

오향(五香) 성분의 살균 및 살충효과

정용재, 이규식, 한성희*, 강대일, 이명희**

국립문화재연구소 보존과학연구실, 서울시 종로구 세종로 1-57번지

*국립현대미술관 학예연구실, 경기도 과천시 막계동 산 581

**국립해양유물전시관, 전라남도 목포시 용해동 8번지

Antifungal and Insecticidal Activity of Ohyang (Five Medicinal Plants)

Yong Jae Chung, Kyu Shik Lee, Sung Hee Han*,

Dai Ill Kang and Myeong Hui Lee**

Department of Conservation Science, National Research Institute of Cultural Properties, Seoul 110-050, KOREA

*Curatorial Office, National Museum of Contemporary Art, Kwachon, Kyungki 427-080, KOREA

**National Maritime Museum, Mokpo 530-170, KOREA

초록 정향, 유향, 곱향, 청목향, 그리고 칩향의 에탄올 및 휘발성 추출물의 항균력 및 살충력 실험결과, 정향의 에탄올 및 휘발성 추출물은 실험균주 4 종(*Mucor hiemalis*, *Aspergillus niger*, *Penicillium funiculosum*, *Trichoderma viride*)에 대해서 강한 항균력을 나타냈으며, 유향의 휘발성 추출물은 실험균주 *M. hiemalis*, *A. niger*, *P. funiculosum*에서 강한 항균력을 보였다. 공시충 흰개미에 대해서 정향 에탄올 추출물이 접종 후 48 시간 뒤에 100% 살충력을 보였고, 청목향 에탄올 추출물은 72 시간 뒤에 개체를 32% 감소시키는 것을 확인하였다. 휘발성 추출물에 대한 살충력 실험은 흰개미에 대해서 정향 추출물이 48시간 내에 100%의 사충력을 보였다. 넓적나무좀에 대한 살충력은 정향이 접종 후 7일 내에 19%의 사충력을 보였다. 정향의 휘발성 추출물에서 9 개의 휘발성 성분을 확인하였으며, 정향의 휘발성 향기성분 중 가장 큰 농도(92%)를 차지하고 있는 eugenol은 항균활성 물질로써 확인되었다.

ABSTRACT The antibacterial and insecticidal properties of ethanol extracts and volatile components extracted from *Eugenia caryophyllata*, *Boswellia carterii*, *Agastache rugosa*, *Aristolochia contorta*, and *Aquilaria agallocha* were evaluated. The ethanol extract and volatile component of *E. caryophyllata* showed strong antimicrobial effect against all strains (*Mucor hiemalis*, *Aspergillus niger*, *Penicillium funiculosum*, *Trichoderma viride*) and the volatile component of *B. carterii* showed antimicrobial effect against all strains except *T. viride*. The ethanol extract of *E. caryophyllata* and *A. contorta* showed 100% and 32% mortality against *Reticulitermes spertus kyushuensis* Morimoto for 48 hours and 72 hours, respectively. In the case of volatile component, *E. aryophyllata* showed 100% and 20% mortality against *R. spertus* and *Lyctus linearis* GOZE, respectively. The main constitute, eugenol (92%) among nine components from volatile component of *E. aryophyllata* were identified as anti-bacterial active substance.

1. 서론

불상(佛像)은 불교도(佛敎徒)의 정성과 신앙이 내포되어 있는 정신성(精神性)의 구현체(具現體)이다. 불격(佛格)으로 조성된 상(像)도 복장(腹藏)이라는 의식을 거쳐서 비로소 신앙의 대상이 되는데 여기서 복장이란 의미는 불상의 내부속에 불교적인 상징성을 띤 물품을 넣는 행위의 의미이고 다른 하나는 이때 넣는 상징적 물품을 가리키는 의미이다. 이러한 물품에는 천연약재와 향료식물 등이 포함되는데 오곡(五穀), 오약(五藥), 오향(五香) 등이 있다. 이 중 오향은 오보병 안에 넣는 다섯 가지 향을 이루며 동에 청목향(靑木香), 남에 정향(丁香), 서에 괄향(藿香), 북에 침향(沈香), 중앙에 유향(乳香)을 넣는다. 이외에도 복장물품에는 오보병안에 넣는 다섯 가지 꽃인 오시화(五時花), 다섯 가지 길상초를 가리키는 오길상초(五吉祥草) 등 다양한 식물체가 사용되었다.

