

## 향유와 꽃향유의 향기성분 조성 비교

정재훈\* · 이재곤<sup>1)</sup> · 곽재진<sup>1)</sup> · 임흥빈  
충북대학교 농과대학 연초학과, KT&G 중앙연구원<sup>1)</sup>  
(2004년 10월 28일 접수)

### The Comparison of Flavor Components Extracted from *Elsholtzia ciliata* and *Elsholtzia splendens*

Jae-Hoon Jeong\*, Jae-Gon Lee<sup>1)</sup>, Jae-Jin Kwag<sup>1)</sup> and Heung-Bin Lim  
Department of Tobacco Science, Chungbuk National University  
<sup>1)</sup>KT&G Central Research Institute  
(Received October 28, 2004)

**ABSTRACT** : This study was conducted to investigate the composition of flavor components of *Elsholtzia ciliata* and *Elsholtzia splendens* in order to obtain basic informations for the application of tobacco and food industry. Flavor components extracted were divided into three fractions ; essential oil, absolute and oleoresin from *E. ciliata* and *E. splendens*. Essential oil was extracted by simultaneous steam distillation(SDE), absolute and oleoresin were extracted by 100% *n*-hexane and 50% ethanol, respectively. Yields of the essential oil, absolute and oleoresin fractions from *E. ciliata* were 0.34%, 11.34% and 15.24%, and those from *E. splendens* were 0.28%, 12.45% and 9.95%, respectively. The major components of essential oil of *E. ciliata* were naginata ketone(29.37%), elsholtzia ketone(14.37%) and rosefuran(11.76%). The major components of essential oil of *E. splendens* were 2-cyclohexen-1-one(26.81%), elsholtzia ketone(13.46%) and naginata ketone(5.26%). The composition of flavor components showed a slight difference between essential oils of *E. ciliata* and *E. splendens*. The major components of absolute fraction from *E. ciliata* were linoleic acid(12.07%), palmitic acid(10.46%) and 2-cyclohexene-1-one(5.39%). And those from *E. splendens* were linoleic acid(12.38%), palmitic acid(9.47%) and naginata ketone(8.86%). Ethyl linoleolate was a major component in oleoresin of *E. ciliata* and *E. splendens*.

**Key word** : flavor components, *Elsholtzia ciliata*, *Elsholtzia splendens*

과거 민간요법에 활용되어 왔던 각종 천연물자원들의 약리적 효과 및 특성이 최근에 과학적으로 밝혀지면서, 다양한 분야에서 이러한 천연물자원을 탐구하고 응용하기 위한 시도가 활발하게 진행되고 있다. 향료산업에서도 고문헌을 토대로 향원식물을 수집, 구성성분을 분석하고 생리활성물질을 탐색하

여 기능성을 부여하는 고부가가치의 향료를 개발하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

특히 담배는 기호품으로서, 소비자의 기호에 부합한 고부가가치의 제품을 생산하기 위하여 향료의 역할은 매우 크다고 할 수 있다. 담배향료로는 대부분 천연의 향기성분을 화학적으로 합성한 후 독

\*연락처 : 361-763 충청북도 청주시 개신동 12번지 충북대학교 농과대학 연초학과

\*Corresponding author : Department of tobacco science, Chungbuk National University, 12 Gaeshin-dong, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

특한 조향기술에 의해 제조된 조합향료가 사용되고 있다. 그러나 최근 생활수준의 향상과 더불어 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 인공 조합향료의 안전성 문제가 제기되면서, 자연으로부터 보다 안전하고 저렴한 천연향료의 발굴, 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

천연물향료를 제조 및 가공방법에 따라 정유(essential oil), absolute, oleoresin으로 분류할 수 있다. 이러한 천연물향료는 담배 및 식품향료로서 용도에 따라 다양하게 이용하고 있다. 천연향료로서 개발 가능성이 높은 식물군으로는 꿀풀과식물을 들 수 있으며, 여기에는 방향식물로 알려진 배초향, 박하, 향유 등이 속해있고, 이들 중 본 실험에서는 향유속 식물인 향유와 꽃향유에 대하여 알아보고자 하였다.

