

# 목본성 식물의 휘발성 성분 GC/MS 분석

이동구<sup>1</sup> · 최 경<sup>2</sup> · 이상현<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>중앙대학교 식물시스템과학과, <sup>2</sup>국립수목원 산림자원보존과

## GC/MS analysis of volatile constituents from woody plants

Dong Gu Lee<sup>1</sup>, Kyung Choi<sup>2</sup>, Sanghyun Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrative Plant Science, Chung-Ang University, Anseong 456-756, Korea

<sup>2</sup>Department of Forest Resource Conservation, Korea National Arboretum, Pocheon 487-821, Korea

Received on 27 September 2011, revised on 12 October 2011, accepted on 18 December 2011

**Abstract :** To search for the new development of industrial application of woody plants, the chemical composition of the volatile constituents from woody plants (*Evodia daniellii*, *Clerodendron trichotomum*, *Prunus padus*, and *Zanthoxylum ailanthoides*) was determined by GC and GC/MS spectrometric analysis with the aid of NBS, Wiley Library and RI indice searches. The major constituents were *t*-ocimene from the leaves of *E. daniellii*, linalool from the leaves of *C. trichotomum*, benzaldehyde from the leaves and twigs of *P. padus*,  $\beta$ -thujene from the leaves of *Z. ailanthoides*, and 2-undecanone from the stems of *Z. ailanthoides*. These results suggested that the major volatile constituents of woody plants could be a useful lead compound in the development of functional materials for industrial application.

**Key words :** Volatile constituent, Woody plant, *Evodia daniellii*, *Clerodendron trichotomum*, *Prunus padus*, *Zanthoxylum ailanthoides*

### I. 서론

식물에 존재하는 휘발성 성분인 정유성분(essential oil)은 식물의 2차 대사산물(secondary metabolite)으로써 국내 외를 막론하고 오래 전부터 의약, 향장품 및 식품첨가물 등에 이용되어왔을 만큼 다양한 생리활성을 가지고 있다(Jang 등, 2002). 특히 천연 정유성분의 면역성 증가, 신경계 안정효과, 항암효과, 노화억제 및 피부병균에 대한 항균력 등의 기능적 특성이 보고됨에 따라 이를 산업적으로 응용할 수 있는 범위가 증가되고 있으며 정유를 구성하고 있는 성분들의 생리활성 구명을 위한 연구도 수행되고 있다(Song과 Chae, 2004).

정유는 각종 식물의 잎, 줄기, 종자, 뿌리, 수피 등 식물의 전 부위가 사용되며, 식물의 종류에 따라 테르펜류, 방향족 알데히드, 케톤, 페놀, 알콜류를 비롯하여 각종 에스테르 화합물 등이 존재한다. 오래 전부터 인도, 페르시아, 이집

트, 그리스, 로마 등에서 향료, 의약품 또는 종교 및 제식용으로 귀중하게 사용되었다. 정유성분은 이미 16~17세기에 170여 종류가 이용 되었고, 현재는 약 200종류 이상이 추출되어 이용된다고 알려져 있다(Lim 등, 2008). 또한 정유성분들이 지니는 독특한 향기를 활용하기 위한 목적 이외에도 기능성식품, 기능성 향장품, 향기요법치료제(romatherapy), 환경개선용 방향제 등으로 용도가 확대되고 있다(Hong 등, 2001a).

국내에서 연구가 진행된 방향성 자생식물로 산국 등 164속 250종에 이른다(Baik 등, 2002; Chung과 Ahn, 1995). 자생식물과 더불어 목본성 식물은 경제적 가치가 높다. 목본성 식물 중 쉬나무(*Evodia daniellii*)는 운향과(Rutacea)로 낙엽활엽 교목이며, 잎은 대생하고 긴 난형으로 길이 5~12 cm이며 뒷면에 털이 있고 가장자리에 선점(腺點)과 거치(鋸齒)가 있다. 누리장나무(*Clerodendron trichotomum*)는 마편초과(Verbenaceae)에 속하는 낙엽활엽관목으로서 잎은 대생하며, 넓은 난형이고 점첨두(漸尖頭)이며, 예저(銳底) 또는 절저(截底)이고 길이 8~20 cm, 너비 5~10

\*Corresponding author: Tel: +82-31-670-4688

E-mail address: slee@cau.ac.kr

cm로서 표면은 녹색이며 뒷면은 맥 위에 털이 있고 희미한 선점이 산생(散生)하며 큰 톱니가 있고 잎자루는 길이 3~10 cm로서 털이 있다. 귀룽나무(*Prunus padus*)는 장미과(Rosaceae)로 낙엽활엽교목류이며, 잎은 도란상 타원형으로 호생하고, 표면은 녹색으로 털이 없으며, 뒷면은 회녹색으로 맥액(脈液)에 털이 있다. 머귀나무(*Zanthoxylum ailanthoides*)는 운향과(Rutacea)로 낙엽교목이며, 잎은 호생하며 길이 27~28 cm로 엽축(葉軸)에 가시가 있으며, 뒷면은 백색인데 갈색의 유점(油點)이 산재해 있으며 엽맥이 돌출해 있다.

