

# 목초액의 항균활성 및 농약, 식품보존제로의 이용 가능성\*1

이 성 숙\*2† · 안 병 준\*2 · 조 성 택\*2

## Antimicrobial Activities of Wood Vinegar and Application as Natural Fungicides and Food Preservatives\*1

Sung-Suk Lee\*2† · Byoung-Jun Ahn\*2 · Sung-Taig Cho\*2

### 요 약

목초액의 농약 또는 식품보존제로서의 이용 가능성을 검토하기 위하여 소나무 및 참나무류 기계식 목초액을 대상으로 항진균 및 항세균 활성을 검정하였다. 그 결과 항진균활성의 경우 미정제 목초액은 0.5% 이상의 농도에서, 정제 목초액은 1.0% 이상의 농도에서 공시 식물병원균 및 목재부후균의 생장을 완전히 억제하여 미정제 목초액이 정제 목초액보다 항균활성이 높은 것으로 나타났다. 그리고 참나무류 목초액이 소나무 목초액보다 항균활성이 높아 탄화 원료인 수중에 따라 항균활성의 차이가 있음을 알 수 있었다. 균종별로는 표고 해균인 주홍꼬리버섯에 대한 항균효과가 다른 공시 균주에 비해 높은 것으로 나타나 균의 종류에 따라 목초액에 대한 감수성이 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 한편, 식품부패균 및 식중독균에 대한 항세균활성을 검정한 결과 소나무 및 참나무류 미정제 목초액의 경우 10% 농도에서 모든 공시 균주에 대해 생육저지환을 형성한 반면 정제 목초액의 경우에는 저지환을 형성하지 않아 항세균활성도 미정제액이 정제액보다 높은 것으로 나타났다. 균종에 따른 감수성에도 차이가 있어 그람 양성균에 대한 항균활성이 그람 음성균에 비해 상대적으로 높았으나 탄화 원료에 의한 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이상의 결과 목초액은 식물병원균, 목재부후균, 식품부패균 및 식중독균에 대한 항균활성이 우수하여 유기합성 농약을 대체하거나 식품의 부패를 막기 위한 식품보존제로서 이용이 가능할 것으로 판단되었다.

\* 1 접수 2010년 4월 8일, 채택 2010년 5월 14일

\* 2 국립산림과학원 녹색자원이용부 바이오에너지연구과, Division of Forest Bioenergy, Department of Forest Resources Utilization, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 이성숙(e-mail: lsungsuk@forest.go.kr)

## ABSTRACT

Antifungal and antibacterial activities of wood vinegars were investigated in this study in order to apply for the natural fungicides and food preservatives. The antifungal activities of wood vinegars were measured as a hyphal growth inhibition rate using four plant pathogenic, four wood rot and one mushroom pathogenic fungi. Inhibition effect on the fungi growth was explicitly observed at the concentrations higher than 0.5% of unrefined wood vinegar and higher than 1.0% of refined wood vinegar, respectively, suggesting that unrefined wood vinegars showed the higher antifungal activities than that of refined wood vinegars. The highest inhibition effect on the fungi growth was shown in *Libertella betulina* which is a mushroom pathogenic fungus. In addition, the wood vinegars from *Pinus densiflora* showed the higher antifungal activities against the plant pathogenic and wood rot fungi than that from *Quercus* spp.. On the other hand, the antibacterial activities of wood vinegars were determined by a paper disc method using the three gram positive and five gram negative bacteria. The unrefined wood vinegars showed a prominent effect on the suppression of bacteria growth at the concentration of 10%, while the suppression of bacteria growth was not observed in the refined wood vinegars. These results also suggest that the unrefined wood vinegars showed the higher antibacterial activities than the refined wood vinegars. The antibacterial activities of wood vinegars against gram positive bacteria were higher than those of wood vinegars against gram negative bacteria. From these results, it can be inferred that the wood vinegars has the strong antimicrobial activities and can be applied as the natural fungicides and food preservatives.

