

최 종  
연구보고서

국산 방향식물로부터 수출용 향료소재의  
개발

Development of new aromatic materials  
using domestic aromatic plants targeting at  
export

서울대학교

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “국산 방향식물로부터 수출용 향료소재의 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 11월 21일

주관연구기관명 : 서울대학교  
총괄연구책임자 : 이 형 주  
세부연구책임자 : 이 형 주  
연 구 원 : 장 진 성  
협동연구기관명 : 중앙대학교  
협동연구책임자 : 박 기 환  
협동연구기관명 : 서울향료(주)  
협동연구책임자 : 최 낙 언

# 요 약 문

## I. 제 목

국산 방향식물로부터 수출용 향료소재의 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

향료산업은 우리나라에서 생활 수준의 향상과 함께 수요가 크게 증가하고 있으며 앞으로 커다란 발전이 예상되는 분야이다. 그러나 국내 향료시장은 현재 90% 이상을 수입에 의존하며 그 기술도 소재의 단순 혼합, 희석 등의 수준에 주로 머물러 있다. 이에 따라 다양한 국내 특산 방향식물이 있음에도 향료소재의 방향특성 규명과 소재 개발이 미흡하여 국산 향장 명품이나 수출상품이 개발되지 못한 상태이다.

우리나라 특산 식물자원에 대한 연구는 극히 일부에 대하여 이루어져 왔으며 그 결과는 대부분 건강기능성에 초점을 둔 것으로 향료식물의 소재 가공이나 수출 산업화를 위한 연구가 아니었다. 소수의 국내 방향식물에 대한 연구도 GC/MS 등 단순한 화학분석에만 중점을 두고 향기특성의 분석(olfactometry)을 수행하지 않아 실제적인 활용이 곤란한 실정이다. 또한 국내 특산 방향식물 자원의 경제적인 향료소재 추출 조건이 확립되지 못하였고, 상업적 향료 개발공정의 연구가 거의 없어 국내 농가와 산업발전에 대한 국내 특산 방향식물의 기여도가 매우 적었다.

본 연구는 이러한 필요성을 바탕으로 먼저 국내 특산 향초류 및 목본류의 향기성분을 GC/MS와 olfactometry로 분석하여 방향 특성을 밝힘으로써 방향식물의 향료자원화에 기여하고 연구 결과를 세계 학계에 보고 및 홍보하고자 하였다. 또한 국산 방향식물의 방향성분을 증류, 추출할 수 있는 최적조건과 우수한 품질의 향료소재를 생산하기 위한 성분의 조정 및 가공 공정 확립함으로써 궁극적으로 새로운 향료소재를 개발하고자 하였다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성

맑은 대쑥, 산박하, 쑥갓, 어수리, 황새냉이, 쥐오줌풀, 뿔미나리, 궁궁이, 개사상자, 개구릿대, 산쑥, 오리방풀 등 방향 향초류 12종과 소나무, 젓나무, 분비나무, 황벽나무, 생강나무, 오미자 등 방향 목본류 6종을 대상으로 GC/MS 및 GC/olfactometry (GC/O)를 수행하여 각 식물의 향기특성을 밝히는 연구를 진행하였다. 향기성분을 추출하기 위하여 동시증류추출법을 주로 사용하였으며 목본류의 경우에는 고체상 미세추출법을 병행하였다. 여러 대상 식물 중 향이 우수한 산쑥, 오리방풀 초본류 2종과 전체 목본류 7종에 대해서는 향추출회색 분석법을 사용함으로써 전체 향기에 대한 각 성분의 기여도까지 밝히고자 하였다. 또한 제 3세부과제에서 생산한 향료소재의 특성을 밝히는 실험을 진행하였으며 각 소재의 성분분석과 더불어 문헌조사를 통한 비교를 실시하였다.

#### 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공

쑥갓, 개사상자, 오미자 등 국산 향초류 3종과 생강나무, 노간주나무, 분비나무, 소나무, 황벽나무 등 목본류 5종을 대상으로 최적의 방향성분 추출조건을 확립하고자 하였다. 이를 위하여 동시증류추출법, 수증기증류법, Soxhlet추출법, 용매추출법, 열수추출법을 실시하였으며 각 방법의 수율을 비교하였다. 또한 국산 향료소재의 가공 및 다양화를 위하여 서울향료가 선정한 산초, 측백, 민들레, 박하, 소나무 등 5종의 식물과 서울향료가 개발한 향료소재를 대상으로 분무건조를 이용한 향기성분의 미세캡슐화를 시도하였다.

#### 국산 방향식물 정유의 제품화

수출용 자원식물을 선정하여 각 식물의 정보를 수집하였으며 그 가운데 선정된 향료식물을 대상으로 분석한 향기 성분자료를 바탕으로 향료소재를 개발하는 연구를 진행하였다. 미나리, 국화, 민들레, 복분자, 석류, 오미자 등 방향

생약자원을 이용하여 식품용 향료소재를 개발하였으며, 산박하, 산쑥, 소나무, 산초나무, 잣나무, 아까시, 생강나무 등 국산 방향식물을 대상으로 식품용 향료소재와 화장품용 향장소재를 개발하였다.

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성

맑은 대쑥, 산박하, 쑥갓, 어수리, 황새냉이, 쥐오줌풀, 뿔미나리, 궁궁이, 개사상자, 개구릿대, 산쑥, 오리방풀 등 방향 향초류 12종을 대상으로 GC/MS와 GC/O를 실시한 결과 각 종마다 휘발성 성분의 차이가 컸으며 향기활성성분 또한 다양한 화합물들로 이루어졌음을 알 수 있었다. 향기활성성분으로 terpene류의 화합물을 비롯하여, aldehyde, alcohol, ketone류와 방향족 화합물 등 다양한 계열의 성분들이 확인되었다. (*E*)- $\beta$ -Farnesene (floral/plastic), linalool (fruity, citrus), 1,8-cineol (minty), 1-octen-3-ol (mushroom) 등의 성분이 초본류의 향기에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며 특히 germacrene D (blueberry, fruity)는 모든 초본식물에서 향기활성을 가지는 것으로 밝혀졌다.

소나무, 잣나무, 분비나무, 황벽나무, 생강나무, 오미자 등의 목본식물을 대상으로 실험한 결과 휘발성 성분의 대부분이 terpene 계열의 화합물이었으며 이러한 경향은 침엽수에서 경우 더욱 뚜렷했다. 소나무, 잣나무, 분비나무와 같은 침엽수에서는  $\alpha$ -pinene (pine, fresh)의 기여도가 가장 큰 것으로 나타났으며 고유의 침엽향을 발생시키는 역할을 하는 것으로 생각된다. 이외에도 terpene류의 화합물이 침엽수의 향기특성에 많은 영향을 주고 있었으며 특히 monoterpene hydrocarbon의 향기 기여도가 높은 것을 확인할 수 있었다. 황벽나무, 생강나무, 오미자 등의 활엽수에서도 monoterpene의 영향이 컸으나 침엽수와는 달리 linalool,  $\alpha$ -terpineol, camphor 등의 oxygenated monoterpene의 기여도가 높았으며 이외에 C<sub>6</sub>-, C<sub>9</sub>-aldehyde도 이들의 향기와 관련이 많은 것으로 나타났다.

제 2협동과제 기관인 서울향료에서는 소나무와 생강나무를 개발 가능성이 가장 높은 식물로 판단하여 이들로 부터 향료소재를 제조하였다. 제 1세부과제에서는 GC/MS를 통해 개발된 향료제품을 분석하여 주요 성분의 향기 특성을 알아보고 실제 실험 결과와 비교하였다. 그 외 제 2협동과제에서 자체적으로 제조한 여러 향료소재 또한 분석을 진행하였으며 각 대상식물에 대한 문헌조사를 통하여 실제 식물과 비교하였다. 그 결과 대부분의 향료소재들은 대상이 되는 식물과 비슷한 성분을 가지고 있었으며 특징적인 향기활성성분의 함량을 높인 것으로 나타났다.

본 연구에서는 국산 식물자원의 향기성분을 GC/MS 분석뿐만이 아니라 olfactometry 분석까지 실시하여 향기활성성분까지 밝혔으며 국산 향료식물 특유의 방향성분과 향기특성을 국제 학술지에 발표하였으며 앞으로 계속 국산 향료자원의 우수성을 국제적으로 홍보할 계획이다.

#### 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공

방향식물로부터 향료성분을 추출하기 위하여 동시증류추출법, 수증기증류법, Soxhlet추출법, 용매추출법, 열수추출법 등 5종류의 추출법을 이용하여 썩갯의 향기성분과 정유 성분 회수율을 확인해 본 결과, hexane으로 용매추출법을 실시했을 때 높은 회수율을 나타냈다. 목본류를 대상으로 실험한 결과에서는 용매침지추출법이 가장 높은 수율을 보였고 동시증류추출과 수증기 증류 순으로 나타났다. GC/MS를 통해 추출효율 분석한 결과 추출방법과 용매의 영향이 있는 것으로 나타났다. GC/O를 통해 생강나무 향기특성을 분석했을 때 용매침지추출법에서 가장 많은 종류의 향을 감지하였으나 함량에 있어서는 steam distillation의 효율이 높은 것으로 나타났다. 생강나무를 제외한 4종의 경우 용매침지추출법이 우수한 것으로 나타났다. 그러나 함량비가 높게 나타난 물질들의 일부에서는 향 특성이 감지되지 않아 함량이 높은 휘발성분이 반드시 대표적인 향기활성물질은 아니라는 것을 확인하였다.

분무 건조를 이용한 향기 성분의 미세캡슐화를 위해 gum arabic, alkenyl succinated modified starch,  $\beta$ -cyclodextrin을 피복물질로 사용하여 배합비율을 최적화하는 연구를 하였다. 향의 점도에 따라 피복물질의 비율이 달라졌

이다. 향 성분의 포집에는  $\beta$ -cyclodextrin이 효과적이었으며, 향의 양에 비례하여  $\beta$ -cyclodextrin은 0.7~1.0의 비율로, 변성 전분은 1.6~1.8의 비율로 혼합하여 사용하는 것이 향기 성분 포집에 최적이었다.

현재 향수나 향 비누 같은 용품들이 거의 외국에서 수입해서 이용하고 있는 실정이다. 따라서, 이를 국내에 있는 향 식물을 이용하여 대체시킬 가능성이 많은 것으로 판단하여 국내산 자생 초본류와 목본류의 향이 많이 추출될 수 있는 조건을 구축하였으며, 이를 활용하여 생필품 등 제품에 첨가하여 적은 양으로도 경제적으로 향을 낼 수 있는 상품의 제조하고자 향료의 미세캡슐화 방법을 개발하였다. 또한 분말 자체 뿐만 아니라, 이를 다시 액화하여 사용이 가능한 방법을 개발하였다.

### 국산 방향식물 정유의 제품화

여러 국산 방향식물자원의 기호성과 제품화 가능성을 평가하여 식품용 및 향장품용 소재 대상 품목을 선정하였으며 이들 원료에서 분석된 향기 성분 자료를 바탕으로 인공품미료를 첨가하여 향조를 강화 향상시키는 연구를 수행하였다. 천연물의 경우 향강도가 너무 낮아 제품화가 불가능한 소재도 향료 단품을 첨가하여 향의 강도를 보완할 수 있었다.

식품 향료용으로는 식품 조제시 사용 가능한 원료 (FEMA LIST 등재 원료)만으로 조향하고 수익성을 분석하였다. 그 결과를 바탕으로 산박하, 산쭉, 소나무, 잣나무, 산초, 아까시, 생강나무, 머루, 당귀 등을 대상으로 한 식품용 소재를 개발하였다. 향장품용으로는 생활용품 등에 적용할 수 있도록 소나무, 산쭉, 산초 등을 기반으로 한 소재를 개발하였다.

향장품 향료는 화장품, 향수 등에 사용되는 고급(고가) 향료시장과 생활용품에 사용되는 저가 향료시장으로 구분할 수 있는데, 고급 시장은 마케팅 능력이 뛰어난 유럽이 독점적인 위치를 점하고 있어 생활용품 등의 시장을 겨냥한 제품화를 시도하였다. 생활용품은 사용량은 많지만 가격대가 낮아 천연물 보다는 인공품미료를 첨가하거나, 인공원료만을 사용하여 향조를 강화한 제품이 적합하다. 그 동안의 연구 결과를 바탕으로 독창적인 향조의 제품으로 시장을 공략할 계획이며, 수출용으로 적용하기 위하여 원가경쟁력 더 개선할 예정

이다

식품용 향료는 식용하였을 때 안전성을 매우 중시하며 소비자는 경험해 보지 않은 새로운 향료에 대해서는 거부감을 가지고 있어 비교적 친숙한 소재를 중심으로 개발하였다. 하지만 이들도 기존에 형성되어있는 식품군에 바로 적용하기는 대중성이 떨어진다. 따라서 건강기능식품법의 제정 등으로 크게 성장되리라 예상되는 건강기능식품 적용 선점하면 오히려 시장진입이 용이하리라 생각하며 국내 시장에 성공적으로 진입한다면 이를 바탕으로 수출 상품화도 가능하리라 생각된다.



# Summary

## I. Title

Development of new aromatic materials using native Korean aromatic plants targeting at export

## II. Research Objectives

The flavor and perfumery industry is greatly expected to grow not only in Korea but also internationally as the standard of living in this country is rapidly rising and the global market is also expanding. Currently, the domestic flavor and fragrance market relies 90% on importing from overseas, and the industrial technology encompasses only simple formulation and dilution. Primarily due to a lack of information of the native aromatic plant resources and related processing technologies, any high quality domestic flavor or fragrance products have not been developed yet although there exist abundant flavor fragrance plants in Korea.

Aromatic plant species native to Korea are known to be very diverse and their aroma quality is competitive compared to other foreign products. However, studies on native plant resources are extremely limited, and they are mostly focused on health-related functional activities. Only a few studies on the domestic plants using basic chemical analyses such as GC/MS have been carried out, and further applications of the data are restricted due to a lack of flavor characterization using olfactometry.

Based on the above background, this study began to develop flavor and fragrance materials using domestically available aromatic plants in Korea. First, aromatic compounds of the domestic aromatic plants were analyzed

and characterized using GC/MS and olfactometry to find new native aromatic resources and to report the result to the international scientific community. In addition, downstream processings including optimal distillation/extraction and formulation of aromatic ingredients were optimized to improve the productivity and quality of final products.

### III. Methods and Scope of Study

#### Aroma Characterization of Domestic Aromatic Plants

To study the aromatic characteristics of twelve species of aromatic grasses including *Artemisia keiskeana*, *Isodon inflexus*, *Chrysanthemum coronarium*, *Heracleum mollendorffii*, *cardamine flexuosa*, *Valeriana fauriei*, *Ostercicum sieboldii*, *Angelica polymorpha*, *Caucalis scabra*, *Angelica anomala*, *Artemisia montana* and *Isodon excisus* and six species of aromatic trees including *Lindera obtusiloba*, *Schizandra chinensis*, *Phellodendron amurense*, *Abies nephrolepis*, *Abies holophylla* and *Pinus densiflora*, GC/MS and GC/olfactometry were carried out. Simultaneous distillation and extraction (SDE) were mainly used to extract aromatic compounds from the plant samples, and for the tree samples, solid phase microextraction (SPME) was additionally performed for the aroma extraction. Among various plant species, two species of grasses, *Artemisia montana* and *Isodon excisus*, and seven species of trees with aroma quality for high commercialization potential were selected for aroma extract dilution analysis to investigate the contribution of each flavor compound to the overall aroma. Also, aroma characteristics of the aroma materials newly developed in Seoul Aromatics (Seoul, Korea) were analyzed by performing chemical analyses and these results were compared with literature data.

