

솔잎과 녹차 추출물이 식중독세균의 생존에 미치는 영향

박 찬 성

경산대학교 생명자원공학부

Effect of Pine Needle and Green Tea Extracts on the Survival of Pathogenic Bacteria

Chan-Sung Park

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

Abstract

The sensitivity of various pathogenic bacteria (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium*) to the pine needle and green tea extracts was tested. Water extract of pine needle (PNW), 70% ethanol extract of pine needle (PNE), water extract of green tea (GTW) and 70% ethanol extract of green tea (GTE) were prepared for the test of antibacterial activity. Tryptic soy broth (TSB) containing 0~2% (w/v) of pine needle and green tea extracts were inoculated with 10^5 ~ 10^6 cells/ml of each bacterium and incubated at 35°C for 24 hours. The standard plate count method was used to measure the inhibitory effect of the extracts. Minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) were derived from the survival curves of pathogenic bacteria. Antibacterial activities of the pine needle and green tea extracts were compared with that of sodium benzoate, a preservative, by clear zone test. *L. monocytogenes*, *S. aureus* and *A. hydrophila* were completely inhibited at 0.4~1.6% level while *E. coli* and *S. typhimurium* were very resistant to the pine needle extracts. Green tea extracts completely inhibited all strains tested at 0.2~1.0% level and bactericidal to all strains except *L. monocytogenes* at 0.5~2.0% level. Antibacterial activities of pine needle and green tea extracts were stronger than that of sodium benzoate. The order of antibacterial activities of pine needle and green tea extracts to the pathogenic bacteria was GTE > GTW > PNE > PNW. This result suggests that green tea extracts can be used as an effective natural antibacterial agent in food.

Key words : antibacterial activity, pine needle extracts, green tea extracts, pathogenic bacteria

I. 서 론

세계 각국의 해산물^{1,2}, 육류^{3,4}, 야채^{5,6} 및 그 가공품으로부터 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Salmonella* 등의 식중독세균이 검출되고 있으며 특히 소매점에서 판매되는 가공식품과 즉석식품에서 다양한 식중독세균이 검출되어^{7,8} 식품의 유통과정에서 철저한 위생관리가 요망되고 있다. 우리나라에서도 편의점과 외식사업을 통한 식품의 공급이 날로 증가하는 추세에 있어 식중독사고 예방을 위한 식품의 위생적 관리에 더욱 철저한 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

식품의 부패와 변질을 방지하고 식중독사고의 위험을 줄이기 위하여 항균제와 항산화제가 널리 이용되고 있으나 소비자들은 안전한 천연물의 사용을 희망하고 있다. 우리나라에서도 천연식품 성분을 이용하여 식품의 변질을 방지하기 위한 연구가 활발히 진행되어 솔잎^{9,10}, 녹차¹¹⁻¹³, 향신료¹⁴⁻¹⁶ 등의 추출물을 이용한 항균 및 항산화 효과가

보고되고 있다.

이들 식품중 솔잎과 녹차는 일반적으로 소비되는 기호 음료인 차의 재료로서 환경에 의한 돌연변이원성 물질과 발암성 물질을 억제시키고 지질대사과정에서 건강식품으로서의 가치가 있어^{17,19}, 솔잎과 녹차를 이용한 과자와 빵^{20,23}을 제조하여 그 효과가 보고되고 있다.

본 연구에서는 천연물을 이용하여 식중독세균의 증식을 억제시킬수 있는 천연 보존료의 개발을 위한 기초자료를 얻기위하여 솔잎과 녹차의 물과 에탄올 추출물로서 식중독세균에 대한 각 추출물의 항균활성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 솔잎은 경상시 점촌동의 야산에서 1998년 7월에 채취하여 물로 수세후 표면의 물기를 제거하여 사용하였으며, 녹차는 태평양화학의 뒤음차를

1998년 3월에 구입하여 사용하였다.

2. 솔잎과 녹차추출물의 제조

솔잎 및 녹차 추출물은 물과 70% 에탄올 처리구로 나누어 제조하였다. 솔잎 추출물은 솔잎 중량의 10배의 물 혹은 70% 에탄올을 가한 후 70°C에서 3시간씩, 3회 환류추출하였다. 녹차 추출물은 녹차 중량의 20배의 물 혹은 70% 에탄올을 가한 후 70°C에서 2분간씩, 3회 추출하였다. 솔잎과 녹차의 물 혹은 에탄올 추출물은 여과 후 원심분리하여 rotary vacuum evaporator로 농축, 동결건조하여 실험에 사용하였다.

3. 시험균주

전배양 및 본배양을 위한 액체배지는 tryptic soy broth(TSB, Difco)를 121°C에서 15분간 멸균한후 솔잎과 녹차의 물 혹은 에탄올 추출물을 여과멸균하여 배지의 0~2%(w/v) 되게 첨가하였다. 생균수의 측정을 위한 고체배지는 tryptic soy agar(TSA)를, 균액의 희석액으로는 0.1% peptone수를 사용하였다.

