

피부사상균에 대한 편백정유의 Mono- 및 Sesquiterpene 항진균 활성 비교*¹

곽기섭*² · 박미진*² · 정의배*³ · 장제원*⁴ · 최인규*^{2†}

Comparison of Antifungal Activities of Monoterpenes and Sesquiterpenes in Essential Oil from *Chamaecyparis obtusa* against Dermatophytes*¹

Ki-Seob Gwak*² · Mi-Jin Park*² · Eui-Bae Jeung*³ · Je-Won Chang *⁴ · In-Gyu Choi*^{2†}

요 약

본 연구는 피부사상균에 항진균 활성을 보이는 편백정유에 대하여 이를 구성하고 있는 mono- 및 sesquiterpene 성분들 중 어떠한 성분들에 의해 항진균 활성이 나타나는지 탐색하고 성분들 간의 synergy 효과가 존재하는지 알아보고자 피부사상균인 *Trichophyton mentagrophytes* (KCTC6077), *Microsporum canis* (KCTC6591), *Microsporum gypseum*에 대하여 디스크확산법, 한천희석법을 이용하여 항진균 활성을 평가, 비교하였다.

Column chromatography를 이용하여 편백정유를 7개(A, B, C, D, E, F, G)로 분획하고, 각각의 분획들에 대하여 한천희석법을 이용하여 *T. mentagrophytes*에 대한 항진균 활성을 실험한 결과, 분획 D, E, F, G의 항진균 활성이 높았다. GC/MS 분석을 실시하여 높은 항진균 활성을 나타내는 분획의 주성분을 확인하고 그 중 monoterpene인 borneol, linalool, α -terpineol과, sesquiterpene인 α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol을 선택하였다. 단일 terpene의 항진균 활성 비교 시 monoterpene보다 sesquiterpene이 더 높은 활성을 보였다. 높은 활성을 보이는 sesquiterpene의 단일 및 혼합 성분들과 편백정유의 분획 중 항진균 활성이 높고 sesquiterpene의 함유량이 높은 분획 F의 비교 시, sesquiterpene의 조합 성분들이 높은 항진균 활성을 나타냈다. 이는 sesquiterpene 성분들의 혼합에 의하여 항진균 활성의 synergy 효과가 발현됨을 의미하였다.

*¹ 접수 2006년 2월 24일, 채택 2006년 3월 28일

*² 서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부, Dept. of Forest Sciences, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

*³ 충북대학교 수의과대학 수의학과, College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

*⁴ 엔바이타(주), Enbita Co. LTD, Namsong Bldg. 260-199 Itaewon Yongsan, Seoul 140-856, Korea

† 주저자(corresponding author) : 최인규(e-mail: cingyu@snu.ac.kr)

ABSTRACT

This study was to compare the antifungal activity of monoterpenes with that of sesquiterpenes, which were major constituents of antifungal active essential oil of *Chamaecyparis obtusa*, to investigate which constituents had more effective against dermatophytes, and to evaluate the synergistic effect of combination of the antifungal active constituents.

The antifungal activities of seven fractions (A, B, C, D, E, F, and G) from *C. obtusa* essential oil by column chromatography were tested against *Trichophyton mentagrophytes*. Fraction D, E, F, and G were more active than fraction A, B, and C, and their major compounds were mono- and sesquiterpenes analyzed by GC/MS. Borneol, linalool, and α -terpineol were selected as monoterpenes, and α -cedrol, nerolidol, and β -eudesmol as sesquiterpenes, respectively. The antifungal activities of the constituents were respectively examined against *Trichophyton mentagrophytes* (KCTC6077), *Microsporium canis* (KCTC6591), and *Microsporium gypseum*. The constituents of sesquiterpenes were more active than those of monoterpenes. By comparing single and combined sesquiterpenes with fraction F containing the higher ratio of sesquiterpenes, combined sesquiterpenes were the most active. This result indicated that there was the synergistic antifungal effect against dermatophytes when sesquiterpenes were combined together.

Keywords: antifungal activity, *Chamaecyparis obtusa*, essential oil, *Microsporium canis*, *Microsporium gypseum*, monoterpene, sesquiterpene, synergistic effect, *Trichophyton mentagrophytes*

1. 서 론

측백나무과(*Cupressaceae*)에 속하는 편백은 원래 일본이 원산지로서 우리나라에는 20세기 초에 들어와 주로 중부 이남에서 자생하고 있다. 이러한 편백의 정유성분 특성이나 성분조성에 관해서는 일본산 및 대만산 편백을 중심으로 비교적 상세히 연구되어 주요 구성성분은 monoterpene류와 sesquiterpene류로 알려져 있으며, 이는 국내산 편백 잎으로부터 추출한 정유의 주요 구성성분과 비슷하다고 밝혀져 있다(홍 등, 2001).