향유와 꽃향유는 우리나라 야지에서 흔히 볼 수 있는 꿀풀과 초본으로써 한의학에서는 지상부를 약초로 사용한다. 향유와 꽃향유는 방향이 풍부하며 특히 거담(祛痰)효과 및 이뇨작용, 해열·발한작용을 나타내며, 진신부종 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Ahn, 2000; Chang, 2002). 방향성 식물로서의 향유와 꽃향유에 대한 연구는 향유의 정유성분에 대한 화학적 구조를 분류한 연구(Sohn, 1999)와 유전이나 지역적 특성에 따른 정유성분의 차이를 밝힌 연구(Sohn *et al.*, 2003) 등이 있다. 또한 식품첨가제로서의 이용가능성을 검토한 보고(Chung and Lee, 2002) 및 중금속 오염 토양에서의 꽃향유의 구리 흡착능에 관한 연구(Jiang *et al.*, 2004; Song *et al.*, 2004), 그리고 꽃향유의 항염증 효과에 대한 연구결과(Kim *et al.*, 2004)도 알려져 있다. 그러나 향유와 꽃향유를 대상으로 추출방법별로 구분하여 분리·동정하고 비교한 예는 국내에서 찾아볼 수 없다. 따라서 본 연구는 천연향료로서 향유와 꽃향유를 추출방법별로 essential oil, absolute 및 oleoresin으로 구분하여 추출한 다음 각각의 성분들을 분리·동정하고 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 채취

본 실험에서 사용한 향유(*Elsholtzia ciliata*)와 꽃

향유(*Elsholtzia splendens*)는 청주 소재 한약건재장에서 구입하였다. 품질이 양호한 것을 육안으로 선별하여 분쇄기로 미세하게 분쇄하고, 100 mesh 체로 거른 다음 80℃ oven에서 48시간 건조시킨 후 수분함량을 측정하여 추출 시료로 사용하였다.

### 시료 추출

Essential oil : 정유성분을 추출하기 위하여 분쇄된 시료 건중 100 g을 3 L 플라스크에 넣고 증류수 2 L를 가한 다음 Schultz *et al.*(1977)의 방법에 따라 개량된 SDE(Likens-Nikerson type simultaneous steam distillation and extraction)장치를 사용하여 5시간 동안 증류 추출하였다. 추출용매로는 *n*-pentane : diethylether 혼합용액(1:1, v/v) 100 mL를 사용하였다. 추출 후 얻은 용매층을 무수황산나트륨으로 탈수시킨 다음 30℃에서 회전감압 농축장치(EYELA, Japan)를 이용하여 감압농축한 후 N<sub>2</sub> gas로 완전 농축하고 분석용 시료로 사용하였다.

Absolute : 시료 건중 200 g을 3 L 삼각 플라스크에 넣고 추출용매로 *n*-hexane 2 L를 가한 후 실온에서 5일간 추출하였다. 추출용액을 거름종이(2호, Whatman, England)로 거른 다음 30℃에서 회전감압 농축장치를 이용하여 농축하였다. 농축물에 ethanol 100 mL를 첨가하여 용해시킨 후 알코올 불용성 성분을 제거한 다음 다시 40℃에서 회전감압 농축장치를 이용하여 농축하고 분석용 시료로 사용하였다.

Oleoresin : 시료 건중 200 g을 5 L 삼각 플라스크에 넣고 추출용매로 50% ethanol 3 L를 가한 후 실온에서 5일간 추출하였다. 추출용액을 거름종이(2호, Whatman, England)로 거른 다음 50℃에서 회전감압 농축장치를 이용하여 농축하였다. 농축된 oleoresin을 5 g 취하여 분액깔대기에 넣고 diethylether : distilled water 혼합용액(1:1, v/v) 200 mL를 가한 후 유기층을 분리하였다. 추출한 용매층을 30℃에서 회전감압농축장치를 이용하여 농축한 다음 N<sub>2</sub> gas로 완전 농축하여 분석용 시료로 사용하였다.