**Keywords:** wood vinegar, antifungal activity, antibacterial activity, natural fungicide, food preservative

## 1. 서 론

목재를 공기 중에서 가열하면 타서 재가 되지만 숯가마와 같이 공기를 제한적으로 공급하면서 목재를 열분해하는 탄화라는 과정을 거치면 숯이 된다. 열분해나 건류와 같은 탄화과정을 통해 목재는 숯과 목가스가 생성되는데 목가스를 공기나 물을 사용하여 냉각시켜 얻어진 액체가 목초액이다. 목초액을 제조하는 제탄가마는 전통식 숯가마, 응용식 숯가마 및 기계식 탄화로 등 크게 3가지 형태로 구분되는데 이중 기계식 탄화로는 숯 생산을 주목적으로 하는 전통식 숯가마와는 달리 밀폐된 기계장치로 탄재를 직접가열방법으로 탄화하여 연속적으로 숯과 목초액을 생산하는 탄화장치이다. 이러한 기계식 목초액은 연기

가 배출되는 부위의 온도가 150°C 이하의 것을 냉각하여 얻은 것으로 정제되지 않은 상태의 목초액을 조목초액이라고 한다. 조목초액을 2~3일간 정치하여 2층 또는 3층으로 분리한 후 2층으로 분리된 경우에는 상층부, 3층으로 분리된 경우에는 중간층의 적갈색 수용액을 6개월 이상 정치시킨 후 이 정치액을 타르 제거용 필터로 흡착·여과하는 방법으로 목초액 중의 불안정한 성분을 제거시켜 맑고 투명한 액으로 회수한 것을 정제 목초액이라고 한다(국립산림과학원, 2004). 그러나 같은 목초액이라고 해도 숯을 만들 때의 탄화 온도, 탄화 수증 및 탄화 방법, 목재 중의 수분 함량 등에 따라 성분이나 성상에 차이가 있다(Mega와 Chen, 1985; Gullén과 Ibargoitia, 1999). 그 이유는 목초액에는 주성분인 초산 이외에 유기산류, 페놀류,

Table 1. Characteristics of wood vinegars used for antifungal and antibacterial activities test

Materials	Refining	Specific gravity (°Be)	Acidity (%)	pH	Soluble tar (%)	Refractive index (%Brix)	Color	Turbidity
<i>Pinus densiflora</i>	Treated	27	28	236	247	7.4	Reddish brown	Transparency
<i>Quercus</i> spp.	Treated	29	4.2	232	284	7.7	Dark brown	Transparency
<i>Pinus densiflora</i>	Untreated	4.8	4.1	2.28	5.37	12.7	Light brown	Opacity
<i>Quercus</i> spp.	Untreated	3.5	5.5	2.26	2.37	10.6	Reddish brown	Opacity

카르보닐화합물류, 알코올류 등 200여 종의 유기화합물과 다수의 미네랄 성분이 함유되어 있으며(김영희 등, 2001), 이들 구성 성분이 제각기 서로 다른 화학구조를 지니고 있기 때문이다. 또한, 이러한 많은 성분 중에는 중합하기 쉬운 것, 산화하기 쉬운 것, 변색하기 쉬운 것 등이 포함되어 있어 숯가마에서 바로 채취했을 때는 불투명한 것이 일정시간 경과함에 따라 불안정한 물질이 중합되어 가라앉으면서 투명한 목초액이 된다. 그러므로 용도에 따라서는 목초액을 반드시 정제, 여과 및 증류 등에 의해 정제하여 사용할 필요가 있다.

이러한 목초액은 농업 및 환경 분야에서 잡초방제(Kim 등, 2001), 작물의 병해충 방지(目黒 등, 1992; 유승현, 1998), 토양개량(안병준 등, 2003), 식물생장 촉진(정순재 등, 2007), 축산분뇨의 탈취(박정호 등, 2003), 닭의 육질 개선(김영직과 윤용범, 2008) 효과 뿐만 아니라, 약리 효능으로 아토피성 피부염의 치료 효과(Ikegami 등, 1998), 혈중 지질성분 개선 효과(Kang 등, 2009) 등이 있는 것으로 알려지고 있다. 그리고 최근에는 합성 농약 및 비료에 의한 환경오염 및 안전성에 관한 문제가 야기되면서 합성 농약이나 비료를 사용하지 않는 유기 농업에 대한 관심이 고조되고 있는 실정을 반영하여 목초액을 농약 대신 사용하는 사례가 많다. 또한, 합성 보존제의 안전성 역시 문제가 되면서 가공 식품의 저장성 향상 및 식품의 안전성 확보를 위해 천연보존료의 개발이 활발하게 진행되어 목초액을 이용한 천연 식품보존제로의 이용 가능성에 대해서도 지속적으로 추진되고 있다. 따라서 본 연구에서는 목초액을 유기합성 농약을 대체하거나 식품의 부패를 막기 위한 식품보존제로서 적용 가능성을 과학적으로 구명하기 위해 현재 공장에서 생산되어 널리 유통되고 있는 기계식 목초액의 항진균 및