목본성 식물로부터 방향성 및 기능성을 갖는 물질 등에 대한 다양한 용도를 찾고자 쉬나무, 누리장나무, 귀룽나무, 머귀나무 등의 각 부위별 휘발성 성분에 대한 성분조성을 구명하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 식물재료

쉬나무(*Evodia daniellii*)의 잎, 누리장나무(*Clerodendron trichotomum*)의 잎, 귀룽나무(*Prunus padus*)의 잎과 어린 가지, 머귀나무(*Zanthoxylum ailanthoides*)의 잎과 줄기 등은 공주교육대학교 조선행교수님으로부터 제공받아 식물재료로 사용하였다. 쉬나무와 누리장나무는 진주에서, 귀룽나무는 설악산에서, 머귀나무는 완도에서 1995년도에 각각 채집하였다.

### 2. 시약 및 기기

추출용매는 주로 덕산 약품의 공업용을 증류 및 정제하여 사용하였고, TLC용 용매와 확인시약 등은 일급 또는 특급 시약을 사용하였다. TLC 및 prep(preparative)-TLC용 silica gel은 precoated Kiesel-gel 60 F<sub>254</sub> plate(Art. 5715, Merck, Germany)를 사용하였다. 정유의 표준물 150여종은 Carl Roth로부터 구입하여 사용하였으며, 그 외의 시약은 특급 또는 일급 시약을 Sigma 또는 Difco 등에서 구입하여 사용하였다. 정유추출은 mantle heater가 장착된 Karlruker 장치를, GC(gas chromatography)는 도남시스템의 DS 6200 GC(Hitachi, D-2500 chromatointegrator 부착)를 사용하였고, column은 Supelco Wax

10(30 m × 0.52 mm × 1.0 μm, Sigma-Aldrich, USA) fused silica capillary column을 사용하였다. GC/MS(Mass Spectroscopy)는 Hewlett-Packard 5890 II(USA)와 open slit HP 5988을 사용하였으며, GC column은 FFAP(50 m × 0.2 mm × 0.33 mm) fused silica capillary column을 사용하였다.

### 3. 정유성분의 추출

채집한 식물부위를 세절하고 Karlruker 장치의 2L 및 5L용 flask에 넣고 증류수를 500 mL-1L 가한 후 7-9 시간 가열하여 수증기 증류(steam distillation)를 실시하였다. 생성된 정유성분은 diethylether에 포집하고 무수황산 나트륨으로 탈수 여과한 다음 40°C이하에서 감압증류하여 용매를 제거하고 농축하여 기밀 용기(vial)에 넣어 냉장고(4°C)에 보관하였다.

### 4. 정유성분의 분석방법

분리된 각 식물재료의 정유성분 조성과 그 함량비를 추적하기 위하여 다음과 같은 조건하에서 GC를 실시하였으며, 추출한 정유시료를 유기용매를 제거한 상태(neat)로 만든 후 prep-TLC를 실시하여 극성별로 3등분으로 분획함으로써 GC상에서 겹치는 peak들이 없도록 분획한 것을 다시 diethylether로 추출한 추출물을 GC-MS에 걸어 각각의 TIC(total ion chromatogram)를 얻은 후 NBS library에 의하여 비교하고, 표준품의 GC에서의 retention time이나 문헌상에 보고된 데이터와 비교하여 정유성분을 동정하였다.

GC 분석을 위해 분리한 정유성분 혼합액을 1-4 μL씩 column에 주입하고 50°C에서 5분간 유지한 후 110°C까지 3°C/min으로 oven 온도를 올린 다음 10분간 유지하고 다시 4°C/min으로 220°C까지 올린 다음 20분간 유지하거나 75°C에서 8분간 유지하고 4°C/min으로 200°C까지 올린 후 20분간 유지하여 GC를 실시하였다. 이때 injector 및 detector(FID)의 온도는 270°C로 하였고 carrier gas는 He를 사용하여 유속을 0.5 mL/min으로 하였다.

GC-MS의 분석조건으로 질량분석기에 장착된 GC column에 시료를 주입하고 oven 온도를 40°C에서 4분간 유지 후 10°C/min으로 240°C까지 상승시켰다. Injector의 온도는 200°C, detector의 온도는 240°C로 하였으며,

carrier gas는 He으로 하고 유속을 0.5 mL/min으로 하였다. EI/MS의 조건은 ionization energy는 70eV, source temp.는 250°C, trap current는 300  $\mu$ A로 하였으며, CI/MS의 조건은 reagent gas로 methane을 사용하였고, electron energy는 200eV, source temp.는 200°C로 하였다.