4. 배지의 조제

본 실험에 사용한 시험균주는 식중독세균으로서 Gram 양성균 2종류(*Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 13565)와 Gram 음성균 3종류(*Aeromonas hydrophila* ATCC 7965, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311)를 사용하였다.

5. 증식 및 생존억제 실험

시험균은 실험에 사용하기전에 보존균주 1백균이를 TSB 10ml에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하여 활성화시킨 후 균액 0.1 ml를 다시 TSB 10 ml에 접종하여 35°C에서 18~24시간 전배양하였다. 증식과 증식억제실험을 위하여 세균의 전배양액을 실험초기의 세균수가 10⁵ ~ 10⁶ cells/ml 되도록 각각의 추출물을 0~2%(w/v) 함유한 TSB에 접종하였다. 솔잎과 녹차의 물추출물과 에탄올추출물의 각 세균에 대한 증식억제작용은 35°C의 incubator에서 24시간 배양한 배양액 ml당의 colony forming unit(CFU/ml)로 나타내었다. 추출물의 종류별 첨가농도에 따른 증식억제실험은 2회 반복하여 실험한 값을 평균하였다.

6. 추출물의 최소저해농도(MIC)와 최소사멸농도(MBC) 측정

추출물의 각 세균에 대한 최소저해농도(minimum

inhibitory concentration ; MIC)와 최저사멸농도(minimum bactericidal concentration ; MBC)는 35°C에서 24시간 배양한 배양액에 함유된 추출물의 농도와 생균수변화 그래프로부터 최초의 접종균수보다 증식이 인정되지 않는 최저농도를 MIC, 세균이 사멸한 최저 농도를 MBC로 하였다.

7. 추출물과 보존료의 항균력 비교

평균하여 미리 건조시킨 한천 평판 배지에 각 세균의 24시간 배양액을 1/1,000 희석하여 0.1 ml를 평판도말한 후, 솔잎 추출물, 녹차추출물, sodium benzoate의 1%와 2% 용액을 직경 6 mm의 paper disc에 30 μl씩 주입하여 확산시킨 후 35°C에서 48시간 배양했을 때, 생육 저해환의 크기를 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Gram 양성세균에 대한 증식억제 효과

(1) *L. monocytogenes*에 대한 증식억제

Fig. 1은 솔잎과 녹차의 추출물을 0~2% 함유한 TSB에 전배양한 *L. monocytogenes* 균액을 1.2×10⁵ cells/ml 되게 접종한 후 35°C에서 24시간 배양하였을 때 배양액의 생균수변화를 나타내었다. 대조구의 생균수는 2.5~3.2×10⁶ cells/ml로서 4.4 log cycle 증가하였으며 솔잎 물추출물의 경우에는 0.5% 범위내에서는 생균수의 감소가 뚜렷하지 않았으나 0.5~1.0%에서 생균수가 급격히 감소하여 1%에서 대조구에 비하여 8 log

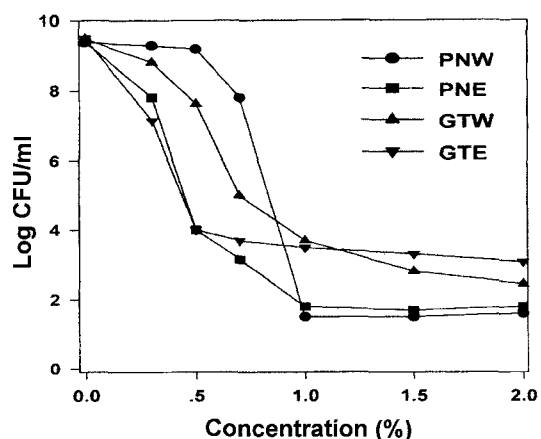


Fig. 1. Effect of pine needle and green tea extracts on the survival of *Listeria monocytogenes* in culture broth. Symbols are PNW : water extract of pine needle, PNE : ethanol extract of pine needle, GTW : water extract of green tea, GTE : ethanol extract of green tea.

cycle 정도의 차이를 나타내었고 1% 이상의 농도에서는 더 이상 생균수 감소를 나타내지 아니하였다. 솔잎 에탄올추출물의 경우에는 0.3~1.0%에서 생균수가 급격히 감소하여 솔잎 물추출물의 생균수에 비하여 월등히 낮은 생균수로서 0.5%에서 대조구보다 5.2 log cycle의 차이를 나타내었으나 1% 이상의 농도에서는 솔잎 물추출물의 경우와 비슷한 경향으로 더 이상 생균수 감소를 나타내지 아니하였다.