항세균 활성을 조사하고 그 결과를 바탕으로 올바른 사용 방법에 대해 제시하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

본 연구에서 사용한 목초액은 소나무 및 참나무류를 원료로 하여 직화식 수직형 연속탄화로인 기계식 탄화로에서 탄화온도 500°C, 목초액 채취온도는 80~100°C, 목초액 1차 냉각기 온도는 50°C, 2차 냉각기 온도는 30°C 조건하에서 채취하였다. 채취한 목초액은 6개월간 정치하여 정제한 것과 정제하지 않은 것을 사용하여 항진균 및 항세균 활성을 조사하였으며 사용한 목초액의 품질은 Table 1과 같다.

### 2.2. 공시균

항진균활성용 공시균으로서는 Table 2와 같이 식물병원균인 *Glomerella cingulata* (탄저병균), *Fusarium oxysporium* (채소류 시들음병균), *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* (후사리움 가지마름병균), *Cryphonectria parasitica* (밤나무 동고병균)를, 목재부후균인 *Trametes versicolor* (백색부후균), *Tyromyces palustris* (갈색부후균), *Trichoderma viride* (표면오염균), *Trichoderma harzianum* (표면오염균)을 그리고 표고해균인 *Libertella betulina* (주홍꼬리버섯)을 사용하였다. 또한, 항세균활성용 공시균으로서는 그람양성균인 *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* KCTC 1621 (황색포도상구균), *Listeria monocytogenes* KCTC 3710 (식중독원인균), *Streptococcus faecalis* ATCC

Table 2. List of microorganisms used for antifungal and antibacterial activities test

	Microorganisms	Characteristics
Fungi	<i>Glomerella cingulata</i>	plant pathogenic fungus
	<i>Fusarium oxysporum</i>	plant pathogenic fungus
	<i>Fusarium subglutinans</i> f. sp. <i>pini</i>	tree pathogenic fungus
	<i>Cryphonectria parasitica</i>	tree pathogenic fungus
	<i>Trametes versicolor</i>	white-rot fungus
	<i>Tyromyces palustris</i>	brown-rot fungus
	<i>Libertella betulina</i>	mushroom pathogenic fungus
	<i>Trichoderma viride</i>	soft-rot fungus
	<i>Trichoderma barzianum</i>	sapstain fungus
Bacteria	<i>Staphylococcus aureus</i> subsp. <i>aureus</i> KCTC 1621	gram-positive bacterium
	<i>Listeria monocytogenes</i> KCTC 3710	gram-positive bacterium
	<i>Streptococcus faecalis</i> ATCC 29212	gram-positive bacterium
	<i>Escherichia coli</i> KCTC 1039	gram-negative bacterium
	<i>Escherichia coli</i> 05157 NCTC 12079	gram-negative bacterium
	<i>Samonella typhimurium</i> KCTC 2515	gram-negative bacterium
	<i>Samonella typhimurium</i> ATCC 12027	gram-negative bacterium
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	gram-negative bacterium

29212 (연쇄구균)을 그리고 그람음성균인 *Escherichia coli* KCTC 1039 (대장균), *E. coli* 05157 NCTC 12079 (대장균 O-157), *Salmonella typhimurium* KCTC 2515 및 ATCC 12027 (식중독원인균), *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853(식품부패균)을 사용하여 검정하였다.

### 2.3. 항진균활성검정

항진균활성검정방법으로는 배지점적법(이성숙 등, 2000)을 이용하였다. 즉, 목초액이 최종적으로 0.1, 0.5, 1.0, 5.0%의 농도가 되도록 potato dextrose agar 평판배지에 미리 배양해둔 각 공시균의 균사 선단부를 직경 8 mm의 cork borer로 떼어내어 접종하였다. 배양온도 27°C에서 소정기간 배양한 후 자란 균사환의 직경을 측정하여 다음과 같이 균사생장억제율(hyphal growth inhibition ratio)로 항진균활성을 나타내었다.