### 향기성분 분석

추출된 시료를 gas chromatography(GC)와 gas chromatography-mass spectrometry(GC/MS)를 이용하여 분석하였다. GC는 FID가 부착된 HP-5890 series II(Hewlett Packard, USA)를 사용하였으며, column은 supelcowax fused silica capillary(60 m × 0.25 mm i.d., 0.32 μm film thickness, J&W, USA)를 사용하였고, temperature program은 50 °C에서 3분간 유지한 후, 230°C까지 3 °C/min 속도로 승온하여 50분간 유지하였다. Inject와 detector 온도는 250°C이었으며, carrier gas는 헬륨을 사용하여 flow rate 0.5 mL/min으로 하고 시료는 1 μL를 주입하였고 split ratio는 100:1로 하였다. 화합물 동정에 사용한 GC/MS는 HP 5970 mass selective detector(Hewlett Packard, USA)가 부착된 HP-5890 series II(Hewlett Packard, USA)를 이용하였으며 electron impact ionization(EI) 방법을 통해 시료를 이온화시켰다. GC/MS에 사용한 column은 Innowax fused silica capillary column(60 m × 0.25 mm i.d., 0.32 μm film thickness, J&W, USA)이었고, 분석조건은 GC의 조건과 동일하였으며, ion source temperature는 230°C, ionization voltage는 70 eV의 조건에서 분석하였다. 성분동정은 GC/MS 분석에서 얻어진 mass spectrum을 Wiley 275, NIDS library와의 spectrum 일치로 확인하여 동정하였다.

### 결과 및 고찰

#### Essential oil

SDE 장치로 추출한 향유와 꽃향유 essential oil의 수율은 각각 0.34%, 0.28%이었다. 향유와 꽃향유의 essential oil을 GC로 분석하고, GC/MS를 이용하여 구한 total ion chromatogram(TIC)을 Fig. 1에 나타내었다. 향유와 꽃향유에서 34개 및 27개 성분이 각각 동정되었다.

향유와 꽃향유의 essential oil에서 GC/MS에 의해 동정한 성분들을 Table 1에 나타내었다. 향유의 essential oil을 분석한 결과 ketone류 화합물인 sweet, rose-like의 floral 향 특성을 나타내는 naginata ketone(29.4%)과 elsholtzia ketone[3-

methyl-1-(3-methyl-2-furanyl)-1-butanone](14.4%)이 가장 많이 함유되어 있었으며, sweet, pungent, cherry-hey 향 특성을 나타내는 acetophenone(3.8%), 2-cyclohexen-1-one(3.8%)과 같은 케톤 화합물의 비율이 상대적으로 높았다. Monoterpene류 화합물인면서 powerful balsamic-sweet note의 향 특징이 있는 rosefuran도 11.8% 함유되어 있었다. 장미과의 주성분이면서 담배향료로서 사용되고 있으며 floral-soapy, green, musty 향 특성을 갖고 있는 geranial(1.2%), 레몬향의 주성분인 limonen(1.9%), 오렌지와 레몬향이 나는 linalool(1.7%)도 동정되었다. 또한 α-humulene(5.6%), trans-caryophyllene(2.6%), germacrene d(1.6%)가 함유되어 있었으며 이들은 대부분 sesquiterpene류 화합물로서 terpene계 향 특징인 pleasant, fresh, citrus, mint 등의 방향을 나타낸다.

