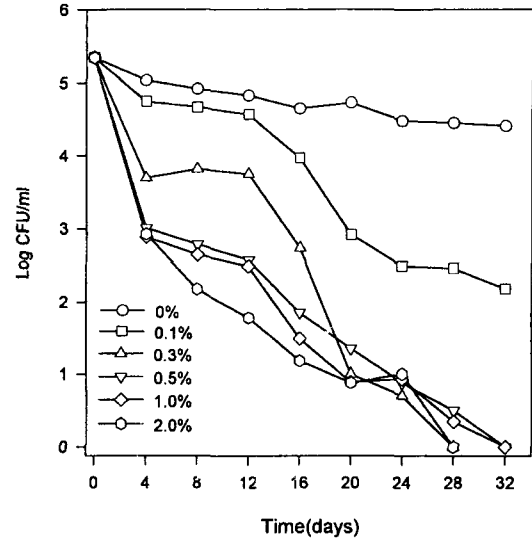


Fig. 5. Effect of allspice in tryptic soy broth on the survival of *Escherichia coli* O157:H7 during storage at -20°C.

저장 12일간 대조구에 비하여 1.6~2.4 log cycle 낮은 생존수를 나타내었다. 저장 초기의 12일간 향신료의 첨가농도에 따른 생존억제 효과의 차이는 뚜렷하지 않았으나 저장 12일 이후부터는 향신료의 첨가농도가 증가할수록 억제효과에는 뚜렷한 차이를 나타내었다. 저장 28일 후의 생존수는 향신료 0.1%, 0.3% 첨가구에서 대조구보다 2.2~2.6 log cycle 낮은 값을 나타내었고 0.5%에서는 28일, 1%와 2%에서는 각각 24일, 20일 후에 사멸하여 향신료에 의한 생존억제 효과는 아주 뚜렷하였다.

앞의 Fig. 3에 나타난 *E. coli*와 Fig. 4에 나타난 *S. aureus*의 결과로 미루어 볼 때 본실험에 사용한 2종류의 식중독세균은 냉장시에 향신료인 allspice로서 생존억제가 가능하며, 저장기간이 길어질수록 향신료의 첨가효과가 뚜렷한 것으로 생각된다.

3. -20°C에서 세균의 생존

(1) *E. coli*의 생존

Fig. 5는 allspice를 함유한 TSB에 *E. coli*를 접종하여 -20°C에 동결저장한 경우의 세균수 변화이다. 저장 직전의 세균수는 2.2×10^5 cells/ml였으며 대조구에서는 32일간의 전 저장기간동안 세균수의 감소는 1 log cycle에도 미달되었으나 향신료의 첨가구에서는 생존억제 효과가 뚜렷하였다. Allspice 0.1% 첨가구에서는 저장 12일까지는 대조구에 비해 세균수의 차이가 0.5 log cycle에 불과하였으나 그 후부터 점차 세균수의 차

이가 커져서 저장말기인 32일에는 대조구보다 2.2 log cycle 낮은 값을 나타내었다. 향신료를 0.3% 이상 첨가한 경우에는 저장초기부터 뚜렷한 생존억제 효과를 나타내었으나 저장말기의 생존수는 향신료의 농도 간에 뚜렷한 차이없이 저장 28일과 32일에 모두 사멸하였다.

본 실험에 나타난 결과에서 실험에 사용한 식중독세균인 *E. coli*는 냉동에 대단히 강한 내성을 가진 것으로 생각되며, Doyle과 Schoeni³⁰도 ground beef에서 식중독세균인 *E. coli*를 -20°C에 9개월간 냉동저장하였을 때 세균수의 감소가 거의 없었다고 보고하여 이 균주가 저온에 대단히 강한 내성을 가진 것을 뒷받침하고 있다. 이와 같이 냉동저장에서 강한 내성을 가진 균주를 향신료인 allspice로서 억제시킬 수 있는 것은 대단히 효율적인 세균의 제거방법이 될 것으로 생각된다. *E. coli* O157:H7은 특히 조리가 불충분한 쇠고기를 섭취하였을 때 식중독을 일으킨 경우가 많으며^{31,33} 최근 우리나라에서 계속 증가하고 있는 편의점 등에서 취급되는 즉석식품의 경우에 위생적인면에 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

(2) *S. aureus*의 생존

Fig. 6은 *S. aureus*를 향신료를 함유한 TSB에 접종하여 -20°C에 동결저장 하였을 때의 세균수 변화이다. 저장직전의 세균수는 2.9×10^5 cells/ml였으며 대조구의 경우에는 전 저장기간동안 세균수의 감소는 약 0.8 log cycle에 불과하였다. 향신료의 첨가구에서는 저장