$$\text{균사생장억제율}(\%) = \left[ \frac{(Gc) - (Gt)}{(Gc)} \right] \times 100$$

Gc : 무첨가 배지상의 균사 직경

Gt : 첨가 배지상의 균사 직경

### 2.4. 항세균활성검정

항세균활성은 한천배지확산법(이성숙 등, 2000)으로 검정하였다. 우선 agar 1.5%가 함유되어 있는 배지를 petri dish에 분주하여 하층배지를 만들고 그 위에 각 세균을 접종한 0.6%의 agar 배지를 부어 2중의 평판배지를 만들었다. 이렇게 제조된 평판배지에 원액 및 10, 20, 50% 농도의 목초액을 40  $\mu$ l씩 흡수시킨 멸균 페이퍼디스크(직경 : 8 mm)를 올려놓고 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 디스크 주변에 형성되는 투명한 생육저지환의 직경을 측정하여 본래의 페이퍼디스크의 직경인 8 mm를 뺀 clear zone으로 항세균활성을 나타내었다.

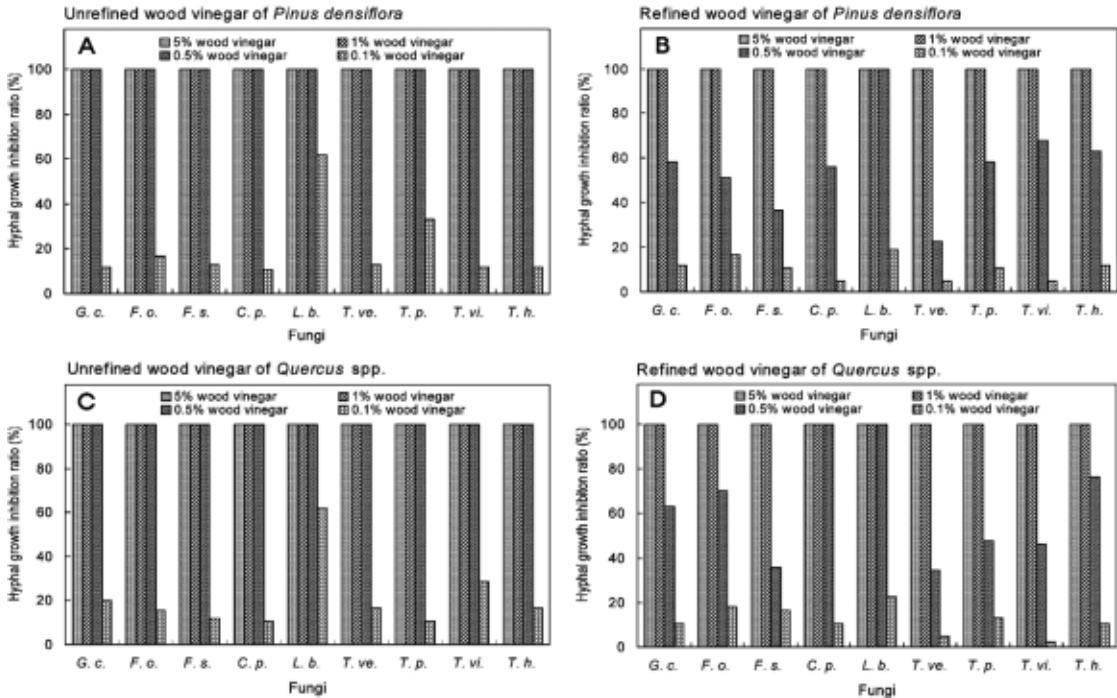


Fig. 1. Antifungal activities of wood vinegars against various fungi. The results were represented in triplicate experiments. G. c. : *Glomerella cingulata*, F. o. : *Fusarium oxysporium*, F. s. : *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*, C. p. : *Cryphonectria parasitica*, L. b. : *Libertella betulina*, T. v. : *Trametes versicolor*, T. p. : *Tyromyces palustris*, T. v. : *Trichoderma viride*, T. h. : *Trichoderma harzianum*.

clear zone (mm) = 생육저지환 직경 -  
 페이퍼디스크 직경

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 목초액의 항진균활성

항진균활성은 소나무 및 참나무류 목초액을 각각 0.1, 0.5, 1.0, 5.0% 농도가 되도록 배지에 첨가하여 평판배지를 만든 후 공시균주를 접종하여 자란 균의 직경을 조사하여 목초액을 함유하지 않은 배지에서 자란 균의 직경과 비교하여 검정하였다. 그 결과 목초액을 정치하지 않은 미정제액의 경우 농도 의존적으로 항진균활성을 나타내어 소나무와 참나무류 공히 0.5% 이상의 목초액에서 균의 성장을 완전히 억제하는