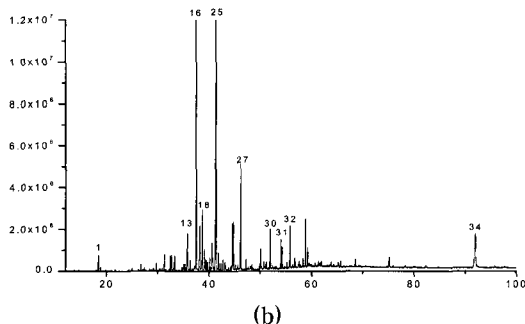
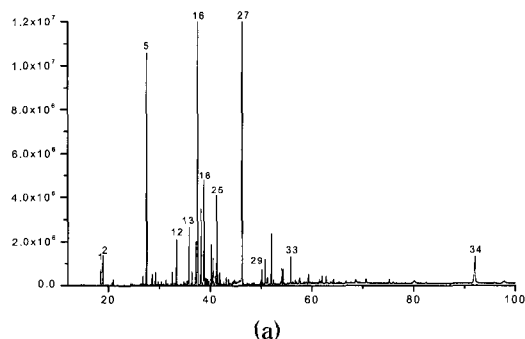


Fig. 1. Total ion chromatograms(TIC) of essential oil obtained from *Elsholtzia ciliata*(a) and *E. splendens*(b).

Table 1. Flavor components identified from essential oil of *E. ciliata* and *E. splendens*

Peak No.	R. T. <sup>1)</sup> (min)	Volatile compounds	Peak area(%)	
			<i>E. ciliata</i>	<i>E. splendens</i>
1	18.48	Limonene	1.01	1.19
2	18.89	1,8-Cineole	1.84	0.29
3	20.94	3-Octanone	0.30	-
4	26.78	3-Octanol	0.40	0.31
5	27.55	Rosefuran	11.76	-
6	28.60	$\alpha$ -Thujone	0.64	-
7	29.25	1-Octen-3-ol	0.57	-
8	29.78	Copaene	0.18	0.34
9	31.32	$\alpha$ -Cubebene	0.21	0.75
10	32.50	$\beta$ -Bourbonene	0.50	0.68
11	32.73	Camphor	-	0.80
12	33.35	Linalool	1.67	0.60
13	35.83	<i>trans</i> -Caryophyllene	2.53	2.20
14	36.40	<i>cis</i> -Dihydrocavone	0.53	0.48
15	37.57	Elsholtzia ketone	14.37	13.46
16	38.21	Acetophenone	3.78	2.30
17	38.80	$\alpha$ -Humulene	5.60	3.43
18	39.28	$\alpha$ -Amorphene	0.25	0.52
19	40.19	Germacrene d	1.55	0.63
20	40.40	Bicyclohepta-2-ene	0.35	-
21	40.55	Carveol	1.13	1.72
22	40.99	Geranial	0.35	-
23	41.10	Bicyclogemacrene	0.23	-
24	41.29	2-Cyclohexen-1-one	3.55	26.81
25	41.85	$\delta$ -Cadinene	0.46	0.77
26	46.33	Naginata ketone	29.37	5.26
27	50.11	Caryophyllene oxide	0.57	0.91
28	50.74	Methyl eugenol	0.92	0.31
29	54.03	2-Pentadecanone	0.65	1.37
30	54.33	Spathulenol	0.58	1.04
31	55.79	Eugenol	1.15	2.07
32	56.73	2-Methyl-5-vinylphenol	0.20	0.66
33	91.95	Palmitic acid	3.67	5.67

<sup>1)</sup> R. T. : Retention time.

꽃향유의 정유성분도 ketone 화합물인 2-cyclohexene-1-one(26.81%)을 가장 많이 함유하고 있었으며, elsholtzia ketone(13.46%), naginate ketone(5.3%), acetophenone(2.4%) 같은 케톤화합물이 마찬가지로 상대적으로 높은 비율을 차지하고 있었다. Limonene(1.19%), carveol(1.72%), 2-pentadecane(1.04%), eugenol(2.07%)과 지방산인 palmitic acid(5.67%)도 함유하고 있었다. 이는 향유의 주성분을 rosefuran, elsholtzia ketone과 naginata ketone이라고 보고한 결과(Chi *et al.*; 1992)와 유사하였으나, 이 등(2000)과 손 등(1999)이 향유의 주요 향기성분을 rosefuran, limonene과 citral carveol이라고 보고한 결과와 꽃향유의 정유 성분 주성분으로 elsholtzia ketone이 12~14%이고 naginata ketone은 40~58%라고 보고한 것과는 다소 차이를 보였다. 그러나 정유성분의 함량은 같은 종이라 하더라도 정유를 채취한 지역과 기후 환경에 따라 달라지며, 추출방법에 따라서도 차이는 있을 것으로 판단된다.