### III. 결과 및 고찰

쉬나무, 누리장나무, 귀룽나무, 머귀나무의 식물재료에서 추출한 정유성분의 조성과 개별성분들의 화학구조를 prep-TLC, GC/MS 및 NBS, Wiley Library, RI indice search 등에 의하여 구명하였다(McLafferty와 Stauffer,

1989; Wagner 등, 1984).

쉬나무(*E. daniellii*)의 잎 0.7 kg으로부터 추출한 정유성분의 수득률은 0.078%이었다. 정유성분 구조와 조성을 분석한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 33종의 확인되었다. 이중 *l*-limonene(11.23%), *t*-ocimene(20.17%), 2-tridecanone(15.27%) 등이 주성분이었다. 성분 연구로 Jung(1970)의 연구에 의하면 쉬나무 수피와 과피로부터 methyl sinaphate, bergapten, evodiamine을 확인하였고, 종자로부터  $\beta$ -sitosterol, campesterol, stigmasterol의 성분을 확인하였으며, Ju 등(2000)은 쉬나무 과실로부터 2-oxotridecanyl acetate, bergapten, limonin, squalene,  $\beta$ -sitosterol의 성분을 확인하였다. 또한 쉬나무의

**Table 1.** Composition of volatile constituents from the leaves of *E. daniellii*.

$t_R^*$	Constituents ( $M^+$ )	Mass Fragments		Peak Area (%)
1.00	$\alpha$ -Pinene (136)	93 <sup>1</sup>	91 <sup>2</sup>	3.01
1.20	Ethylbenzene (106)	91	92	0.32
1.33	1,4-Dimethylbenzene (106)	91	92	0.74
1.34	<i>l</i> -Limonene (136)	93	68	11.23
1.36	Hexene (84)	83	55	0.32
1.40	7-Hydroxyheptene (114)	69	83	2.65
1.40	<i>t</i> -Ocimene (136)	93	91	20.17
1.43	Phellandrene (136)	93	91	8.52
1.55	( <i>Z</i> )-Penten-1-ol (86)	57	68	0.12
1.60	1-Hexanol (84)	56	55	0.52
1.62	4-Methyl-1,3-pentadiene (82)	67	41	2.72
1.65	3,7-Dimethylalloimene (136)	121	105	0.17
1.66	( <i>Z</i> )-2,4-Hexadiene (82)	67	82	6.12
1.69	( <i>E</i> )-2-Hexene-1-ol (100)	57	82	9.77
1.80	<i>cis</i> -Sabinene hydrate (154)	43	93	0.17
1.82	2-Furancarboxaldehyde (96)	96	95	0.16
1.89	Linalool (154)	71	93	0.12
1.93	Benzaldehyde (106)	105	77	0.24
2.00	2-Undecanone (170)	58	43	3.74
2.04	<i>trans</i> -Caryophyllene (204)	93	133	5.92
2.11	Benzeneacetaldehyde (120)	91	92	0.43
2.15	2-Dodecanol (186)	45	69	0.38
2.15	$\beta$ -Selinene (204)	93	121	0.17
2.21	<i>tetra</i> -Methyltricyclohydrocarbon (204)	161	105	0.37
2.32	2-Tridecanone (198)	58	43	15.27
2.38	2-Heptadecanol (256)	43	71	1.21
2.46	1-Octadecanol (270)	45	57	0.19
2.48	2,6- <i>bis</i> (1,1-Dimethylethyl)-4-methylphenol (220)	205	220	0.42
2.77	Elemol (222)	93	59	0.13
2.96	6-Propyltridecane (226)	43	155	0.72
3.21	Ethenyldodecanoate (226)	183	57	0.78
3.34	Octacosane (394)	43	57	2.32
3.79	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol (296)	71	81	3.13

\*Retention time relative to  $\alpha$ -pinene.

<sup>1</sup>The base peak.

<sup>2</sup>The second largest peak.

바이오매스(biomass)에 대한 연구결과로 산업적 이용성 증대가 가능한 것으로 보고되었다(Lee와 Hong, 1991).