## **Extraction and Processing of Aroma Compounds from Domestic Aromatic Plants**

Optimum conditions for the extraction of aromatic compounds from three species of domestic aromatic grasses, *Chrysanthemum coronarium*, *Caucalis scabra* and *Schizandra chinensis* and five species of trees, *Lindera obtusiloba*, *Juniperus rigida*, *Abies nephrolepis*, *Pinus densiflora* and *Phellodendron amurense*, were established. SDE, Steam distillation, Soxhlet extraction, solvent extraction, and hot water extraction were carried out. For the processing and diversification of aromatic materials for the industry, microencapsulation of flavor/fragrance compounds from five plant species, *Zanthoxylum schinifolium*, *T. koraiensis*, *Mongolian dandelion*, *Peppermint Candy* and *Pinus densiflora*, and aromatic materials, which were developed by Seoul Aromatics, were attempted using spray drying.

## **Commercialization of Domestic Aromatic Essential Oils**

Some native Korean aromatic plants were chosen for targeting at export, and information of these plants were extensively collected. In this study, based on the existing data of aromatic compounds of these selected plants including *Isodon inflexus*, *Artemisia montana*, *Pinus densiflora*, *Zanthoxylum schinifolium*, *Pinus koraiensis*, *Robinia pseudoacacia* and *Lindera obtusiloba*, new aromatic materials for foods and/or cosmetics were developed in this study.

## **IV. Results, Discussion, and Recommendations**

### **Flavor characteristics of domestic aromatic plants**

GC/MS and GC/O were performed on twelve species of aromatic grasses including *Artemisia keiskeana*, *Isodon inflexus*, *Chrysanthemum coronarium*, *Heracleum mollendorffii*, *cardamine flexuosa*, *Valeriana fauriei*, *Ostericum sieboldii*, *Angelica polymorpha*, *Caucalis scabra*, *Angelica anomala*, *Artemisia montana* and *Isodon excisus*. As a result, there existed significant differences in profile of volatile compounds and aroma-active compounds among the various plant species. For the aroma active compounds, terpenes were majority, and other volatile compounds such as aldehydes, alcohols, and ketones were also identified. In particular, volatile compounds such as (*E*)- $\beta$ -Farnesene (floral/plastic), linalool (fruity, citrus), 1,8-cineol (minty) and 1-octen-3-ol (mushroom) were found to dominate the overall aroma of the aromatic grasses. All of these plants has germacrene D (blueberry and fruity) as an aroma-active compound in common.

In trees such as *Lindera obtusiloba*, *Schizandra chinensis*, *Phellodendron amurense*, *Abies nephrolepis*, *Abies holophylla* and *Pinus densiflora*, the contribution of  $\alpha$ -pinene (pine and fresh) to the overall aroma was the most significant, and this compound plays the major role in generating the unique coniferous aroma. Other volatiles such as terpenes also found to be responsible for the aroma of conifers, and the effects of monoterpene hydrocarbons were the most intense. Although the impact of monoterpenes to the overall aromas was also significant for broad-leaved trees such as *Lindera obtusiloba*, *Schizandra chinensis* and *Phellodendron amurense*, oxygenated monoterpenes including linalool,  $\alpha$ -terpenol and camphor were the most attributable to the overall aroma. Also, C<sub>6</sub>- and C<sub>9</sub>-aldehydes showed some relevances with the aroma of the broad-leave trees.

Seoul Aromatics, which is the responsible institute of the third part of this project, manufactured new aromatic materials based on *Lindera obtusiloba* and *Pinus densiflora* since these trees was found to have the

highest potential for commercialization. Those manufactured aromatic materials were analyzed using GC/MS to find their major aroma characteristics, and these results were compared with the flavor profiles of the real samples. Besides, Seoul Aromatics developed new aromatic products based on its own database, the analytical results were compared with those from real samples available in literature. As a result, aroma compounds of most of the manufactured aromatic products showed good agreement with those of corresponding real aromatic plant, and contents of unique aroma-active compounds were found to be fortified in the products.

In this study, aromatic compounds of the domestic aromatic plants were analyzed not only by GC/MS but also by olfactometry to identify aroma-active compounds of each plant. These results have been published in internationally-recognized journals, and the superiority of domestic aromatic plant resources will be continuously advertised in the related international communities.

### **Extraction and Processing of Aroma Compounds from Domestic Aromatic Plants**

To find optimum conditions for the extraction of aromatic compounds from domestic aromatic plants, five extraction methods including SDE, Steam distillation, Soxhlet extraction, solvent extraction and hot water extraction were compared using *Chrysanthemum coronarium*. For the aromatic trees, the recovery yield of essential oil was shown in the following order: solvent impregnation extraction (SIE); SDE; and steam distillation. Analytical results by GC/O revealed that the most diverse aromatic compounds were identified in the oil from SIE of *Lindera obtusiloba* while the total content of aromatic compounds was the highest in that from steam distillation of *Lindera obtusiloba*. Four other trees except *Lindera obtusiloba*, SIE was the most effective in the aspect of

recovery yield of aroma compounds. Since some major compounds at high concentrations did not show any aromatic characteristics, it was concluded that major volatile compounds in composition are not necessarily aroma-active compounds.

To microencapsulate the aromatic compounds using a spray drying process, the mixing ratios of encapsulants using gum Arabic, alkenyl succinated modified starch and  $\beta$ -cyclodextrin were optimized.  $\beta$ -Cyclodextrin exhibited the highest capturing capacity of aromatic compounds, and the optimum mixing ratios of  $\beta$ -cyclodextrin and modified starch were 0.7-1.0 and 1.6-1.8 depending on the amount of aromatic compounds, respectively.

Currently, personal care products such as perfumes and cosmetic soaps are mostly imported from foreign countries. Therefore, there exists a great prospect for replacing aromatic materials of the imported products with those from domestic aromatic plants. In this regard, the microencapsulation study was carried to develop aroma products which can maximize the aroma intensity of products using small amounts of aromatic compounds. In addition, it was shown that re-dissolution of microencapsulated volatile compounds were possible.

### **Commercialization of Domestic Aromatic Essential Oils**

The base aromatic materials from the domestic plants were selected for commercialization by evaluating of consumers preference and potential for commercialization. Based on the profiles of aromatic compounds found in this study, artificial aromatic compounds were added to fortify the existing aroma of the natural products. In the case of natural products which are not feasible for commercialization due to their low aroma intensities, the intensity of existing aroma was elevated by adding artificial aromatic compounds.

In the formulations of food flavors, flavor compounds listed on FEMA containing compounds which can be used for foods were only included, and the economics of the formulated products were also evaluated. As a result, food flavor products based on the aroma compounds of *Isodon inflexsus*, *Artemisia montana*, *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis*, *Zanthoxylum schinifolium*, *Robinia pseudoacacia*, *Lindera obtusiloba*, *Vitis coignetiae* and *Angelica gigas* were developed. For perfumery or personal care products, some products based on *Pinus densiflora*, *Artemisia montana*, *Zanthoxylum schinifolium* were developed.

The market for perfumery products can be divided into two such as the high price sector including cosmetics and perfumes and the low price one for personal care products. Since the high price market is dominated by Europe, we focused on the low price market. For personal care products, since the quantity of product usages is bulky but the price range is low, fortification of aroma intensity using artificial aroma compounds or formulation with complete artificial aroma compounds are affordable. Based on our results, we will aim at the global market with very unique and creative products, and will plan to improve process economics to lower the production cost.

In the development of flavors for foods, as the safety issue has the highest priority for consumers, and also they tend to easily show reluctance to new flavors, we mainly started from familiar flavor resources. However, these flavor materials still need to go a long way to be applied to the existing food products in the market. Therefore, an alternative way to apply these new flavor products to health functional foods looks more promising since the market of health functional foods is expected to rapidly grow in near future due to the legislation of related laws for health functional food. Moreover, successful preoccupation of the domestic health functional market will bring the road to export commercial Korean flavor products to other countries.

# CONTENTS

Presentation note .....	1
Summary in Korean .....	2
Summary in English .....	8
Contents in English .....	15
Contents in Korean .....	19
Chapter 1. Introduction .....	23
Chapter 2. Domestic and international trends of research and development .....	25
Chapter 3. Results and discussion .....	27
Paragraph 1. Flavor characteristics of domestic aromatic plants for export .....	27
1. Introduction .....	27
2. Contents and category of research .....	29
3. Results and discussion .....	33
Analysis and characterization of volatile aromatic components from aromatic grasses .....	33
1) <i>Isodon inflexsus</i> .....	33
2) <i>Chrysanthemum coronarium</i> .....	36
3) <i>Heracleum mollendorffii</i> .....	40
4) <i>Cardamine flexuosa</i> .....	43
5) <i>Valeriana fauriei</i> .....	46
6) <i>Angelica polymorpha</i> .....	50
7) <i>Caucalis scabra</i> .....	53
8) <i>Artemisia keiskeana</i> .....	57



9) <i>Ostericum sieboldii</i> .....	61
10) <i>Angelica anomala</i> .....	65
11) <i>Artemisia montana</i> .....	69
12) <i>Isodon excisus</i> .....	74
Analysis and characterization of volatile aromatic components from trees .....	78
1) <i>Lindera obtusiloba</i> .....	78
2) <i>Schizandra chinensis</i> .....	85
3) <i>Phellodendron amurense</i> .....	92
4) <i>Abies nephrolepis</i> .....	97
5) <i>Abies holophylla</i> .....	105
6) <i>Pinus densiflora</i> .....	112
Flavor characteristics of domestic aromatic resources .....	127

Paragraph 2. Extraction and processing of flavor compounds from domestic aromatic plants .....	128
1. Introduction .....	128
2. Contents and category of research .....	131
Optimization of extraction conditions of flavor compounds for domestic aromatic grasses .....	131
Optimization of extraction conditions of flavor compounds for domestic aromatic trees .....	132
Processing and diversification of domestic aromatic resources .....	136
3. Results and discussions .....	139
Optimization of extraction conditions of flavor compounds for domestic aromatic grasses .....	139
1) Recovery yields from different extraction methods .....	139
<i>Chrysanthemum coronarium</i> .....	139
<i>Torilis scabra</i> .....	140
<i>Schizandra chinensis</i> .....	140

Optimization of extraction conditions of flavor compounds for domestic aromatic trees .....	150
1) Comparison of recovery yields .....	150
<i>Lindera obtusiloba</i> .....	150
<i>Juniperus rigida</i> .....	151
<i>Abies nephrolepis</i> .....	152
<i>Pinus densiflora</i> .....	153
<i>Phellodendron amurense</i> .....	154
2) Analysis of aromatic compounds .....	155
<i>Lindera obtusiloba</i> .....	155
<i>Juniperus rigida</i> .....	160
<i>Abies nephrolepis</i> .....	165
<i>Pinus densiflora</i> .....	170
<i>Phellodendron amurense</i> .....	175
Processing and diversification of domestic aromatic resources .....	180
Paragraph 3. Commercialization of essential oils from domestic aromatic plants .....	181
1. Introduction .....	181
2. Contents and category of research .....	182
3. Results and discussions .....	183
Market tend fo domestic flavors .....	183
Preliminary study of aromatic plants .....	183
Commercialization of flavors and fragrances from aromatic herbs .....	186
1) <i>Oenanthe javanica</i> .....	186
2) <i>Chrysanthemum morifolium</i> .....	187
3) <i>Taraxacum mongolicum</i> .....	188
4) <i>Rubus coreanus</i> .....	188
5) <i>Punica granatum</i> .....	188
6) <i>Schizandra chinensis</i> .....	188

Commercialization of flavors and fragrances from aromatic grasses and trees .....	189
1) <i>Isodon inflexus</i> .....	190
2) <i>Artemesia montana</i> .....	190
3) <i>Pinus densiflora</i> .....	190
4) <i>Zanthoxylum schinifolium</i> .....	191
5) <i>Pinus koraiensis</i> .....	191
6) <i>Robinia pseudoacasia</i> .....	192
7) <i>Lindera obtusiloba</i> .....	193
8) <i>Schizandra chinensis</i> .....	193
 Chapter 4. Achievement and contribution to relevant areas .....	 195
 Chapter 5. Strategic plan for utilizing research results .....	 200
 Chapter 6. Technology information collected overseas .....	 202
 Chapter 7. References .....	 205

## 목 차

제 출 문 .....	1
요 약 .....	2
영문요약 .....	8
영문목차 .....	15
국문목차 .....	19
제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	23
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	25
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	27
제 1 절 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성 .....	27
1. 서론 .....	27
2. 연구개발의 내용 및 방법 .....	29
3. 연구결과 및 고찰 .....	33
가. 초본식물의 휘발성 향기성분의 분석과 특성 규명 .....	33
1) 산박하 .....	33
2) 쪽갓 .....	36
3) 어수리 .....	40
4) 황새냉이 .....	43
5) 쥐오줌풀 .....	46
6) 궁궁이 .....	50
7) 개사상자 .....	53
8) 맑은 대쭉 .....	57
9) 뿔미나리 .....	61
10) 개구릿대 .....	65
11) 산쭉 .....	69

12) 오리방풀 .....	74
나. 목본 식물의 휘발성 향기성분의 분석과 특성 규명 .....	78
1) 생강나무 .....	78
2) 오미자 .....	85
3) 황벽나무 .....	92
4) 분비나무 .....	97
5) 짓나무 .....	105
6) 소나무 .....	112
다. 국산 향료소재의 방향 특성 .....	127
제 2 절 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공 .....	128
1. 서론 .....	128
2. 연구개발의 내용 및 방법 .....	131
가. 국산 향초류의 방향성분 추출조건의 최적화 .....	131
나. 목본류 방향식물 방향성분 추출조건의 최적화 .....	132
다. 국산 향료소재의 가공 및 다양화 .....	136
3. 연구 결과 및 고찰 .....	139
가. 국산 향초류의 방향성분 추출조건의 최적화 .....	139
1) 추출법에 따른 회수율 .....	139
가) 쪽갓 .....	139
나) 개사상자 .....	140
다) 오미자 .....	140
나. 목본류 방향식물 방향성분 추출조건의 최적화 .....	150
1) 추출수율의 비교 .....	150
가) 생강나무 .....	150
나) 노간주나무 .....	151
다) 분비나무 .....	152
라) 소나무 .....	153
마) 황벽나무 .....	154
2) 방향성 물질의 분석 .....	155

가) 생강나무 .....	155
나) 노간주나무 .....	160
다) 분비나무 .....	165
라) 소나무 .....	170
마) 황벽나무 .....	175
다. 국산 향료소재의 가공 및 다양화 .....	180
제 3 절 국산 방향식물 정유의 제품화 .....	181
1. 서론 .....	181
2. 연구개발의 내용 및 방법 .....	182
2. 연구결과 및 고찰 .....	183
가. 국내 향료소재 시장의 현황 .....	183
나. 대상식물에 대한 조사 .....	183
다. 방향 생약자원을 이용한 제품개발 .....	186
1) 미나리 .....	186
2) 국화 .....	187
3) 민들레 .....	188
4) 복분자 .....	188
5) 석류 .....	188
6) 오미자 .....	188
라. 향초류 및 목본류 방향 향료소재를 이용한 제품개발 .....	189
1) 산박하 .....	190
2) 산쭉 .....	190
3) 소나무 .....	190
4) 산초나무 .....	191
5) 잣나무 .....	191
6) 아까시 .....	192
7) 생강나무 .....	193
8) 오미자 .....	193

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	195
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	200
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	202
제 7 장 참고문헌 .....	205

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

향료 산업은 1998년도 세계시장 규모가 140억불 정도로 거대시장을 형성하고 있으며, nutraceutical 시장의 커다란 신장과 관련하여 앞으로도 계속 시장규모가 확대될 것으로 예측된다. 그 중 한국시장은 현재 약 1.4억불 정도로 국제 전체 시장의 약 1%를 차지하는데 그치고 있으나 식품산업의 발달과 함께 매년 크게 신장하고 있는 추세이다. 세계 향료시장을 보면 각 국의 독특한 향료식물 자원을 활용한 새로운 향료소재 개발과 응용이 늘어나고 있으며 식품뿐만 아니라 향장 산업, 담배, 생활용품, 산업용 향료 등으로 보다 광범위한 분야에 적용되고 있다. 그러나 국내 향료시장은 현재 90% 이상을 수입하면서 그 기술도 소재의 단순 혼합, 희석 등의 수준에 주로 머물러 있어 우리나라 고유 소재의 개발이 매우 미흡한 실정이다.