한편 향유의 정유성분에서는 naginata ketone (29.37%)이 가장 많이 함유되어 있었으나 꽃향유에서는 5.26% 함유되어 있었다. 꽃향유에서는 2-cyclohexene-1-one이 26.81%로 가장 많이 함유하고 있었으나 향유에서는 3.55% 함유되어 있었다. Elsholtzia ketone은 향유와 꽃향유에서 비슷한 비율로 존재하고 있었으며, rosefuran은 향유의 정유 성분에서만 높은 비율로 함유되어 있었지만 꽃향유에서는 확인되지 않았다. Alcohol류 화합물인 eugenol과 지방산이면서 waxy, sweet한 향 특성을 나타내는 palmitic acid는 향유보다 꽃향유에서 높은 비율로 존재하고 있었다. 향유에서는 rosefuran 이외에 3-octanol,  $\alpha$ -thujone, 1-octen-3-ol, bicyclohepta-2-ene, geraniol과 bicyclogemacrene이 동정되었으나 꽃향유에서는 동정되지 않았으며, camphor는 꽃향유에서만 동정되었다.

#### Absolute

향유와 꽃향유에서 추출한 absolute의 수율은 각각 11.33%와 12.45%이었으며, GC/MS를 이용하여 구한 total ion chromatogram(TIC)은 Fig. 2에 나타내었다. 향유와 꽃향유의 absolute에서 21개

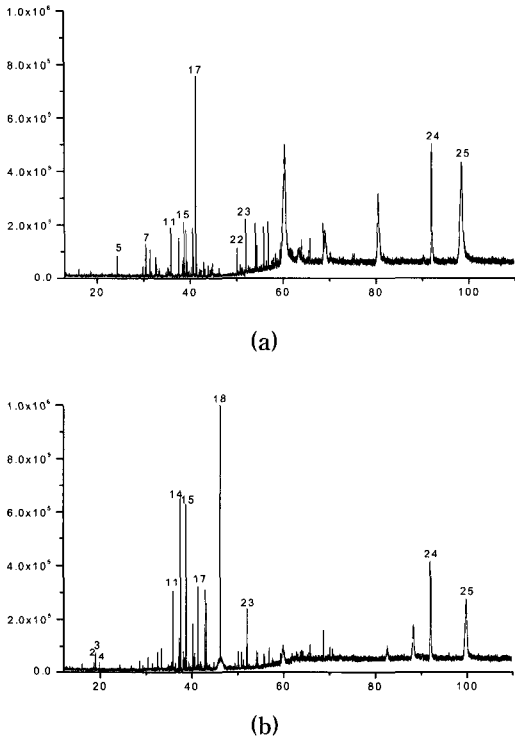


Fig 2. Total ion chromatograms(TIC) of absolute obtained from *Elsholtzia ciliata*(a) and *E. splendens*(b).

및 20개의 성분이 각각 동정되었다.

향유와 꽃향유의 absolute를 GC/MS로 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 향유와 꽃향유의 absolute에서 가장 많이 함유되어 있는 성분은 지방산 화합물이면서 waxy, hardness한 향 특성을 갖는 linoleic acid이었으며, 향유에서 12.07%, 꽃향유에서는 12.38%이었다. 그리고 waxy, sweet, body한 향 특성을 갖는 지방산인 palmitic acid가 향유와 꽃향유에서 각각 10.46%와 9.47% 함유하고 있었다. 유기산이 가장 많은 비율을 차지하고 있었다. 정유성분에서 많이 존재하는 elsholtzia ketone과 naginata ketone은 꽃향유 absolute에서도 각각 4.25%와 8.66%로 많이 함유하고 있었으나 향유에서는 각각 0.27%와 1.25%로 상대적으로 적은 양이 존재하였다.  $\alpha$ -Humulene은 꽃향유와 향유에서 각각 4.36%, 1.49% 존재하여 꽃향유에서 상