그러나 보존 측면에서 복장유물에 식물체들의 첨가는 단지 수술적, 밀교적 의미 외에도 다른 한편으론 불상내부의 생물학적 피해(곤충, 곰팡이 등)에 대한 복장유물의 보존환경에도 기여한다고 여겨진다. 일본 정창원에는 1,200 년 전의 한지가 현재까지 잘 남아있는데 유물이 곤충이나 미생물로부터 지켜진 이유가 침향, 정향, 백단향, 감송향, 훈육의 다섯 가지로 만든 약제를 사용하여 방충·방부를 했기 때문이고 지금도 이러한 전통방법으로 고서를 보존하고 있다.¹

우리나라 여름철은 곤충과 미생물의 활동성이 강한 고온 다습한 기후를 보이고, 특히 지정문화재 중 유기질 문화재가 국보의 28.5%, 보물의 44.1%로 매우 높은 비율을 차지하고 있어, 생물적 요인에 의한 문화재의 손상 방지를 위한 보존관리가 매우 중요하다고 할 수 있다.² 이와 같은 생물피해로부터 문화재를 보존하기 위한 방법으로 곤충과 미생물의 발생을 억제하기 위한 환경조절법, 방충방균제에 의한 조절법, 그리고 문화재의 재질뿐만 아니라 보존환경 내의 곤충과 미생물까지 살멸하는 훈증법이 보고되고 있다.³⁻⁶

천연물을 이용한 문화재 보존분야에는 고대로부터 방충향으로 이용된 약용식물에 대한 방충

효과 실험결과 정향 및 계피의 방충효력에 대한 보고가 있으며, 정향 추출물에 의한 견직물의 염색성 및 항균·소취성 실험결과 *S. aureus*에 대해서 82% 이상의 항균력이 있다는 보고 등 기초적인 실험이 행해졌으나 천연물을 이용한 층·균 피해에 의한 유기질 문화재의 보존을 위한 살충·살균물질에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.^{7,8}

이에 천연물질로부터 문화재 보존용 살충·살균물질을 탐색하기 위해서 방충·방부제로 고대로부터 우리나라에서 사용되어진 천연약재 중 복장유물에 첨가된 오향, 즉 정향, 유향, 괄향, 청목향, 침향에 대한 에탄올 추출물과 향기성분인 휘발성 물질을 추출하여 그에 대한 항균력 및 살충력을 확인하였고 그 성분을 분리하여 규명하였기에 이를 보고한다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 추출시료

생약재 다섯 중, 정향(*Eugenia caryophyllata* THUNBERG), 유향(*Boswellia carterii* BIRDWOOD), 괄향(*Agastache rugosa*(FISCHER et MEYER) O. KUNTEZ), 청목향(*Aristolochia contorta* BUNGE) 그리고 매향목인 침향(*Aquilaria agallocha* Roxb.)을 구입하여 10% 내외로 건조시킨 후 제반실험에 사용하였다.

2.2. 실험균주 및 곤충

항균력 확인을 위한 실험균주는 지류 및 섬유류에 발생하여 유기질 문화재의 손상에 관여하는 미생물 총 네 균주를 한국미생물보존센터(KCCM)로부터 분양 받아 사용하였다(Table 1).⁹

Table 1. List of strains used for antimicrobial activity test

Microorganism tested	Incubation temp. (°C)
<i>Mucor hiemalis</i> (KCCM 11826)	28
<i>Trichoderma viride</i> (KCCM 11246)	
<i>Aspergillus niger</i> (KCCM 11239)	
<i>Penicillium funiculosum</i> (KCCM 12040)	

Table 2. List of insects used for insecticidal experiment

Insect tested	Incubation condition	
	Temp. (°C)	R.H. (%)
<i>Lyctus linearis</i> GOEZE	29	
<i>Reticulitermes speratus kyushuensis</i> Morimoto	26	60
<i>Sitophilus oryzae</i> L.	29	

살충력 확인을 위한 공시충은 국립문화재연구소에서 사육해 온 목재가해 곤충인 넓적나무좀 (*Lyctus linearis* GOEZE)과 흰개미(*Reticulitermes speratus kyushuensis* Morimoto) 그리고 농약의 살충력 확인에 이용되는 쌀바구미(*Sitophilus oryzae* L.) 등을 사용하였다(Table 2).

2.3. 시료의 추출 및 농축

2.3.1. 에탄올 추출물

각각의 생약재를 4 g씩 정확히 달아 50 ml 삼각플라스크에 옮기고 20 ml 에탄올로 상온에서 한 시간씩 초음파 추출을 행하였다. 추출액은 여과지로 여과하여 모으고 잔사에 다시 20 ml 에탄올을 가하여 한 시간 동안 반복 초음파 추출한 후 여과하였다. 수집된 추출액은 감압농축기로 일정용량 4 ml까지 증발, 농축시켜 이것을 1 차 항균력 및 살충력 실험에 사용하였다.

2.3.2. 휘발성 추출물

침향을 제외한 각각의 생약재 100 g을 증류법으로 SDE(Simultaneous steam distillation and solvent extraction) 장치에서 재증류한 메틸렌클로라이드 125 ml를 사용하여 3 시간동안 환류 추출하였다.¹⁰ 이 추출액은 무수 Na_2SO_4 를 첨가하여 수분을 제거하고 질소가스 기류하에서 각각 2 ml까지 농축하여 항균력 및 살충력 실험에 사용하였고 GC/MS의 분석시료로 사용하였다.