녹차 물추출물의 경우, 0.3~1.0%에서 생균수가 급격히 감소하여 1%에서는 대조구보다 5.8 log cycle 낮았으며 1% 이상의 농도에서는 생균수 감소가 완만하여 1%와 2% 간의 생균수 차이는 0.4 log cycle에 불과하였다. 녹차 에탄올추출물에서는 0~0.5% 범위내에서 생균수 감소가 가장 급격하여 솔잎 물추출물의 생균수와 비슷한 경향을 나타내었으나 0.5%이상의 농도에서는 생균수 감소가 뚜렷하지 않아서 0.5%와 2%간에는 생균수의 차이가 0.9 log cycle에 불과하였으며 잔존하는 생균수가 3 log cycle 이상이었다.

전체적으로 볼 때, 솔잎과 녹차 추출물의 *L. monocytogenes*에 대한 증식억제 효과는 0.5% 이내의 저농도에서는 녹차 추출물이 솔잎 추출물보다 효과적이었다. 추출물 1% 이상의 농도에서는 솔잎 추출물이 녹차 추출물보다 억제효과가 컸으나 솔잎과 녹차 추출물 모두에서 *L. monocytogenes*에 대한 증식억제 효과는 거의 일정 수준이 유지되었으며 세균의 사멸현상은 나타나지 않았다.

(2) *S. aureus*에 대한 증식억제

Fig. 2는 솔잎과 녹차의 추출물을 함유한 TSB에 전배양한 *S. aureus*를 $1.2 \sim 2.8 \times 10^5$ cells/ml 되게 접종한 후 35°C에서 24시간 배양하였을 때 배양액의 생균수의

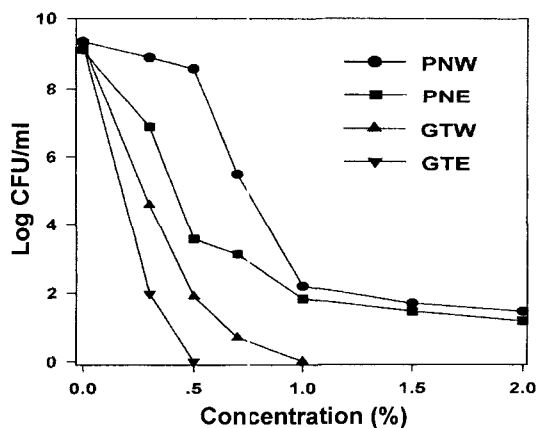


Fig. 2. Effect of pine needle and green tea extracts on the survival of *Staphylococcus aureus* in culture broth. Symbols are same as in Fig. 1.

변화이다. 추출물을 첨가하지 않은 대조구의 경우에는 생균수가 $1.4 \sim 2.6 \times 10^9$ cells/ml로서 약 4 log cycle 증가하였다.

솔잎 물추출물의 경우에는 0.5% 범위내에서는 생균수의 감소가 완만하였으나 0.5~1%에서는 생균수의 감소가 급격해져서 두 농도간에는 6.4 log cycle의 생균수 차이를 나타내었다. 솔잎 에탄올추출물에서는 0~1% 구간에서 생균수 감소가 급격하여 약 7.3 log cycle 감소하였다. 1~2%의 농도에서는 솔잎 물추출물과 에탄올 추출물 모두 생균수감소가 완만하여 그 차이가 0.7 log cycle 차이에 불과하였다.

녹차추출물의 경우에는 솔잎 추출물에 비하여 저농도부터 생균수가 급격히 감소하여 물추출물의 경우에는 1.0%, 에탄올 추출물의 경우에는 0.5%에서 사멸하여 *S. aureus*에 대하여 항균활성은 대단히 우수하였다. 특히 *S. aureus*는 내염성, 내산성 및 저온 내성이 강하여^{25,27} 식중독사고의 위험성이 높는데 저농도의 녹차추출물이 이 세균의 증식을 효율적으로 억제할 수 있다는 점은 대단히 다행한 결과로 생각된다.

이상의 Fig. 1과 Fig. 2의 결과에서 솔잎과 녹차의 추출물을 이용하여 Gram 양성균의 증식을 억제시키는 효과는 *L. monocytogenes*에 비하여 *S. aureus*의 경우가 더욱 효과적이었다. 특히 녹차 추출물의 *S. aureus*에 대한 항균성은 탁월하였는데 Shelef 등²⁴은 sage, rosemary, allspice등의 향신료로서 *S. aureus*가 쉽게 억제되었다는 보고와 비슷한 결과이다.