수목 정유가 갖고 있는 다양한 생리활성 중 항진균 활성에 관하여 대표적인 침엽수인 소나무, 잣나무, 편백, 화백의 잎 정유를 비교 실험한 결과에서 편백정유가 목재부후균인 *Gliocladium virens*, *Tyromyces palustris*, *Trametes versicolor* 및 수목병원균인 *Phomopsis albobestita*, *Endothia nitschkei*, *Melanconis juglandis*에 대해 가장 우수한 항진균 활성을

나타낸다고 밝혀졌다(이 등, 2002). 또한 편백정유는 *Aspergillus nidulans*, *Alternaria mali*, *Fusarium oxysporum*에 대해서 항진균 효과가 있으며(이 등, 2001), 피부사상균인 *Microsporium canis*, *Trichophyton mentagrophytes*에 대해서도 항진균 활성이 있다고 보고되었다(박 등, 2005).

Melaleuca alternifolia 정유에 함유된 linalool, α -terpineol은 항균(Carson *et al.*, 1995) 활성을 가지고 있으며, oxygenates terpenoid류는 *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*에 대하여 뚜렷한 항균 활성 패턴을 보였다(Griffin *et al.*, 1999). Monoterpene alcohol을 포함하는 terpene류의 항균 활성은 세포막과의 상호작용과 관련이 있으며(Sikkema *et al.*, 1995), 상대적으로 낮은 농도에서 이러한 상호작용은 yeast cell에 대한 호흡의 억제(Uribe *et al.*, 1985)와 *E. coli*, *S. aureus*에서의 세포막에 대한 투과성의 변화(Cox *et al.*, 2000)에 영향을 미칠 수 있고, 전체적인 항상성

의 감소 효과를 일으키는 높은 농도에서는 전체 막의 파괴와 사멸이 발생할 수도 있다고 보고되었다(Carson *et al.*, 2002). 이렇듯 향진균 활성을 가지는 정유에 함유된 각각의 성분들에 대한 활성을 비교, 조사함으로써 전체 정유의 활성에 미치는 영향을 확인하였다.

정유의 synergy 효과를 알아보기 위하여 *M. alternifolia* 정유(tea tree oil)와 *Lavanula angustifolia* 정유(lavender oil)를 혼합하여 *T. mentagrophytes*, *T. rubrum*에 대한 향진균 활성 시너지 효과를 실험한 결과 각각의 오일을 단일로 사용했을 때보다 혼합하여 사용했을 때 향진균 활성이 더 높게 나타났다(Cassella *et al.*, 2002). 또한 단일 정유의 구성성분들에 의해 발생하는 synergy 효과는 별개로 하고 두 가지 이상의 정유를 서로 혼합했을 때 synergy 효과의 상승이 있다는 보고도 있다(Price *et al.*, 1999). 이와는 반대로 단일 또는 혼합 정유에 함유된 특정한 화학 그룹들이 다른 성분들의 긍정적인 효과를 감소시키기도 하는데, non-oxygenated terpene이 tea tree oil에 함유되어있는 terpinen-4-ol의 향균 효과를 감소시킨다는 연구 결과도 있다(Cox *et al.*, 2001).

따라서 본 연구에서는 편백정유의 주요한 향진균 활성 성분이라고 사료되는 mono- 및 sesquiterpene 중 각각 세 가지의 terpene을 선택하고 이 성분들에 대한 향진균 활성을 비교하여 어떤 성분들이 편백정유의 향진균 활성에 주요한 역할을 하는지 알아보고자 한다. 또한 주요한 향진균 활성을 갖는 성분들을 혼합시켜 synergy 효과의 발생 여부를 구명하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 연구에 사용된 편백정유는 엔바이타(주)에서 공급되었으며, borneol, linalool, α -terpineol, α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol을 Sigma-Aldrich에서 표준품을 구입하여 비교 사용하였다. 공시균주로는 *Trichophyton mentagrophytes* (KCTC6077), *Microsporum canis* (KCTC6591)를 한국생명공학연구원에서 분양받았으며, *Microsporum gypseum*은 충

북대 수의대 동물병원에서 분양받아 사용하였다.

