

GC-MS를 이용한 침향류의 성분 비교 연구

신광호¹, 최규열², 조성용², 안덕균³, 박성규^{4*}

1 : 경희라파한의의원, 2 : 서울향료(주), 3 : 뉴트렉스연구소, 4 : 경희대학교 한의과대학 처방제형학교실

GC-MS Analysis of Chemical Constituents from Various Agarwood

Kwhang-Ho Shin¹, Kyu-Yeol Choi², Sung-Yong Cho², Duk-kyun Ahn³,
and Seong Kyu Park^{4*}

1 : Kyung Hee Rapha Korean Traditional Clinic, Yongin-City, Korea

2 : Seoul Perfumery, Seoul, Korea

3 : Nutrex institute of Oriental Herb, Seoul, Korea

4 : Dept. of Prescriptionology, College of Oriental Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Objectives : The purpose of this study is to evaluate the quality of four different kinds of agarwood and analysis chemical constituents by GC-MS.

Methods : Four source plants were two of Vietnamese agarwood, Indonesian agarwood and Myanmar agarwood. These plant materials were named sample No. 1-4. The chemical constituents of each agarwood were analysed by GC-MS.

Results : GC-MS analysis showed that β -selinene was found in all the samples. The Vietnamese agarwood, Sample 1, and 4 has contained 6.861% and 7.497% of β -selinene and reached the highest level at the retention times 46,245 and 46,274 (min). Sample 2, the Myanmar agarwood has contained 1.608%, the lowest level of β -selinene, and it also has contained about 20% of α -, β -, γ -eudesmol and 4.076% of valerianol. Sample 3, the Indonesian agarwood has contained 9.59% of α -selinene, 9.493% of β -selinene and shown its highest level (more than 19%) at the retention time 43,998 (min).

Conclusion : It suggested that β -selinene could be a standard marker to evaluate agarwood by GC-MS analysis.

Key words : agarwood, *Aquilaria agallocha*, *Aquilaria malaccensis*, GC-MS analysis, β -selinene

서론

沉香은 沈水香, 蜜香, 棧香, 奇南香, 伽楠香 등의 異名이 있으며, 상품 규격에 따라 蜜香, 沈香, 鷄骨香, 黃熟香, 棧香, 靑桂香, 馬蹄香, 鷄舌香, 蓬萊香, 煎香¹⁾ 등 다양한 이름으로 구분되었다. 영어로는 agarwood^{2,3,4)}, aloewood⁵⁾, eaglewood^{4,6)}로 표기되며, 인도네시아에서는 Gaharu, kikaras(Sundanese), mengkaras(Sumatra)³⁾, 말레이시아에서는 Gaharu, tengkaras, karas³⁾, 베트남에서는 Tr[aa]f[m

h[uw] [ow]ng³⁾로 표기된다.

침향의 기원식물에 대하여 한국의 식품의약품안전청에서는 침향나무 *Aquilaria agallocha* Roxburgh⁷⁾의 수지가 침착된 수간목으로 제한하고 있으나, 중국은 침향 *A. agallocha* Roxburgh, 또는 白木香 *A. sinensis* (Lour.) Gilg(=*A. grandiflora* Benth. = *Ophispermum sinense* Lour.)으로 기재되어 있다⁸⁾. 그러나 CITES부속서 II에 의거할 경우 국제적으로 팔꽃나무과(Thymelaceae) *Aquilaria*속 *A. malaccensis* L.과 근연식물, 그리고 *Gonystylus*속, *Gyrinops*속 수종을 모두

*교신저자 : 박성규, 경희대학교 한의과대학 처방제형학교실.

· Tel : 02-961-0330, · Fax : 02-961-0536, · E-mail : comskp@khu.ac.kr.

· 접수 : 2011년 2월 14일 · 수정 : 2011년 3월 3일 · 채택 : 2011년 3월 10일

침향의 기원으로 인정하고 있다⁹⁾.

A. agallocha Roxburgh는 인도, 인도네시아, 베트남, 말레이시아 등이 산지이며, *A. sinensis* (Lour.) Gilg는 중국의 복건, 대만, 광둥, 해남, 광서 등에 분포하는 것으로 알려져 있다^{8,10)}.