국내에서 자생하는 우리나라 특산 식물자원에 대한 연구는 일부 진행되었으나 상업적 활용이나 수출자원화를 위한 조사는 체계적으로 진행되지 않았다. 특히 향료소재 개발을 위한 국내 방향식물에 대한 연구는 GC/MS 등 단순한 화학 분석에만 중점을 두고 독특한 향기특성의 분석(olfactometry)을 수행하지 않아 국제적 학술지에서의 발표나 인용이 매우 부족하며 각 식물의 활용이 곤란한 실정이다. 또한 향료자원 연구에 향료산업 참여가 거의 없어 경제성이 검토되지 못함으로써, 국내 특산 방향식물 자원의 경제적인 향료소재 추출 조건이 확립되지 못하였고, 상업적 향료 개발공정의 연구가 거의 없어 다양한 국내 특산 방향식물 향료소재를 바탕으로 한국산 향장 명품이나 수출상품이 개발되지 못하였다.

향료식물은 국내 농촌 경제에도 지대한 영향을 줄 수 있다. 지금까지 농촌에서 작물의 재배 기술이나 시설은 많이 발전하였으나 상업성이 확보된 작물이 많지 않아 대량 재배와 고부가가치 소재로 개발이 가능한 작목의 개발이 절실하다. 이러한 점을 채울 수 있는 것이 향료식물이라 할 수 있다. 특히 국산 방향식물을 건조 등 단순가공 후 농산물 형태로 수출하는 것보다는 oleoresin 등의 형태로 수출 소재화 함으로써, 부가가치를 높이고 저장공간을 줄이며, 원료의 오염을 방지할 수 있고, 저장 중 향기 성분의 손실도 최소화할 수 있어 고품질의 제품개발이 가능하다. 그러나 이제까지 수행된 소수의 향료식물 연구는 주로 향기분석이나 향산화성 등 화학특성에 치중함으로써 학문적



인 연구에만 그친 면이 많으며, 향료산업체와의 협동연구가 부족하여 상업성 검토나 제품 개발이 매우 미흡하여 국내 농가와 산업발전에의 기여도가 매우 적었다.

사회, 문화적 측면에서도 고유의 향료소재를 개발하는 것은 매우 중요한 일이다. 우리나라는 삼국시대 이래 전통적으로 우수한 향료제조 기술이 유지되어 왔으며, 각종 청자 및 백자 등 향장품 용기, 향낭, 향침, 향 부채, 의식용 향 등의 유물과 전통이 이어지고 있다. 다가오는 시대에는 과학기술과 함께 우수 문화 전통 자체가 국제경쟁력에 크게 이바지하게 될 것으로 예상되고 있는 바, 향료산업 분야에서도 우리나라 특산의 향료 소재 또는 향장 명품의 개발이 우리의 문화수준을 과시하고 경제 발전에도 이바지할 수 있는 분야가 되어야 할 것이다. 특히 국제화 시대를 맞아 각종 국제행사와 외국 관광객이 증가하고 있어, 우리 문화를 대표하는 명품의 개발이 각 분야에서 절실한 실정이며, 향료 소재도 그 중의 하나로 우수한 문화와 유구한 전통의 우리나라 이미지를 세계적으로 홍보하는데 기여할 수 있다. 따라서 한국산 방향 제품의 개발은 외국 관광객들에게 한국을 알리는 상품으로 판매함으로써 한국의 이미지를 널리 알리는데 효과가 지대할 것이다.

위에 열거한 바와 같이 고유의 향료소재를 개발하는 것은 기술, 경제, 사회, 문화적으로 매우 중요한 일이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 재배 가능하고 수출이 가능한 특산 향초류 및 목본류 방향식물 자원의 향기성분을 GC-MS 등 화학적 방법과 olfactometry로 분석하고, 특이성분 및 향 특성을 세계 학계에 보고 및 홍보하고자 하였다. 이와 더불어 국산 방향식물의 방향성분을 증류, 추출할 수 있는 최적조건과 성분을 조정 및 가공하여 우수한 품질의 향료소재를 생산하기 위한 공정을 확립하고 이러한 결과에 따라 국내 시장에 적합하며 나아가 세계적인 명품의 향장제품 등으로 발전시킬 수 있는 향료소재를 개발하고자 하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

이제까지 국내에서 발표된 국산 식물자원의 향기성분 분석은 잣, 결명자, 닥나무, 닭의장풀, 더덕뿌리, 두충엽, 리기다소나무, 맑은대쭉, 매실, 물쭉, 메꽃, 밀감, 방아, 복숭아, 비름, 선복화, 쭉, 씌바귀, 아까시, 오미자, 유자, 이고들빼기, 인삼, 자소엽, 잣, 소나무, 참마, 참쭉, 털목이버섯, 파드득, 포도 등이 있었다. 그러나 이들 분석은 단순한 GC-MS 등에 의한 향기성분의 화학적 분석에만 그치고 실제 인간의 코에서 느낄 수 있는 향기 특성을 알아보기 위한 olfactometry 분석을 하지 않아 국산 방향식물의 특이 향기성분을 규명하지 못하였다. 실제적으로 국내에서의 향료개발연구로는 54종의 식물을 대상으로 GC-MS 등으로 향기성분을 분석한 것을 비롯, 10여개 종의 식물로부터 향균 및 항산화 작용을 보고한 것과 청고 등 8종의 식물을 선정하여 역시 휘발성분을 각각 동정한 결과가 있다. 이와 함께 농림기술과제로 야생 식용 및 약용식물로부터 항산화, 건위 및 정장효과, 간장기능 및 종양활성, 성인병 및 난치병 예방효과 등에 미치는 영향 등을 살펴본 연구가 있었다. 그러나, olfactometry에 의한 향기특성을 밝히는 연구 고추가루, 능이버섯, 포도주, 감귤과 젓갈류 등 10건에도 미치지 못하고 있으며 상업용 향료개발에 관한 연구는 이루어지지 않았다.

또한 우리나라 방향식물을 향료자원화 하기 위해서는 실제 대량 재배하여 상업적으로 추출할 수 있어야 하는데 이에 필요한 체계적이고 경제성을 고려한 자원식물의 선정이나 상업적 규모의 추출공정 개발이 이루어지지 않았으며 실제 향료자원 연구에 향료산업 참여가 거의 없어, 실용화가 가능한 국내 특산 방향식물 향료소재의 방향 특성 규명과 소재 개발, 경제성 검토가 미흡하다.

본 연구의 총괄 및 제 1세부과제 책임자인 서울대학교 이형주 교수는 풍미화학 전공자로서 한국식품과학회, 한국조리과학회 등에서 맛과 향기의 인식기작 등에 관한 논문 발표, 한국식품과학회, 한국생물공학회, 한국식품위생학회 등에서 향료 및 풍미료 등의 식품소재 개발 등에 관한 논문 발표 등을 여러 차례 한 바 있으며 현재도 국내외 향료식물의 향기 및 향암 등 건강기능성 활성 등에 관한 연구를 수행하고 있다. 특히 olfactometry를 이용하여 소재의 실제 향기활성성분을 동정하는 기술을 보유하고 있어 각 향료식물의 향기성분

분석을 담당하게 되었다. 제 1세부과제 공동연구원인 서울대학교 산림자원학과 장진성 교수는 식물분류학 전공자로서 국내 및 국외 향료식물 자원에 관한 많은 연구 경험을 축적하였으며, 또한 약 2,700종의 식물자원을 보유하고 있는 서울대학교 수목원 운영에 관여하면서 국산 방향식물 자원의 실용화, 산업화에 많은 연구를 수행해 이번 연구의 자생 방향식물 선정 작업에 참여하게 되었다. 제 1협동과제 연구팀(박기환, 윤광로 교수)은 그 동안 식물자원으로부터 향기 성분, 기능성물질, flavonoid, carotenoid 등의 물질과 식용색소로 이용 가능한 식품색소의 추출 조건 확립, 감각류 폐기물에서의 생리활성 물질의 분리 정제 연구 등을 통하여 색소나 정유성분 등 필요 물질의 추출 및 정제에 대한 기술을 축적하고 있다. 그 가운데 박기환 교수가 축적한 막분리 기술에 대한 지식은 향료물질들의 추출 조건 최적화와 수율 향상, 휘발성 성분들의 농축 등에 이용될 수 있고, 윤광로 교수의 천연물화학에 관한 연구는 방향성분들의 연구 진척에 많이 활용될 것으로 보인다. 본 연구의 제 2협동과제를 담당하게 될 서울향료(주)는 1974년 창립된 이후 현재 50여명의 직원 중 연구원이 14명인 향료전문 회사로서 식품향료, 향장품 향료, 식품용 유화안정제, 유화향료, 반응향료 등의 제품을 생산하면서 28년간에 걸쳐 향료소재 개발 및 제품 생산에 많은 경험과 노하우를 축적하고 있다. 이러한 기술을 바탕으로 우리나라 고유의 향료소재 개발에 참여하게 되었다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성

#### 1. 서론

식품의 풍미 (flavor)는 질감, 색상과 함께 식품의 중요한 성질로서 특히 식품의 향은 코의 특정부분 (regio olfaction)과 접촉하는 휘발성 성분에 의해 인지된다. 휘발성 향기 성분은 음식섭취 전 코에 의해 느껴지거나 (nasally) 음식섭취 중 인후를 거쳐 코에 의해 인지(retronasally)된다. 이러한 향기 성분에 의해 유도된 식품전체의 관능적 성질은 소비자의 제품에 대한 기호도에 결정적인 영향을 준다. 따라서 향기성분 분석은 식품의 향을 증진시키기 위해 필요한 지식을 제공한다.

1818년 Vogel과 1819년 Martres에 의해 아몬드로부터 benzaldehyde가 분리된 이래 (Marrse, 1991) 오늘날 6900개 이상의 휘발성 향기 성분들이 gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)에 의해 동정되었다 . 그러나 GC/MS 상에서 동정된 휘발성 성분들이 모두 향기특성을 가지지 않으며 (Marsili, 1997) 소량 존재하는 물질이 특정 식품에서 중요한 향기활성성분으로 작용하기도 한다. 따라서 향기 분석법에서 가장 중요한 문제는 식품의 향기에 기여하는 성분을 선택하는 것이라 할 수 있다.

식품에서 향기활성성분을 검출하는 방법으로 관능적 평가와 기계적 방법을 결합한 gas chromatography-olfactometry (GC/O) 방법 (Marsili, 1997)이 있으며 aroma extract dilution analysis (AEDA) (Marsili, 1997) , CharmAnalysis (Cunningham *et al.*, 1986), Osme (Miranda *et al.*, 1992)등이 여기에 속한다. AEDA는 향 추출물을 단계적으로 희석하여 각 희석물을 대상으로 냄새가 나지 않는 시점까지 GC/O를 실시하는 방법으로 그 결과는 향기가 나는 마지막 희석배수인 flavor dilution (FD) factor로 나타낸다.

이러한 GC/O 방법을 이용하여 실제 향기활성성분을 검출한 결과는 계속해서 발표되고 있으며 유제품 (Friedrich *et al.*, 1998), 어류 (Milo *et al.*, 1996),

육류 (Kerscher *et al.*, 1997)등과 citrus peel oil (Tu *et al.*, 2002, Song *et al.*, 2000), peach juice (Deraill *et al.*, 1999), orange juice (Hinterholzer *et al.*, 1998, Choi *et al.*, 2001), banana (Jordan *et al.*, 2001)와 같은 과일류, hop cone (Steinhaus *et al.*, 2000), barley malt (Fickert *et al.*, 1998)등의 곡류, asparagus (Ulrich *et al.*, 2001), spinach (Masanetz *et al.*, 1998)와 같은 채소류 등 식품 전반에 걸친 연구가 이루어져왔다. 또한 일본의 Sen-cha (Kumazawa *et al.*, 1999), 대만의 bamboo shoot (Fu *et al.*, 2002)등 고유의 식품에 대한 연구도 이루어지고 있다.

생활수준 향상과 함께 향료소재에 대한 국내 수요도 크게 증가하고 있는 추세이지만 국내 향료산업은 거의 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 우리 고유의 향을 기반으로 한 향료의 개발이 시급하다. 지금까지 배 (Park *et al.*, 2002), 참외 (Kim *et al.*, 1997) 다래 (Kim *et al.*, 1997), 수박 (Kim *et al.*, 1999), 대추 (Min *et al.*, 1997), 천마 (Lee *et al.*, 1997), 신선초 (Park *et al.*, 1997), 냉이 (Lee *et al.*, 1996), 닭의 장풀 (Lee *et al.*, 1995), 부추 (Park *et al.*, 1998) 등의 향료식물을 대상으로 한 연구가 진행되어왔다. 그러나 이들 연구는 GC/MS 분석에만 그쳐 실제 향기활성을 갖는 물질을 찾아내지 못하였다. 국내에서도 GC/O를 실시한 결과들이 발표되고 있으나 지금까지 멀치젯 (Kim *et al.*, 1997), 능이버섯 (Jeong *et al.*, 2001), 고춧가루 (Jun *et al.*, 2002) 등에 대한 연구가 대부분을 차지해 너무나 부족한 실정이다. 이러한 시점에서 향료소재로 개발 가능성이 있는 한국 자생 식물을 대상으로 GC/O를 실시해 이들의 향기활성성분을 찾아내는 일이 급선무라 하겠다. 따라서 이번 연구에서는 총 19 종의 식물을 대상으로 GC/MS와 함께 GC/O를 실시함으로써 각 향료식물의 휘발성성분과 향기활성성분 동정을 실시하였다. 또한 향이 우수한 식물은 AEDA를 실시하여 각 향기활성성분의 기여도까지 조사하였다.

## 2. 연구개발의 내용 및 방법

### 가. 재료의 선정

연구 대상 방향식물은 공동연구자인 서울대학교 식물분류학 전공의 장진성 교수가 자생 향료 식물을 선정하고 수집하였다. 1차 년도는 초본 식물을 대상으로 향기성분의 특성을 밝히는 실험을 하였으며 2차 년도에는 목본 식물을 중심으로 진행하였다. 각 식물은 채집 후 -70℃에서 저장하여 두었다가 실험시에 사용하였다. 실험에 사용된 식물은 다음과 같다.

#### 1). 초본 식물

식물명	채집시기	채집장소
맑은 대쑥 ( <i>Artemisia keiskeana</i> )	1999. 9	칠보산
산박하 ( <i>Isodon inflexus</i> )	1999. 8	오대산
쑥갓 ( <i>Chrysanthemum coronarium</i> )	상시 시중	상점에서 구입
어수리 ( <i>Heracleum mollendorffii</i> )	2000. 8	오대산
황새냉이 ( <i>Cardamine flexuosa</i> )	2000. 4	문경
취오줌풀 ( <i>Valeriana fauriei</i> )	2000. 5	태화산
뿔미나리 ( <i>Ostericum sieboldii</i> )	2000. 8	점봉산
궁궁이 ( <i>Angelica polymorpha</i> )	2000. 8	점봉산
개사상자 ( <i>Caucalis scabra</i> )	2000. 6	천마산
개구룻대 ( <i>Angelica anomala</i> )	2000. 8	점봉산
산쑥 ( <i>Artemisia montana</i> )	2000. 8	점봉산
오리방풀 ( <i>Isodon excisus</i> )	2000. 6	오대산

## 2). 목본 식물

식물명	채집시기	채집장소
소나무( <i>Pinus densiflora</i> )	2001. 5	수원 수목원
젓나무( <i>Abies holophylla</i> )	2001. 5	덕유산
분비나무( <i>Abies nephrolepis</i> )	2001. 6	수원 수목원
황벽나무( <i>Phellodendron amurense</i> )	2001. 5	수원 수목원
노간주나무( <i>Juniperus rigida</i> )	2001. 5	수원 수목원
생강나무( <i>Lindera obtusiloba</i> )	2001. 5	수원 수목원
오미자 ( <i>Schizandra chinensis</i> )	2001. 5	광덕산

### 나. 휘발성 향기성분의 추출

#### 1). 동시증류추출법 (simultaneous distillation and extraction, SDE)

동시증류추출법을 통해 휘발성 향기성분 추출을 시행하였다. 초본류의 경우 잎 부위 각 100g과 증류수 500ml를 혼합하여 추출용 시료로 사용하였다. 추출은 SDE 장치로 상압에서 2시간 동안 실시하였으며 추출용매는 hexane 또는 diethyl ether 100ml를 사용하였다. 추출 후 무수  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 채운 컬럼을 사용해 수분을 제거하였으며 용매 추출물은 rotary vacuum evaporator (Eyela, Japan)를 통해 농축하였다. 목본류의 경우 추출용 시료로서 식물 잎 부위 20g과 증류수 500ml 혼합하여 사용하였으며 추출용매로는 hexane 30ml을 사용하였다. 추출물은 질소가스를 약하게 불어 농축하였으며 이외의 과정은 초본식물의 실험과 동일하게 하였다.