2.2. 편백정유의 분획 및 향진균 활성 비교

편백정유를 분획하기 위해 column chromatography (column 내경 : 14.2 cm, 길이 : 31 cm)를 이용하였다. 충전물질로 Merck사의 silica gel 60 (0.063~0.200 mm)을 사용하였고, 용매로 hexane : ethyl acetate를 20 : 1의 부피 비율로 혼합하여 추출하였으며, 최종적으로 용매를 ethyl acetate로 바꾸어 충전부피의 1볼륨을 용출시켜 분획을 실시하였다. 총 240 g의 편백정유를 silica gel에 흡착 로딩하여 100 ml 플라스크에 100 ml씩 분취하였으며 분취된 각각의 시료는 TLC를 이용하여 확인하였다. Hexane : ethyl acetate를 8 : 1의 부피 비율로 혼합한 전개용매를 이용하여 silica gel F₂₅₄ TLC plate (MERCK)에 분취된 각각의 시료를 spotting한 후, 전개시켜 UV light (254 nm)로 확인하여 통합, 분리하였다. 그 결과 A (플라스크 28~54번), B (플라스크 55~79번), C (플라스크 80~137번), D (플라스크 138~213번), E (플라스크 214~274번), F (플라스크 275~417번), G (플라스크 418번부터 충전부피의 1볼륨)의 총 7개의 분획을 얻었다.

편백정유의 각 분획에 대하여 한천회석법을 이용하여 향진균 활성을 비교하였다. ϕ 60 mm petridish에 최종 농도가 1,000 ppm이 되도록 각각의 분획을 Sabouraud Dextrose Agar (Difco, USA) 배지에 회석시켜 배지를 만들었다. 미리 배양해 놓은 *T. mentagrophytes*를 SDA 배지에 각각 접종하여, 28°C에서 배양하면서 향진균 활성을 관찰하였다.

2.3. GC/MS 분석

편백정유 분획의 주성분을 알아보기 위해 한국기초과학지원연구원에 의뢰하여 GC/MS 분석을 하였으며 그 조건은 다음과 같다.

GC (model-agilent 6890) column은 HP1을, carrier gas는 헬륨을 사용하였다. 온도 조건은 injector 250

°C, detector 280°C이었으며, oven 온도는 초기온도 60°C에서 10분간 유지시킨 후 5°C/min씩 승온시켜 최종온도 280°C까지 상승시킨 후 10분간 유지하였다. MS는 model Agilent 5973을 사용하였고 EI mode로 분석하였다. 얻어진 시료 피크의 mass data와 표준 library data와의 비교를 통하여 피크의 화합물 구조를 확인하였다.

2.4. 단일 Terpene 성분들 간의 향진균 활성 비교

디스크확산법을 이용하여 borneol, linalool, α -terpineol, α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol의 향진균 활성을 비교하였다. ϕ 150 mm petridish에 SDA 배지를 만들어 *T. mentagrophytes*, *M. gypseum*, *M. canis*를 각각 도말하고, 각각의 terpene을 1,000, 2,500, 5,000, 10,000 ppm의 농도로 40 μ l씩 8 mm paper disc에 흡수시켜 SDA 배지 위에 올려놓고 28°C에서 배양하면서 향진균 활성을 관찰하였다.

또한 한천회석법을 이용하여 borneol, linalool, α -terpineol, α -cedrol, nerolidol의 향진균 활성을 비교하였다. ϕ 60 mm petridish에 최종 농도가 각각 200, 400, 800, 1,000, 2,000 ppm이 되도록 각각의 terpene을 SDA 배지에 회석시켜 배지를 만들었다. 미리 배양해 놓은 *T. mentagrophytes*, *M. gypseum*, *M. canis*를 SDA 배지에 각각 접종하여, 28°C에서 배양하면서 향진균 활성을 관찰하였다.