누리장나무(*C. trichotomum*)의 잎 1.2 kg으로부터 추출한 정유성분의 수득률은 0.06%이었다. 정유성분 구조와

**Table 2.** Composition of volatile constituents from the leaves of *C. trichotomum*.

$t_R^*$	Constituents ( $M^+$ )	Mass Fragments		Peak Area (%)
1.10	Hexanal (100)	56 <sup>1</sup>	44 <sup>2</sup>	3.31
1.14	4-Methyl-1-penten-3-one (98)	55	70	0.21
1.20	Ethylbenzene (106)	91	106	0.16
1.22	1,2-Dimethylbenzene (106)	91	41	0.27
1.24	1,3-Dimethylbenzene (106)	91	106	0.52
1.27	$\beta$ -Myrcene (136)	93	69	0.16
1.33	Heptanal (114)	70	44	0.21
1.36	1-Methyl-2-cyclopenten-1-ol (110)	83	55	0.36
1.37	1,8-Cineole (154)	93	77	0.04
1.39	(1-Methylethyl)-cyclopentane (110)	67	55	0.26
1.40	2-Pentylfuran (138)	69	55	0.04
1.40	2-Hexen-1-ol (100)	55	69	0.07
1.41	2-Hexenal (98)	69	55	0.11
1.43	<i>t</i> -Ocimene (136)	93	79	0.63
1.46	5-Methyl-3-heptanone (128)	57	43	1.67
1.50	Tridecane (184)	57	43	0.18
1.55	2,6,6-Trimethyl-cyclohexnone (140)	70	55	2.23
1.57	( <i>Z</i> )-3-Hexen-1-ol acetate (142)	43	99	0.83
1.65	Rose oxide (154)	139	69	0.02
1.72	2,6,10,15-Tetramethylheptadecane (296)	57	71	23.83
1.79	4-Methyl-1-(1-methyl)bicyclo[3,1,0]hexane-3-one (152)	81	123	0.02
1.86	Decanal (156)	57	43	0.76
1.90	Linalool (154)	71	93	29.00
1.93	Benzaldehyde (106)	77	105	0.57
1.99	Hotrienol (152)	71	82	0.03
2.00	(-)- $\beta$ -Elemene (204)	81	93	0.08
2.00	2-Undecanone (170)	58	43	0.39
2.03	<i>trans</i> -Caryophyllene (124)	93	69	0.03
2.07	$\beta$ -Farnesene (189)	69	41	0.04
2.10	Benzenacetaldehyde (133)	57	71	0.03
2.17	( <i>E</i> )-2-Hexenoic butylester (170)	115	97	0.15
2.18	$\alpha$ -Zingibirene (204)	93	69	0.02
2.19	Octahydronaphthalene (204)	123	94	0.03
2.20	<i>cis</i> -Caryophyllen (204)	93	91	0.32
2.24	1,2-Dihydrotrimethylnaphthalene (172)	157	142	0.02
2.29	2-Hydroxybenzoic methylester (152)	120	92	0.05
2.39	2,6- <i>bis</i> (1,1-Dimethylethyl)-4-methylphenol (220)	205	57	0.09
2.46	$\alpha$ -Lonone (192)	177	43	0.02
2.51	Nerolidol isomer (222)	69	93	0.05
2.52	Tetracosane (338)	57	71	0.04
2.55	2-Ethenylnaphthalene (183)	57	82	0.10
2.70	Pentacosane (352)	57	71	0.04
2.73	Tetradecanol (212)	139	125	0.05
2.99	Hexacosane (366)	57	71	0.05
3.02	2-Methoxy-4-(2-propenyl)phenol (164)	164	77	0.12
3.05	4-Methoxy-4-(2-propenyl)-1,3-benzo-dioxole (192)	79	67	0.03
3.17	Heptacosane (380)	57	71	0.02
3.48	5-Methyl-2-(1-methylethyl)cyclohexanol (156)	71	43	0.95
3.66	Hexatriacontane (507)	57	71	2.61
4.01	2-Phenylethyl benzoic ester (109)	104	105	0.60

\*Retention time relative to  $\alpha$ -pinene.

<sup>1</sup>The base peak.

<sup>2</sup>The second largest peak.