현재 국내에 정식 수입되거나 유입되는 침향은 *A. agallocha*(=*crassna*) Roxburgh와 *A. malaccensis* L.가 있으며, 국가적으로는 베트남, 캄보디아, 미얀마, 인도네시아산 침향의 샘플을 시중에서 구할 수 있다. 이중 베트남산을 최고 품질로 인정하며 기원을 *A. agallocha*(=*crassna*) Roxburgh^{7,11)}라 지목했으나 그 근거가 모호하다. 인도네시아산 침향은 베트남 산에 비하여 경제적인 비용으로 시판되고 있으며 *A. malaccensis* L.라 지목했다.

그 외 일부 미얀마와 캄보디아산이 여행객에 의해서 유입되고 있으나 그 기원이 모호한 실정이다. 이런 가운데 인터넷 상에 게재된 침향 전문사이트를 살펴보면 본초강목 등 고전문헌을 자의로 해석하여 베트남산이 기원식물인 것처럼 기술하고 있으며 감별법과 등급에 대해서 서로 다른 견해를 가지고 구분하고 있다.

『本草綱目』에서 “木之心節，置水則沈”이라 하여 물에 넣으면 가라앉는 것을 침향이라고 기록하였으나, 침향의 비중에 대한 견해도 최근 발표된 논문¹²⁾에 의하면 신뢰를 부여할 근거가 모호하며, 공정서에 수재된 침향의 성분⁷⁾에 대한 인식이 기원이 다른 침향오일과 같고 비중¹²⁾ 이상의 침향에 함유된 성분과 차이가 있다는 논문^{6,13,14)}이 보고되는 등 침향에 대한 다양한 논란이 있다.

침향 중 *A. agallocha*(=*crassna*) Roxburgh 중은 13%의 휘발성분을 함유하고 있으며, α -agarofuran, γ -eudesmol, jinkol 등의 방향성분은 동물 실험에서 hexobarbital로 유발된 수면시간을 연장시키며 자발운동량을 감소시키는 작용이 보고되었다¹⁰⁾.

침향의 품질에 대하여 『中華人民共和國藥典』 1995년판에는 침향의 ethanol에 침출물이 15.0%보다 적지 않은 것으로 규정하고 있을 뿐 지표 성분에 대한 규정은 없는 실정이다.

이에 동의대학교 본초학교실로부터 *A. agallocha* 종으로 동정된 베트남산 침향을 대조품으로 정하고, 시중에서 유통되고 있는 베트남산 침향과 기원식물을 알 수 없는 미얀마산 침향 그리고 CITES 협약에 따라 *A. malaccensis* L.로 수입 신고된 인도네시아산 침향에 대한 GC-MS 분석을 실시하여 침향의 산지별 성분분석에 대한 결과를 비교함으로써 국내에 수입된 침향의 감별 기준을 마련하고자 하였다.

실 험

1. 시험재료

1) Sample 1 : 베트남산 *A. agallocha* Roxburgh으로 동의대학교 한의과대학 본초학 교실을 통하여 구입하였다.

2) Sample 2 : 미얀마산이며 기원식물은 불명으로 참다윈 (Seoul, Korea)에서 구입하였다.

3) Sample 3 : 인도네시아산이며 *A. malaccensis* L.로 수입된 것을 (주)한의원통(Seoul, Korea)에서 구입하였다.

4) Sample 4 : 베트남산을 표방하지만 기원식물은 동정되지 않았으며 (주)침향현(Seoul, Korea)에서 구입하였다.

2. 분석방법

1) 분석기기 및 조건

시료의 분석을 위하여 사용한 GC-MS는 6890 series gas chromatography/5973N mass selective detector (Agilent Technologies, USA)이며, 컬럼은 Supelcowax 10(30 m x 0.25 mm I.D., 0.25 μ m film thickness; Supelco, USA)을 사용하였다. 시료 중 휘발성 성분의 흡착에 사용한 SPME fiber는 100 μ m polydimethylsiloxane coating(Supelco, USA)이었다. 운반기체로는 순도 99.99%의 헬륨가스를 사용하였고, 유속은 1.0 mL/min으로 조절하였다. SPME를 이용하여 fiber에 흡착된 휘발성 성분의 분석은 주입구 온도를 250℃로 하여 splitless mode 주입방법을 사용하였다. 컬럼의 온도는 70℃에서 5분간 유지시킨 후 3℃/min으로 240℃까지 올리고 20분간 유지하였다.