2.4. 항균활성 측정

항균활성은 멸균된 각각의 생육배지를 페트리 디쉬(Φ80 mm)에 15 ml씩 분주하여 응고시키

고, 중층용 배지를 각각 5 ml씩 시험관에 분주하여 멸균한 후, 50 °C 수욕상에서 보관하였다. 그리고 전배양한 각종 시험균액을 무균적으로 첨가하여 잘 혼합한 다음 기층용 배지 위에 분주하여 이중의 평판배지를 만들었다. 에탄올 추출물에 대한 항균활성은 paper disc susceptibility 측정 방법을 사용하여 멸균된 페이퍼 디스크(Toyo, 8 mm)에 50 μl씩 흡수시킨 후, 시험용 평판배지 표면에 올려놓고 28 °C에서 3 일간 배양하였다.¹¹ 그리고 휘발성 추출물에 대한 항균활성은 각각의 추출물을 멸균된 페이퍼 디스크에 50 μl씩 흡수시킨 후 시험용 평판배지에 직접 닿지 않게 페트리디쉬 뚜껑에 올려놓은 다음 밀봉테이프로 밀봉시킨 후 28 °C에서 3일간 배양하였다. 항균활성은 디스크 주변의 생육 저해환(mm)을 측정하여 확인하였다. 이때 모든 시험은 용매자체의 항균력을 배제하기 위해서 처리농도와 동일하게 첨가된 대조군을 설정하였다.

2.5. 살충활성 측정

흰개미 등 3 종의 곤충에 대한 살충활성은 Ahn(1992), Ahn과 Cho 등(1992)의 방법에 따라 처리하였으며, 모든 측정값은 3회 반복 실험하여 그 평균값을 구하였다.^{12,13}

2.5.1. 에탄올 추출물의 접촉독성

흰개미는 동일 군체에서 병정개미 10 마리, 일개미 100 마리를 채집하여 석고로 습도가 조절된 사육상자에 넣고 1 g의 여과지(Whatman No. 1)에 각 추출물 1 ml씩을 침적하여 hood 내에서 통풍 건조시킨 다음 먹이로 제공하였다. 그리고 온도 26 °C, 상대습도 60% 항온기에서 사육하면서 24 시간마다 사충수를 3 일간 조사하였다.

2.5.2. 휘발성 추출물의 혼중독성

흰개미에 대한 살충력을 보기 위해 페이퍼 디스크에 각 휘발성 추출물 400 μl를 흡수시킨 후 충분히 추출용매를 휘발시켜 거름종이(5×5 cm, 1.0 g) 위에 올려놓고 동일 집단에서 병정개미 10 마리 일개미 100 마리를 채집하여 석고로 습도가 조절된 상자에 넣고 밀폐시킨 뒤 26 °C, 상대습도 60% 항온기에서 사육하면서 14 일간 사충

수를 조사하였다.

넓적나무즙은 성충 20 마리를 톱밥 4g으로 채워진 페트리디쉬에 넣고 페이퍼 디스크에 추출물 0.2 ml을 흡수시킨 후, 위의 실험과 동일하게 처리한 다음 온도 29°C, 상대습도 60% 항온기에서 사육하면서 14 일간 사충수를 조사하였다.

쌀바구미는 성충 20 마리를 현미 10g으로 채워진 페트리디쉬에 넣고 위의 실험과 동일하게 추출물을 처리한 후, 온도 29°C, 상대습도 60% 항온기에서 14 일간 사육후 사충수를 조사하였다. 이때 첨가되는 용매 자체의 살충활성을 배제하기 위하여 모든 실험은 처리농도와 동일하게 첨가한 대조군을 설정하였다.

2.6. GC와 GC/MS에 의한 성분분석

휘발성 추출물에 대한 성분분석은 gas chromatography와 gas chromatography/mass spectrometry를 이용하였다. 기기는 autospec (Micromass, UK)을 이용하였으며, column(DB-5)은 fused silica capillary column(30 m×0.25 nm)을 사용하였다. Column 온도는 60~280°C까지 15°C/min로 프로그램하였다. 물질에 대한 탐색은 서울대학교 천연물과학연구소의 전통 동양 약물 데이터베이스인 TradiMed(1999)를 이용하였다.¹⁴

3. 실험결과

3.1. 항균력 실험

제반실험에 사용된 정향, 팍향, 유향, 청목향, 침향의 약재(2 g)에서 발산되는 향기성분의 혼중

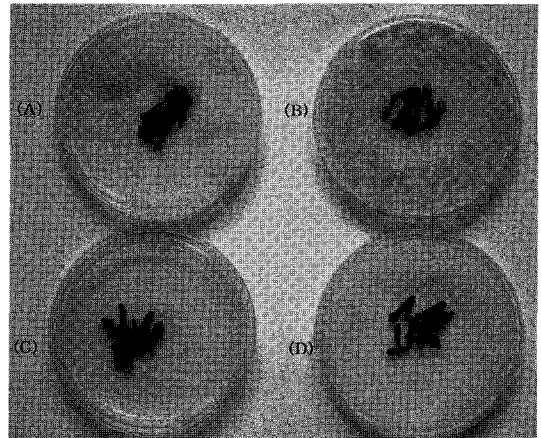


Fig. 1. Inhibitory effect of volatile component from *Eugenia caryophyllata* on the growth of microorganisms. (A) *M. hiemalis* (B) *A. niger* (C) *P. funiculosum* (D) *T. viride*