#### 2) 고체상 미세추출법 (solid phase microextraction, SPME)

목본의 경우 상공기체를 분석하기 위하여 SDE외에 고체상 미세추출법을 사용하였다. 잎 부위 4-5g 취하여 40ml vial에 넣은 후 상공평형 (headspace equilibrium)을 이루기 위해 45°C에서 1시간 동안 놓아두었다. 이후 SPME fiber를 vial 내로 넣어 10분 동안 두어 상공기체 내에 존재하는 화합물을 fiber에 충분히 흡착시킨 후 200°C로 설정해 놓은 injector에 fiber를 주입해 2분 동

안 두어 화합물을 탈착시켰다.

#### 다. 휘발성 향기성분의 분석, 동정

휘발성 향기성분 농축물은 Gas chromatography/mass spectrometry (GC-MS)에 의하여 분석하였다. GC-MS는 HP 5890 series II GC/HP 5972 mass selective detector (Hewlett-packard Co., USA)로 수행하였으며 column은 DB-5-MS를 사용하였으며 소나무, 분비나무, 잣나무의 경우 극성이 다른 DB-5-MS와 DB-WAX(30m × 0.25mm i.d. × 0.25mm film thickness, J & W Scientific, USA), 두 가지를 사용하였다. 향기성분 농축물은 1ml 를 주입하였다. 초본을 대상으로 한 실험에서의 온도 program은 hexane을 사용하는 경우 40℃에서 5분간 유지한 후 200℃까지 3℃/min의 속도로 상승시켜 15분간 유지하였으며 diethyl ether를 사용하는 경우에는 5℃/min으로 승온시켰다. 목본식물로 실험한 경우에는 40℃에서 5분간 유지한 후, 4℃/min으로 200℃까지 상승시킨 후 20분간 유지하였다. Injector와 detector의 온도는 각각 200과 250℃이며, 운반기체는 helium으로 유속은 0.8ml/min을 유지하였다. 화합물의 동정을 위해 GC chromatogram에서 확인된 C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub>의 *n*-paraffins 표준물질의 retention time을 통해 각 화합물의 retention index를 구하였다. 나머지 mass selective detector의 조건은 다음과 같다. : ionization energy, 70 eV; mass range, 33550 a.m.u.; scanning rate, 1.4 scans/s.

목본식물을 대상으로 SPME을 실시한 실험에서 GC/MS 분석을 위한 온도 program은 40℃에서 5분 유지한 후 3℃/min으로 160℃까지 상승시켰으며 이후 8℃/min으로 240℃까지 온도를 올려 5 분 동안 유지하는 방법으로 설정하였다. 다른 GC/MS 조건은 SDE 추출물을 분석한 것과 동일하게 하였다.

#### 라. 향기활성 성분의 동정

향기활성 성분은 gas chromatography/olfactometry (GC/O)를 통해 동정하였다. 이때 사용한 GC (680D, Younglin Instrument, Korea) 는 flame ionization detector (FID)와 sniffing port (Alltech Associates, USA)를 설치한



것이였다. GC column의 끝은 FID와 sniffing port 사이에서 1:1로 분지하였으며 이때는 deactivated capillary column (0.5 m length 0.25 mm i.d.)을 사용하였다. 오븐 온도는 초본의 경우 GC/MS와 동일하며 목본을 대상으로 한 실험에서는 40°C에서 5분 유지한 후 200°C까지 10°C/min로 상승시켜 24분 동안 유지하였다. 나머지 실험 조건은 GC/MS의 것과 동일하게 하였다.

#### 마. 향희석추출분석법 (aroma extract dilution analysis, AEDA)

향료식물에서의 각각의 향기 활성성분이 전체 향에 얼마나 기여하는지를 측정하기 위하여 향희석추출분석법을 실시하였다. 원래의 농축물을 추출시 사용 용매로써 일정한 배수 (1:2 또는 1:3)로 희석한 후 각 희석물을 대상으로 하여 향이 나지 않는 희석배수까지 GC/O를 시행하였다. AEDA의 결과는 flavor dilution (FD) factor로써 나타내었다.

소나무의 경우 실제 솔잎의 향과 가장 흡사한 향기 활성성분을 찾아내고자 SPME-GC-O로써 AEDA를 실시하였다. 상공기체를 희석하기 위하여 GC의 split ratio를 조절하였으며 Split ratio는 4, 8, 16, 31, 64, 128로 일정하게 2배 수씩 증가시켜 각 배수마다 GC/O를 시행하였다. 다른 GC/O 조건은 SDE 추출물로 실험했을 때와 같다.

#### 바. 향기성분의 동정과 정량

휘발성 향기성분은 각성분의 standard를 구하여 그것의 mass spectra, RI, 향특성을 비교함으로써 동정하였다. Standard 사용이 불가능한 경우에는 Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995)와 문헌에 기록된 RI (Kondjoyan N. *et al*, 1996, Adams RP. 2001)를 참고로 하였다. 휘발성 향기성분의 상대적인 농도는 internal standard의 peak area와 비교함으로써 결정하였다. 초본의 경우 internal standard로서 2-octanol 또는 1-undecanol을, 목본에서는 undecane을 사용하였다.

### 3. 연구결과 및 고찰

#### 가. 초본식물의 휘발성 향기성분의 분석과 특성 규명

##### 1). 산박하 (*Isodon inflexsus*)

SDE 방법으로 산박하의 휘발성 향기성분을 추출하여 분석한 GC chromatogram은 Fig. 1과 같고, GC/MS에 의해 동정된 휘발성 향기성분의 RI 및 각 성분의 상대농도는 Table.1에 나타내었다. 산박하에서는 45종의 휘발성 향기성분이 검출되었으며 그 중 33종의 화합물을 동정할 수 있었다. 그 중 bicyclogermacrene과 1-octen-3-ol이 전체 휘발성 화합물의 67% 이상을 차지하고 있었다. 이 식물에는 terpene류의 화합물들이 전체 휘발성분의 53% 이상을 차지하고 있었으며, (*E*)-2-hexenal, (*Z*)-3-hexenal, (*E*)-2-hexenol과 같은 C<sub>6</sub>-aldehyde, alcohol, 그리고 1-octen-3-ol, 3-octanol과 같은 C<sub>8</sub>-alcohol도 존재하고 있었다. Phytol (tetramethyl-2-hexdecen-1-ol)과 같은 aliphatic alcohol의 존재도 확인할 수 있었다. 이 외 benzylalcohol, benzacetaldehyde을 비롯한 여러 방향족 화합물도 여러 가지 포함하고 있는 것으로 나타났다.

GC/MS 분석을 통하여 산박하의 성분을 분석한 후 많은 휘발성 물질 중 소수의 향기활성성분(aroma-active compounds)을 동정하기 위하여 GC/O를 시행하였으며 그 결과는 Table 2.에 나타내었다. 1-Octen-3-ol 이외에는 소량 포함되어 있는 화합물들이 산박하의 향기특성에 기여하는 것으로 나타났다. 1-Octen-3-ol (no. 4, mushroom)과 benzacetaldehyde (no. 8, fish), naphthalene (no. 13, fresh)을 포함한 방향족 화합물, 그리고 unknown compound (no. I, grassy, no. II, rubber, no. III, wormwood, rubber)들을 제외하고는 모두 terpene 계열의 화합물 (no. 9, no. 12, no. 28, no. 30, no. 42)들이 향특성을 부여하는 것으로 밝혀졌다. Terpene compounds는 식물에 공통적으로 다량 포함된 물질로서 식물의 향기특성에도 크게 영향을 미치는 것으로 생각된다.

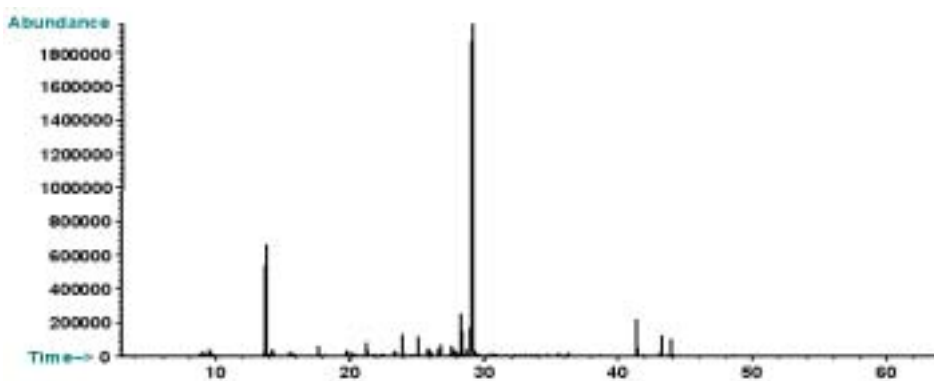


Fig.1. GC chromatogram of volatile flavor components in *Isodon inflexus*

Table. 1. Volatile compounds of *Isodon inflexus*

No.	Compound	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	( <i>E</i> )-2-hexenal	853	0.46	A
2	( <i>Z</i> )-3-hexenol	858	0.97	A
3	( <i>E</i> )-2-hexenol	870	1.71	A
4	1-octen-3-ol	983	17.64	A
5	ethyltoluene	990	0.12	B
6	3-octanol	995	0.56	A
7	benzylalcohol	1033	0.34	A
8	benzeneacetaldehyde	1042	0.27	A
9	linalool	1098	0.82	A
10	benzeneethanol	1103	0.09	B
11	2,5-dichlorophenol	1143	0.16	B
12	borneol	1160	0.12	A
13	naphthalene	1171	0.52	A
14	<i>p</i> -cymen-8-ol	1180	0.32	A
15	$\alpha$ -terpineol	1184	0.07	A
16	unknown	1189	0.17	
17	2,3-dihydrobenzofuran	1217	1.29	B
18	2,4-dimethyl-benzenemethanol	1237	0.16	B

Table 1. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
19	geraniol	1253	0.16	A
20	3,5-dimethyl-benzenemethanol	1257	0.06	B
21	indole	1292	0.37	A
22	4-vinyl-2-methoxy-phenol	1313	1.90	A
23	eugenol	1357	1.64	A
24	( <i>E</i> )- $\beta$ -damascenone	1384	0.86	A
25	unknown	1387	0.19	
26	unknown	1392	0.41	
27	unknown	1414	0.63	
28	$\beta$ -caryophyllene	1421	0.89	A
29	unknown	1446	0.14	
30	$\alpha$ -humulene	1455	0.84	A
31	germacrene D	1465	0.11	A
32	unknown	1471	0.36	
33	unknown	1483	3.49	
34	unknown	1488	0.30	
35	unknown	1497	0.72	
36	bicyclogermacrene	1518	49.65	A
37	unknown	1526	0.48	
38	$\alpha$ -selinene	1578	0.10	A
39	unknown	1586	0.19	
40	ethyl phthalate	1594	0.25	B
41	$\tau$ -muurolol	1656	0.21	A
42	$\alpha$ -bisabolol	1688	0.17	A
43	unknown	1807	0.16	
44	unknown	1842	0.27	
45	phytol	2113	2.97	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database

(Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 2. Aroma-active compounds of *Isodon inflexus*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
4	1-octen-3-ol	981	mushroom
8	benzeneacetaldehyde	1040	fish-like
9	linalool	1097	fruity
I	unknown	1123	grassy
12	borneol	1161	camphor
13	naphthalene	1175	fresh
II	unknown	1325	rubber
28	$\beta$ -caryophyllene	1417	fruity
30	$\alpha$ -humulene	1450	plastic
31	germacrene D	1482	blueberry/fruity
42	$\alpha$ -bisabolol	1683	plastic
III	unknown	1711	wormwood/rubber

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

## 2) 쪽갓 (*Chrysanthemum coronarium*)

쪽갓을 대상으로 GC/MS를 실시한 결과는 Fig. 2와 Table 3.에 나타내었다. 총 50 종의 화합물을 검출하였으며, 그 중 37 종을 mass spectrum과 물질의 retention index를 비교하여 동정할 수 있었다. 주요 휘발성 향기성분은 (*E*)- $\beta$ -farnesene, (*E,E*)- $\alpha$ -farnesene과 RI가 1886인 unknown compound였으며 이들은 전체 휘발성분의 38% 이상을 차지하고 있었다. 쪽갓에는 Terpene compounds가 상당수 존재하고 있었으며 이 중 monoterpene compounds는 6% 이상, sesquiterpen compounds는 43% 이상을 차지하고 있었다. Aliphatic ketone으로서 2-methyl-3-pentanone, 4-methyl-2-pentanone, 2-pentanone 등이, aliphatic alcohol로는 3-hexanol,

2-hexanol, (Z)-3-hexenol, (E)-2-hexenol, 1-hexanol, 2-methyl-6-methylene-3,7-octadiene-2-ol이, aliphatic aldehyde로는 (E)-2-hexenal, aliphatic monoterpene으로는 (E)-2-heptene, cyclopentadecene, phytol이 존재하고 있었다. 이외에 benzeneacetaldehyde와 같은 방향족 화합물도 확인할 수 있었다.

향기활성성분 동정을 위한 GC/O 결과는 Table 4.에 정리하였다. (Z)-3-hexenol (no. 8, rubber, green)과 RI가 952이며 cookie aroma로 특징지어진 unknown I이 검출되었으며, monoterpene으로써 myrcene (no.16, metallic, floral), (Z)- $\beta$ -ocimene (no. 18, lemon, fruity)가, sesquiterpene으로써는 germacrene D (no. 34, blueberry, fruity)가 확인되었다. (E)- $\beta$ -Farnesene, (E,E)- $\alpha$ -farnesene은 다량 존재함에도 별다른 향특성을 나타내지 않았다.