2.5. Sesquiterpene 성분들과 편백정유 분획 F의 향진균 활성 비교

Sesquiterpene인 α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol과 편백정유 분획 F의 향진균 활성 비교를 위하여 디스크확산법을 이용하였다. 성분들 간의 영향을 최소화하기 위해 ϕ 60 mm petridish에 SDA 배지를 만들고, *T. mentagrophytes*, *M. gypseum*, *M. canis*를 각각 도말하여 5,000 ppm 농도의 α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol, 분획 F가 각각 40 μ l씩 흡수된 paper disc

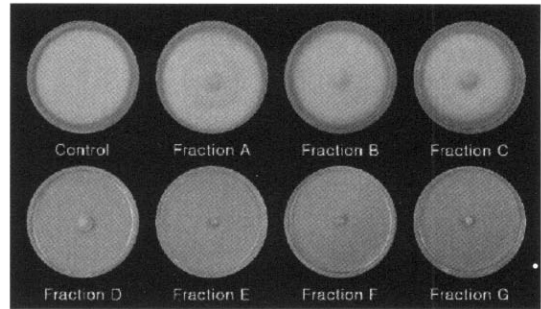


Fig. 1. Dermatophytes-incubated petridish containing different fractions of essential oil by agar-diffusion method (1,000 ppm).

를 한 petridish에 하나씩 넣어 향진균 활성 실험을 실시하였다. 또한 sesquiterpene의 synergy 효과를 확인하기 위해 각각의 sesquiterpene 성분들 간의 조합을 만들고 paper disc로의 흡수량이 40 μ l가 되도록 한 뒤 향진균 활성을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 편백정유 분획물의 향진균 활성 및 성분

Column chromatography를 이용하여 편백정유를 분획해서 얻은 A, B, C, D, E, F, G의 총 7개의 분획에 대하여 한천회석법을 이용하여 *T. mentagrophytes*에 대한 향진균 활성을 실험한 결과, 분획 A, B, C의 경우 control과 비교 시 거의 활성을 보이지 않은 반면, 분획 D, E, F, G의 향진균 활성이 높게 나타났다 (Fig. 1).

*T. mentagrophytes*에 대한 높은 향진균 활성을 보이는 분획 D, E, F의 주성분을 알아보고자 GC/MS 분석을 실시하였다 (Table 1). 분획 D에서 monoterpene 종류로는 linalool, 4-terpineol 등, sesquiterpene 종류로는 nerolidol, α -cedrol 등이 주요한 성분이었다. 분획 E에서 monoterpene 종류로는 terpineol, linalool, 4-terpineol 등, sesquiterpene 종류로는 elemol, α -

Table 1. Major compounds of D, E, and F fractions of *C. obtusa* essential oil identified by GC/MS

Fraction	Retention Time (min)	Peak Area (%) ^{*1}	Compound	Quality
D	11.49	136	trans-sabinene hydrate	97
	12.35	250	linalool	91
	14.86	53.08	4-terpineol	98
	23.27	3.81	nerolidol	95
	24.08	252	eudesma-4(14), 11-diene	59
	24.34	5.10	α -cedrol	99
	24.61	6.33	δ -selinene	93
	24.96	9.55	δ -cadinene	90
	25.20	2.01	di-epi- α -cedrene	86
	25.71	4.32	levomenol	91
	Sum	90.58		
E	8.75	2.75	1-octen-3-ol	90
	11.58	4.94	terpineol, z-b-	97
	12.36	1.74	linalool	91
	13.09	1.85	2-cyclohexen-1-ol	97
	13.93	0.90	exo-methyl-camphenilol	93
	14.77	10.52	4-terpineol	97
	23.12	6.69	elemol	91
	24.47	19.66	α -cedrol	99
	24.89	13.17	γ -eudesmol	93
	25.09	9.84	α -cadinol	93
	25.20	1.00	(+)-delta-selinene	91
	25.36	8.15	β -eudesmol	89
	28.97	0.58	oplopanoyl acetate	94
	Sum	81.79		
F	11.50	2.59	trans-sabinene hydrate	97
	12.40	2.16	cis-sabinene hydrate	97
	13.05	1.33	2-cyclohexen-1-ol	98
	14.39	2.62	borneol L	95
	15.01	3.62	α -terpineol	91
	23.16	33.09	elemol	91
	24.34	1.91	α -cedrol	99
	24.76	13.26	γ -eudesmol	95
	25.28	22.33	2-naphthalemethanol	97
	Sum	82.91		

*1 Percentage of peak area is the ratio of each peak area to total peak area on the basis of TIC values of GC/MS

cedrol, γ -eudesmol, α -cadinol, β -eudesmol 등이 주요한 성분이었다. 분획 F에서 monoterpene 종류로는 borneol, α -terpineol 등, sesquiterpene 종류로는 elemol, α -cedrol, γ -eudesmol 등이 주요한 성분이었다. 이러한 성분들의 분석을 통하여 세 가지 분획 모두 mono- 및 sesquiterpene을 주성분으로 하고 있었으며, 분획 D < E < F의 순서로 sesquiterpene의 함량이 높아짐을 알 수 있었다.