처리에 따른 항균력을 확인한 결과, *M. hiemalis*, *A. niger*, *P. funiculosum*, *T. viride*가 접종된 시험용 평판배지에서 팍향, 유향, 청목향 그리고 침향은 전체적으로 자체 향성분에 의한 항균력을 보이지 않았다. 정향과(Myrtaceae)에 속하는 상록교목인 정향나무의 개화되지 않은 꽃봉오리를 건조시킨 정향은 각각 28 mm, 34 mm, 80 mm, 42 mm의 생육 저해환을 형성하여, 정향의 향성분은 진균류 4 종에 대한 강한 항균력을 보였다(Fig. 1).

에탄올 추출물에 대한 항균력 실험결과 정향 추출물은 모든 실험균주에 대한 생육 저해환을 형성하였고, 청목향은 *M. hiemalis*, *A. niger*, *T. viride*에 대해서 각각 11 mm, 28 mm, 10 mm의

Table 3. Comparison of the inhibition zone(mm) caused by ethanol extracts from medicinal plants tested

Medicinal plant	Inhibition zone (mm)			
	<i>M. hiemalis</i>	<i>A. niger</i>	<i>P. funiculosum</i>	<i>T. viride</i>
<i>Eugenia caryophyllata</i>	34	44	42	40
<i>Boswellia carterii</i>	- ^a	-	-	-
<i>Agastache rugosa</i>	16	-	-	-
<i>Aristolochia contorta</i>	11	28	-	10
<i>Aquilaria agallocha</i>	-	-	-	-

^a: No inhibition(<9 mm diameter)

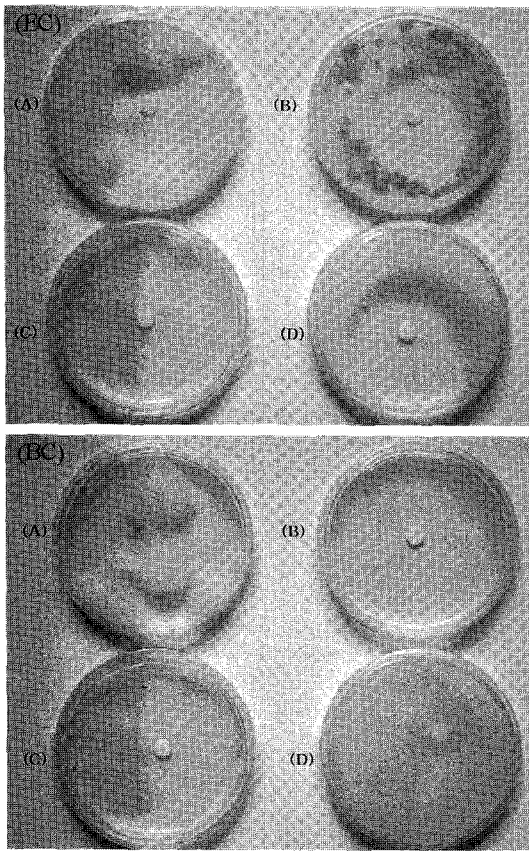


Fig. 2. Inhibitory effect of volatile components extracted from *Eugenia caryophyllata* (EC) and *Boswellia carterii* (BC) on the growth of microorganisms. (A) *M. hiemalis* (B) *A. niger* (C) *P. funiculosum* (D) *T. viride*

생육 저해환을 형성하여 정향과 청목향 에탄올 추출물의 항균력을 확인할 수 있었다. 광향 추출물은 *M. hiemalis*에 대해서 16 mm의 생육 저해환을 형성하였으나, 유향, 침향 추출물에서는 항균력을 확인할 수 없었다(Table 3).

SDE 장치를 이용해 각 천연약재로부터 추출된 휘발성 추출물을 멸균된 페이퍼 디스크에 흡수시킨 후 혼증에 의한 항균력을 측정하였다. 실험균주 *M. hiemalis*, *A. niger*, *P. funiculosum*, *T. viride*가 접종된 평판배지에서 정향은 각각 16 mm, 20 mm, 48 mm, 22 mm의 생육 저해환을 형성하였고, 유향은 *T. viride*를 제외한 *M. hiemalis*, *A. niger*, *P. funiculosum*이 접종된 평

판배지의 전체 표면에서 강한 항균력을 보였다(Fig. 2). 광향은 모든 균주에서 대조군과 비교하여 성장이 다소 억제되었으나 전반적으로 미약한 항균력을 보였으며, 청목향은 항균력이 나타나지 않았다.