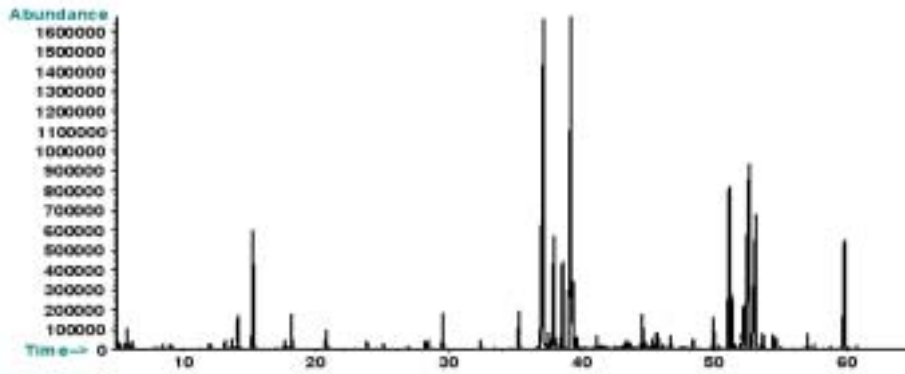


Fig.2. GC chromatogram of volatile flavor components in *Chrysanthemum coronarium*

Table 3. Volatile compounds of *Chrysanthemum coronarium*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	unknown		0.36	
2	2-methyl-3-pentanone		0.12	B
3	4-methyl-2-pentanone		0.46	B
4	3-hexanol	802	0.12	B
5	2-hexanol	806	0.20	B
6	( <i>E</i> )-2-heptene	846	0.05	B
7	( <i>E</i> )-2-hexenal	853	0.05	A
8	( <i>Z</i> )-3-hexenol	857	0.12	A
9	( <i>E</i> )-2-hexenol	869	0.14	A
10	1-hexanol	872	0.06	A
11	$\alpha$ -pinene	932	0.13	A
12	unknown	952	0.27	
13	unknown	962	0.32	
14	unknown	971	1.18	
15	2-pentanone	974	0.09	B
16	myrcene	993	3.39	A
17	limonene	1026	0.04	A
18	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1039	0.24	A
19	benzeneacetaldehyde	1042	0.08	A
20	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1049	0.91	A
21	linalool	1099	0.48	A
22	2-methyl-6-methylene-3,7-octadiene-2-ol	1102	0.07	B
23	borneol	1162	0.24	B
24	$\alpha$ -terpineol	1188	0.18	A
25	geraniol	1254	0.23	A
26	( <i>Z</i> )-chrysanthenyl acetate	1260	0.26	A
27	bornyl acetate	1284	0.94	A
28	unknown	1348	0.24	

Table 3. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
29	$\alpha$ -copaene	1373	0.05	A
30	$\beta$ -caryophyllene	1416	1.08	A
31	$\alpha$ -humulene	1450	0.09	A
32	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1461	16.27	A
33	unknown	1472	0.40	
34	germacrene D	1480	4.09	A
35	( <i>E</i> )- $\beta$ -ionone	1485	0.12	A
36	( <i>Z,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1496	2.91	B
37	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1513	15.89	A
38	( <i>Z</i> )- $\alpha$ -bisabolene	1517	2.35	A
39	$\beta$ -sesquiphellandrene	1524	0.37	A
40	farnesene	1542	0.10	B
41	unknown	1654	1.04	
42	cyclopentadecene	1675	0.28	B
43	unknown	1684	0.55	
44	unknown	1806	0.94	
45	neophytadiene	1841	6.08	A
46	unknown	1847	1.47	
47	unknown	1873	1.16	
48	unknown	1886	12.80	
49	unknown	1901	8.64	
50	phytol	2114	4.36	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).



Table 4. Aroma-active compounds of *Chrysanthemum coronarium*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
8	( <i>Z</i> )-3-hexenol	857	green, rubber
I	unknown	952	cookie
16	myrcene	993	metallic, floral
18	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1039	fruity, lemon
34	germacrene D	1480	blueberry, fruity

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

### 3) 어수리 (*Heracleum mollendorffii*)

휘발성 향기성분을 검출하기 위한 GC/MS결과는 Fig. 3, Table 5와 같다. 총 67종의 화합물이 검출되었으며 그 가운데 48종이 동정되었다. 주요 향기성분은  $\beta$ -caryophyllene, germacrene D 였으며 이들은 전체 휘발성 성분의 55% 이상을 차지하고 있었다. 어수리의 휘발성분 중 terpene 계열의 화합물이 85% 이상이었으며 그 중 monoterpene compounds는 약 10%, sesquiterpene compounds는 75% 정도로서 sesquiterpene이 차지하는 비율이 상당했다. 이외 hexanal, 4-methyl pentenal, octanal, (*E*)-2-decenal과 같은 aliphatic aldehyde와 benzeneacetaldehyde, methyl-3-hydrobenzoate와 같은 방향족 화합물이 있었으며 aliphatic hydrocarbon으로서 trimethylcyclopentadiene과 phytol도 확인할 수 있었다.

GC/O를 실시해 향기활성성분을 동정한 결과는 Table 6과 같다. monoterpene compound로서  $\alpha$ -pinene (no. 3, grassy), borneol (no. 16, grassy)이 검출되었으며, 그 외 RI가 962이며 plastic 향을 내는 unknown I, benzacetaldehyde (no. 9, floral), germacrene D (no. 38, blueberry, fruity)도 확인할 수 있었다. 그러나  $\beta$ -caryophyllene 은 많은 함량에도 불구하고 어수리에 향기특성을 부여하지 않음이 확인되었다.

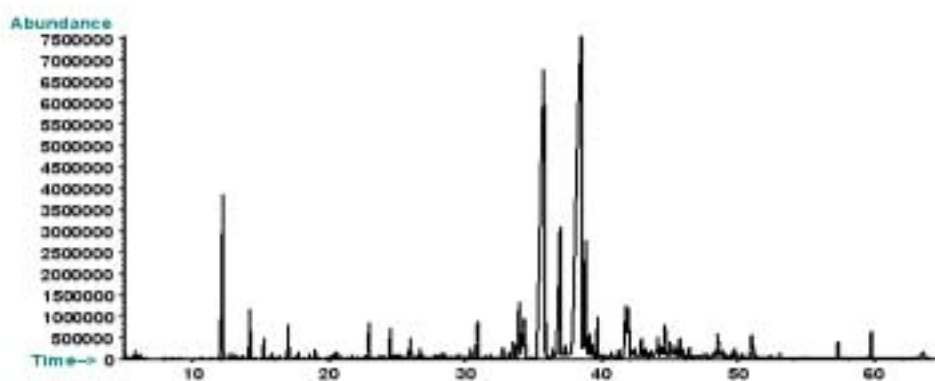


Table 5. Volatile compounds of *Heracleum mollendorffii*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area(%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	hexanal		0.13	A
2	4-methyl pentenal	806	0.11	B
3	$\alpha$ -pinene	934	4.85	A
4	camphene	945	0.12	A
5	sabinene	972	1.37	A
6	myrcene	992	0.40	A
7	octanal	1003	0.10	A
8	limonene	1026	0.74	A
9	benzacetaldehyde	1041	0.15	A
10	$\gamma$ -terpinene	1056	0.10	A
11	( <i>Z</i> )-sabinene hydrate	1064	0.21	A
12	terpinolene	1085	0.07	A
13	trimethylcyclopentadiene	1091	0.12	B

Table 5. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area(%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
41	$\beta$ -elemene	1507	0.29	A
42	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1510	0.38	A
43	unknown	1515	0.40	
44	$\delta$ -cadinene	1524	0.82	A
45	germacrene D-4-ol	1578	1.80	A
46	spathulenol	1580	0.60	A
47	caryophyllene oxide	1584	1.27	A
48	unknown	1595	0.18	
49	humulene epoxide	1607	0.40	A
50	unknown	1616	0.19	
51	unknown	1637	0.16	
52	$\alpha$ -cadinol	1641	0.46	A
53	unknown	1645	0.30	
54	$\alpha$ -muurolol	1654	0.97	A
55	unknown	1665	0.30	
56	unknown	1669	0.20	
57	unknown	1673	0.22	
58	unknown	1677	0.27	
59	unknown	1685	0.45	
60	unknown	1702	0.28	
61	unknown	1764	0.57	
62	aromadendrene epoxide	1799	0.28	B
63	unknown	1835	0.56	
64	neophytadiene	1838	0.45	B
65	hexahydrofarnesyl acetone	1843	0.10	B
66	unknown	2036	0.34	
67	phytol	2112	0.69	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database

(Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 6. Aroma-active compounds of *Heracleum mollendorffii*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Arom property
3	$\alpha$ -pinene	934	grassy
I	unknown	962	plastic
9	benzaldehyde	1038	floral
16	borneol	1142	grassy
38	germacrene D	1494	blueberry/fruity

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

#### 4) 황새냉이 (*Cardamine flexuosa*)

GC/MS 결과 총 25종의 향기 성분이 검출되었으며 그 가운데 22종을 각 성분의 RI와 mass spectrum을 통하여 동정하였다. 결과는 Fig. 4, Table 7과 같다. 황새냉이는 다른 초본 식물과는 달리 terpene compounds나 aliphatic compounds의 함량은 적었으며 방향족 화합물, S나 N 함유 화합물이 많은 것으로 밝혀졌다. Benzeneacetonitrile과 benzyl isothiocyanate가 전체 휘발성분의 87% 이상을 차지하고 있었으며 그 외 다양한 화합물의 존재가 확인되었다.

GC/O 결과는 Table 8과 같다. 황새냉이에 다량 함유되어 있었던 benzeneacetonitrile과 benzyl isothiocyanate (no. 11, grassy, no. 17, stinking)이 향기특성을 가지고 있었다. 이 외에 RI 859, 1057, 1086 (no. I, cookie, no. II, rubber, no. III, floral, plastic)에서도 향을 감지할 수 있었으나 각 성분의 구조를 밝힐 수 없었다.

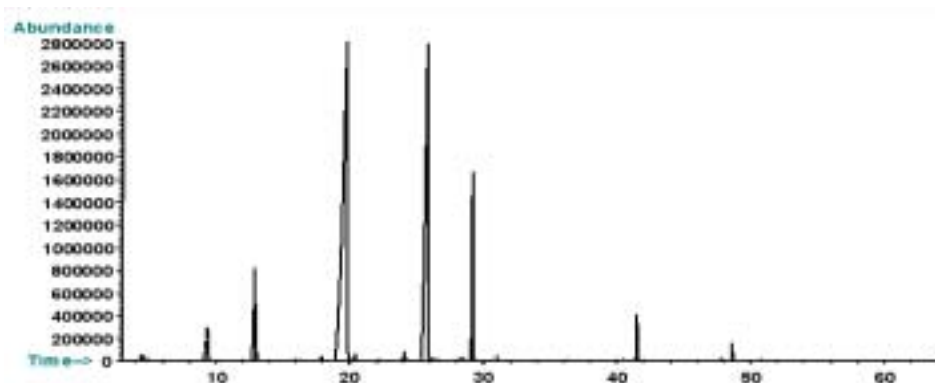


Fig. 4. GC chromatogram of *Cardamine flexuosa*

Table 7. Volatile compounds of *Cardamine flexuosa*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	unknown	<800	0.96	
2	( <i>Z</i> )-3-hexenol	865	2.38	A
3	4-methyl-1-pentanol	875	0.05	A
4	butyl isothiocyanate	959	4.92	B
5	benzaldehyde	962	0.20	A
6	2-acetylthiazole	1019	0.03	A
7	benzenacetaldehyde	1045	0.08	A
8	( <i>E</i> )-2-heptenal	1073	0.02	B
9	allyl methallyl ether	1099	0.02	B
10	unknown	1104	0.15	

Table 7. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
11	benzeneacetonitrile	1168	55.31	B
12	unknown	1177	0.11	
13	naphthalene	1187	0.28	A
14	thujyl alcohol	1287	0.02	B
15	4-methyl benzonitrile	1298	0.05	B
16	4-vinyl-2-methoxy-phenol	1317	0.43	A
17	benzyl isothiocyanate	1385	32.02	B
18	phenethylisothiocyanate	1471	0.04	B
19	( <i>E</i> )- $\beta$ -ionone	1490	0.06	A
20	germacrene D-4-ol	1580	0.02	A
21	hexadecane	1598	0.09	B
22	12-tetradecen-1-ol	1713	0.02	B
23	phytol	2116	1.08	A
24	pentatriacontane	>2200	0.07	B
25	isobutyl phthalate	>2200	0.40	B

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 8. Aroma-active compounds of *Cardamine flexuosa*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
I	unknown	859	cookie
II	unknown	1057	rubber

Table 8. Continued

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
III	unknown	1086	floral/plastic
11	benzeneacetonitrile	1187	grassy
17	benzyl isothiocyanate	1389	stinking

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

#### 5) 쥐오줌풀 (*Valeriana fauriei*)

GC/MS 결과 총 55종의 휘발성분을 검출하였으며 그 중 39 종의 화합물이 동정되었다. 결과는 Fig. 5와 Table 9에 나타내었다. Valeric acid를 비롯하여 (*Z*)-3-hexenol, 3-methyl valeric acid, 1-nonanol,  $\alpha$ -undecanol, neophytadiene, RI 2119인 unknown compound의 함량이 높음을 알 수 있었으며 이들은 전체 휘발성 향기성분의 약 67%를 차지했다. 쥐오줌풀은 다른 식물과는 다르게 terpene의 함량은 낮았으며 valerate, 2-methylbutanoate, 3-methylvalerate, (*Z*)-3-hexenyl valerate와 같은 ester가 많이 존재하는 것으로 밝혀졌다. 이 외에 (*Z*)-3-hexenol, 1-octanol, 1-nonanol,  $\alpha$ -undecanol, tetradecanol과 같은 aliphatic alcohol, nonanal, decanal, (*E,E*)-2,4-decadienal, hexadecanal과 같은 aliphatic aldehyde, octadecene, docosane, 3-eicosene, tricosane, cyclotetracosane, tricosane, pentacosane, hexacosane, heptacosane과 같은 aliphatic hydrocarbon 또한 확인되었다. 방향족 화합물로서 benzeneacetaldehyde와 naphthalene의 존재도 확인할 수 있었다.

GC/O 결과는 Table 10과 같다. RI가 1029이며 ammonia 향을 가지는 unknown I과 nonanal (no. 11, plastic), linalool (no. 12, fruity, lemon), germacrene D (no. 24, blueberry, fruity) 등이 확인되었다. 그러나 valerate를 비롯하여 GC 상에서 다량 검출된 화합물들은 쥐오줌풀에서 향기특성을 가지지 않았다.

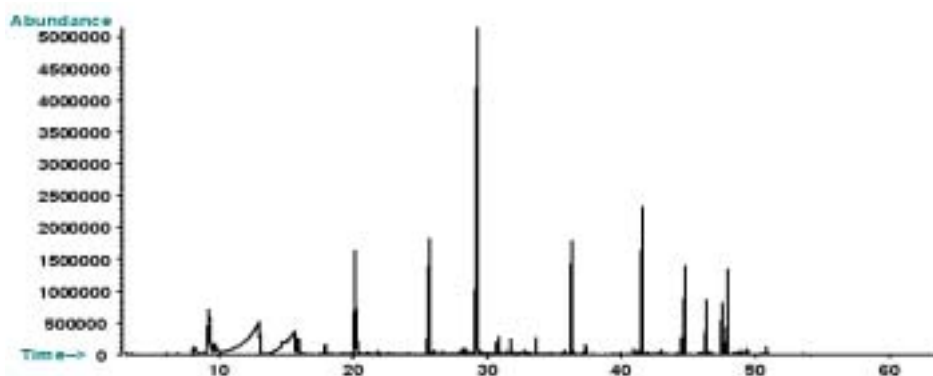


Fig. 5. GC chromatogram of *Valeriana fauriei*

Table 9. Volatile compounds of *Valeriana fauriei*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	furfural	834	1.84	A
2	unknown	854	0.33	
3	( <i>Z</i> )-3-hexenol	862	6.33	A
4	unknown	872	0.55	B
5	valeric acid	898	24.80	B
6	2-methylbutanoic acid, caproic acid	963	0.71	B
7	unknown	995	1.10	
8	3-methyl pentanoic acid	1037	5.16	B
9	benzeneacetaldehyde	1044	1.28	A
10	1-octanol	1077	0.06	A
11	nonanal	1105	0.50	A
12	linalool	1117	0.09	A