3.2. 단일 Terpene 성분들 간의 항진균 활성 비교

Table 1에 분석된 GC/MS 결과를 바탕으로 피부사상균에 대한 편백정유의 항진균 활성에 영향을 미치는 성분으로써 monoterpene인 borneol, linalool, α -terpineol과, sesquiterpene인 α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol을 선택하여 단일 terpene 성분들 간의 항진균 활성 비교 실험을 실시하였다.

Table 2는 디스크확산법을 이용하여 단일 mono- 및 sesquiterpene 성분들의 피부사상균에 대한 항진균 활성을 실험한 결과를 나타냈다.

단일 성분들 간의 항진균 활성 비교 실험에서 *T. mentagrophytes*, *M. gypseum*, *M. canis*에 대해 monoterpene에서는 여러 농도에서 clear zone이 나타나지 않아서 각각의 borneol, linalool, α -terpineol은 10,000 ppm 이하에서는 항진균 활성이 없는 것으로 판단되었다. 반면에 sesquiterpene인 α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol의 경우, 5,000 ppm 이상에서는 모든 피부사상균에 대해 clear zone이 나타났으며, nerolidol은 *M. gypseum*과 *M. canis*에 대해서 1,000 ppm에서도 활성을 나타냈다.

한천희석법을 이용하여 단일 mono- 및 sesquiterpene 성분들의 피부사상균에 대한 항진균 활성을 실험한 결과는 Fig. 2와 같다.

800, 1,000, 2,000 ppm의 농도에서 *T. mentagrophytes*, *M. gypseum*, *M. canis*에 대해 borneol, α -terpineol, nerolidol은 100%의 항진균 활성을 보이고 있으며, linalool의 경우 2,000 ppm의 농도에서 *M. gypseum*, *M. canis*에 대해 100%의 항진균 활성을 보였다. 특

Table 2. Clear zone size in dermatophytes-incubated petridish after treatment with single terpenes (unit; mm)

Classification		TM	MG	MC	
1,000 ppm	Mono terpene	Borneol	0	0	0
		Linalool	0	0	0
		α -Terpineol	0	0	0
	Sesqui terpene	α -Cedrol	0	0	0
		Nerolidol	0	9.92	8.83
		β -Eudesmol	0	0	0
2,500 ppm	Mono terpene	Borneol	0	0	0
		Linalool	0	0	0
		α -Terpineol	0	0	0
	Sesqui terpene	α -Cedrol	0	9.80	0
		Nerolidol	0	12.81	9.00
		β -Eudesmol	8.65	0	0
5,000 ppm	Mono terpene	Borneol	0	0	0
		Linalool	0	0	0
		α -Terpineol	0	0	0
	Sesqui terpene	α -Cedrol	9.05	11.35	8.93
		Nerolidol	10.41	16.14	13.33
		β -Eudesmol	9.86	9.68	9.05
10,000 ppm	Mono terpene	Borneol	0	0	0
		Linalool	0	0	0
		α -Terpineol	0	0	0
	Sesqui terpene	α -Cedrol	9.76	12.45	8.87
		Nerolidol	13.82	17.12	12.95
		β -Eudesmol	11.19	11.01	10.19

- TM: *T. mentagrophytes*, MG: *M. gypseum*, MC: *M. canis*

히, nerolidol의 경우 *M. gypseum*에 대해 200, 400 ppm의 저농도에서도 100%의 항진균 활성을 보였다. 또한 terpene의 농도가 낮아질수록 항진균 활성이 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 200 ppm의 농도에서는 monoterpene보다 sesquiterpene의 항진균 활성이 높은 경향을 나타냈다.

디스크확산법과 한천희석법은 조금 다른 양상을 보여서 디스크확산법의 경우 sesquiterpene에서만 항진균 활성을 확인할 수 있는 반면(Table 2), 한천희석법의 경우 사용된 모든 terpene에서 항진균 활성을

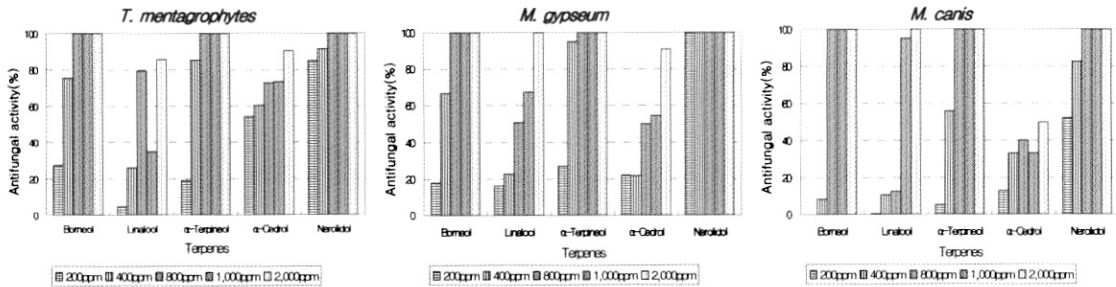


Fig. 2. Antifungal activities of various terpenes against dermatophytes.