것으로 나타났으며, 시험 농도 중 가장 낮은 농도인 0.1% 목초액은 11~62%의 균사생장억제율을 나타내었다(Fig. 1(A), (C)). 따라서, 농약 대응으로 목초액을 사용할 경우에는 0.5% 이상의 농도에서 사용하는 것이 효과를 극대화할 수 있을 것으로 사료되었다. 그리고 균종별로는 0.1%의 농도에서도 62%의 균사생장억제율을 나타낸 표고해균인 주홍꼬리버섯에 대한 항진균활성이 가장 높은 것으로 나타났다(Fig. 1(A), (C)).

한편, 목초액을 6개월간 정치한 정제 목초액의 경우에는 미정제액에 비해 항균효과가 낮은 것으로 나타났다(Fig. 1(B), (D)). 즉, 미정제액의 경우 0.5% 이상의 농도에서 균이 성장을 완전히 억제한 반면(Fig. 1(A), (C)), 정제액의 경우에는 1.0% 이상의 농도에서 균의 성장을 억제하는 것으로 나타나(Fig. 1(B), (D)) 미정제액이 정제액보다 2배 정도의 항진균활성이

있는 것으로 판단되었다. 그리고 탄화원료에 의한 항균활성도 차이를 나타내어 0.5%의 소나무 목초액은 주홍꼬리버섯 1종에 대해서만 생장을 완전히 억제하고 그 외의 공시균주에 대해서는 23~68%의 균사생장억제율을 나타낸 반면(Fig. 1(B)), 참나무류 목초액은 밤나무 동고병과 주홍꼬리버섯 2종의 생장을 완전히 억제하고 그 외의 공시균주에 대해 35~77%의 억제율을 나타내어(Fig. 1(D)) 참나무류 목초액이 소나무 목초액보다 항진균활성이 우수한 것으로 밝혀졌다. 이는 참나무류 및 소나무 목초액의 성분을 비교한 결과 참나무류 목초액이 소나무 목초액보다 페놀 성분이 많고(임업연구원, 2000) 페놀성 화합물 함량이 높을수록 항균활성이 높다는 연구결과(김중수 등, 2005)와 일치하는 것이다.

### 3.2. 목초액의 항세균활성

항세균활성을 소나무 및 참나무류 목초액의 원액 및 10, 20, 50% 희석액을 40  $\mu$ l씩 페이퍼 디스크에 흡수시켜 식품부패균 및 식중독균이 접종된 배지 위에 올려놓고 24시간 후에 형성되는 생육저지환으로 검정하였다. 그 결과 소나무 미정제 원액의 경우 그람 양성균인 연쇄구균 *S. faecalis* ATCC 29212에 대해 19 mm의 생육저지환을 형성하여 가장 항균활성이 높은 것으로 나타났으며, 황색포도상구균인 *S. aureus* subsp. *aureus* KCTC 1621, 식중독균인 *S. typhimurium* ATCC 12027, 식품부패균인 *P. aeruginosa* ATCC 27853에 대해서도 17 mm의 저지환을 형성하여 항세균활성이 높은 것으로 나타났다(Fig. 2(A)). 그람 음성균인 대장균 *E. coli* KCTC 1039 및 *E. coli* 05157 NCTC 12079에 대해 각각 12 mm의 저지환을 형성하여 공시균주 중 가장 낮은 항세균활성을 나타내어(Fig. 2(A)) 그람 음성균에 대한 항세균활성이 그람 양성균에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타났으며 이는 기존의 연구결과와도 일치하는 것이었다(김중수 등, 2005; 정일선 등, 2007). 또한 같은 수종의 목초액일지라도 정제액의 경우에는 항세균활성이 떨어져 *S. aureus* subsp. *aureus* KCTC 1621의 경우 소나무 미정제 원액의 경우 17 mm의 생육저지환을 형성한 반면(Fig. 2(A)) 정제 원액은 9 mm의 저지환을 형성하였다