GC와 MS의 연결 인터페이스 온도는 280℃로 하였으며, 이온원의 온도는 230℃로 설정하였다. 질량분석기에서의 이온화 방법은 전자충돌이온화(electron impact, EI)법을 사용하였으며 사용한 에너지는 70 eV 이었고, 질량검출기는 사중극자형이었다. 질량분석은 35~500 amu의 스캔모드로 조사하고, 성분의 확인에 사용한 library는 Wiley 8N05ST 이었다.

2) 실험방법

시료 중 휘발 성분의 분석은 Solid Phase Microextraction(SPME) 방법을 사용하였다. 4 mL 용량의 바이알에 각각의 시료를 건중량 1 g을 기준으로 취하였다. 시료가 담긴 바이알을 dry bath에 70±2℃로 유지한 후 SPME를 수직으로 세운 다음 10분 동안 약재내의 휘발성 성분을 fiber로 흡착시켰다. Fiber에 흡착된 성분을 250℃로 설정된 GC의 주입구에서 5분 동안 탈착시켜 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 침향류 4종의 GC-MS에 의한 성분 특성 분석

침향류 4종을 GC-MS로 분석하여 각각의 sample 성분을 비교 분석하였다. 시험에 사용된 SPME 방법은 샘플의 전처리 과정에 solvent-free를 특징으로하며, 흡착 fiber에 휘발성 성분을 흡착 및 농축시켜 극미량 존재하는 성분들까지도 분석하는 장점이 있다¹⁵⁾.

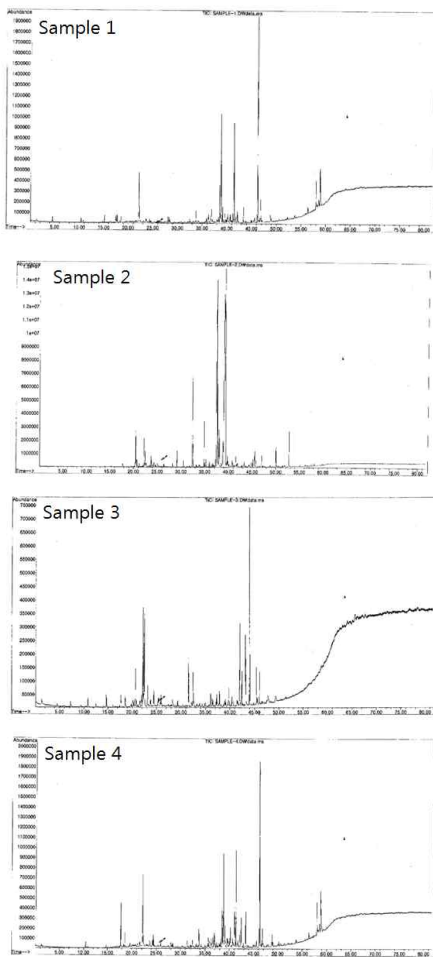


Fig. 1. GC-MS Chromatogram by AcqMethod SPME-Wax.M of Agarwood Sample 1, 2, 3, and 4.

1) 침향 표준품 *A. agallocha* Roxburgh의 성분 특성

동의대학교 한의과대학 본초학 교실에서 구입한 베트남산 침향을 *A. agallocha* Roxburgh 종의 표준품으로 정하고 sample 1으로 명명하였으며 GC-MS에 의해 분석한 결과 아래와 같은 성분 특성이 나타났다. 최대 성분 피크는 retention time 46.274 분에서 27.886%가 관찰되었으나 성분명은 미상의 물질이었다. 이외에 38.354 분과 41.433 분에서 각각 14.482% 와 12.636%의 성분 피크가 관찰되었으나 성분 미상의 물질이었다. β -selinene은 확인된 성분 중 가장 많은 6.861%의 성분 피크를 차지하였고 retention time은 22.209 분에서 관찰되었다(Fig. 1).