**Table 3.** Composition of volatile constituents from the leaves & twigs of *P. padus*.

t <sub>R</sub> *	Constituents (M <sup>+</sup> )	Mass Fragments		Peak Area (%)	
				Leaves	Twigs
1.12	Hexanal (100)	44 <sup>1</sup>	56 <sup>2</sup>	0.84	0.50
1.25	<i>tert</i> -Butylisopropylidenecyclopropylether (154)	57	41	0.73	0.41
1.36	7-Oxabicycloheptane (98)	83	55	0.85	0.51
1.40	2-Pentylfuran (38)	55	41	9.58	7.16
1.54	( <i>Z</i> )-2-Penten-1-ol (86)	57	68	0.06	0.10
1.61	Hexanol (102)	56	55	0.02	0.02
1.67	( <i>Z</i> )-3-Hexen-1-ol (100)	67	41	0.03	0.07
1.69	( <i>E</i> )-2-Hexen-1-ol (100)	57	41	0.06	0.53
1.79	Linalool oxide (170)	59	94	0.81	0.23
1.85	$\alpha$ -Tetrahydrofurfuryl-2-alcohol (170)	59	94	1.07	1.05
1.85	<i>cis</i> -3-Hexenyl-2-methylbutanoate (184)	121	107	0.08	0.39
1.88	Allocimene (136)	67	82	0.49	0.02
1.90	Linalool (154)	71	93	0.85	0.19
1.93	3,7-Dimethyl-1,6-octadiene-3-ol (154)	71	93	0.07	6.63
1.94	Benzaldehyde (106)	106	105	76.02	74.87
2.00	2,6,6-Trimethyl-2,4-cycloheptadien-1-one (150)	107	91	0.05	0.01
2.09	1-Phenylethanone (120)	105	77	0.29	0.12
2.11	Benzenacetaldehyde (120)	91	120	0.03	0.05
2.16	<i>l</i> - $\alpha$ -Terpineol (154)	59	93	0.37	0.16
2.21	Naphthalene (204)	93	69	0.23	0.26
2.28	Bicyclohep-2-ene (94)	79	107	0.01	-
2.30	Nerol (154)	69	41	0.02	0.07
2.33	2-Hydroxybenzoic methylester (152)	120	92	0.11	0.12
2.35	Hexanoic acid (116)	60	73	0.03	-
2.37	(-)-Lavandulol (154)	69	41	0.02	0.13
2.42	Aromadendrene epoxide (II) (220)	165	91	0.02	0.11
2.42	$\alpha$ -Lonone (192)	121	93	0.23	-
2.45	Benzenmethanol (192)	79	108	0.04	0.10
2.48	2,6- <i>bis</i> (1,1-Dimethylethyl)-4-methylphenol (220)	205	220	0.03	0.08
2.52	Phenylethylalcohol (122)	91	92	0.18	0.07
2.56	( <i>E</i> )-2-Hexenoic acid (114)	73	55	0.02	-
2.57	4-Methylbenzenethiol (124)	123	43	0.04	0.06
2.59	<i>cis</i> -Jasmone (164)	79	91	0.02	0.17
2.65	2-Hydroxy-4-methylacetophenone (150)	135	94	0.03	0.10
2.66	1,2-Dimethoxy-4-(2-propenyl)benzene (178)	178	91	0.26	-
2.72	2-(Acetyloxy)-1-phenylethanone (268)	105	77	0.02	-
2.76	Davanone (236)	165	57	0.11	0.11
2.82	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone (268)	43	57	0.01	0.01
2.87	Nonanoic acid (210)	60	73	0.09	0.01
2.88	( <i>Z</i> )-3-Hexen-1-ol benzoate (204)	105	82	0.07	0.03
2.89	2-Propenylbenzoate (162)	82	93	0.02	0.03
2.90	Docosane (310)	105	77	0.02	0.01
2.91	$\alpha$ -Humulene (204)	57	71	0.02	0.13
2.92	Globulol (222)	43	109	0.03	0.08
2.94	Eugenol (164)	164	103	0.02	0.08
3.06	<i>trans</i> -Muurolol (222)	95	121	0.08	0.06
3.07	Tricosane (324)	57	71	0.01	0.09
3.18	Benzocyclobutane (186)	129	128	0.04	-
3.21	Diphenylethandione (210)	107	77	0.06	-
3.43	Benzoic acid (122)	105	122	0.14	0.06
3.46	Dodecanoic acid (200)	73	60	0.02	0.05
3.64	Coumarin (146)	118	146	0.02	0.04
3.66	Hexadecanoic acid (256)	73	60	0.06	0.11

\*Retention time relative to  $\alpha$ -pinene.<sup>1</sup>The base peak.<sup>2</sup>The second largest peak.