이번 실험에서 침향 휘발성 추출물에 대한 항균력은 측정하지 않았다. 침향(*Aquilaria agallocha* Roxb.)은 서향과(瑞香科, Thymelaeaceae) 식물 중 수지를 함유한 목재로 베트남, 인도, 인도네시아, 말레이시아가 주요 산지이다. 그러나 침향이 형성되기까지 수십년이 필요하며, 수지 함량이 높은 침향은 수백년까지 소요된다. 이러한 진침향의 약효와 그 향기를 대체하기 위해서 우리나라에서는 고려시대부터 강과 바다가 만나는 개펄에 참나무 또는 향나무를 오랜 시간 동안 묻어, 이를 불교의식에서 사용되는 향 중에서 으뜸으로 치는 침향(매향)이라고 불려왔다. 제반실험에 사용된 침향은 경동 시장에서 구입한 중국산 매향목으로 이에 대한 정확한 자료가 검증되지 않아 휘발성 추출물에 대한 실험은 수행하지 않았다.

이상의 항균력 실험 결과, 향신료 중 정향은 약 23 종의 세균에 대한 광범위한 항균력을 나타낸다는 보고와 같이 본 실험에서도 정향은 에탄올 추출물에서 강한 항균력을 보였고 자체 향 성분 및 향성분만을 추출한 휘발성 추출물에 대해서도 강한 항균력을 나타내어 직접 균주에 처리하지 않더라도 향기에 의해서 진균류의 성장을 억제시킬 수 있음을 확인하였다.^{15,16} 한편 원산지가 중동지방과 북아프리카이며 수지를 증류해서 추출한 유향은 항균효과가 강해서 의료적으로 많이 사용되며, 특히 피부병 치료에 많이 쓰여져 왔다. 이에 대한 항균력 실험결과 약제 자체의 향기 및 에탄올 추출물에 대해서 거의 항균력을 나타내지 않았으나, 휘발성 추출물에 대해서 강한 항균력을 나타내어 향성분에 의한 진균류의 성장 억제를 확인할 수 있었다.

3.2. 살충력 실험

3.2.1. 에탄올 추출물의 접촉독성

각 생약재의 접촉독성에 의한 살충력을 확인하기 위해서 에탄올 추출물에 대한 흰개미의 사

Table 4. Contact toxicity of ethanol extracts of medicinal plants to *Reticulitermes speratus kyushuensis* Morimoto

Medicinal plant	Mortality(%)		
	24*	48	72
<i>Eugenia caryophyllata</i>	0	100	-
<i>Boswellia carterii</i>	0	0	0
<i>Agastache rugosa</i>	0	0	0
<i>Aristolochia contorta</i>	0	0	32.1
<i>Aquilaria agallocha</i>	0	0	0

*: Treatment time(hour)

Table 5. Insecticidal activities of volatile components extracted from medicinal plants tested against several insects for 14 days

Medicinal plant	Mortality(%) of insects tested		
	LY ^a	RE ^b	SI ^c
<i>Eugenia caryophyllata</i>	19.2	100	0
<i>Boswellia carterii</i>	0	0	0
<i>Agastache rugosa</i>	0	81.3	0
<i>Aristolochia contorta</i>	0	0	0

^a: *Lyctus linearis* GOEZE

^b: *Reticulitermes speratus kyushuensis* Morimoto

^c: *Sitophilus oryzae* L.

충력을 확인한 결과 Table 4에서와 같이 정향 에탄올 추출물은 접종 후 48 시간 뒤에 100% 사충됨을 확인하였고, 청목향 에탄올 추출물은 72 시간 뒤에 개체가 32% 감소되는 것을 확인하였다. 광향, 유향, 그리고 침향 에탄올 추출물에 대한 뚜렷한 흰개미의 살충력은 나타나지 않았다.

3.2.2. 휘발성 추출물의 혼중독성

각 생약재 휘발성 추출물의 혼중독성에 의한 공시충 3 종, 넓적나무좀, 흰개미 그리고 쌀바구미에 대한 살충활성을 확인하였다(Table 5). 흰개미에 대한 살충력은 유향, 광향, 청목향 휘발성추출물은 7 일 동안 대조군에 비해 개체수의 감소가 나타나지 않아 살충력이 없는 것을 확인하였으나, 광향은 14일 뒤에 81.3%의 개체수가 감소되어 광향 휘발성 물질이 먹이로부터 흰개미의 접근을 억제하여 기아사 시킨 것으로 생각되어진다. 이는 사육 후 거름종이의 섭식 흔적

을 조사한 결과 식흔이 관찰되지 않았고 운향과의 *Phellodendron amurense* 심재에서 발견된 obacunone이 흰개미에 대해 강한 섭식 기피력을 발휘해 해충을 기아사 시켰다는 보고를 통해서 광향의 방충력을 검증할 수 있었다.¹⁷ 한편 강한 항균력을 나타냈던 유향은 혼중독성에 의한 살충력이 나타나지 않았다.