2) 미얀마산 침향의 성분 특성

베트남산 *A. agallocha* 종의 표준품으로 정한 sample 1 및 동일 기원으로 인정되는 sample 4 그룹과 비교한 결과 sample 2는 12종의 성분이 중복되었으나, 34종의 성분은 일치하지 않았다. 즉 sample 2는 sample 1 및 sample 4와 다른 성분 패턴이 나타났다. α -eudesmol은 retention time 39.17 분에서 25.301%의 최대 성분 피크로 나타났으며, β -eudesmol이 retention time 39.394 분에서 두 번째 많은 22.113%의 성분 피크로 관찰되었다. γ -eudesmol은 retention time 37.567 분에서 19.254%의 성분 피크로 나타났다. 따라서 미얀마산으로 표방되는 sample 2의 침향은

본 실험에 사용된 다른 침향과는 기원이 상이한 종으로 인정되었다(Fig. 1).

3) 인도네시아산 침향의 성분 특성

Sample 3은 인도네시아산으로 수입 통관된 품목으로 산지가 명확하게 밝혀진 침향이지만 베트남산 *A. agallocha* 종과 동일한 종인지의 여부가 관심이었다. Sample 3의 최대 피크 성분을 관찰한 결과 retention time 43.998 분에서 19.964%로 나타났으나 성분 미상의 물질이었으며, 베트남산 침향의 표준품인 sample 1에서 주요 성분 분포를 나타냈던 retention time 46.274, 38.854, 41.433 분 영역에서 유사한 성분 패턴이 관찰되지 않았다. Sample 3에서 α -selinene 성분이 retention time 22.446 분에서 9.59%로 두 번째 많은 피크를 나타냈으며, β -selinene 성분은 retention time 22.205 분에서 9.493%의 성분 피크로서 sample 1과 비슷한 retention time에서 관찰되었다(Fig. 1).

Sample 3의 특이한 패턴으로 tridecane, amorpho-4,11-diene, 4,5-di-epi-aristolochene, 7-epi- α -selinene, α -curcumene, nonadecane, valerenal, 5-epi-neointermedeol 등 8종의 성분이 유일하게 검출되었다. 베트남산인 sample 1과 비교할 때 11종 성분만이 부분적으로 일치하였다.

4) 베트남산 침향의 성분 특성

A. agallocha 종으로 동정된 sample 1과 비교한 결과 베트남산 침향 sample 4는 15종의 성분이 중복되었다. Sample 4의 최대 성분 피크는 retention time의 순서에 따라 46.245, 38.831, 41.41 분으로 관찰되었으며, sample 1에서 46.274, 38.854, 41.433 분에 나타난 retention time과 동일한 성분 패턴을 나타냈다. 이외에 sample 4에서 4번째로 많은 성분 피크는 β -selinene이었으며 retention time은 22.207 분으로 sample 1의 성분 패턴과 일치하였다. 그중 α -guaiene, δ -guaiene, geranyl acetone, pogostol의 4종 성분은 sample 1과 sample 4에서만 중복되어 분석된 성분이며 다른 침향 sample들에서는 검출되지 않았다. α -guaiene은 *A. agallocha* 종의 휘발성분으로 알려져 있으며⁸⁾, sample 1과 sample 4에 각각 0.211, 0.161% 포함된 것으로 나타났다. 그러나 sample 1과 sample 4의 성분들을 정량 비교할 때 우위에 있는 품목이 어느 것인지 알 수 없었다. 따라서 GC-MS 분석에 의해 sample 4는 베트남산 *A. agallocha* 종인 sample 1과 동일한 기원의 침향으로 분석되었다(Fig. 1).

2. 4종의 침향 sample에서 지표물질의 선정

침향의 성분으로 알려진 benzylacetone, p-methoxybenzylacetone, agarospirol, agarol 등의 휘발 성분은 검출되지 않았다⁸⁾. 이 성분은 침향 나무의 목질부를 수증기 증류로 추출한 oil에서 검출된 성분으로 추정된다. 즉 수지가 침착된 수간목의 경우 이 성분들을 함유하지 않거나 극미량 함유하고 있을 것으로 사료된다. 실험에 사용된 4종의 침향을 GC-MS로 분석한 결과 hexadecane, β -selinene, α -selinene, α -eudesmol, β -eudesmol 5종 성분이 공통

적으로 검출되었다. 4종 침향의 검출 성분을 정량 비교한 결과, β -selinene의 검출량이 6.861, 1.608, 9.493, 7.497%로서 sample 2를 제외하고 공통적으로 다량 포함되어 있는 것으로 확인되었다. 그 외의 성분은 hexadecane의 검출량이 0.601, 0.012, 0.993, 1.307%로서 비교적 미량이 분석되었다. α -selinene의 검출량은 0.232, 0.917, 9.59, 0.311%로서 sample 3에서 다량 분포하는 특징이 나타났다. 또한 β -eudesmol의 검출량이 2.05, 22.113, 0.702, 2.188%이고, α -eudesmol의 검출량이 0.421, 25.301, 0.556, 0.655%로

편차가 심하게 분포하여 sample 2가 나머지 sample들과 다른 특징을 나타내었다(Table 1).