2. Gram 음성세균에 대한 증식억제 효과

(1) *A. hydrophila*에 대한 증식억제

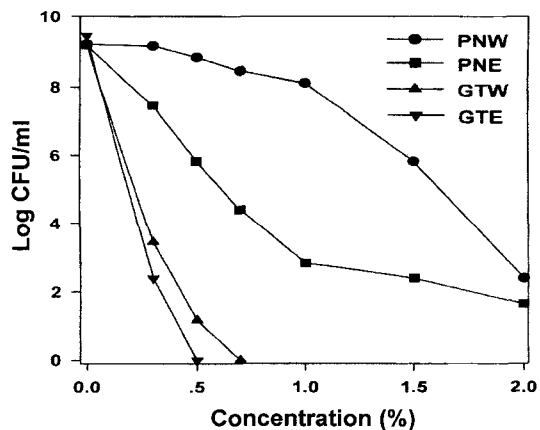


Fig. 3. Effect of pine needle and green tea extracts on the survival of *Aeromonas hydrophila* in culture broth. Symbols are same as in Fig. 1.

Fig. 3은 솔잎과 녹차 추출물을 함유한 TSB에 전배양한 *A. hydrophila*를 $1.2\sim 2.3\times 10^5$ cells/ml 되게 접종한 후 35°C에서 24시간 배양하였을 때 배양액의 생균수의 변화이다. 대조구의 경우에는 생균수가 $1.5\sim 2.8\times 10^9$ cells/ml로서 약 4 log cycle 증가하였다.

솔잎 물추출물의 경우에는 0~1%에서 생균수 감소가 완만하였고 1~2%에서 생균수의 감소가 빨랐던 반면에 솔잎 에탄올 추출물에서는 0~1%에서 생균수 감소가 빠르고 1~2%에서 생균수의 감소가 완만해지는 상반된 결과로서 1%에서 솔잎 에탄올추출물과 물추출물간에는 5.3 log cycle의 가장 큰 생균수 차이를 나타내었다.

녹차 추출물에서는 0~0.3%에서 생균수는 급격히 감소하여 대조구에 비하여 물추출물에서는 5.75, 에탄올 추출물에서는 7.05 log cycle의 차이를 나타내었고, 그 이상의 농도에서도 생균수는 계속 감소하여 물추출물은 0.7%, 에탄올추출물은 0.5%에서 세균은 사멸하였다. 녹차 추출물의 *A. hydrophila*에 대한 항균작용은 앞의 *S. aureus*(Fig. 2)의 경우보다 더욱 낮은 농도에서 세균이 사멸되어 탁월한 효과를 나타내었다.

본 실험에 사용한 *A. hydrophila*는 다양한 식품에서 분리되고 있는 저온세균으로서 장염을 일으키는 원인세균인데^{4,28)} 본 실험의 결과에서 저농도의 녹차추출물로서 이 세균의 증식을 억제시킬 수 있는 효과는 *A. hydrophila*에 의한 식중독사고를 예방할 수 있는 효과적인 방법이 될 것으로 예상된다.

(2) *E. coli* O157:H7에 대한 증식억제

Fig. 4는 솔잎과 녹차 추출물을 함유한 TSB에 전배양한 *E. coli* O157:H7을 1.2×10^5 cells/ml 되게 접종한

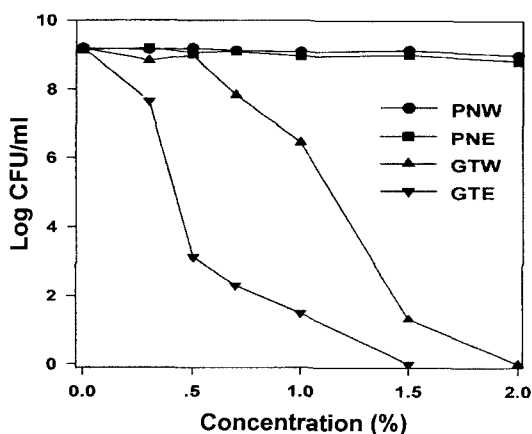


Fig. 4. Effect of pine needle and green tea extracts on the survival of *Escherichia coli* O157:H7 in culture broth. Symbols are same as in Fig. 1.

후 35°C에서 24시간 배양하였을 때 배양액의 생균수의 변화이다. 추출물을 첨가하지 않은 대조구에서는 생균수가 약 1.5×10^9 cells/ml로서 약 4 log cycle 증가하였다. 솔잎추출물을 첨가한 경우에는 물추출물과 에탄올 추출물 모두 항균활성을 거의 나타내지 않아서 2% 첨가시에도 생균수의 감소는 대조구에 비해 0.2~0.3 log cycle 차이에 불과하였다.

한편, 녹차추출물의 경우에는 물추출물에서 0.5% 이상의 농도에서 추출물의 농도에 비례하여 생균수가 감소하여 2%에서 사멸하였으며 에탄올 추출물에서는 0.5%까지는 생균수가 급격히 감소하였고 그 이상의 농도에서도 계속 생균수가 감소하여 1.5%에서 사멸하였다.

E. coli O157:H7은 다양한 식품에서 분리되고 있는 균주로서⁸⁾ 일본에서 1만명 이상의 환자가 발생한 대형의 식중독사고를 일으켰으며²⁹⁾ 특히 저온내성³⁰⁾ 내산성³¹⁻³³⁾이 강한 균주로 인식되고 있는데 Fig. 4의 본 실험 결과에서 녹차추출물을 이용하여 이 세균이 사멸될 수 있다는 것은 대단히 다행한 결과로 판단된다.