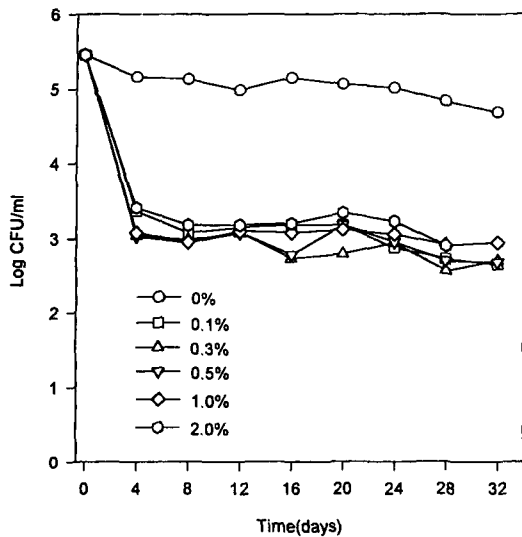


Fig. 6. Effect of allspice in tryptic soy broth on the survival of *Staphylococcus aureus* during storage at -20°C .

초기의 4일간 생존억제 효과가 뚜렷하여 저장직전의 생균수에 비하여 2.1~2.4 log cycle 낮은 생균수를 나타내었다. 그러나 이러한 생존억제 효과는 저장 4일 이후부터 저장말기까지 그 효과가 크게 증가하지 않아서 저장 4일부터 저장 말기인 32일까지 생균수의 감소 정도는 0.1~0.5 log cycle이었으며, 첨가한 향신료의 농도와는 거의 관계가 없었다.

본 실험에서 동결저장한 *S. aureus*의 세균수의 감소는 냉장한 경우(Fig. 4)에 비하여 같은 기간동안 거의 절반에도 미치지 못하여 이 세균이 냉장보다는 동결저장에서 더욱 강한 저온내성을 가진 세균임을 알 수 있었다. 奥積 등³⁴⁾도 생선에서 분리된 *S. aureus*를 20일간 동결저장하였을 때 세균수 감소가 거의 없었다고 보고한 점은 본 실험에서 나타난 *S. aureus*와 비슷한 결과로서 이 세균에 오염된 식품을 냉동저장하였을 때 식중독사고의 위험성을 내포하고 있어 주의가 필요하다. 본 실험의 결과로 볼 때 동결저장시에 0.1%의 allspice를 첨가함으로써 식품에 함유된 *S. aureus*의 생균수를 1/100 이하로 감소시킬 수 있어 향신료의 사용은 이 세균에 의한 식중독예방에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

Fig. 5에 나타난 *E. coli*와 Fig. 6에서 나타난 *S. aureus*의 동결저장에서 이 균주들이 모두 냉동저장에서 강한 내성을 가진 공통적인 성질을 가졌으나 향신료인 allspice로서 억제시킬 수 있다는 것은 대단히 다행한 일이라 생각된다.

이상의 실험 결과를 종합하여 보면 allspice가 *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 증식과 저온에서의 생존억제 효과는 세균의 종류와 저장온도에 따라 효과가 각각 다르게 나타났으며 allspice에 의한 항균활성은 같은 온도에서 *S. aureus*에 대한 효과가 *E. coli*에 비하여 큰 편이었다. 이와 같이 향신료나 우리가 널리 이용하고 있는 식품의 성분을 이용하여 식중독세균의 증식을 억제하고 식품첨가물로서 이용하려는 연구가 국내외에서 활발히 이루어지고 있다. 또한 이들 성분이 갖는 항균작용의 기구를 밝히는 연구보고로는 cabbage로부터 분리된 황화합물인 allyl isothiocyanate(AITC)와 methyl methanethiosulfonate(MMTSO₂) 등이 *E. coli*와 *S. aureus*를 비롯한 많은 종류의 세균에 대하여 항균활성을 나타내며^{35,36)} Tang³⁷⁾은 이들 황화합물이 단백질의 -SH group과 반응함으로써 항균활성을 나타내는 것으로 보고하였다.

한편, 향신료의 항균활성으로는 강 등²²⁾이 김치재료 혹은 향신료로 사용되는 국내산 갖의 에탄올 추출물이 대수증식기의 *E. coli*와 *S. aureus*에 대하여 20 mg/ml의 농도에서 생육을 완전히 억제시켰으며 이 두 균주를 전자현미경으로 관찰한 결과, 심한 형태학적 변화를 나타낸 것으로 보고하였다. Manderfeld 등³⁸⁾은 parsley로부터 분리된 furocoumarins가 *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes* 등의 증식을 억제하였다고 보고하였는데 Musajo 등^{39,40)}은 furocoumarins가 세균의 DNA와 반응하여 DNA 복제를 방해함으로써 미생물의 증식을 저해하는 것으로 보고하였다.