Table 9. Contined

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
13	1-nonanol	1179	8.27	A
14	naphthalene	1182	0.99	A
15	<i>p</i> -cymene-8-ol	1187	0.09	A
16	decanal	1206	0.10	A
17	( <i>Z</i> )-3-hexenyl valerate	1237	0.18	A
18	( <i>E,E</i> )-2,4-decadienal	1317	0.13	A
19	unknown	1320	0.15	
20	$\alpha$ -undecanol	1377	7.76	A
21	unknown	1417	0.21	
22	unknown	1473	0.17	
23	$\alpha$ -amorphene	1479	0.25	A
24	germacrene D	1484	0.15	A
25	( <i>E</i> )- $\beta$ -ionone	1489	0.20	A
26	unknown	1528	0.14	
27	unknown	1582	0.51	
28	caryophyllene oxide	1588	0.62	A
29	unknown	1616	0.23	
30	megastigmatriene	1629	0.77	B
31	unknown	1675	0.17	
32	valerenol	1690	0.09	B
33	hexadecanal	1713	0.54	B
34	drimenol	1768	0.11	B
35	unknown	1815	0.12	
36	neophytadiene	1841	5.28	A
37	hexahydrofarnesyl acetone	1845	0.17	B
38	unknown	1893	0.40	
39	octadecene	2084	0.25	A
40	unknown	2099	0.19	
41	unknown	2119	9.21	

Table 9. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
42	docosane	2200	0.21	
43	tetradecanol	>2200	0.08	B
44	3-eicosene	>2200	0.73	B
45	tricosane	>2200	4.20	B
46	cyclotetracosane	>2200	0.16	B
47	unknown	>2200	2.33	
48	tetracosane	>2200	0.16	B
49	octadecyl acetate	>2200	0.08	B
50	unknown	>2200	2.39	
51	unknown	>2200	0.52	
52	pentacosane	>2200	4.05	B
53	unknown	>2200	0.13	A
54	hexacosane	>2200	0.25	B
55	heptacosane	>2200	0.46	B

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 10. Aroma-active compounds of *Valeriana fauriei*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
I	unknown	1029	ammonia
11	nonanal	1111	plastic
12	linalool	1114	fruity (lemon)
24	germacrene D	1484	blueberry/fruity

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

6) 궁궁이 (*Angelica polymorpha*)

GC/MS 결과 총 48종의 휘발성 향기성분이 검출되었으며 그 가운데 36 종이 동정되었다. 주요 휘발성분은 (*E*)- $\beta$ -farnesene,  $\beta$ -elemene, germacrene D였으며 이들은 전체 성분의 65% 이상을 차지하였다. 휘발성분 중 terpene compounds의 함량이 높았으며 monoterpene 20%, sesquiterpene 62%로 특히 sesquiterpene이 많았다. 3-Hexanol, 2-hexanol, (*Z*)-2-methylcyclopentanol, (*Z*)-3-hexenol, 2-octanol, nonanol을 포함한 aliphatic alcohol, heptone과 같은 aliphatic ketone, phytol과 같은 aliphatic hydrocarbon의 존재도 확인할 수 있었다.

GC/O를 통해 결정된 향기활성성분은 Table 12와 같다. (*Z*)- $\beta$ -Ocimene (no. 11, floral, plastic), nonanol (no. 14, fresh), germacrene D (no. 30, blueberry, fruity)가 궁궁이의 향기특성을 결정하는 화합물로 결정되었다. 그러나 (*E*)- $\beta$ -ocimene과  $\beta$ -elemene은 함량이 높음에도 향기특성을 보이지 않았다.

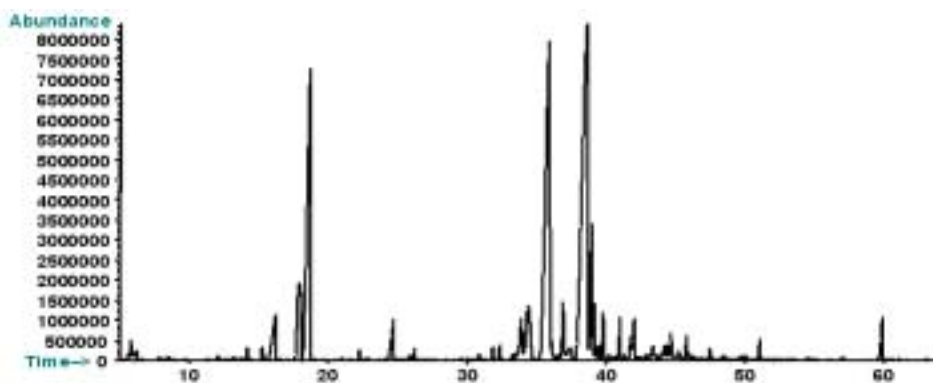


Fig. 6. GC chromatogram of *Angelica polymorpha*

Table 11. Volatile compounds of *Angelica polymorpha*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	heptone		0.36	B
2	3-hexanol	800	0.04	B
3	2-hexanol	805	0.22	B
4	( <i>Z</i> )-2-methylcyclopentanol	841	0.06	B
5	( <i>E</i> )-2-hexenal	843	0.06	A
6	( <i>Z</i> )-3-hexenol	855	0.11	A
7	$\alpha$ -pinene	930	0.09	A
8	unknown	971	0.31	
9	myrcene	991	0.36	A
10	2-octanol	1009	2.55	B
11	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1042	4.61	A
12	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1058	14.73	A
13	alloocimene	1127	0.15	A
14	nonanol	1178	1.71	A
15	limonene oxide	1201	0.09	B
16	unknown	1210	0.21	
17	$\delta$ -elemene	1334	0.31	A
18	$\alpha$ -longipinene	1345	0.31	A
19	unknown	1367	0.13	B
20	$\alpha$ -copaene	1371	0.13	A
21	unknown	1382	1.67	
22	unknown	1392	3.66	
23	$\beta$ -elemene	1430	21.97	A
24	calalene	1432	0.24	B
25	$\gamma$ -elemene	1433	0.27	A
26	$\alpha$ -amorphene	1442	0.05	A
27	$\alpha$ -gurjunene	1446	0.06	A
28	$\alpha$ -humulene	1454	1.35	A

Table 11. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
29	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1467	0.81	A
30	germacrene D	1496	29.58	A
31	bicyclogermacrene	1505	3.53	A
32	unknown	1510	0.69	
33	unknown	1517	0.27	
34	$\delta$ -cadinene	1526	0.84	A
35	$\alpha$ -gurjunene	1537	0.07	B
36	germacrene B	1557	0.81	A
37	germacrene D-4-ol	1577	0.52	A
38	caryophyllene oxide	1583	0.82	A
39	junipene	1609	0.04	B
40	unknown	1618	0.38	
41	$\tau$ -muurolol	1641	0.27	A
42	unknown	1645	0.27	
43	$\alpha$ -cadinol	1654	0.61	A
44	unknown	1669	0.17	
45	unknown	1685	0.51	
46	mintsulfide	1732	0.18	A
47	unknown	1837	0.32	
48	phytol	2115	1.29	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 12. Aroma-active compounds of *Angelica polymorpha*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
11	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1043	floral/plastic
14	nonanol	1176	fresh
30	germacrene D	1504	blueberry/fruity

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

#### 7) 개사상자 (*Caucalis scabra*)

개사상자에서는 총 53종의 휘발성분이 검출되었으며 45종을 동정할 수 있었다. 결과는 Fig. 7과 Table 13에 정리하였다. (*E*)-Anethole, tridecane, germacrene D, (*E,E*)- $\alpha$ -farnesene의 함량이 높았으며 전체 휘발성 향기성분의 75% 이상을 차지하고 있었다. 특히 (*E*)-Anethole을 비롯하여 benzeneacetaldehyde, phenylethyl alcohol, naphthalene, (*Z*)-anethole, 4-vinyl-2-methoxy phenol, diethyl phtalate등의 방향족 화합물이 많이 검출되었다. Terpene compounds에서 monoterpene은 소량 존재하고 있었으며 sesquiterpene이 약 54%를 차지하고 있었다. 이외에 C<sub>6</sub>-compounds와 C<sub>9</sub>-compounds도 포함되어 있음을 확인하였다.

GC/O 결과는 Table 14에 나타내었다. 방향족 화합물로서 benzeneacetaldehyde (no. 9, thick, floral), naphthalene (no.19, fruity)가 향기 특성을 가지고 있었으며 (*E*)-2-nonenal (no. 17, green, grassy), germacrene D (no.35, blueberry, fruity)도 개사상자에 향을 부여하는 성분으로 확인하였다. 그러나 (*E*)-Anethole, tridecane, (*E,E*)- $\alpha$ -farnesene 등의 주요 휘발성분은 향기 특성을 가지지 않는 것으로 나타났다.

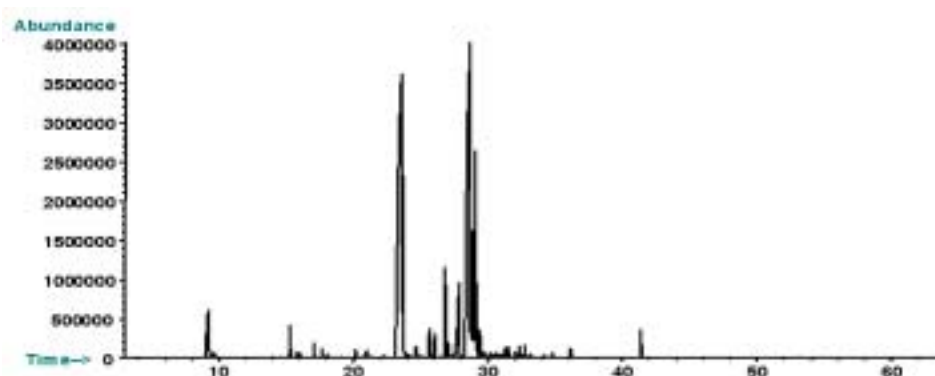


Fig. 7. GC chromatogram of *Caucalis scabra*

Table 13. Volatile compounds of *Caucalis scabra*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	( <i>E</i> )-2-hexenal	855	0.06	A
2	( <i>Z</i> )-3-hexenol	861	2.86	A
3	( <i>E</i> )-2-hexenol	870	0.04	A
4	1-hexanol	872	0.24	A
5	1,2,4-trimethylacetate	990	0.05	B
6	( <i>Z</i> )-3-hexenyl acetate	1007	0.05	A
7	limonene	1026	0.94	A
8	unknown	1038	0.02	
9	benzeneacetaldehyde	1042	0.17	A
10	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1048	0.15	A
11	unknown	1080	0.35	
12	3-nonanol	1095	0.05	B
13	linalool	1098	0.22	A
14	nonanal	1103	0.03	A
15	phenylethyl alcohol	1111	0.12	A

Table 13. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
16	( <i>E</i> )-4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene	1115	0.02	B
17	( <i>E</i> )-2-nonenal	1159	0.02	A
18	lavendulol	1166	0.01	A
19	naphthalene	1180	0.24	A
20	dodecane	1200	0.07	B
21	3-nonylacetate	1207	0.18	B
22	unknown	1219	0.05	
23	phellandral	1231	0.02	B
24	( <i>Z</i> )-anethole	1254	0.16	A
25	( <i>E</i> )-anethole	1299	31.56	A
26	tridecane	1304	5.23	B
27	4-vinyl-2-methoxy-phenol	1316	0.19	A
28	bicycloelemene	1339	0.29	B
29	$\alpha$ -cubebene	1351	0.06	A
30	$\alpha$ -copaene	1378	0.54	A
31	$\beta$ -elemene	1393	0.76	A
32	$\beta$ -caryophyllene	1424	2.48	A
33	$\beta$ -cubebene	1432	0.35	B
34	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1465	4.06	A
35	germacrene D	1498	31.02	A
36	bicyclosesquiphellandrene	1501	0.40	B
37	bicyclogermacrene	1506	3.17	A
38	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1515	7.63	A
39	$\delta$ -cadinene	1519	2.24	A
40	$\gamma$ -cadinene	1562	0.17	A
41	( <i>E</i> )-nerolidol	1571	0.09	A
42	unknown	1587	0.09	



Table 13. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
43	diethyl phtalate	1597	0.11	A
44	unknown	1612	0.25	
45	unknown	1621	0.21	
46	foneol	1623	0.12	B
47	$\tau$ -muurolol	1646	0.21	A
48	unknown	1650	0.05	
49	$\alpha$ -cadinol	1659	0.27	B
50	unknown	1675	0.28	
51	mintsulfide	1742	0.10	A
52	neophytadiene	1836	0.17	A
53	phytol	2114	0.52	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 14. Aroma-active compounds of *Caucalis scabra*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
9	benzeneacetaldehyde	1041	thick/floral
17	( <i>E</i> )-2-nonenal	1155	green/grassy
19	naphthalene	1178	fruity
35	germacrene D	1500	blueberry/fruity

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

8) 맑은 대쭉 (*Artemisia keiskeana*)

GC/MS 결과 69종의 성분이 검출되었으며 그 가운데 48종의 화합물이 동정되었다. 결과는 Fig. 8과 Table 15에 나타내었다. 주요 휘발성분은 germacrene D,  $\alpha$ -guaiene이었으며 이들은 전체 향기성분의 38%를 차지하고 있었다. 맑은 대쭉에는 terpene compounds가 상당수 존재하고 있었으며 monoterpene은 6%, sesquiterpene은 57%로써 sesquiterpene의 함량이 훨씬 높았다. 2-Hexanone, 3-nonanone 등의 aliphatic ketone, (*Z*)-3-hexenol, 1-octen-3-ol 등을 포함한 aliphatic alcohol, (*E,E*)-1,3,5-undecatriene 등의 aliphatic hydrocarbon이 있었으며 benzeneacetaldehyde와 estragole (methyl chavicol)과 같은 방향족 화합물도 확인할 수 있었다.

GC/O 결과는 Table 16에 나타낸 바와 같다. Monoterpene으로서 1,8-cineol (no.13, minty),  $\nu$ -terpene (no.17, grassy), linalool (no. 20, fruity, lemon), neral (no. 31, fruity, lemon), bornyl acetate (no. 34, pine, plastic)가, sesquiterpene으로서는 (*E*)- $\beta$ -farnesene (no. 44, plastic, rubber), germacrene D (no. 45, blueberry, fruity)가 맑은 대쭉에 향기특성을 부여하고 있었다. 그 외 RI가 1175, 1337, 1666인 unknown compounds (no. I, plastic, no. II, plastic, no.III, wormwood) 또한 향기활성을 가지고 있는 것으로 밝혀졌다.