(Fig. 2(B)). 그리고 10% 농도의 소나무 및 참나무류 미정제 목초액의 경우 모든 공시 균주에 대해 생육저지환을 형성한 반면(Fig. 2(A), (C)) 정제 목초액의 경우에는 저지환을 형성하지 않아(Fig. 2(B), (D)) 항세균활성도 항진균활성과 마찬가지로 미정제액이 정제액보다 높다는 것을 알 수 있었다. 그러나, 항세균활성은 항진균활성과 달리 탄화원료에 의한 뚜렷한 활성의 차이는 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과 목초액은 식품병원균, 목재부후균, 식품부패균, 식중독균에 대한 항균활성이 우수한 것으로 나타났으며 정제액보다는 미정제액이 항균 활성이 높았다. 따라서, 식품병원균이나 표고 해균을 방제하기 위해 농약 대용을 사용할 경우에는 미정제액이 더 효과적인 것으로 판단되었다. 그리고 같은 진균인 경우에도 표고 해균인 주홍꼬리버섯에 대한 항균효과가 다른 균주에 비해 높은 것처럼 균의 종류에 따라 목초액에 대한 감수성이 차이가 있으므로 농약 대신 사용 시 이점을 고려해야 할 것이다. 본 연구 결과 미정제 목초액의 경우 0.5% 이상의 농도이면 균의 생장을 완전히 저해하는 것으로 나타났으나 목초액의 농도와 균의 종류에 따라서는 균의 생육을 억제하기 보다는 생육을 도와주는 역할을 하는 경우도 있으므로 이점을 염두에 두어야 할 것이다. 그리고 목초액의 항균 효과는 화학합성 농약에 비해 불안정하고 본 실험 결과에서도 알 수 있듯이 탄화 원료, 정제 여부 및 균의 종류에 따라 항균활성의 차이가 있으므로 이러한 점도 농약 대용으로 사용 시 고려되어야 할 것이다.

한편, 목초액을 식품보존제로 사용할 경우에는 미국 FDA 인정 분석기관인 RCH Pharmaceutical and Cosmetic Analytical Laboratories에서 정제된 목초액은 식품에 첨가 사용하여도 안전하다는 분석 결과(임업연구원, 2000), 정제 목초액을 인체에 투여한 결과 당뇨 환자의 혈당을 낮춘다는 연구 결과(Choi 등, 2005) 그리고 정제 목초액의 안전성을 평가한 연구 결과(조영호 등, 2009) 등에 근거하여 반드시 정제한 목초액을 사용해야 할 것이다. 특히, 산화응집 반응 및 활성탄을 첨가하여 증류하는 방법으로 목초액을 정제하였을 경우 유기산의 함량은 유지되나 벤조피렌, 페놀 및 잔류 용매 등의 양은 감소되면서 보관기간 중에 분해반응이나 중합반응은 일어나지