이러한 보고들을 통하여, 향신료나 식품성분으로부터 분리된 천연 항균물질의 이용은 통하여 합성보존료의 사용을 대폭 줄일 수 있는 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다. 아울러 향신료나 식품성분의 종류와 세균의 종류 및 저장온도에 따른 항균활성의 비교 검토를 통하여 식중독세균과 부패세균을 억제시킬 수 있는 효율적인 방법에 관하여 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

IV. 요 약

향신료인 allspice(*Pimenta dioica* L.)를 액체배지에 첨가하여 2종류의 식중독세균(*Escherichia coli* O157:H7과 *Staphylococcus aureus* 196E)의 증식과 저온저장 중 생존에 미치는 항균효과를 조사하였다. 저농도(0~2%, w/v)의 allspice를 함유한 tryptic soy broth(TSB)에 *E. coli*와 *S. aureus*를 10^5 ~ 10^6 cells/ml가 되게 접종하여 35°C 에서의 증식과 냉장(5°C) 및 냉동(-20°C) 저장

중 생존억제효과를 생균수의 변화로서 조사하였다. 35°C에서의 *E. coli*의 증식은 1% 이내의 향신료 농도에서는 증식이 저해되지 않았으나, 2%의 allspice 존재하에서는 긴 유도기를 거친 후에 증식이 시작되었다. 35°C에서의 *S. aureus*의 증식은 0.1%와 0.3%의 allspice 존재하에서는 긴 유도기를 거친 후에 증식이 시작되었으나 0.5~2%에서는 세균의 증식이 억제되어 사멸하였다. 5°C에서 냉장한 경우에는 *E. coli*와 *S. aureus* 모두 0.3%의 allspice에 의해 생존이 크게 억제되었으며 0.5% 이상의 농도에서는 저장말기에 사멸하였다. -20°C에 동결저장하였을 때 *E. coli*는 저장기간이 길어질수록, 첨가한 향신료의 농도가 높을수록 생존억제효과가 증대되었다. 동결저장중 *S. aureus*의 생균수는 저장초기에 급격히 감소한 후 거의 일정수준을 유지하였으며 첨가한 향신료의 농도에 따른 생균수의 차이는 나타나지 않았다. 동결저장에서 0.1%의 향신료를 첨가했을 때 *E. coli*와 *S. aureus*는 대조구의 생균수에 비해 1/100 이하로 생균수가 감소하여 allspice는 우수한 항균효과를 나타내었다.