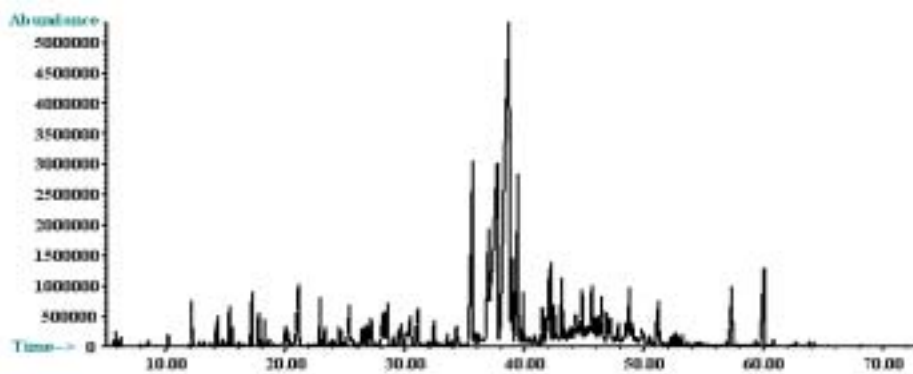


Fig. 8. GC chromatogram of *Artemisia keiskeana*

Table 15. Volatile compounds of *Artemisia keiskeana*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	2-hexanone		0.24	B
2	2-hexanol	832	0.08	B
3	( <i>Z</i> )-3-hexenol	836	0.16	A
4	1-nonene	886	0.08	B
5	$\alpha$ -pinene	923	0.13	A
6	camphene	962	0.71	A
7	unknown	991	0.28	
8	sabinene	992	0.24	A
9	$\beta$ -pinene	993	0.39	A
10	1-octen-3-ol	1001	0.15	A
11	myrcene	1008	0.08	A
12	unknown	1022	0.65	
13	1,8-cineol	1036	0.11	A
14	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1058	1.09	A
15	benzeneacetaldehyde	1069	0.47	A
16	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1071	0.14	A
17	$\gamma$ -terpinene	1079	0.39	A
18	1-nonen-3-ol	1086	0.12	B
19	3-nonanone	1113	0.73	B
20	linalool	1117	0.26	A
21	unknown	1134	2.10	
22	camphor	1136	0.10	A
23	unknown	1171	0.93	
24	borneol	1188	0.09	A
25	unknown	1192	0.09	
26	( <i>E,E</i> )-1,3,5-undecatriene	1194	0.10	B
27	estragol	1221	1.23	B
28	unknown	1226	0.12	
29	1- <i>p</i> -menthen-9-ol	1243	0.28	A

Table 15. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
30	neral	1251	0.40	A
31	unknown	1259	0.95	
32	geraniol	1283	1.54	B
33	unknown	1290	1.28	
34	bornyl acetate	1311	0.46	A
35	unknown	1346	1.14	
36	$\alpha$ -longipinene	1364	0.08	A
37	$\alpha$ -copaene	1377	0.54	A
38	$\beta$ -bourbonene	1402	0.27	A
39	$\beta$ -elemene	1411	0.13	A
40	$\beta$ -caryophyllene	1420	0.62	A
41	unknown	1453	7.18	
42	( <i>E</i> )- $\alpha$ -bergamotene	1457	0.15	A
43	$\alpha$ -humulene	1464	0.38	A
44	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1485	3.08	A
45	germacrene D	1504	13.35	A
46	$\alpha$ -guaiene	1528	24.58	B
47	( <i>Z,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1529	0.35	A
48	bicyclogermacrene	1533	0.23	B
49	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1535	0.98	A
50	$\delta$ -cadinene	1547	4.68	A
51	unknown	1558	0.82	
52	dendrolasin	1599	0.91	A
53	spathulenol	1608	0.23	A
54	unknown	1616	1.40	
55	unknown	1613	1.32	
56	viridiflorol	1622	0.14	A

Table 15. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
57	unknown	1642	1.57	
58	unknown	1673	0.67	
59	<i>α</i> -cadinol	1678	0.13	A
60	unknown	1710	0.85	
61	unknown	1733	1.00	
62	unknown	1746	0.68	
63	unknown	1799	1.38	
64	6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	1871	1.50	B
65	1-hexadecanol	1901	0.15	B
66	palmitic acid	1915	0.16	B
67	unknown	2065	1.78	
68	phytol	2128	0.12	A
69	unknown	2148	2.75	

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 16. Aroma-active compounds of *Artemisia keiskeana*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
13	1,8-cineol	1028	minty
17	<i>γ</i> -terpinene	1078	grassy
20	linalool	1113	fruity (lemon)
I	unknown	1175	plastic
31	neral	1250	fruity (lemon)

Table 16. continued

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
34	bornyl acetate	1304	pine/plastic
II	unknown	1337	plastic
44	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1483	plastic/rubber
45	germacrene D	1500	blueberry/fruity
III	unknown	1666	wormwood

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

#### 9) 뽕미나리 (*Ostericum sieboldii*)

휘발성 향기성분을 알아보기 위하여 GC/MS를 실시한 결과는 Fig. 9와 Table 17에 나타난 바와 같다. 총 59종의 향기성분이 검출되었으며 그 가운데 55종을 동정하였다. 주요 향기성분은  $\alpha$ -pinene, sabinene,  $\beta$ -elemene,  $\beta$ -caryophyllene이었으며 전체 휘발성분의 60% 정도를 차지하고 있었다. 뽕미나리에서는 monoterpene이 전체의 약 60%, sesquiterpene은 약 30%이 존재하였으며 지금까지 살펴 본 초본식물들과는 다르게 monoterpene의 함량이 높았다. 또한 (*Z*)-3-hexene-1-ol을 비롯한 aliphatic alcohol, (*Z*)-3-hexenyl acetate와 같은 aliphatic ester, 2,4-decadienal을 포함한 aliphatic aldehyde 등도 확인할 수 있었다. 이 외에 benzacetaldehyde, naphthalene 등과 같은 방향족 화합물도 존재하고 있었다.

GC/O를 통해 뽕미나리의 향기활성성분을 동정한 결과는 Table 18과 같다.  $\alpha$ -Pinene (no. 3, green), (*Z*)- $\beta$ -ocimene (no. 11, floral, plastic), linalool (no. 20, fruity, lemon), borneol (no. 24, medicinal, pine)과 같은 monoterpene compounds가 뽕미나리의 향기특성에 많이 기여하였으며 sesquiterpene으로는  $\alpha$ -humulene (no. 38, medicinal), germacrene D (no. 39, blueberry, fruity)가 향기활성을 가진 것으로 나타났다. (*Z*)-3-Hexenyl acetate (no. 8, fresh, grassy), 4-methyl phenol (no. 17, thick, floral)과 2 가지의 unknown compounds (no. I, green, fresh, no.II, floral, plastic)도 뽕미나리의 향기에 기여하고 있음을 확인하였다.

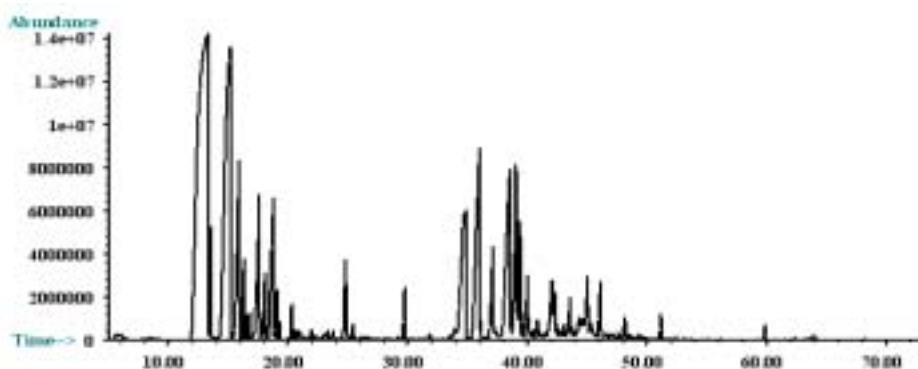


Fig. 9. GC chromatogram of *Ostericum sieboldii*

Table 17. Volatile compounds of *Ostericum sieboldii*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	unknown	841	0.02	
2	( <i>Z</i> )-3-hexene-1-ol	856	0.11	A
3	$\alpha$ -pinene	956	31.16	A
4	camphene	960	0.75	A
5	sabinene	992	16.22	A
6	myrcene	1006	4.07	A
7	$\alpha$ -phellandrene	1014	0.82	A
8	( <i>Z</i> )-3-hexenyl acetate	1018	0.32	A
9	$\alpha$ -terpinene	1023	0.23	A
10	limonene	1039	3.15	A
11	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1049	1.01	A
12	benzeneacetaldehyde	1051	0.07	A

Table 17. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
13	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1062	3.44	A
14	3-methyl-2-cyclohexen-1-ol	1064	0.03	B
15	$\gamma$ -terpinene	1067	0.43	A
16	( <i>Z</i> )-sabinene hydrate	1073	0.15	A
17	4-methyl phenol	1087	0.03	B
18	$\alpha$ -terpinolene	1091	0.47	A
19	( <i>Z</i> )- <i>p</i> -menth-2-en-1-ol	1103	0.15	A
20	linalool	1105	0.07	A
21	( <i>E</i> )-rose oxide	1115	0.03	A
22	1-terpineol	1125	0.09	A
23	myrtenol	1146	0.09	A
24	borneol	1172	0.15	
25	naphthalene	1182	1.56	A
26	unknown	1195	0.14	
27	2-methyl-4-hydroxyacetophenone	1277	0.03	B
28	bornyl acetate	1289	0.73	A
29	2,4-decadienal	1317	0.02	A
30	bicycloelemene	1336	0.09	B
31	$\alpha$ -copaene	1374	0.04	A
32	$\alpha$ -elemene	1379	0.04	A
33	$\beta$ -bourbonene	1384	0.17	A
34	$\beta$ -elemene	1406	5.65	A
35	$\beta$ -caryophyllene	1435	6.90	A
36	$\beta$ -cubebene	1437	0.08	A
37	aromadendrene	1447	0.02	A
38	$\alpha$ -humulene	1462	2.01	A



Table 17. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
39	germacrene D	1495	4.92	A
40	$\alpha$ -curcumene	1497	1.32	A
41	( <i>Z,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1506	2.63	B
42	bicyclogermacrene	1507	0.88	A
43	$\beta$ -bisabolene	1510	1.02	A
44	$\alpha$ -amorphene	1513	0.19	B
45	$\delta$ -cadinene	1519	0.82	A
46	unknown	1521	0.15	
47	( <i>Z</i> )- $\alpha$ -bisabolene	1527	0.05	A
48	unknown	1531	0.29	
49	nerolidol	1542	0.04	A
50	germacrene D-4-ol,	1549	1.09	A
51	globulol	1553	0.53	A
52	unknown	1627	0.47	
53	$\alpha$ -cadinol	1649	0.39	A
54	$\tau$ -muurolol	1668	0.99	B
55	$\alpha$ -bisabolol	1696	0.82	A
56	mintsulfide	1739	0.07	A
57	unknown	1755	0.30	
58	neophytadiene	1843	0.25	A
59	phytol	2116	0.19	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 18. Aroma-active compounds of *Ostericum sieboldii*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
3	$\alpha$ -pinene	956	green
8	( <i>Z</i> )-3-hexenyl acetate	1017	fresh/grassy
11	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1048	floral/plastic
17	4-methyl phenol	1087	thick/floral
20	linalool	1106	fruity (lemon)
I	unknown	1164	green/fresh
24	borneol	1171	medicinal
II	unknown	1175	floral/plastic
38	$\alpha$ -humulene	1462	medicinal
39	germacrene D	1497	blueberry/fruity

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

#### 10) 개구릿대 (*Angelica anomala*)

GC/MS 결과 총 54 종의 휘발성 향기성분이 검출되었으며 그 중 47종을 동정할 수 있었다. 개구릿대 분석결과는 Fig. 10과 Table 19에 나타난 바와 같다.  $\alpha$ -Pinene, sabinene,  $\beta$ -elemene,  $\beta$ -caryophyllene, germacrene D이 주요 휘발성 향기성분이었으며 이들은 전체 향기성분 함량의 75% 이상을 차지하고 있었다. 개구릿대에서는 terpene compounds의 함량이 90% 이상이었으며 monoterpene이 약 45%, sesquiterpene이 약 49%로 비슷한 비율을 보여주었다. (*Z*)-3-hexenol을 비롯한 aliphatic alcohol, 6-methyl-5-hepten-2-one과 같은 aliphatic ketone, (*Z*)-3-hexenyl acetate와 같은 aliphatic ester도 확인할 수 있었다. 또한 benzeneacetaldehyde, naphthalene과 같은 방향족 화합물도 동정하였다.

GC/O 결과  $\alpha$ -pinene (no. 4, grassy, green), (*Z*)- $\beta$ -ocimene (no. 13, floral, plastic), terpinolene (no. 18, fresh, flora)과 같은 monoterpene compounds가 개구릿대의 향기에 많은 기여를 하는 것으로 나타났다. 이 외에 RI가 1155이며 green 향을 가진 unknown I과 germacrene D (no. 34,

blueberry, fruity)도 개구릿대의 향기활성성분으로 확인하였다. 그러나 GC chromatogram에서 많이 검출된 sabinene, b-elemene, b-caryophyllene은 향기 특성을 보이지 않았다.

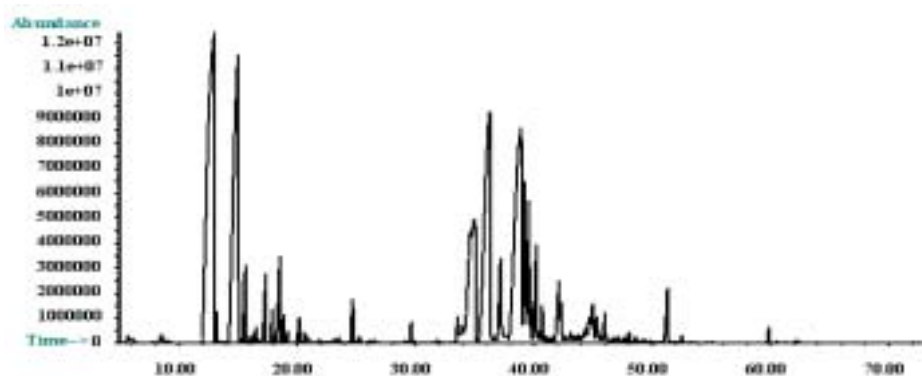


Fig. 10. GC chromatogram of *Angelica anomala*

Table 19. Volatile compounds of *Angelica anomala*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	unknown		0.12	B
2	2-hexanol	803	0.10	B
3	( <i>Z</i> )-3-hexenol	857	0.23	A
4	$\alpha$ -pinene	948	23.05	A
5	camphene	952	0.21	A
6	sabinene	987	15.69	A
7	6-methyl-5-hepten-2-one	993	0.05	B
8	myrcene	998	1.11	A
9	$\alpha$ -phellandrene	1005	0.06	A
10	( <i>Z</i> )-3-hexenyl acetate	1012	0.11	A

Table 19. continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
11	$\alpha$ -terpinene	1017	0.14	A
12	$\beta$ -phellandrene	1031	1.12	A
13	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1042	0.40	A
14	benzeneacetaldehyde	1045	0.06	A
15	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1055	1.68	A
16	$\gamma$ -terpinene	1061	0.26	A
17	( <i>Z</i> )-sabinene hydrate	1068	0.12	A
18	terpinolene	1086	0.45	A
19	( <i>E</i> )-sabinene hydrate	1101	0.06	A
20	( <i>Z</i> )- <i>p</i> -menth-2-en-1-ol	1120	0.04	A
21	naphthalene	1178	0.70	A
22	4-terpineol	1179	0.16	A
23	<i>p</i> -cymen-8-ol	1184	0.03	A
24	1-acetyl- <i>p</i> -cresol	1273	0.03	B
25	bornyl acetate	1284	0.21	A
26	dihydroedulan	1289	0.03	B
27	$\alpha$ -copaene	1373	0.53	A
28	unknown	1381	0.13	
29	$\beta$ -elemene	1407	8.96	A
30	$\beta$ -caryophyllene	1438	13.62	A
31	$\alpha$ -amorphene	1440	0.26	A
32	$\alpha$ -amorphene	1447	0.04	B
33	$\alpha$ -humulene	1461	1.87	A
34	germacrene D	1503	14.76	A
35	bicyclogermacrene	1512	2.60	A
36	$\alpha$ -muurolene	1516	0.24	A
37	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1520	1.32	A

Table 19. continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
38	cadina-1(2),4-diene	1523	0.06	A
39	$\gamma$ -cadinene	1525	0.25	A
40	$\delta$ -cadinene	1536	1.94	A
41	aromadendrene	1543	0.05	A
42	( <i>E</i> )- $\alpha$ -bisabolene	1548	0.28	A
43	germacrene D-4-ol	1585	1.21	A
44	globulol	1591	0.61	A
45	unknown	1646	0.19	
46	unknown	1655	0.43	B
47	$\alpha$ -cadinol	1663	0.65	A
48	unknown	1671	0.37	
49	unknown	1689	0.38	B
50	mintsulfide	1734	0.03	A
51	unknown	1748	0.11	
52	aromadendreneoxide	1801	0.04	B
53	neophytadiene	1843	0.84	B
54	phytol	2113	0.23	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Table 20. Aroma-active compounds of *Angelica anomala*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
4	$\alpha$ -pinene	944	grassy/green

Table 20. Contined

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property
13	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1043	floral/plastic
18	terpinolene	1087	fresh/floral
I	unknown	1155	green
34	germacrene D	1509	blueberry/fruity

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

#### 11) 산쑥 (*Artemisia montana*)

산쑥의 휘발성 향기성분을 분석했을 때 GC chromatogram은 Fig. 11과 같으며 GC/MS 분석 결과는 Table 21에 정리한 바와 같다. 총 51종의 휘발성 향기성분이 검출되었으며 그 중 39종이 RI와 mass spectrum을 통해 동정되었다. 산쑥의 경우 1,8-cineol,  $\alpha$ -thujone, camphor, germacrene D가 주요 향기성분으로 밝혀졌으며 이들은 전체 휘발성 성분의 66% 이상을 차지하고 있었다. Table 1을 살펴보면 산쑥에는 대부분 terpene 계열의 화합물이 차지하고 있음을 알 수 있었다. 이들 중 monoterpene은 62%, sesquiterpene은 26%로 monoterpene이 약 2배 가량 많았다. 1-Octen-3-ol, 2-octanol, nonanol을 포함한 aliphatic alcohol과 3,4-dimethylacetophenone과 같은 방향족 화합물의 존재도 확인할 수 있었다. 맑은 대쑥과 비교할 때 1,8-cineol, camphor의 함량이 높았으며  $\alpha$ -thujone은 산쑥에서만 확인되었다. 하지만 맑은 대쑥에 다량 함유된  $\alpha$ -guaiene은 검출되지 않았다.