(3) *Sal. typhimurium*에 대한 증식억제

Fig. 5는 솔잎과 녹차 추출물을 함유한 TSB에 전배양한 *Sal. typhimurium*을 1.6×10^5 cells/ml 되게 접종한 후 35°C에서 24시간 배양하였을 때 배양액의 생균수의 변화이다. 대조구의 경우에는 생균수가 $1.0\sim 1.6\times 10^9$ cells/ml로서 약 4 log cycle 증가하였다. 솔잎추출물의 경우에는 항균활성이 작아서 물추출물 2% 첨가시에 1.6 log cycle, 에탄올 추출물 2% 첨가시에는 0.48 log cycle의 감소에 불과하였다. 녹차추출물에서는 물추출물과 에탄올 추출물 모두 0.3~0.7%에서 생균수의 감소가 컸

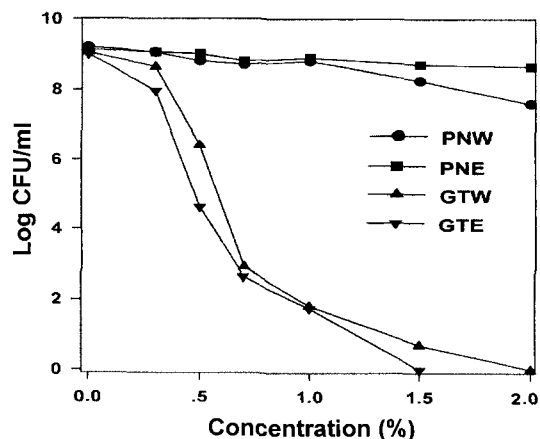


Fig. 5. Effect of pine needle and green tea extracts on the survival of *Salmonella typhimurium* in culture broth. Symbols are same as in Fig. 1.

으며 0.7% 이상의 농도에서도 생균수는 계속 감소하여 각각 2%와 1.5%에서 사멸하였다.

Fig. 4와 Fig. 5의 *E. coli*와 *Sal. typhimurium*에 대한 솔잎과 녹차 추출물의 항균활성은 아주 비슷한 결과로서 솔잎추출물은 이 두 균주에 대한 항균활성이 미미하였으나 녹차추출물은 대단히 우수한 항균활성을 나타내었다. 특히 이 두 균주가 각국에서 대형 식중독사고의 대표적 원인세균인데^{25,29} *Sal. typhimurium*과 *E. coli* O157:H7의 증식억제를 위하여 녹차를 이용한 식품의 개발^{22,23}을 통하여 식품의 안전성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

특히 이 두 균주는 박¹⁴⁾이 4종류의 향신료로서 실험한 결과에서도 타 균주에 비하여 allspice, oregano, thyme에 대한 내성이 아주 강한 편이었으나 clove에서는 1.0%에서 이 두 균주가 사멸되었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 우리가 식품으로 사용하는 천연물은 여러 가지 항균성 물질을 함유하고 있기 때문에 각 식중독세균을 억제할 수 있는 식품의 연구가 계속되어야 할 것이다. 나아가서는 식품중의 항균성 물질들을 밝혀 내고 이들 성분의 병용효과 등의 실험을 통하여 안전한 천연보존료의 개발이 빨라질 것으로 생각된다.

3. 추출물의 식중독세균에 대한 MIC와 MBC

Table 1은 솔잎과 녹차 추출물을 함유한 액체배지에서 24시간 배양했을 때 각 식중독세균의 생균수 측정 결과(Fig.1~Fig. 5)로부터 최소저해농도와 최소사멸농도를 구한 결과이다.

솔잎 물추출물의 MIC는 Gram양성균에서 0.72~0.84%에서 억제효과를 나타내었으나 Gram음성균에서는 *A. hydrophila*는 1.58%에서 억제되었으나 *E. coli*와 *S. typhimurium*은 억제되지 않았다. 솔잎 에탄올추출물의 MIC는 솔잎 물추출물의 MIC보다 17~62% 낮았으며

*E. coli*와 *Sal. typhimurium*은 억제되지 않았다. 녹차 추출물에서는 물추출물에서 0.20~1.04%, 에탄올추출물에서 0.18~0.46% 범위에서 시험한 5종류의 식중독세균 모두 억제되었다.

한편, 솔잎 추출물의 경우, 물추출물과 에탄올추출물 모두에서 식중독세균의 사멸현상이 나타나지 아니하였다. 녹차 추출물에서는 *L. monocytogenes*를 제외한 모든 세균이 사멸되었으며, 녹차 물추출물에서 0.7~2.0%, 녹차 에탄올추출물에서 0.5~1.5%에서 사멸효과를 나타내어 녹차의 우수한 항균활성이 확인되었다.