참고문헌

1. Robach, M.C.: Use of preservatives to control microorganisms in food. *Food Technol.*, **34**: 81 (1980).
2. Giese, J.: Antimicrobials: Assuring food safety. *Food Technol.*, **48**: 102 (1994).
3. Brewer, M.S., Sprouls, G.K. and Russon, C.: Consumer attitudes toward food safety issues. *J. Food Safety*, **6**: 29 (1983).
4. Welbourn, J.: Developing antimicrobial systems. *Food Technol.* **48**: 172 (1994).
5. Gould, G.W.: Industry perspectives on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. *J. Food Prot.*, Supplement, **82** (1996).
6. Post, R.C.: Regulatory perspective of the USDA on the use of antimicrobials and inhibitors in foods. *J. Food Prot.* Supplement, **78** (1996).
7. Cao, Z. and Zhu, X.: Antioxidant action of Tetrandrine: An alkaloid from the root of *Radix stephania tetrandra*, S Moore. *J. Sci. Food. Agric.*, **73**: 106 (1997).
8. Conner, D.E. and Beuchat, L.R.: Effect of essential oils from plants on food spoilage yeasts. *J. Food Sci.*, **49**: 429 (1984).
9. Delaquis, P.J. and Mazza, G.: Antimicrobial properties of isothiocyanates in food preservation. *Food technol.*, **49**: 73 (1995).
10. Bowles, B.L. and Miller, A.J.: Caffeic acid activity against *Clostridium botulinum* spores. *J. Food Sci.*, **59**: 905 (1994).
11. Paynter, M.J.B., Brown, K.A. and Hayasaka: Factors affecting the production of an antimicrobial agent, plantaricin F, by *Lactobacillus plantarum* BF001. *Letters in Appl. Microbiol.*, **24**: 159 (1997).
12. Pellegrini, A., Thomas, U., Bramaz, N., Klauser, S., Hunziker, P. and Feilenberg, R.: Identification and isolation of a bactericidal domain in chicken egg white lysozyme. *J. Appl. Mic.*, **82**: 372 (1997).
13. Yen, G.C. and Lee, C.A.: Antioxidant activity of extracts from molds. *J. Food Prot.*, **59**: 1327 (1996).
14. Farrell, K.T.: Spices, condiments, and seasonings: Van Nostrand Reinhold Co, New York, p. 26-30 (1985).
15. Chipault, J.R., Mizuno, G.R. and Lundberg, W.O.: The antioxidant properties of spices in food. *Food Technol.*, **10**: 209 (1956).
16. 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 (1980).
17. Shelef, L.A.: Antimicrobial effects of spices, *J. Food Safety*, **6**: 29 (1983).
18. LLewellyn, G.C., Burkett, M.L. and Eadie, T.: Potential mold growth, aflatoxin production, and antimycotic activity of selected natural spices and herbs. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **64**: 955 (1981).
19. Bullerman, L.B.: Inhibition of aflatoxin production by cinnamon. *J. Food Sci.*, **39**: 1163 (1974).
20. Yamada, Y. and Azuma, K.: Evaluation of the in vitro antifungal activity of allicin. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **11**: 743 (1977).
21. 강성구, 성낙계, 김용두, 이재근, 송보현, 김영환, 박석규: 갯(*Brassica juncea*)의 에탄올 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **23**: 1014 (1994).
22. 강성구: 갯(*Brassica juncea*)의 향균물질의 분리 및 향균성. *한국영양식량학회지*, **24**: 695 (1995).
23. 심기환, 서권일, 강갑석, 문주석, 김홍출: 겨자 종류성분중의 향균성 물질. *한국영양식량학회지*, **24**: 948 (1995).
24. 서권일, 박석규, 박정로, 김홍출, 최진상, 심기환: 겨자 가수분해물의 향균성 변화. *한국영양식량학회지*, **25**: 129 (1996).
25. 한지숙, 신동화, 윤세억, 김문숙: *Listeria monocytogenes*의 증식을 억제하는 식용 가능한 식물 추출물의 검색. *한국식품과학회지*, **26**: 545 (1994).
26. 안은숙, 김문숙, 신동화: 식용 식물로부터 얻은 추출물의 두부, 어묵, 막걸리 변질균에 대한 향균성 검색. *한국식품과학회지*, **26**: 733 (1994).
27. 박권우: 향신체의 재배 및 이용론: 고려대학교 출판부

- pp. 178-180 (1996).
29. 최영진: 향료·약미·향신료 식물 백과: 오성출판사, pp. 37-69 (1992).
 30. Doyle, M.P. and Schoeni, J.L.: Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. *Appl. Environ. Microbiol.*, **48**: 855 (1984).
 31. Mermelstein, N.H.: Controlling *Escherichia coli* O157:H7 in meat. *Food Technol.*, **47**: 90 (1993).
 32. Doyle, M.P. and Schoeni, J.L.: Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from retail fresh meats and poultry. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**: 2394 (1987).
 33. Conner, D.E. and Hall, G.S.: Efficacy of selected media for recovery of *Escherichia coli* O157:H7 from Frozen chicken meat containing sodium chloride, sodium lactate or polyphosphate. *Food Microbiol.*, **11**: 337 (1994).
 34. 奥積昌世, 堀江 進, 今井賢二, 松原清子: 冷凍魚類のミクロフロ-ラ. *食衛誌*, **15**: 22 (1974).
 35. Kyung, K.K. and Fleming, H.P.: Antimicrobial activity of sulfur compounds derived from cabbage. *J. Food Prot.*, **60**: 67 (1997).
 36. Kyung, K.K., Han, D.C. and Fleming, H.P.: Antibacterial activity of heated cabbage juice, S-methyl-L-cysteine sulfoxide and methyl methanethiosulfonate. *J. Food Sci.*, **62**: 406 (1997).
 37. Tang, C.S.: Benzyl isothiocyanate as a naturally occurring papain inhibitor. *J. Food Sci.*, **39**: 94 (1974).
 38. Manderfeld, M.M., Schafer, H.W., Davidson, P.M. and Zottola, E.A.: Isolation and identification of antimicrobial furocoumarins from parsley. *J. Food Prot.*, **60**: 72 (1997).
 39. Musajo, L., Bordin, F., Caporale, G., Marciari, S. and Rigatti, G.: Photoreactions at 3655Å between pyrimidine bases and skin-photosensitizing furocoumarins. *Photochem. Photobiol.*, **6**: 711 (1967).
 40. Musajo, L., Bordin, F., and Bevilacqua, R.: Photoreactions at 3655Å linking the 3-4 double bond of furocoumarins with pyrimidine bases. *Photochem. Photobiol.*, **6**: 927 (1967).
-
- (1997년 4월 2일 접수)