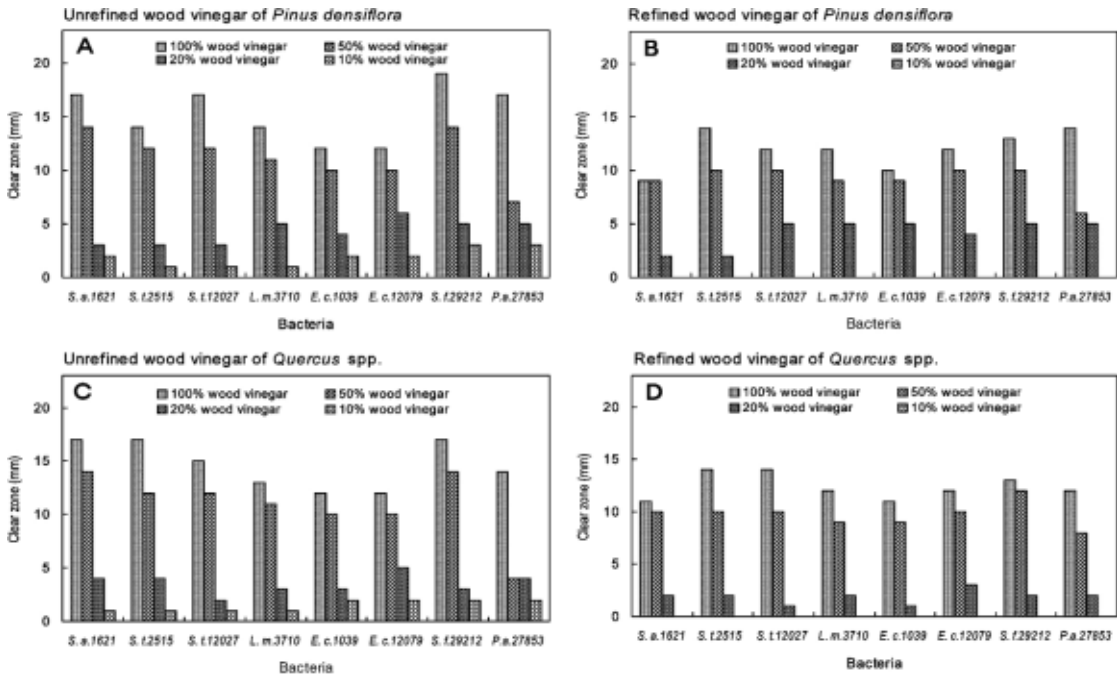


Fig. 2. Antibacterial activities of wood vinegars against various bacteria. The results were represented in triplicate experiments. S. a. 1621 : *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* KCTC 1621, S. t. 2515 : *Samonella typhimurium* KCTC 2515, S. t. 12027 : *Samonella typhimurium* ATCC 12027, L. m. 3710 : *Listeria monocytogenes* KCTC 3710, E. c. 1039 : *Escherichia coli* KCTC 1039, E. c. 12079 : *E. coli* 05157 NCTC 12079, S. f. 29212 : *Streptococcus faecalis* ATCC 29212, P. a. 27853 : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

않는 상태가 되며, 5%의 농도로 쥐의 피부에 도포를 해도 체중이나 장기 무게에 변화가 없어 안전성이 입증된 결과(조영호 등, 2009)를 바탕으로 목초액을 식품보존제로 사용하고자 할 때에는 체계적인 정제 방법을 도입하여 안전성을 높여야 할 것이다. 같은 맥락으로 최근 목초액을 천연물 신약에 응용하기 위한 연구(Yun 등, 2009; 이계원 등, 2008)가 진행되고 있으나 인체에 적용하기 위해서는 반드시 정제과정이 요구되며 이를 위해 정제에 관한 연구가 체계적으로 수행되어야 할 것이다.

#### 4. 결 론

목초액의 농약 또는 식품보존제로서의 이용 가능성을 검토하기 위하여 현재 국내에서 생산되어 널리

유통되고 있는 기계식 목초액을 대상으로 항진균 및 항세균 활성을 검정하였다. 그 결과 항진균활성의 경우 미정제 목초액은 0.5% 이상의 농도에서, 정제 목초액은 1.0% 이상의 농도에서 공시 식물병원균 및 목재부후균의 성장을 완전히 억제하는 것으로 나타나 정제 목초액보다 미정제 목초액이 항균활성이 높은 것으로 나타났다. 그리고 탄화 원료인 수종에 따라 항균활성의 차이가 있어 참나무류 목초액이 소나무 목초액보다 항균활성이 높았으며, 균종별로는 표고해균인 주홍꼬리버섯에 대한 항균효과가 다른 공시 균주에 비해 높은 것으로 나타나 균의 종류에 따라 목초액에 대한 감수성이 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서 목초액을 농약 대용으로 사용할 때는 탄화 원료, 정제 여부 및 균의 종류에 따라 항균활성의 차이가 있으므로 이러한 점을 고려해야 할 것으로 사료되

었다. 한편, 식품부패균 및 식중독균에 대한 항세균 활성을 검정한 결과 소나무 및 참나무류 미정제 목초액의 경우 10% 농도에서 모든 공시 균주에 대해 생육저지환을 형성한 반면 정제 목초액의 경우에는 저지환을 형성하지 않아 항세균활성도 항진균활성과 마찬가지로 미정제액이 정제액보다 높은 것으로 나타났다. 균종에 따른 감수성에도 차이가 있어 그람 양성균에 대한 항세균활성이 그람 음성균에 비해 상대적으로 높았으나 탄화원료에 의한 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이상의 결과 목초액은 식물병원균, 목재부후균, 식품부패균 및 식중독균에 대한 항균활성이 우수하여 유기합성 농약을 대체하거나 식품의 부패를 막기 위한 식품보존제로서 이용이 가능할 것으로 판단되었다. 다만, 이용 시 목초액의 농도, 정제 여부, 탄화 원료, 균의 종류 등을 고려하여 사용해야만 목적에 부합하는 결과를 얻을 것으로 사료되었다.