**Table 4.** Composition of volatile constituents from the leaves & stems of *Z. ailanthoides*.

t <sub>R</sub> *	Constituents (M <sup>+</sup> )	Mass Fragments		Peak Area (%)	
				Leaves	Stems
1.00	α-Pinene (136)	93 <sup>1</sup>	77 <sup>2</sup>	0.13	0.12
1.11	Hexanal (100)	56	44	0.02	1.30
1.27	β-Pinene (136)	93	69	13.92	9.89
1.35	<i>l</i> -Limonene (136)	68	67	4.52	0.12
1.37	β-Thujene (136)	93	91	18.42	46.66
1.38	β-Phellandene (136)	93	91	-	0.12
1.39	<i>cis</i> -3-Hexenal (98)	55	41	0.21	-
1.40	2-Phenylfuran (138)	55	41	0.06	0.31
1.43	<i>t</i> -Ocimene (136)	93	91	0.19	0.12
1.51	Phellandren (136)	93	121	0.15	0.05
1.60	1-Hexanol (102)	56	55	0.30	0.17
1.66	4-Methyl-1,3-pentadiene (82)	67	41	0.91	0.08
1.69	( <i>E</i> )-2-Hexen-1-ol (100)	57	41	1.26	0.04
1.69	Nonanal (142)	57	43	0.16	0.17
1.76	Linalool oxide (II)(170)	59	94	0.05	0.47
1.85	Decanal (156)	57	41	1.26	0.02
1.89	Linalool (154)	71	93	0.02	0.74
1.93	Benzaldehyde (106)	105	77	0.02	0.01
1.94	1,2-Dimethyl-3-(1-methylethenyl)cyclopentanol (154)	59	94	0.02	0.02
1.95	2-Undecanone (170)	58	43	21.95	15.47
2.00	Menthon (154)	43	93	0.05	0.22
2.01	4-Methyl-1-(1-methylethyl)-3-cyclohexen-1-ol (154)	71	93	0.02	0.02
2.02	Linalool oxide (170)	58	43	0.08	0.12
2.04	Terpine derivative (154)	43	93	0.08	0.35
2.04	Linalool amide (170)	43	69	0.14	0.04
2.07	( <i>E,E</i> )-2,4-Octadienal (124)	81	43	0.06	0.07
2.12	4-(1-Methylethyl)cyclohexanol (142)	81	82	0.08	0.08
2.14	2-Tridecanol (200)	45	55	0.43	0.53
2.15	2-Decanone (156)	58	43	0.07	0.05
2.17	<i>trans</i> -2-Caren-4-ol (152)	96	109	0.11	0.17
2.22	<i>l</i> -α-Terpineol (154)	84	83	0.03	0.02
2.22	Geranylacetate (196)	69	68	0.11	0.14
2.24	2-Dodecanone (184)	58	43	0.05	0.08
2.25	Myrtenol (152)	109	79	0.14	0.36
2.33	2-Tridecanone (198)	58	43	4.52	7.61
2.35	Hexanoic acid (116)	60	73	0.10	0.06
2.35	2-Hydroxymethylbenzoate (152)	81	41	0.12	0.02
2.36	<i>trans</i> -Geraniol (154)	69	41	0.05	0.02
2.45	2-Heptadecanol (256)	45	57	0.34	0.09
2.48	2,6- <i>bis</i> (1,1-Dimethylethyl)-4-methylphenol (220)	205	220	0.28	0.25
2.49	( <i>E</i> )-4-Hexadecen-6-yne (220)	43	67	0.03	0.01
2.49	Tridecanal (198)	57	43	0.08	0.01
2.58	Tetradecanal (212)	57	43	0.05	0.01
2.59	4-(1-Methylethyl)-1,5-cyclohexadiene-1-methanol (152)	79	91	0.07	0.10
2.67	1-Hexadecanol (242)	57	43	0.12	0.17
2.69	Octanoic acid (144)	60	73	0.21	0.08
2.83	4,6-Dimethyldodecane (198)	155	71	0.05	0.07
2.88	( <i>E</i> )-5-Octadecene (252)	55	69	1.02	0.17
2.90	Octadecane (254)	57	72	0.08	0.06
2.96	9,10,16-Trihydroxyhexadecanoic acid (304)	43	155	0.75	1.51
2.99	2-Nitrocyclododecanone (227)	55	41	-	0.12
3.00	17-Pentatriacontene (491)	55	97	0.03	0.02
3.05	Decanoic acid (158)	73	60	0.07	0.05
3.07	Tricosane (324)	57	71	0.09	0.08
3.21	Normal hydrocarbon (183)	57	43	0.77	0.75
3.33	5-Methoxytriazole (115)	115	57	1.03	1.23
3.34	6-Propyltridecane (214)	43	58	1.02	0.31
3.46	Dodecanoic acid (200)	73	60	0.06	0.71
3.78	<i>tetra</i> -Methylhexadecen-1-ol (296)	71	57	2.00	0.24
4.02	<i>tetra</i> -Decanoic acid (228)	73	60	0.17	2.24
4.41	<i>penta</i> -Decanoic acid (242)	73	60	0.13	0.78

\*Retention time relative to α-pinene.

<sup>1</sup>The base peak.

<sup>2</sup>The second largest peak.

조성을 분석한 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 50종이 확인되었다. 이중 2,6,10,15-tetramethylheptadecane, linanol 등이 주성분이었다. 기존의 성분연구로 Toyoda 등(1982)은 누리장나무 뿌리로부터 derodolone, clerone, luprol, derosterol을 분리 규명하였고, 잎에는 myristic, palmitic, stearic, ceroticacid가 함유 되어있다고 보고했다. 특히 주성분 2,6,10,15-tetramethylheptadecane은 면역독성이 있었으며(Lee와 Moon, 2010), 누리장나무는 항염증 및 항산화 활성이 있었다(Kim 등, 2009; Chae 등, 2007)는 보고가 있다. Sakurai와 Kato(1983)는 kusagin인을 분리 보고하였고, Kitagaki 등(1985)은 N-acetyl-D-galactosamine 등의 lecitin을 보고하였다. 그리고 누리장나무의 자생지 환경특성 및 생육특성과 번식방법의 확립에 따른 휘발성 성분의 증대가 가능한 것으로 보고되었다(Han 등, 2011).