Table 2. Flavor components identified from absolute of *E. ciliata* and *E. splendens*

Peak No.	R. T. <sup>1)</sup> (min)	Volatile compounds	Peak area(%)	
			<i>E. ciliata</i>	<i>E. splendens</i>
1	12.61	2-Butenal	0.33	-
2	18.58	Limonene	0.18	0.20
3	18.98	1,8-Cineole	-	0.51
4	24.26	2-Pentenal	0.55	0.13
5	29.83	Copaene	0.25	-
6	30.42	2,4-Heptadienal	0.86	0.37
7	31.36	$\alpha$ -Cubebene	0.67	0.17
8	32.53	$\beta$ -Bourbonene	0.50	0.50
9	32.76	Camphor	0.38	-
10	33.30	Linalool	-	0.57
11	35.81	<i>trans</i> -Caryophyllene	1.28	2.18
12	36.38	<i>cis</i> -Dihydrocavone	-	0.18
13	37.48	Elsholtzia ketone	1.25	4.25
14	38.70	$\alpha$ -Humulene	1.49	4.36
15	40.17	Germacrene d	0.25	1.27
16	40.61	$\beta$ -Selinene	1.25	-
17	41.29	2-Cyclohexen-1-one	5.39	2.20
18	46.17	Naginata ketone	0.27	8.66
19	50.12	Caryophyllene oxide	0.67	0.49
20	54.05	2-Pentadecanone	1.19	0.47
21	54.35	Spathulenol	0.73	0.44
22	56.82	Methyl palmitate	1.10	0.51
23	92.02	Palmitic acid	10.46	9.47
24	98.46	Linoleic acid	12.07	12.38

<sup>1)</sup> R. T. : Retention time.

대적으로 많았으나, 정유성분에서도 존재하는 2-cyclohexen-1-one 및 2-pentadecanone과 같은 ketone류 화합물은 꽃향유보다 향유에 더 많이 존재하였다. 향유에서는 aldehyde류 화합물인 2-butenal이 미량으로 존재하는 것이 확인되었으며, 미량의 2-pentenal과 2,4-heptadienal은 향유와 꽃

향유에서 모두 확인되었으나 향유에서 그 비율이 높았다. 또한 향유와 꽃향유의 정유성분에서도 확인된 limonene, linalool, *trans*-caryophyllene과 germacrene d가 absolute에서도 미량으로 존재하는 것이 확인되었다. 향유의 정유성분에 많이 함유된 rosefuran은 향유와 꽃향유의 absolute에서는 전혀 검출되지 않았으며, absolute에서는 정유성분에서 보다 유기산과 ester, 그리고 aldehyde류 화합물이 많이 동정되었다. 이는 홍 등(2002)이 보고한 바와 같이 aldehyde류 화합물은 absolute에 많이 존재한다는 결과와 유사하였다. 2-Butenal, capaene, camphor,  $\beta$ -selinene은 향유에서만 확인되었고, 1,8-cineole, linalool, *cis*-dihydrocarvone은 꽃향유에서만 동정되었다.

### Oleoresin

향유와 꽃향유에서 추출한 oleoresin의 수율은 각각 15.24%와 9.95%이었으며, GC/MS를 사용하여 구한 total ion chromatogram(TIC)은 Fig. 3에 나타내었다. 향유와 꽃향유의 oleoresin에서 각각 약 30개의 성분이 분리되었으며, 이 중 향유에서는 8개의 성분이 동정되었고, 꽃향유에서는 6개의 성분이 동정되었다.