## 참 고 문 헌

- Choi, Y. I., J. S. Kwon, Y. S. Song, and S. H. Wang. 2005. The effect of oak wood vinegar extract on blood alcohol concentration and hangover syndrome. *J. Appl. Pharmacol* 13: 41~47.
- Gullén, M. D. and M. L. Ibargoitia. 1999. Influence of the moisture content on the composition of the liquid smoke produced in the pyrolysis process of *Fagus sylvatica* L. wood. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4126~4136.
- Ikegami, F., T. Sekine, and Y. Fujii. 1998. Antidermatophyte activity of phenolic compound mokusakueki. *J. Pharmaceut. Soc. Japan* 118(1): 257~266.
- Kang, J.-S., S.-H. Kim, P.-G. Kim, D.-W. Lee, and S. Ryu. 2009. Differences of wood vinegar Ingestion and exercise training on blood lipids, MDA, and SOD activities in rats. *J. Life Sci.* 17: 105~109.
- Kim, J. S., J. C. Kim, J. S. Choi, T. J. Kim, S. M. Kim, and K. Y. Cho. 2001. Isolation and identification of herbicidal substance from wood vinegars. *Kor. J. Weed. Sci.* 21(4): 357~364.
- Maga, J. A. and Z. Chen. 1985. Pyrazine composition of wood smoke as influenced by wood source and smoke generation variables. *Flavour Fragr. J.* 1: 37~42.
- Yun, S.-M., S.-J. Park, A.-N. Lee, S.-I. Ahn, and H.-S. Youn. 2009. Oak wood vinegar suppresses the expression of cyclooxygenase-2 induced by TLR4 agonist. *J. Exp. Biomed. Sci.* 15: 257~260.
- 目黒貞利, 河内進葉, 田中貴司. 1992. 酢酸および木酢液によるシイタケ害菌の防除. *木材學會誌* 38(11): 1057~1062.
- 김영직, 윤용범. 2008. 사료내 생균제, 일라이트, 활성탄 및 목초액의 첨가가 닭 다리육의 품질 및 저장성에 미치는 영향. *한국축산학회지* 28(4): 480~485.
- 김영희, 김삼근, 김근수, 이윤환. 2001. 시판 목초액의 성분조성. *한국농화학회지* 44(4): 262~268.
- 김종수, 박승우, 함유식, 정수근, 이상한, 정신교. 2005. 목초액의 항균활성과 페놀화합물의 함량. *한국식품저장유통학회지* 12(5): 470~475.
- 국립산림과학원. 2004. 국립산림과학원 고시 제2004-4호 목초액의 규격과 품질. 1~10.
- 박정호, 전기일, 정창훈. 2003. 축산농가에서 목초액을 이용한 암모니아 가스의 제거 특성에 관한 연구. *한국환경과학회지* 12(12): 1309~1313.
- 안병준, 조성택, 조태수, 이성숙, 이윤수. 2003. 탄화물이 토양미생물 및 고추 생육에 미치는 영향. *임산에너지* 22(3): 49~56.
- 유승현. 1998. 유기농업에서 무공해 생물자원을 이용한 병충해 종합방제 기술개발-키토산, 식초, 목초액의 토마토 잎곰팡이병, 겹동근무늬병, 오이흰가루병 억제효과와 토마토 뿌리혹선충 억제효과. *한국식물병리학회지* 14(3): 134~139.
- 이계원, 김아람, 조재수. 2008. HPLC에 의한 목초액 중의 유기산, 페놀 및 벤조피렌의 분석법 개발. *약학회지* 52(1): 12~19.
- 이성숙, 최돈하, 이학주, 강하영. 2000. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(II) -느티나무 심재의 항균 및 항산화물질-. *목재공학* 28(2): 32~41.
- 임업연구원. 2000. 목초액 이용기술 개발. 2000년도 임업연구사업보고서(5-II) 195~208.
- 정순재, 오주성, 석운영, 조미용, 서정범. 2007. 키토산과 목초액 처리가 가지 및 잎상추의 생육에 미치는 영향. *한국유기농업학회지* 15(4): 437~452.
- 정일선, 김유정, 김상완, 최영주. 2007. 참나무 목초액의 항균 및 항산화 활성과 일산화질소 합성 저해연구. *생명과학회지* 17(1): 105~109.
- 조영호, 이주연, 이종화, 조재수, 이계원. 2009. 목초액의 안정성 및 모발 성장 촉진 효과. *생명과학회지* 19(10): 1389~1395.