귀룽나무(*P. padus*)의 잎 0.9 kg으로부터 추출한 정유성분의 수득률은 0.32%이었다. 정유성분 구조와 조성을 분석한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 54종이 확인되었다. 그리고 귀룽나무의 어린 가지 1.0 kg으로부터 추출한 정유성분의 수득률은 0.14%이었다. 정유성분 구조와 조성을 분석한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 46종이 확인되었다. 귀룽나무 잎 및 어린 가지의 주성분은 benzaldehyde로 가장 높게 나타남을 알 수 있었다. 성분연구로 Kucharska와 Oszmiański(2002)는 anthocyanidin 분리하였고, Yoshinari 등(1989, 1990)은 polyacylated sucrose derivative 및 lignin xyloside 등을 분리 보고하였다. 그리고 귀룽나무의 정유성분 분석을 위해 GC-MS-Computer를 이용하기도 하였다(Niko 등, 2009; Zhu 등, 2005).

머귀나무(*Z. ailanthoides*)의 잎 1.1 kg으로부터 추출한 정유성분의 수득률은 0.064%이었다. 정유성분 구조와 조성을 분석한 결과 Table 4에서 보는 바와 같이 59종이 확인되었다. 그리고 머귀나무의 줄기 1.0 kg으로부터 추출한 정유성분의 수득률은 0.042%이었다. 정유성분 구조와 조성을 분석한 결과 Table 4에서 보는 바와 같이 60종이 확인되었다. 이중  $\beta$ -thujene, 2-undecanone 등이 머귀나무 잎과 줄기의 주성분이었다. 그 중 머귀나무 잎에서는 2-undecanone의 성분 함량이 높았고, 줄기에서는  $\beta$ -thujene의 성분이 가장 높게 나타남을 알 수 있었다. 성분 연구로 Jo와 Moon(1994)은 머귀나무 종자에서 palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid 및

linoleic acid의 지방산을 확인하였다. 그리고 Zhang 등(2009)은 머귀나무의 정유성분과 모기퇴치와의 연관성에 관한 보고를 하였다.

지금까지 목본성 식물인 쉬나무, 누리장나무, 귀룽나무, 머귀나무에서 분리한 정유의 특성이나 성분 조성으로 terpenoid류, aromatic과 heterocyclic 화합물 및 aliphatic 화합물의 정유성분이 확인되었다. 목본성 식물에서도 다른 자생식물과 마찬가지로 terpenoid류의 성분이 높게 나타났다. 이 terpenoid류가 에센셜 오일(essential oil) 또는 아로마 오일(aroma oil)이라 부르는 천연향료의 주성분이다. 실험재료인 유실수의 정유성분 중 특히 쉬나무 잎은 *t*-ocimene, 누리장나무는 linanol, 귀룽나무의 잎과 어린 가지에서는 benzaldehyde, 머귀나무의 잎과 줄기에서는 각각 2-undecanone와  $\beta$ -thujene의 함량이 높았다.

식물로부터 추출되는 독특한 향기와 향미를 갖는 천연정유는 다양한 효능이 새롭게 밝혀지면서 정유를 포함한 허브산업이 치료효능과 기능성을 증진시키는 대체의학의 한 축으로써 그 이용가치가 크게 증가하고 있다. 향수, 향미료, 의약품뿐만 아니라 향균, 살충 및 곤충 기피제 등 생물농약으로 활용하기 위한 연구가 현재에도 수행이 되고 있으며, 특히 스트레스 감소에 효과적인 것으로 알려져 있다(Hong, 2001b).

생체 내에서의 작용기전 규명과 독성평가로 안전성을 확보함으로써 천연물 유래 새로운 기능성 식·의약품으로서의 가능성을 내포하고 있다. 같은 종에서 추출한 정유성분일 지라도 부위에 따라서 정유함량과 구성성분의 조성이 차이가 있는 것으로 나타났기 때문에 식물 종의 유전적 특성과 생육환경이나 채취시기, 부위별 및 식물의 기원에 따른 정유성분 조성에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

따라서 본 연구결과는 쉬나무, 누리장나무, 귀룽나무, 머귀나무의 주요 정유성분을 파악하여 이로부터 필요한 정유성분을 대량 확보할 수 있는 방법의 고안에 도움을 줄 것이며, 관련업계의 산업화 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구의 결과물은 서울대학교 신국현 명예교수님으로부터 많은 자문을 받았으며, 이에 감사를 드립니다.