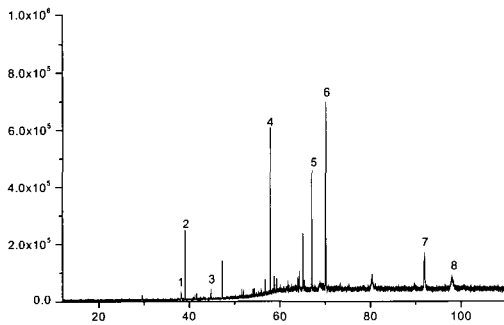
향유와 꽃향유의 oleoresin에서 GC/MS에 의해 동정된 성분 결과는 Table 3에 나타내었다. Ketone류 화합물이면서 sweet, pungent, cherryhay 향 특성을 갖는 acetophenone은 향유와 꽃향유 oleoresin

Table 3. Flavor components identified from oleoresin of *E. ciliata* and *E. splendens*

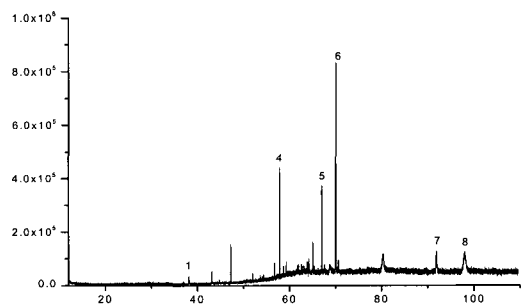
Peak No.	R. T. <sup>1)</sup> (min)	Volatile compounds	Peak area(%)	
			<i>E. ciliata</i>	<i>E. splendens</i>
1	38.21	Acetophenone	0.55	0.73
2	39.08	Heptadecane	3.59	-
3	44.77	Hexanoic acid	0.78	-
4	57.88	Ethyl palmitate	8.96	6.61
5	67.03	Ethyl linoleate	9.53	7.67
6	70.11	Ethyl linoleoate	18.62	22.15
8	92.85	Palmitic acid	5.49	7.12
8	98.45	Linoleic acid	4.84	6.55

<sup>1)</sup> R. T. : Retention time.

에서 각각 0.55%와 0.73%씩 함유되어 있었다. Hydrocarboney류 화합물인 heptadecane과 유기산인 hexanoic acid는 향유에서만 각각 3.59%와 0.78%씩 존재하는 것으로 확인되었고, 지방산인 palmitic acid와 ethyl linoleoate는 향유에서보다 꽃향유에서 많은 양이 존재하였고, ethyl linoleoate는 향유와 꽃향유의 모두에서 가장 많이 함유되어 있었다. Ester류 화합물이면서 sweet, smoothing 향 특성을 가진 ethyl palmitate 그리고 sweet, nutty, waxy, flue-cured note 향 특성을 가진 ethyl



(a)



(b)

Fig 3. Total ion chromatograms(TIC) of oleoresin obtained from *Elsholtzia ciliata*(a) and *E. splendens*(b).

linoleate는 꽃향유에서 보다 향유에서 더 많은 비율로 함유되어 있었다.

## 결 론

천연향료의 개발 가능성을 조사하기 위하여 향유와 꽃향유의 정유성분을 분석한 결과 향유와 꽃향유의 추출수율은 각각 0.34%, 0.28%이었다. 향유의 주요 정유성분으로는 *naginata ketone*(29.4%), *elsholtzia ketone*(14.4%), *rosefuran*(11.8%) 등이 있었고, 꽃향유에서는 2-cyclohexene-1-one(26.81%), *elsholtzia ketone*(13.46%), *naginata ketone*(5.3%)이 주요 정유성분으로 확인되었다. 또한 추출방법을 달리하여 얻어진 향유와 꽃향유의 absolute 추출수율은 각각 11.33%, 12.45%이었으며, 주요성분은 linoleic acid가 향유에 12.07%, 꽃향유에 12.38% 함유되어 있었으며, palmitic acid는 향유와 꽃향유에서 각각 10.46%와 9.47%를 함유하고 있었다. Oleoresin의 추출수율은 향유와 꽃향유에서 각각 15.24%와 9.95%이었으며, 공통적으로 ethyl linoleolate가 주요 성분으로 향유와 꽃향유에서 각각 18.62%, 22.15%로 가장 많이 함유되어 있었다. 향유와 꽃향유의 정유성분을 분석한 결과 향유와 꽃향유의 향기성분에는 ketone류 화합물이 다량 함유되어 있는 것을 확인할 수 있었으며, 또한 담배 및 식품향료에 이용 가능한 오렌지와 레몬 향 특성을 지닌 linalool과 limonene 등과 함께 sweet, rose-like, floral 향 특성을 지닌 *naginata ketone* 과, flesh, citrus, mint 등의 향 특성을 지닌 *a-humulene*, *trans-caryophyllene*, *germacrene d* 또한 함유되어 있었다. 이러한 향 특성을 지닌 성분들을 함유한 향유와 꽃향유는 담배향료 및 식품향료로서 개발할 가능성이 있다고 판단된다.