침향의 산지별 GC-MS분석에 의하면 *A. agallocha* 종 표준 침향인 sample 1에서 구조가 알려져 있는 성분으로 β -selinene이 최다 성분 피크를 나타내었다. β -selinene은 황칠이나 미나리 등의 식물에 함유되어 있는 성분으로 보고된 바 있다¹⁶⁾. 침향의 산지에 따라 β -selinene은 다양한 함량을 가지고 있으므로 정량분석을 통하여 침향의 산지별 또는 진위품 감별에 응용이 가능할 것이다.

Table 1. Chemical Compounds Identified by GC-MS in Agarwood Sample 1, 2, 3, and 4.

No.	Compound	Retention time(min)	Peak area (%)			
			Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
1	Tridecane	7.287			0.443	
2	Tetradecane	10.83/10.839/10.847	0.251		0.851	0.155
3	α -Copaene	13.905		0.027		
4	Pentadecane	14.697/14.701/14.71	0.185		1.024	0.259
5	α -Gurjunene	15.193	0.992			
6	Vitispirane	15.267		0.053		
7	β -Gurjunene	17.485	0.783			
8	α -Guaiene	17.531/17.548	0.211			0.161
9	Selinane	17.651		0.159		
10	β -Elemene	17.716/17.711		0.15	1.117	
11	Hexadecane	18.576/18.605/18.587/18.597	0.601	0.012	0.993	1.307
12	Patchoulene	19.338		0.024		
13	Aromadenrene	19.505		0.037		
14	Amorpha-4,11-diene	20.105			0.592	
15	α -Panasinsen	20.127		0.027		
16	999215-80-8	20.313		0.233		
17	α -Humulene	20.461/20.43/20.432		2.096	0.546	0.127
18	γ -Selinene	20.707/20.694		0.463	3.561	
19	4,5-di-epi-Aristolochene	20.827			0.531	
20	γ -Muurolene	21.182		0.2		
21	-					
22	Valencene	21.932/21.921		0.072	0.995	
23	Zonarene	22.066		0.047		
24	δ -Guaiene	22.123/22.134	0.766			0.862
25	β -Selinene	22.209/22.223/22.205/22.207	6.861	1.608	9.493	7.497
26	Heptadecane	22.32/22.34/22.342	0.318		0.928	0.954
27	α -Selinene	22.436/22.455/22.447/22.456	0.232	0.917	9.59	0.311
28	α -Muurolene	22.597		0.231		
29	-	23.156			2.088	
30	δ -Cadinene	23.689/23.642		0.607		0.534
31	7-epi- α -Selinene	23.745			0.681	
32	Sibirene	24.297/24.278		0.205		0.668
33	Selina-3,7(11)-diene	24.359		0.191		
34	α -Curcumene	24.428			1.076	
35	Octadecane	25.898/25.903/25.917	0.206		0.947	0.339
36	Calamenene	26.378		0.187		
37	Geranyl acetone	27.536/27.563	0.164			0.163
38	-	28.029				0.499
39	-	28.052	0.762			
40	10,11-epoxy-calamenene	28.26/28.255		0.178	0.749	
41	-	28.291				0.339
42	-	28.299	0.676			
43	-	28.425				0.325
44	-	28.433	0.345			
45	Calacorene	29.174/29.167		0.863		0.118
46	Nonadecane	29.332			0.492	
47	BHT	29.432				0.142
48	-	30.499		0.322		
49	Caryophyllene oxide	31.346				0.861
50	-	31.545			4.785	
51	-	32.439				0.885
52	-	32.469			3.671	
53	-	32.505		5.504		
54	Humulene oxide	33.202/33.193/33.189		0.137	0.231	0.451
55	Humuleny	33.204	0.177			
56	4-Ethyl guaiacol	33.323/33.313		0.042	0.314	
57	trans-Nerolidol	33.78/33.784/33.763	1.45	0.126		1.92
58	α -Colocalene	33.919		0.106		