확인할 수 있었으며 linalool과 α -cedrol을 제외한 1,000 ppm 이상의 고농도에서는 그 차이를 구분할 수가 없었다(Fig. 2). 이는 디스크확산법에 사용된 paper disc에 흡수시킨 단일 terpene의 함량(10,000 ppm의 경우)이 한천희석법에 사용된 배지에 희석시킨 단일 terpene의 함량(200 ppm의 경우)보다 훨씬 적기 때문에 나타난 차이라고 사료된다. 디스크확산법 실험 시 10,000 ppm 농도의 시료에 함유된 단일 terpene의 함량은 $0.4 \mu\text{l}$ 정도이며, 한천희석법 실험 시 200 ppm 농도의 배지에 함유된 단일 terpene의 함량은 $1.3 \mu\text{l}$ 정도로 3배 이상 높은 함량을 나타냈다. Fig. 2에서 monoterpene의 경우 농도가 낮아질수록 항진균 활성의 현저한 감소가 나타나는 반면, sesquiterpene의 경우 그 감소의 폭이 상대적으로 적게 나타났다. 이러한 결과로 미루어 보아 단일 terpene의 함량이 상대적으로 높은 1,000 ppm 이상의 고농도 한천희석법 실험에서는 mono- 및 sesquiterpene의 차이를 확연히 구분하기 어려우며 단일 terpene의 함량이 상대적으로 훨씬 낮은 디스크확산법이 단일 terpene 성분들 간의 항진균 활성을 비교하는데 좀 더 효율적이라 사료된다.

디스크확산법과 한천희석법을 이용한 단일 terpene 성분들 간의 항진균 활성 비교 실험에서 *T. mentagrophytes*, *M. gypseum*, *M. canis*에 대해 monoterpene보다 sesquiterpene의 항진균 활성이 더 높은 것으로 나타났다.

편백정유의 분획 중 높은 항진균 활성을 가지는 분획 D, E, F에 함유된 monoterpene과 sesquiterpene의 비교 실험에서 sesquiterpene의 항진균 활성이 더

높다는 결과는 편백정유의 항진균 활성 발현에 있어서 monoterpene보다 sesquiterpene의 영향이 더 크음을 의미하였다.

3.3. Sesquiterpene 성분들과 편백정유 분획 F의 항진균 활성 비교

Monoterpene보다 높은 활성을 보이는 sesquiterpene의 단일 (α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol) 및 혼합 (α -cedrol+nerolidol, α -cedrol+ β -eudesmol, nerolidol+ β -eudesmol, α -cedrol+nerolidol+ β -eudesmol) 성분들과 편백정유의 분획 중 항진균 활성이 높고 sesquiterpene의 함유량이 높은 분획 F의 비교 시, *T. mentagrophytes*, *M. gypseum*, *M. canis*에 대해 단일 sesquiterpene 및 분획 F보다 혼합 sesquiterpene의 항진균 활성이 더 높게 나타났다(Fig. 3). *T. mentagrophytes*과 *M. gypseum*에 대해서는 C+E (α -cedrol+ β -eudesmol)의 조합이, *M. canis*에 대해서는 C+N+E (α -cedrol+nerolidol+ β -eudesmol)의 조합이 가장 높은 항진균 활성을 나타냈다. 이는 sesquiterpene 성분들 간의 항진균 활성 synergy 효과가 존재한다는 것을 의미한다. 정유의 주성분이 아닌 소량 존재하는 성분들도 다른 성분과 함께 synergy 효과를 발생시키는데 중요한 역할을 할 수도 있다는 보고가 있으며(Paster *et al.*, 1995; Marino *et al.*, 2001), mono- 및 sesquiterpene 성분들 간의 조합 또한 소량 존재하는 다른 성분들과의 조합에 대한 synergy 효과도 확인해 볼 가치가 있다고 사료된다. Sesquiterpene 중에서도 α -cedrol에 비해 nerolidol