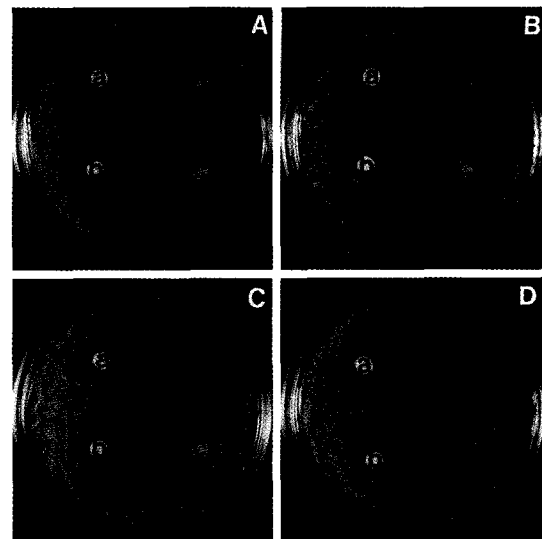


Fig. 6. Comparison of inhibitory zone by the pine needle and green tea extracts and sodium benzoate against *Staphylococcus aureus*.

Symbols of a, b are sodium benzoate, c, d are pine needle or green tea extracts(photo A: pine needle water extract; photo B: pine needle ethanol extract; photo C: green tea water extract; photo D: green tea ethanol extract).

Diffusion doses are 30 μ l/disc and a, c: 1%; b, d: 2%.

Table 1. Minimum inhibitory concentration(MIC) and minimum bactericidal concentration(MBC) of pine needle and green tea extracts on the pathogenic bacteria

| Bacterial Strain | MIC | | | | MBC | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| | PNW | PNE | GTW | GTE | PNW | PNE | GTW | GTE |
| <i>L. monocytogenes</i> | 0.84 | 0.70 | 0.45 | 0.43 | - | - | - | - |
| <i>S. aureus</i> | 0.72 | 0.40 | 0.26 | 0.18 | - | - | 1.0 | 0.5 |
| <i>A. hydrophila</i> | 1.58 | 0.60 | 0.20 | 0.18 | - | - | 0.7 | 0.5 |
| <i>E. coli</i> | - | - | 1.04 | 0.41 | - | - | 2.0 | 1.5 |
| <i>S. typhimurium</i> | - | - | 0.57 | 0.46 | - | - | 2.0 | 1.5 |

- : No inhibition or Non bactericidal.

* MIC and MBC was derived from Fig. 1~Fig. 5.

Symbols are same as in Fig. 1.

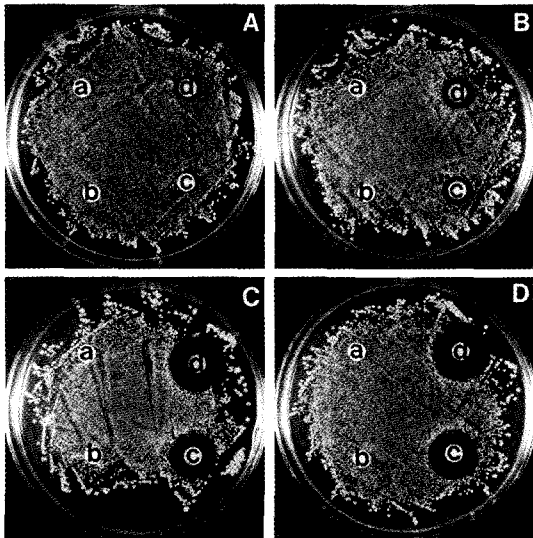


Fig. 7. Comparison of inhibitory zone by the pine needle and green tea extracts and sodium benzoate against *Aeromonas hydrophila*. Symbols and diffusion doses are same as in Fig. 6.

4. 추출물과 보존료의 생육저해환 비교

Fig. 6은 *S. aureus*에 대하여 1%와 2%의 솔잎 및 녹차의 물과 에탄올추출물에 의해 형성된 생육저해환의 크기를 같은 농도의 보존료(sodium benzoate)와 비교한 사진이다. *S. aureus*에 대하여 1%와 2%의 sodium benzoate는 생육저해환을 형성하지 않았으나 솔잎 추출물에서는 1% 농도에서 생육 저해환을 형성하였으며 에탄올추출물의 생육저해환이 물추출물에 비하여 큰 편이었다. 녹차 추출물에서는 1% 농도에서도 물추출물은 직경 약 15 mm, 에탄올추출물에서는 약 17 mm의 생육저해환이 형성되어 솔잎 추출물에 비하여 월등히 큰 항균활성이 확인되었다.

Fig. 6과 Fig. 7의 *S. aureus*와 *A. hydrophila*에 대한 솔잎과 녹차의 물 및 에탄올 추출물의 항균성은 보존료인 sodium benzoate에 비하여 월등히 컸으며, 특히 녹차의 에탄올추출물은 두 시험균주에 대하여 가장 탁월한 효과를 나타내어 보존료로서의 활용가치가 높을 것으로 생각된다.