No.	Compound	Retention time(min)	Peak area (%)			
			Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
59	1-epi-cubenol	34,121		0,052		
60	Elemol	34,885/34,853		2,19		0,128
61	Guaiol	35,051		0,096		
62	γ -Eudesmol	35,228		0,41		
63	α -Cedrol + Atractylone	35,708				1,435
64	-	35,905	0,709			
65	Rosifoliol	35,953		0,264		
66	-	36,079			1,307	
67	-	36,327	1,293			
68	-	36,391			0,71	
69	neo-intermedeol	36,408		0,122		
70	-	36,533			0,611	
71	5-epi-7-epi- α -Eudesmol	36,633		0,205		
72	-	36,669				1,178
73	-	36,684	0,974			
74	-	36,932				2,229
75	-	36,949	2,04			
76	5-epi-7-epi- α -Eudesmol	37,049		0,107		
77	1,5,5,8-tetramethyl-3,7-cycloundecadien-1-ol	37,196		0,413		
78	-	37,29			1,186	
79	γ -Eudesmol	37,417/37,567/37,392	0,289	19,254		0,515
80	Valerianol	37,706		4,076		
81	-	37,866			1,661	
82	-	37,924		2,041		
83	Hinesol	38,034		1,461		
84	-	38,325				1,136
85	Pogostol	38,568/38,544	4,6			4,004
86	-	38,657				0,94
87	-	38,854	14,482			
88	-	38,831				10,113
89	Cadalene	38,883		0,5		
90	α -Eudesmol	38,978/39,17/38,965/38,948	0,421	25,301	0,556	0,655
91	β -Eudesmol	39,154/39,394/39,146/39,13	2,05	22,113	0,702	2,188
92	-	39,613	1,436			
93	Valerenal	39,746			0,484	
94	-	39,75		0,581		
95	5-epi-neointermedeol	39,827			1,548	
96	neo-intermedeol	39,871		0,334		
97	Cyperotundone	40,216				2,004
98	-	40,387			0,92	
99	Selin-7(11)-en-4- α -ol	41,127		0,107		
100	-	41,114				4,49
101	-	41,24	1,202			
102	-	41,41				10,013
103	-	41,433	12,636			
104	-	42,007			7,887	
105	-	42,106				1,397
106	-	42,136	1,62			
107	-	42,424			3,657	
108	epi-cyclocolorenone	42,431				3,138
109	Asarone	42,874				0,373
110	-	43,157			6,37	
111	-	43,998			19,964	
112	-	44,804		0,252		
113	999013-89-5	45,113		0,426		
114	-	45,376			3,41	
115	-	45,544		0,986		
116	-	45,591				0,798
117	-	45,743		0,323		
118	-	46,048			3,328	
119	-	46,245				21,496
120	-	46,274	27,886			
121	-	46,819				2,003
122	-	46,848	3,259			
123	-	47,051		0,605		
124	Nootkatone	47,135	0,256			
125	-	48,798				1,39
126	Rosifoliol	50,011		1,062		
127	4-phenylbenzaldehydo	50,216				0,43
128	Occidol	51,406		0,082		
129	Rosifoliol	52,821		1,815		
130	-	58,045				3,54
131	-	58,087	4,073			
132	-	58,821				5,53
133	-	58,865	5,795			
	Total		100,001	100,002	99,999	100

결 론

A. agallocha 종을 침향 표준품으로 정하고 베트남산, 인도네시아산, 미얀마산 침향에 대하여 GC-MS를 이용한 성분 및 함량의 변화를 비교 연구하였다.

1. GC-MS를 통한 분석에서 베트남산 침향 2종은 retention time 46,245 분 및 46,274 분에서 최다성분 피크를 나타내었으며, β -selinene은 6.861% 및 7.497%를 함유하였다.
2. GC-MS를 통한 분석에서 미얀마산 침향은 α -, β -, γ -eudesmol을 20% 전후 함유하였으며, β -selinene은 1.608%를 함유하였고, valerianol은 4.076%인 특성이 나타났다.
3. GC-MS를 통한 분석에서 인도네시아산 침향은 retention time 43,998 분에서 19%이상의 최다성분 피크를 나타내었으며, α -selinene이 9.59% 및 β -selinene은 9.493%를 함유하였다.
4. GC-MS를 통한 분석에서 β -selinene이 침향의 산지별 특성을 감별할 수 있는 지표물질로 제시되었다.