넓적나무좀에 대한 살충력은 정향 휘발성추출물이 접종 후 7 일 내에 19%의 사충력을 나타내었으나, 유향, 광향, 청목향 휘발성추출물은 살충력을 나타내지 않았다. 내성이 강한 공시충인 쌀바구미에 대한 혼중독성에 의한 살충력은 모든 추출물에서 나타나지 않았다.

이와 같이 각 약재의 휘발성추출물에 대한 혼중독성에 의한 살충력을 확인한 결과 정향 휘발성 추출물은 흰개미와 넓적나무좀에 대해 살충력을 나타내었으나, 쌀바구미에 대해선 살충력을 보이지 않았다. 또한 광향 휘발성 추출물의

Table 6. Volatile components detected in medicinal plants by GC and GC/MS

R.T*	Compound	Medicinal plants			
		EC	BC	AR	AC
5:23	3-Carene	-	+	-	-
8:10	1,8-Cineole	-	+	-	-
8:47	trans- β -Ocimene	-	+	-	-
9:39	n-Octanol	-	+	-	-
10:33	l-Linalool	-	+	-	-
11:55	Camphor	-	-	+	+
12:44	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol,1,7,7-trimethyl-,(1S-endo)-	-	-	-	+
13:43	Benzoic acid, 2-hydroxy-, methyl ester	+	-	-	-
13:55	2-(1,1-dimethyl-2-pentenyl)-1,1-dimethyl-Cyclopropane	-	+	-	-
14:36	n-Octyl acetate	-	+	-	-
16:12	chavicol	+	-	-	-
16:56	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol,1,7,7-trimethyl-,acetate,	-	+	-	-
19:23	Eugenol	+	-	+	+
20:07	β -patchoulene	-	-	-	+
21:22	trans-Caryophyllene	+	-	-	+
22:04	Seychellene	-	-	-	+
22:30	1H-3a,7-Methanoazulene, 2, 3, 6, 7, 8, 8a-hexahydro-	-	-	-	+
22:42	α -Humulene	+	-	-	-
22:48	Patchoulene	-	-	-	+
23:54	β -Selinene	-	-	-	+
24:08	δ -GUAIONE	-	-	-	+
25:36	4,4-dimethyl-3-ethylidene-2-(2'-methyl-1'-propenyl)	-	-	-	+
26:13	Ledene	-	-	-	+
26:29	hexyl octanoate	-	+	-	-
26:42	Caryophyllene oxide	+	-	-	+
27:38	β -Eudesmol	+	-	-	-
27:57	(+)- β -Selinene	-	-	-	+
28:10	Caryophylla-4(12),8(13)-dien-5 β -ol	+	-	-	-
28:53	Patchouli alcohol	-	-	-	+
30:08	2H-Cyclopropa[a]naphtalen-2-one,1,1a,4,5,6,7,7a,7b-	-	-	-	+
31:41	Benzylbenzoate	+	-	-	-
35:11	(+)- β -frullanolide	-	-	+	-
36:01	Manool	-	+	-	-
36:20	Isoalantrolactone	-	-	+	-
36:49	1,5,9-Cyclotradecatriene,1,5,9-trimethyl-12-	-	+	-	-

Table 6. Continued.

R.T*	Compound	Medicinal plants			
		EC	BC	AR	AC
37:47	Cembrene-C	-	+	-	-
38:00	Verticicol	-	+	-	-

EC: *Eugenia caryophyllata*, BC: *Boswellia carterii*, AR: *Agastache rugosa*, AC: *Aristolochia contorta*

+ : present

- : not present

* : retention time

흰개미에 대한 섭식기피 기능을 확인하였고, 한편 항균력이 강하게 확인된 유향 휘발성추출물은 실험곤충 3종 모두에서 혼중독성에 의한 살충력이 없음을 확인하였다.

살충작용은 다양한 기작에 의해 발생한다. 제충국의 꽃에 함유된 살충성분인 pyrethrin은 DDT와 마찬가지로 곤충신경계의 축색막에서의 K^+ , Na^+ 이온의 막투과성에 영향을 주어 정상적 신경자극의 전달을 방해하여 치사시키는 살충메카니즘을 일으킨다고 보고되어져 있고, 곤충행동제어물질 중 섭식저해작용을 가지는 식물로서, 갈매나무(*Rhamnus davurica*), 여뀌(*Perisicaria hydropiper*), 개나리(*Forsythia koreana*), 토끼풀(*Trifolium repens*), 때죽나무(*Styrax japonica*), 은행나무(*Ginkgo biloba*), 머루(*Vitis amurensis*)의 추출액이 유충에 대해 높은 치사율을 보였는데, 이는 추출액의 직접적 살충작용 때문이 아니라 1, 2령기에서 섭식하지 못한 결과라고 보고한 바 있다.¹⁸ 이러한 살충성분 이외에 곤충의 다양한 행동 중 섭식, 생식, 공격, 방어, 집합 등 종족유지에 관계하는 기본물질, 곤충의 행동을 제어하는 행동제어물질(페로몬, 섭식저해물질 등) 그리고 곤충의 성장, 변태 등 곤충 특유의 생리현상에 작용해서 그 기능을 차단하는 곤충생장조절제(유충호르몬, 항유충호르몬)가 제 3세대 해충방제제 혹은 제 4세대 해충방제제로서 새로운 살충제의 개발연구가 최근에 수행되어져오고 있으나 천연물질로부터 추출된 휘발성 향성분에 의한 살충작용에 대한 연구는 수행되어져 있지 않아 살충기작에 대한 보다 많은 연구가 필요하다.^{19,20}