Fig. 7은 *A. hydrophila*에 대하여 1%와 2%의 솔잎추출물, 녹차 물추출물과 보존료에 의해 형성된 생육저해환의 크기를 비교한 사진이다. *A. hydrophila*에 대한 생육저해환은 sodium benzoate에 의해서는 형성되지 않았으며 솔잎의 경우에는 물추출물 1%에서 생육 저해환을 볼 수 없었으나 2%에서는 생육저해환이 형성되었다. 솔잎 에탄올 추출물에서는 1%와 2% 모두 뚜렷한 생육저해환이 형성되었다. 녹차 추출물에서는 1% 농도에서도 물추출물은 직경 약 16 mm, 에탄올추출물에서는 약 17 mm

의 생육저해환이 형성되어 *S. aureus*에 대한 항균활성과 비슷한 결과를 나타내었다.

IV. 요약

솔잎과 녹차의 물추출물과 에탄올추출물을 액체배지에 0~2%(w/v) 첨가하여 5종류의 식중독세균(*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* 196E, *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*)을 $10^5 \sim 10^6$ cells/ml 되게 접종하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 솔잎과 녹차의 추출물 종류와 농도에 따른 각 식중독세균에 대한 항균활성은 배양액의 생균수 변화를 측정하였으며 이 결과로부터 각 추출물의 최소저해농도와 최소사멸농도를 구하였다. 아울러 솔잎과 녹차의 추출물과 보존료인 sodium benzoate로서 각 세균에 대한 생육저해환의 크기를 비교하였다.

솔잎추출물은 Gram 양성균(*L. monocytogenes*, *S. aureus*)과 Gram 음성균중 *A. hydrophila*에 대하여 0.4~1.6% 범위내에서 증식을 억제시켰으며 *E. coli*와 *S. typhimurium*은 솔잎추출물에 대하여 강한 내성을 나타내었다. 솔잎 추출물은 시험한 5균주에 대하여 사멸작용은 전혀 나타내지 않았다. 반면에 녹차추출물은 시험한 5균주 모두에 대하여 0.2~1.0% 범위내에서 증식을 억제시켰으며 *L. monocytogenes*를 제외한 모든 균주를 0.5~2.0% 범위내에서 사멸시키는 강한 항균활성을 나타내었다. 솔잎과 녹차추출물은 특히 *S. aureus*와 *A. hydrophila*에 대하여 보존료(sodium benzoate)보다도 강한 항균활성을 나타내었다. 전체적인 항균력의 크기는 녹차 에탄올추출물 > 녹차 물추출물 > 솔잎 에탄올추출물 > 솔잎 물추출물의 순이었다. 이 결과로 미루어 녹차추출물은 다양한 종류의 세균에 대하여 우수한 항균작용을 나타내는 천연 보존료로서의 활용가치가 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Monfort, P., Minet, J., Piclet, G. and Cormier, M.: Incidence of *Listeria* spp. in Breton live shellfish. *Lett. Appl. Microbiol.*, **26**: 205-208(1998).
2. Heintz, M.L. and Johnson, J.M.: The incidence of *Listeria* spp., *Salmonella* spp., and *Clostridium botulinum* in smoked fish and shellfish. *J. Food Prot.*, **61**(3): 318-323(1998).
3. Korsak, N., Daube, G., Ghafir, Y., Chahed, A., Jolly, S., and Vindevogel, H.: An efficient sampling technique used to detect four foodborne pathogens on pork and