## 참고 문헌

- Baik JA, Lee WY, Kim JY, Pak CH. 2002. Changes in essential oil contents and growth of *Chrysanthemum boreale* treated by uniconazole. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43: 364-368.
- Chae SW, Kang KA, Kim JS, Kim HK, Lee EJ, Hyun JW, Kang SS. 2007. Antioxidant activities of acetylmartynosides from *Clerodendron trichotomum*. J. Appl. Biol. Chem. 50: 270-274.
- Chung YJ, Ahn WS. 1995. Collection identification and *ex-situ* field conservation of the aromatic plants in Korea. RDA J. Agric. Sci. 37: 57-75.
- Han IS, Ha YM, Kim DY, Lee BH. 2011. Basic studies of Korean native *Clerodendron trichotomum* Thunberg for landscape uses. Journal of the KILA. 29: 130-138.
- Hong CU, Kim CS, Kim NG, Kim YH. 2001a. Composition of essential oils from the leaves and the fruits of *Chamaecyparis obtuse* and *Chamaecyparis pisifera*. J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 44: 116-121.
- Hong CU, Kim CS, Kim NG, Kim YH. 2001b. Composition of essential oils of *Tagetes minuta* L. J. Kor. Medicinal Crop Sci. 9: 108-115.
- Jang SJ, Kim YH, Kim MK, Kim WK, Yun SE. 2002. Essential oil composition from leaves, flowers, stems, and fruits of *Vitex rotundifolia* L. fil. J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 45: 101-107.
- Jo JS, Moon CK. 1994. Analysis of fatty acid from *Zanthoxylum ailanthoides* seed oil. J. Inst. Agric. Res. Util. Gyeongsang Nat'l Univ. 28: 25-30.
- Ju HK, Hwang BY, Ahn BT, Kim MJ, Choi WH, Cho BJ, Ro JS, Lee KS. 2000. Chemical components of *Evodia daniellii* HEMS. Kor. J. Pharmacogn. 31: 300-305.
- Jung BS. 1970. Studies on the components of *Evodia daniellii* in Korea. Kor. J. Pharmacogn. 1: 119-124.
- Kim KH, Kim SG, Jung MY, Ham IH, Whang WK. 2009. Anti-inflammatory phenylpropanoid glycosides from *Clerodendron trichotomum* Leaves. Arch. Pharm. Res. 32: 7-13.
- Kitagaki H, Seno N, Yamaguchi H, Matsumoto I. 1985. Isolation and characterization of a lectin from the fruit of *Clerodendron trichotomum*. J. Biochem. 97: 791-799.
- Kucharska AZ, Oszmiański J. 2002. Anthocyanins in fruits of *Prunus padus* (birdcherry). J. Sci. Food Agric. 82: 1483-1486.
- Lee YH, Hong SG. 1991. Biomass studies of *Evodia daniellii*. J. Kor. For. Environ. 11: 1-10.
- Lee SJ, Moon HI. 2010. Immunotoxicity activity of 2,6,10,15-tetramethylheptadecane from the essential oils of *Clerodendron trichotomum* Thunb. against *Aedes aegypti* L. Immunopharmacol. Immunotoxicol. 32: 705-707.
- Lim SS, Lee YS, Kim HM, Ahn YH, Shin KH, Lee S. 2008. GC/MS analysis of volatile constituents from broad , Shid indeciduous trees. Korean J. Plant Res. 21: 237-248.
- McLafferty FW, Stauffer DB. 1989. The Wiley/NBS registry of mass spectral data. Wiley Interscience, New York, USA.
- Niko SR, Aleksandra SD, Bojan KZ, Radosav MP. 2009. GC-MS analyses of flower ether extracts of *Prunus domestica* L. and *Prunus padus* L. (Rosaceae). Chemical Papers 63: 377-384.
- Sakurai A, Kato T. 1983. A new glycoside, kusagin, isolated from *Clerodendron trichotomum*. Bull. Chem. Soc. Jpn. 56: 1573-1574.
- Song ES, Chae YA. 2004. Characteristics of volatile oil components in *Elsholtzia splendens* Nakai collected in Korea. Korean J. Medicinal Crop Sci. 12: 459-462.
- Toyoda Y, Kumagai H, Irikawa H, Okumura Y. 1982. Isolation of four indolizino(8,7-b)indole-5-carboxylic acids from *Clerodendron trichotomum* Thunb. Chem. Lett. 11: 903-906.
- Wagner H, Blatt S, Zgainski EM. 1984. Plant Drug Analysis: A thin layer chromatography photo atlas. Springer-Verlag, New York, USA.
- Yoshinari K, Sashida Y, Mimaki Y, Shimomura H. 1990. New polyacylated sucrose derivatives from the bark of *Prunus padus*. Chem. Pharm. Bull. 38: 415-417.
- Yoshinari K, Sashida Y, Shimomura H. 1989. Two new lignin xylosides from the barks of *Prunus ssiori* and *Prunus padus*. Chem. Pharm. Bull. 37: 3301-3303.
- Zhang Y, Peng YH, Chen FF, Zeng DQ, Huang Y, Zhong HY. 2009. Bioactivity and components of essential oil from *Zanthoxylum ailanthoides* fructification against two mosquito species. Acta Entomologica Sinica 52: 1028-1033.
- Zhu J, Meng X, Wu Y, Bao Y, Li Y. 2005. Analysis of the essential oils from fruits, stems, leaves, barks and trunk cores of *Prunus padus* Linn. Chin. J. Anal. Chem. 33: 1615-1618.