3.3. 추출물의 성분분석

각 생약재의 휘발성 추출물의 성분분석 결과 (Table 6), 정향 휘발성 추출물은 phenylpropanoid류인 chavicol 등 9 개의 휘발성 성분이 있는 것으로 나타났다. 물질 탐색결과 정향 휘발성 향기성분 중 가장 큰 농도(92%)를 차지하고 있는 eugenol은 항균활성 물질로써 확인되었고, 정향유(clove oil)와 그의 대표적 성분인 eugenol에 대한 여러 미생물에 대한 항균효과 실험결과 여러 향신료의 정유성분들이 제균효과(fungistatic effect)와 정균효과(bacteriostatic effect)가 있다는 보고를 통해서 앞의 실험에서 실험균주 4 종에 강한 항균력을 나타낸 향기성분이 eugenol임을 추정할 수 있었다.²¹

유향 휘발성 추출물은 monoterpenoid류인 3-carene 등 13 개의 휘발성 성분이 있는 것으로 나타났다. 분석된 성분 중 살충·살균에 대한 활성물질은 측정되지 않았으나 유향은 미생물에 대해서 정균력을 보이는 monoterpenoid 계열인 terpinen-4-ol 성분을 가지고 있다는 보고에 따라 유향의 휘발성추출물의 실험균주에 대한 강한 항균력은 이에 기인한 것이라 추정할 수 있었다.¹⁴ 곱향 휘발성 추출물에 대한 성분분석 결과는 monoterpenoid류인 camphor 등 4 개의 휘발성 성분이 있는 것으로 나타났다. 분석된 성분에 대한 활성물질 탐색 결과 정향과 같이 eugenol이 탐색되었으나 그 농도는 매우 낮았다. 이는 앞의 항균력 실험에서 전체적으로 실험 균주의 성장을 억제시켰으나 강한 항균력을 나타내지 않은 원인으로 보인다. 청목향 휘발성 추출물에 대한 성분분석 결과 monoterpenoid류

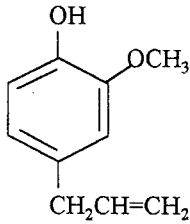


Fig. 3. Structure of eugenol.

인 camphor 등 16 개의 휘발성 성분을 분석할 수 있었다. 분석된 성분에 대한 활성물질 탐색 결과 eugenol을 확인하였으나, 앞의 항균력 실험에서 항균력이 나타나지 않은 것은 그 농도가 매우 낮기 때문인 것으로 보인다. 침향은 휘발성 성분을 추출하지 않아 GC/Mass를 통한 향성분 분석결과를 얻지 못했다.

이상의 각 생약재로부터 추출한 휘발성 추출물의 성분분석 결과, 추출된 향기성분 중 방향족환에 탄소 3 개로 된 사슬이 달린 페닐성 물질인 eugenol은 앞의 항균력 실험에서 실험균주 4종에 강한 항균력을 나타낸 주 향기성분임을 확인할 수 있었다(Fig. 3).

4. 결론

복장유물에 첨가된 오향 즉, 정향, 곱향, 청목향, 유향, 침향의 에탄올 및 휘발성 추출물에 대한 항균력 및 살충력을 검증하였다. 항균력은 *M. hiemalis*를 비롯하여 4 종, 살충력 검증은 넓적나무좀을 비롯하여 3 종에 대하여 실시하였다.

정향은 실험균주 4종, *M. hiemalis*, *T. viride*, *A. niger*, *P. funiculosum*에서 에탄올 및 휘발성 추출물 모두 강한 항균력을 나타냈으며, 휘발성 추출물에서 유향은 *T. viride*를 제외한 실험균주 3종에서 강한 항균력을 보였고 곱향은 실험균주 4 종에 대해서 미약한 성장억제를 보였다. 휘발성 추출물에 대한 살충력은 흰개미와 넓적나무좀에 대해서 정향 추출물이 혼중독성에 의한 살충효과를 보였으며, 곱향 추출물의 섭식기피력 즉 방충력을 확인하였다. 침향을 제외한 생약재 4 종에 대한 향성분을 분석한 결과, 정향에서 항균 및 살충활성 물질인 eugenol 등의 활성 물질