감사의 글

“본 연구는 경희대학교 2008년도 연구년 지원에 의한 결과임.”

참고문헌

1. 李時珍. 本草綱目. 서울 : 고문사. 1985 : 1108-10.
2. Barden A, Anak NA, Mulliken T, Song M. Heart of the matter : Agarwood use Trade and Cites Implementation for Aquilaria malaccensis, Posted on 2007 : 13-6, 26-8. Available from : URL : http://www.wwf.org.my/about_wwf/what_we_do/wildlife_trade_monitoring/traffic_s_publications/?3860
3. Agarwood from Wikipedia, the Free Encyclopedia, June 2008. Available from : URL : <http://en.wikipedia.org/wiki/Agarwood>
4. PamFinance. Gaharu or Eaglewood : Non-Timber Forest who became a prima donna, 2009 : 9. Available from : URL : <http://pamfinance.com/2009/09/gaharu-or-eaglewood-non-timber-forest-who-became-a-prima-donna/>
5. Equitech Corporation. Silviculture...Environmental Technology...Grease Traps. Agarwood/Aloewood. Available from : URL : http://www.equitech.biz/equitech_Silviculture.asp?status=SubGroupData&SubMainId=7&SubGroupId=14&TypeTable=3
6. Tamuli, Phatik, Boruah, Paran, Nath, Subhan C, Leclercq, Piet. Essential Oil of Eaglewood Tree : a Product of Pathogenesis. 2005. Available from : URL : http://findarticles.com/p/articles/mi_qa4091/is_200511/ai_n15935816/
7. 지형준외편. 대한약전 및 대한약전의 한약규격주해 제2개정. 서울 : 한국메디칼인덱스사. 1998 : 604-5.
8. 國家中醫藥管理局, 中華本草 編委會. 中華本草. 上海 : 上海科學技術出版社. 1999 ; 5 : 4421-2.
9. CITES Tree Species, Management & Scientific Authorities International Affairs. Available from : URL : http://www.fws.gov/international/DMA_DSA/CITES/timber/CITES_tree_species.html
10. 鄭虎占 等 主編. 中藥現代研究與應用. 北京 : 學苑出版社. 1998 ; 3 : 2446-53.
11. 장승엽외 9인. 침향의 품질평가에 관한 연구. 식품의약품안전청연구보고서제4권. 2000 ; 4 : 212-22.
12. Matsui M. Effects of the Stem Debarking Treatment on Growth and Wood Specific Gravity of Domesticated Aquilaria crassna Pierre ex Lec. Athesis Submitted inPartial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Master of Science (Forestry) Graduate School, Kasetsart Universty 2005,ISBN : 974-9830-19-9. Available from : URL : <http://tar.rdi.ku.ac.th/Document/Master%20Thesis/MatsuiMikAll.pdf>
13. Bhuiyan NI, Begum J, Bhuiyan NH. Analysis of essential oil of eaglewood tree(Aquilaria agallocha Roxb.) by gas chromatography mass spectrometry. A Journal of the Bangladesh Pharmacological Society. 2009 ; 4 : 24-8. Available from : URL : <http://www.bdjpharmacol.com/0401/24.pdf>
14. White Lotus Aromatics Newsletter. Agarwood, Organic Essential Oils, Absolutes, CO2 Extracts, Attars, Incense,mht. Available from : URL : <http://www.whitelotusaromatics.com/newsletters/agarwooda.html>
15. Lin SY, Roan SF, Lee CL, Chen IZ. Volatile Organic Components of Fresh Leaves as Indicators of Indigenous and Cultivated Citrus Species in Taiwan. Biosci. Biotechnol. Biochem. 2010 ; 74(4) : 806-11.
16. 안준철, 김민영, 김옥태, 김광수, 김성호, 김세현, 황백. 황칠수액 분비 우수개체 선발 및 방향성 정유성분 조사. 韓國藥用作物學會誌. 2002 ; 10(2) : 126-31.