- beef carcasses in nine Belgian abattoirs. *J. Food Prot.*, **61**(5): 534-541(1998).
4. Singh, U.: Isolation and identification of *Aeromonas* spp. from ground meats in eastern Canada. *J. Food Prot.*, **60**(2): 125-130(1997).
 5. Doyle, M.P. and Schoeni, J.L.: Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from retail fresh meats and poultry. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**: 2394-2399(1987).
 6. Hardt-English, P., York, G., Stier, R. and Cocotas, P.: Staphylococcal food poisoning outbreaks caused by canned mushrooms from China. *Food Technol.*, **44**: 74-76(1990).
 7. Uyttendaele, M., De Troy, P. and Debevere, J.: Incidence of *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, and *Listeria monocytogenes* in poultry carcasses and different types of poultry products for sale on the Belgian retail market. *J. Food Prot.*, **62**(7): 735-740(1999).
 8. Kaneko, K. I., Hayashidani, H., Ohtomo, Y., Kosuge, J., Kato, Mashiko, K., Takahashi, K., Shiraki, Y. and Ogawa, M.: Bacterial contamination of ready-to-eat food factories. *J. Food Prot.*, **62**(6): 644-649(1999).
 9. 국주희, 미승진, 박근형: 솔잎에서 항미생물 활성을 갖는 benzoic acid의 분리 및 동정, *한국식품과학회지*, **29**(2): 204-210(1997).
 10. 강윤한, 박용곤, 오상룡, 문광덕: 솔잎과 쭈추출물의 기능성 검토. *한국식품과학회지*, **27**(6): 978-984(1995).
 11. 오덕환, 이미경, 박부길: 식품유해균에 대한 차류 추출물의 항균효과, *한국식품영양과학회지*, **28**(1): 100-106(1999).
 12. 류병호, 박춘옥: 녹차추출물에 의한 쥐표피의 효소에 대한 항산화 효과, *한국식품과학회지*, **29**(2): 355-361(1997).
 13. 노현정, 신용서, 이갑상, 신미경: 녹차 물추출물이 쌀밥의 품질 및 저장성 향상에 미치는 효과, *한국식품과학회지*, **28**(3): 417-420(1996).
 14. 박찬성: 향신료가 식중독세균의 증식에 미치는 영향. *한국조리과학회지*, **13**(3): 330-337(1997).
 15. 서화중: 마늘, 양파, 식감, 고추즙의 항균작용, *한국식품영양과학회지*, **28**(1): 94-99(1999).
 16. 김연순, 박경숙, 경규향, 심선택, 김현구: 마늘즙액의 대장균 생육 저해 작용. *한국식품과학회지*, **28**(4): 730-735(1996).
 17. 강윤한, 박용곤, 하태열, 문광덕: 솔잎추출물이 고지방식을 급여한 흰쥐의 혈청과 간장 지질조성에 미치는 영향, *한국영양식량학회지*, **25**(3): 367-373(1996).
 18. 송현순, 이현걸, 강명희: *Salmonella typhimurium* strain TA98, 100에서 감잎차, 녹차, 우롱차 추출물의 돌연변이 억제효과. *한국식품영양과학회지*, **28**(3): 599-606(1999).
 19. 여생규, 김인수, 안철우, 김선봉, 박영호: 녹차, 오롱차 및 홍차 추출물의 돌연변이원성 억제작용, *한국식품영양과학회지*, **24**(1): 160-168(1995).
 20. 이윤형, 신용복, 차상훈, 최용순, 이상영: 솔잎(*Pinus strobus*) 추출물을 함유한 건강식품의 개발, *한국영양식량학회지*, **25**(3): 379-383(1996).
 21. 김은주, 김수민: 제조방법별 솔잎추출물을 이용한 제빵 적성. *한국식품과학회지*, **30**(3): 542-547(1998).
 22. 川上 正子, 原 征彦: 綠茶ポリフェノールの食品への利用. *New Food Ind.*, **40**(1): 33-40(1998).
 23. 임정교, 김영희: 가루녹차 첨가가 식빵의 품질특성에 미치는 영향, *한국조리과학회지*, **15**(4): 395-400(1999).
 24. 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**: 1042-1046(1980).
 25. Todd, E.C.D., and Harwig, J.: Microbial risk analysis of food in Canada. *J. Food Prot.*, **59**(Suppl.): 10-15(1996).
 26. 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**: 159-165(1993).
 27. Heather, A.L., Eck, M.L., and Miller, K.J.: Osmoadaptation by *Staphylococcus aureus*: Analysis of several strains linked to food poisoning outbreaks. *J. Food Prot.*, **60**(2): 139-144(1997).
 28. Erickson, J.P., and Jenkins, P.: Behavior of psychrotrophic pathogens *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, and *Aeromonas hydrophila* in commercially pasteurized eggs held at 2, 6.7 and 12.8°C. *J. Food Prot.*, **55**(1): 8-13(1992).
 29. 양재승: 미생물학적 안전성을 위한 식품조사. *식품과학과 산업*, **30**(1): 31-36(1997).
 30. Gibson, A.M., Bratchell, N. and Roberts, T.A.: Predicting growth: growth responses of salmonellae in a laboratory medium as affected by pH, sodium chloride and storage temperature. *Int. J. Food Microbiol.*, **6**: 155(1988).
 31. Miller, L.G., and Kaspar, C.W.: *Escherichia coli* O157:H7 acid tolerance and survival in apple cider. *J. Food Prot.*, **57**: 460(1994).
 32. Benjamin, M.M., and Datta, A.R.: Acid tolerance of enterohemorrhagic *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microbiol.* **61**: 1669(1995).
 33. Gibson, A.M. and Roberts, T.A.: The effect of pH, water activity, sodium nitrite and storage temperature on the growth of enteropathogenic *Escherichia coli* and *Salmonella* in a laboratory medium. *Int. J. Food Microbiol.* **3**: 183(1986).
 34. 原征彦, 石上正: 茶ポリフェノール類の食中毒細菌に対する抗菌活性. *日本食品工業學會誌*, **36**: 996(1977).

(1999년 12월 22일 접수)