을 탐색할 수 있었으며, 표준물질 eugenol에 대한 활성측정결과 동일한 효과를 얻을 수 있었다(자료 실리지 않음). 이상의 결과로 복장유물에 첨가된 오향 중 정향의 향기성분이 불상내부의 생물학적(곤충과 미생물) 피해에 대한 생물적 방제제로 작용하는 것을 확인하였다. 또한 강한 항균력 및 살충력은 확인되지 않았지만 유향, 곱향, 청목향의 향성분에도 eugenol을 비롯한 다양한 활성 물질이 포함되어 있어, 이들 또한 종합적으로 복장유물의 보존환경에 기여하는 것을 확인할 수 있었다. 이상의 연구는 전통적으로 복장유물에 첨가되었던 식물체 중 오향의 향성분에 대한 화학적, 생리적 특성을 연구함으로써 조상들의 슬기를 과학적으로 재조명하여 보았고, 이러한 천연약재를 이용하여 향후 유기질 문화재의 생물피해를 방지하기 위한 보다 효율적이고 고차원적인 새로운 생물적 방제제의 개발에 이용되어질 것으로 기대된다.

5. 참고문헌

1. K. Kobayasi, 종이의 현재와 과거, 신조사, 동경, 일본, 1986.
2. 한성희, 이규식, 정용재. 1997. 국가지정 지류문화재(죽권)의 보존상태 조사보고. *보존과학연구* 18, 국립문화재연구소: 3-25.
3. Hueck, H. J. 1972. Textile pest and their control. *Textile Conservation*: 76-97.
4. Valentin, N., M. Lidstorm, and F. Preusser. 1990. Microbial control by low oxygen and low relative humidity environment. *Studies in Conservation* 35(4): 222-230.
5. Dersarkissan, M., and M. Goodberry. 1980. Experimentals with non-toxic antifungal agents. *Studies in Conservation* 25(1): 28-36.
6. Lee, H. B. 1992. Biodeterioration of cultural property and fumigation. *Conservation Studies* 13: 83-95.
7. 한미경. 1998. 약용식물에 의한 섬유류 고문화재 보존의 역사적 고찰과 그 방충유효성에 관한 연구. Ph.D degree of Dissertation. 소화여자대학 대학원
8. 이현숙. 1998. 정향 추출물에 의한 견직물의 염색성 및 항균·소취성. master degree of Dissertation.

성균관대학교대학원.

9. Lee, K. E., M. Yamazaki, H. Arai, K. Yamano, and T. Kenjo. 1993. On propylene oxide as a fumigant. *Science of conservation* 32: 1-8.
10. Lee, J. G., Y. J. Kwon, H. J. Chang, J. J. Kwag, O. C. Kim, and Y. H. Choi. 1997. Volatile components of green tea(*Camellia sinensis* L. var. Yabukita) by purge and trap headspace sampler. *Korean J. Food & Nutr.* 10(1): 25-30.
11. Davidson, P. M., and M. E. Parish. 1989. Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol.* 148-155.
12. Ahn, Y. J., T. Okubo, and M. Kim. 1992. Repellent activity of essential oils and plant extracts against rodent. *Korean Soc. Entomol*, Seoul Nat'l University, Suwon, November 7th. Abstract: 19.
13. Ahn, Y. J., and K. Y. Cho. 1992. Establishment of bioassay system for developing new insecticides I. Effect of organic solvents on the toxicity against insects, phytotoxicity and solubility of compounds. *Korean J. Appl. Entomol.* 31(2): 182-189.
14. 서울대학교 천연물과학연구소. 1999. 전통동양약물 데이터베이스. 동방미디어(주).
15. Zaika, L. L. 1988. Spices and Herbs: Their antimicrobial activity and its determination. *J. Food. Safety.* 9: 97.
16. Deans, S. G. and G. Ritchie. 1997. Antimicrobial properties of plant essential oils. *Int. J. Food Microbiol.* 5: 165-180.
17. Kawaguchi, H., M. Kim, M. Ishida, Y. J. Ahn, T. Yamamoto, R. Yamaoka, M. Kozuka, K. Goto, and S. Takahashi. 1989. Several antifeedants from *Phellodendron amurense* against *Reticulitermes speratus*. *Agric. Biol. Chem.* 53: 2635-2640.
18. Narahashi, T., K. Nishimura, J. L. Parmentier, K. Takeno. and M. Elliott. 1976. Neurophysiological study of the structure-activity relation of pyrethroids. pp. 85-97. In Synthetic pyrethroids, ed. by M. Elliot. ACS Symposium Series 42, Washington.
19. 최광식, 부경생. 1989. 몇가지 식물의 잎추출물이 담배나방(*Heliothis assulta*) 유충의 발육과 성충의 산란에 미치는 영향. *한국응용곤충학회지* 28: 113-119.
20. Williams, C. W. 1967. Third-generation pesticides. *Sci. Am.* 217: 13-17.
21. Bowers, W. S., H. M. Fales, M. J. Thompson, and E. C. Uebel. 1966. Juvenile hormones: Identification of an active compound from Balsam Fir. *Science* 154: 1020-1021.
22. Okazaki, K., and S. Oshima. 1953. Antibacterial activity of higher plant XXV. Antimicrobial effect of essential oils VI. *약리잡지.* 73: 690.