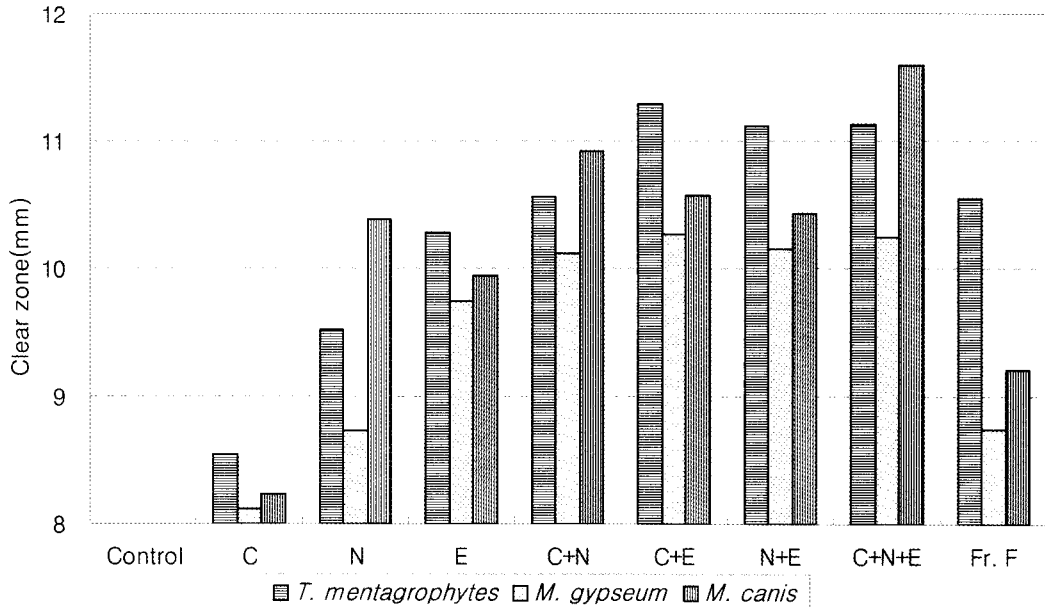


Fig. 3. A clear zone size by several terpenes in dermatophytes-incubated petridish (C: α -cedrol, N: nerolidol, E: β -eudesmol, Fr. F: fraction F).

과 β -eudesmol의 항진균 활성이 더 크므로 편백정유의 항진균 활성에 대한 기여도가 더 높음을 확인할 수 있었다. 그런데 sesquiterpene의 함유량이 많은 분획 F의 경우 혼합 sesquiterpene에 비해 낮은 활성을 보이는데, 이는 동일한 양을 paper disc에 흡수시켰을 때 순수한 sesquiterpene 혼합 성분들에 비해 분획 F는 소량의 monoterpene을 함유하고 있으므로 총 sesquiterpene의 함량이 적어서 발생한 결과라 사료된다.

Mono- 및 sesquiterpene 등의 주성분이 정유의 85% 이상을 구성하고 있으며 그 외의 성분들이 소량 존재하는 것으로 알려져 있다(Senatore, 1996; Bauer *et al.*, 2001). 정유 및 정유의 주성분들이 항균 및 항진균 활성에 미치는 영향에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있다. Tea tree oil의 항진균 활성 확인을 통하여 항진균 치료제로써 정유의 잠재적 이용성에 대한 실험이 이루어 졌으며(Hammer *et al.*, 2002), 피부사상균에 대한 MIC, MFC 측정을 통하여 terpinen-4-ol, α -terpineol, linalool 등 monoterpene

류의 항진균 활성도 보고되었다(Hammer *et al.*, 2003). 본 연구에서 실시한 mono- 및 sesquiterpene 성분들 간의 비교가 다양한 terpene으로 이루어진 편백정유의 모든 성분들에 대한 비교 결과를 나타낼 수는 없다. 그렇지만 편백정유 중 높은 항진균 활성을 가지는 대표 분획을 선정하고 그 분획의 주성분을 이용하여 monoterpene과 sesquiterpene 성분들의 항진균 활성을 비교함으로써 sesquiterpene 성분들의 항진균 활성이 높다는 결과를 얻었으며 이로 미루어 sesquiterpene의 함유량이 항진균 활성의 중요한 인자가 될 것이라 사료된다.