## 참 고 문 헌

Anh, D. K.(2000) Illustrated book of Korean medicinal herbs. 3rd. 21-31. *Kyo-Hak Publishing Co.*, Korea.  
 Chang, I. M.(2002) Current trend of natural products industry and utilization of herbal

materials. *Kor. J. Crop. Sci. Symposium.* 28-37.  
 Chang, Y. D., Song, J. S. and Lee, J. S.(2003) Effect of temperature and daylength of growth and flowering of *Elsholtzia splendens* 'Jahyang'. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 936-938.  
 Chi, H. J., Shin, S. H. and Chang, J. I.(1992) Analysis of essential oils from *Elsholtzia ciliata* and the production of essential oils by tissue culture. *Kor. J. Pharmacogn.* 23: 77-80.  
 Chung, M. S. and Lee, M. S.(2002) Development of *Elsholtzia splendens* flavored oils and analysis of flavor pattern using electronic nose. *Kor. J. Soc. Food Cookery. Sci.* 18: 455-460  
 Hong, W. T., Go, G. M., Lee, J. G., Jang, H. J. and Kwag, J. J.(2002) Volatile compounds of pine needle(*Pinus rigida* MILLER) extracts. *J. Kor. Soc. Tob. Sci.* 42: 53-59.  
 Jiang, L. Y., Yang, X. E. and He, Z. L.(2004) Growth response and phytoextraction of copper at different levels in soils by *Elsholtzia splendens*. *Chemosphere* 55: 1179-1197.  
 Kim, D. W., Sohn, K. H., Chang, H. W., Bae, K., Kang, S. S. and Kim, H. P.(2003) Anti-inflammatory activity of *Elsholtzia splendens*. *Arch. Pharm. Res.* 26: 232-236.  
 Lee, B. K., Bang, J. K., Kim, J. K., Park, C. B. and Lee, B. H.(2000) Chemotaxonomy of essential oils in *Elsholtzia ciliata* and *Agastache rugosa*. *Kor. J. Intl. Agri.* 13: 71-77  
 Schultz, T. H., Flath, R. A., Mon, T. R., Eggling, S. B. and Teranishi, R.(1977) Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food. Chem.* 25:

- 446-449.
- Sohn, K. H.(1999) Ph. D. Thesis, Short-day and uniconazole treatments for aromatic potted plants production of *Elsholtzia ciliata* and *Elsholtzia splendens*. Seoul National Univ., Seoul, Korea.
- Sohn, K. H. and Kim, K. S.(2003) Effect of pinching and short-day treatment for height, flowering, and essential oil content of potted *Elsholtzia ciliata* and *E. splendens*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 939-946.
- Sohn, K. H., Son,g J. S., Sun, S. W. and Kim, K. S.(2003) Effects of uniconazole on aromatic compounds of *Elsholtzia ciliata* and *Elsholtzia splendens*. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 961-966.
- Song, J., Zhao, F. J., Luo, Y. M., McGrath, S. P. and Zhang, H.(2004) Copper uptake by *Elsholtzia splendens* and *Silene vulgaris* and assessment of copper phytoavailability in contaminated soils. *Environ. Pollut.* 128: 307-315.
- 김옥찬, 김영희, 이정일, 김근수(1997) 담배연구의 최근동향. p 147-169. 천일인쇄사, 대전, 한국.