4. 결 론

Column chromatography에 의한 편백정유의 7가지 분획 중 *T. mentagrophytes*에 대해 높은 활성을 가지는 분획을 GC/MS로 분석한 결과 주성분은 mono- 및 sesquiterpene이었다. 그 성분 중에서 monoterpene인 borneol, linalool, α -terpineol과,

sesquiterpene인 α -cedrol, nerolidol, β -eudesmol을 선택하여 디스크확산법과 한천희석법을 이용하여 단일 terpene의 항진균 활성 비교 시 monoterpene보다 sesquiterpene이 더 높은 활성을 보였다. 높은 활성을 보이는 sesquiterpene의 단일 및 혼합 성분들과 편백정유 분획 중 가장 높은 활성을 보이며 sesquiterpene을 주성분으로 하는 분획 F와의 비교 시, 혼합 sesquiterpene의 항진균 활성이 더 높게 나타났다. 이는 sesquiterpene 성분들 간의 항진균 활성 synergy 효과가 존재하며, 편백정유의 항진균 활성 발현에 있어서 monoterpene보다 sesquiterpene의 영향이 더 큼을 의미하였다.

사 사

이 연구의 일부분은 BK21(임산공학 연구인력 양성 사업팀), 농림기술관리센터의 연구비 지원에 의해서 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 박미진, 이수민, 곽기섭, 정의배, 장제원, 최인규. 2005. 피부사상균 *Microsporum canis* 및 *Trichophyton mentagrophytes*에 대한 편백정유의 항진균활성물질 탐색. 목재공학 33(3): 72~78.
2. 이성숙, 강하영, 최인규. 2002. 수목 정유의 생리활성에 관한 연구(I). 목재공학 30(1): 48~55.
3. 이현옥, 백승화, 한동민. 2001. 편백정유의 항균효과. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 29(4): 253~257.
4. 홍철운, 김철생, 김남균, 김영희. 2001. 편백과 화백의 잎과 열매에서 분리한 정유성분의 조성. J. Korea Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 44(2): 116~121.
5. Bauer, K., D. Garbe, and H. Surburg. 2001. Common fragrance and flavor materials: preparation, properties and uses. Wiley-VCH, Weinheim: p. 293.
6. Carson, C.F. and T.V. Riley. 1995. Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. Appl. Bacteriol.* 78(3): 264~269.
7. Carson, C. F., B. J. Mee, and T. V. Riley. 2002. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined

- by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrob. Agents Ch.* 46: 1914~1920.
8. Cassella, S., John P. Cassella, and I. Smith. 2002. Synergistic antifungal activity of tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oils against dermatophyte infection. *The International Journal of Aromatherapy* 12(1): 2~15.
9. Cox, S. D., C. M. Mann, J. L. Markham, H. C. Bell, J. E. Gustafson, J. R. Warmington, and S. G. Wyllie. 2000. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *J. Appl. Microbiol.* 88: 170~175.
10. Cox, S. D., C. M. Mann, and J. L. Markham. 2001. Interaction between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *J. Appl. Microbiol.* 91: 492~497.
11. Griffin, Shane G., S. Grant Wyllie, Julie L. Markham, and David N. Leach. 1999. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. *Flavour Frag. J.* 14: 322~332.
12. Hammer, K. A., C. F. Carson, and T. V. Riley. 2002. In vitro activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against dermatophytes and other filamentous fungi. *J. Antimicrob. Chemother.* 50: 195~199.
13. Hammer, K. A., C. F. Carson, and T. V. Riley. 2003. Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia*(tea tree) oil. *J. Appl. Microbiol.* 95: 853~860.
14. Marino, M., C. Bersani, and G. Comi. 2001. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiacea* and *Compositae*. *Int. J. Food Microbiol.* 67: 187~195.
15. Paster, N., M. Menasherov, U. Ravid, and B. Juven. 1995. Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain. *J. Food Prot.* 58(1): 81~85.
16. Price, S. and L. Price. 1999. Aromatherapy for Health Professionals. 2nd edn. Churchill Livingstone, London.
17. Senatore, F. 1996. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of thyme (*Thymus pulegioides* L.) growing wild in Compañia (Southern Italy). *J. Agric. Food Chem.*

- 44: 1327-1332.
18. Sikkema, J., J. A. M. de Bont, and B. Poolman. 1995. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiological Reviews* 59: 201~222.
19. Uribe, S., J. Ramirez, and A. Pena. 1985. Effects of β -pinene on yeast membrane functions. *J. Bacteriol.* 161: 1195~1200.