여러 초본식물을 대상으로 실험한 결과 산쑥은 다른 자생향료식물에 비해 향이 좋은 것으로 판단되어 AEDA를 실시하여 주요 향기성분을 동정함과 동시에 각 성분의 기여도까지 밝혔다. 실험 결과 FD chromatogram은 Fig. 12와 같으며 각 향기 성분의 특성은 Table 22에 정리하였다. 실험결과 산쑥에 다량 함유되어 있는 1,8-cineol (FD = 7)이 향에도 가장 큰 기여를 하는 것으로 나타났으며 다음으로는 borneol (FD = 6)의 향 기여도가 큰 것으로 나타났다. 1,8-Cineol은 산쑥에 mint향을 부여하였으며 borneol은 실제 쑥 향기와 비슷한 향을 나타내었다. 다음으로는 산쑥에서 가장 함량이 높은 camphor (FD = 5)

또한 중요한 향기활성성분으로 동정되었다. Camphor는 그 향기특성 (camphoraceous)을 볼 때 산썩 고유의 화한 향과 관련이 있음을 알 수 있다. 위에 열거한 화합물 외에도 terpene 계열의 화합물들이 산썩의 향기에 영향을 주고 있음이 밝혀졌다.

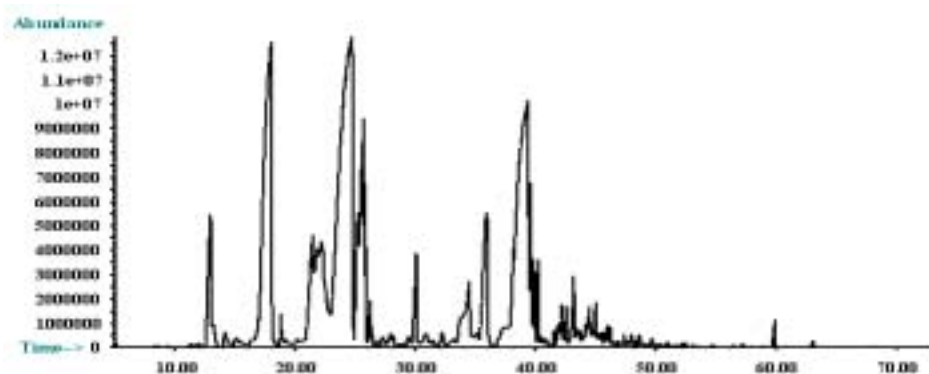


Fig. 11. GC chromatogram of *Artemisia montana*

Table 21. Volatile compounds of *Artemisia montana*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area(%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	$\alpha$ -pinene	935	0.15	A
2	camphene	942	2.90	A
3	$\beta$ -pinene	970	0.39	B
4	1-octen-3-ol	981	0.20	A
5	2-dehydro-1,8-cineol	986	0.30	A
6	2-octanol	1002	0.91	A

Table 21. Contined

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area(%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
7	$\alpha$ -terpinene	1012	0.30	A
8	<i>p</i> -cymene	1021	0.41	A
9	1,8-cineol	1028	12.42	A
10	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1037	0.12	A
11	$\beta$ -phellandrene	1056	0.38	A
12	( <i>Z</i> )-sabinene hydrate	1064	0.80	A
13	terpinolene	1084	0.10	A
14	( <i>E</i> )-sabinene hydrate	1096	0.67	A
15	$\alpha$ -thujone	1103	7.71	A
16	unknown	1113	0.82	
17	unknown	1121	1.22	
18	camphor	1145	27.32	A
19	isoborneol	1153	0.14	B
20	borneol	1165	5.04	A
21	nonanol	1173	0.47	A
22	4-terpineol	1175	1.18	A
23	unknown	1188	0.33	
24	( <i>E</i> )-carveol	1216	0.14	A
25	3,4-dimethylacetophenone	1236	0.04	B
26	carvone	1240	0.09	A
27	<i>p</i> -mentha-1,8-dien-7-al	1270	0.18	B
28	bornyl acetate	1283	1.14	A
29	geranyl formate	1290	0.05	A
30	unknown	1301	0.12	
31	unknown	1338	0.20	
32	unknown	1372	0.71	
33	undecanol	1374	0.94	A
34	$\beta$ -bourbonene	1380	0.04	A
35	unknown	1394	0.23	
36	unknown	1405	0.20	
37	( <i>E</i> )-caryophyllene	1416	3.32	A



Table 21. Contined

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area(%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
38	unknown	1425	0.11	
39	$\alpha$ -humulene	1449	0.36	A
40	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1458	1.26	A
41	germacrene D	1483	18.97	A
42	$\beta$ -selinene	1485	0.33	A
43	bicyclogdrmacrene	1494	1.45	A
44	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1507	0.24	A
45	unknown	1518	0.23	
46	$\delta$ -cadinene	1520	0.37	A
47	globulol	1587	0.27	A
48	unknown	1600	0.35	
49	unknown	1602	0.28	
50	$\tau$ -muurolol	1639	0.35	A
51	$\alpha$ -cadinol	1651	0.30	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

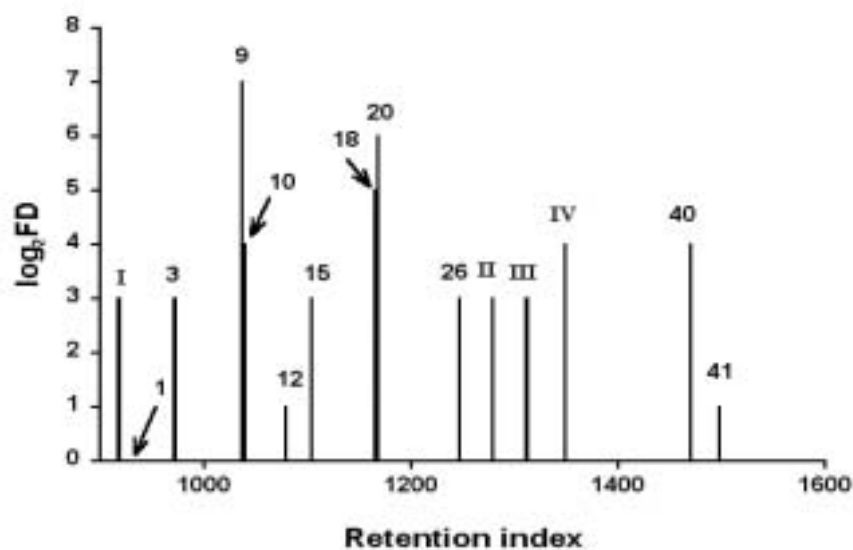


Fig. 12. FD chromatogram of *Artemisia montana*

Table 22. Aroma-active compounds of *Artemisia montana*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property	log <sub>2</sub> FD <sup>c</sup>
I	unknown	918	cooked	3
1	$\alpha$ -pinene	930	green	0
3	$\beta$ -pinene	972	nutty	3
9	1,8-cineol	1037	minty	7
10	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1040	floral/plastic	4
12	( <i>Z</i> )-sabinene hydrate	1069	grassy	1
15	$\alpha$ -thujone	1104	fruity	3
18	camphor	1166	camphoraceous	5
20	borneol	1168	bitter/wormwood	6
26	carvone	1247	minty	3
II	unknown	1279	green	3
III	unknown	1312	cooked	3
IV	unknown	1349	sweaty	4
40	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1460	bitter/rooty	4
41	germacrene D	1488	blueberry/fruity	1

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected

by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>2</sub> (Flavor dilution factor).

## 12) 오리방풀 (*Isodon excisus*)

오리방풀의 GC chromatogram은 Fig. 13과 같으며 각각의 휘발성 향기성분은 Table 23에 정리하였다. 총 36종의 화합물이 검출되었으며 그 가운데 23종의 성분을 밝힐 수 있었다. 주요 향기성분은 1-octen-3-ol, germacrene D, phytol이었으며 이들은 전체 향기성분 함량의 73% 이상을 차지하고 있었다. 오리방풀은 특이적으로 1-octen-3-ol을 비롯하며 2-hexanol, (*E*)-2-hexen-1-ol, (*Z*)-3-hexenol, 3-octanol 등과 같은 aliphatic alcohol을 많이 함유하고 있었다. 다음으로는 terpene compounds가 17%를 차지하고 있었으며, 이 외에 benzeneacetaldehyde, naphthalene, eugenol과 같은 방향족 화합물의 존재도 확인할 수 있었다.

오리방풀은 산썩과 마찬가지로 향기가 우수하여 AEDA를 통해 각 향기활성성분의 기여도를 알아보았으며 그 결과는 Fig. 14, Table 24와 같다. AEDA 결과 오리방풀의 향기에 가장 큰 영향을 주는 성분은 green, grassy 향이 나는 sabinene (FD = 6)이었으며 다음으로는 linalool과 germacrene D (FD = 5)가 이 식물의 과일 향기와 관련이 있는 것으로 나타났다. 이 외에 1-octen-3-ol,  $\gamma$ -terpinene (FD = 4)과 3-octanol, benzeneacetaldehyde, unknown I (FD = 0-3)이 오리방풀의 향기활성성분인 것으로 밝혀졌다.

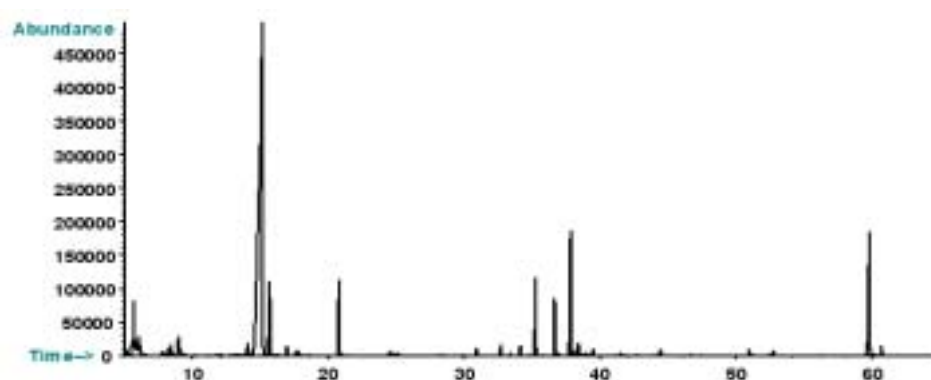


Fig. 13. GC chromatography of *Isodon excisus*

Table 23. Volatile compounds of *Isodon excisus*

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area(%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	heptane	>800	0.58	B
2	unknown	>800	2.81	
3	unknown	>800	0.53	
4	2-hexanol	>800	1.04	B
5	unknown	850	0.24	
6	unknown	855	0.13	
7	( <i>E</i> )-2-hexenal	860	0.36	A
8	( <i>Z</i> )-3-hexenol	865	0.78	A
9	( <i>E</i> )-2-hexen-1-ol	869	1.01	A
10	unknown	970	0.32	
11	sabinene	987	0.49	A
12	1-octen-3-ol	980	58.47	A
13	3-octanol	998	3.88	A
14	$\beta$ -phellandrene	1029	0.34	A
15	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1041	0.15	A
16	benzeneacetaldehyde	1048	0.27	A

Table 23. continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area(%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
17	$\gamma$ -terpinene	1067	0.07	A
18	linalool	1100	3.57	A
19	naphthalene	1185	0.19	A
20	$\alpha$ -terpineol	1189	0.08	A
21	unknown	1317	0.27	
22	eugenol	1359	0.44	A
23	$\beta$ -elemene	1391	0.33	A
24	$\beta$ -caryophyllene	1419	3.30	A
25	$\alpha$ -humulene	1455	2.39	A
26	unknown	1460	0.13	
27	germacrene D	1485	6.13	A
28	unknown	1512	0.19	
29	unknown	1520	0.63	
30	$\delta$ -cadinene	1523	0.22	A
31	unknown	1552	0.10	
32	globulol	1585	0.21	A
33	unknown	1863	0.21	
34	unknown	2074	0.14	
35	phytol	2130	8.69	A
36	unknown	>2200	0.47	

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

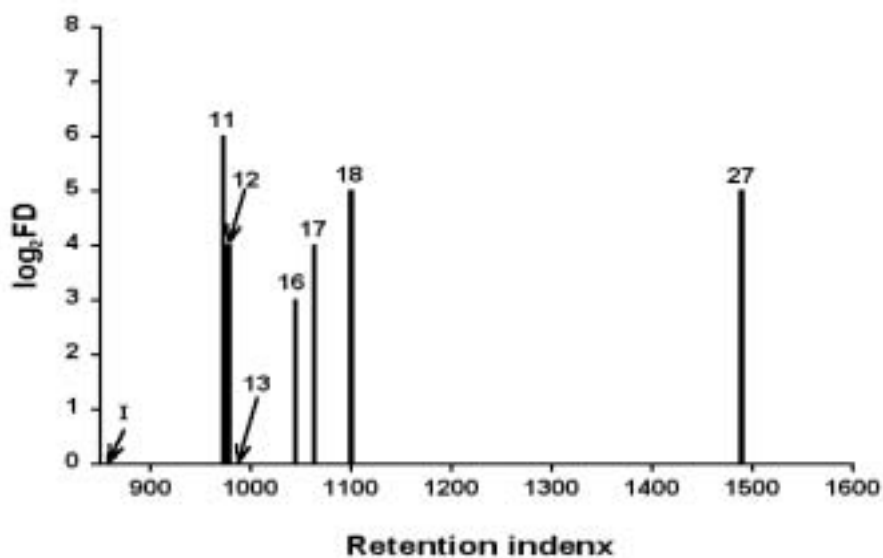


Fig. 14. FD chromatogram of *Isodon excisus*

Table 24. Aroma-active compounds of *Isodon excisus*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property	log <sub>2</sub> FD <sup>c</sup>
I	unknown	858	cooked	0
11	sabinene	972	green/grassy	6
12	1-octen-3-ol	978	mushroom	4
13	3-octanol	990	woody	0
16	benzeneacetaldehyde	1045	floral/plastic	3
17	$\gamma$ -terpinene	1060	thick/floral/woody	4
18	linalool	1100	fruity/lemon	5
27	germacrene D	1489	blueberry/fruity	5

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>2</sub> (Flavor dilution factor).

## 나. 목본 식물의 휘발성 향기성분의 분석과 특성 규명

### 1) 생강나무(*Lindera obtusiloba*)

생강나무를 대상으로 GC/MS를 실시한 결과 총 71종의 화합물이 검출되었으며 그 중 56종을 동정하였다. 생강나무의 GC chromatogram은 Fig. 15이며 향기성분은 Table 25에 정리한 바와 같다. (*E*)-2-Hexenal,  $\beta$ -caryophyllene, bicyclogermacrene이 주요 향기성분이었으며 이들은 전체의 22% 이상을 차지하고 있었다. 생강나무는 다른 식물들과는 다르게 (*E*)-2-hexenal을 비롯하여 (*Z*)-3-hexenal, hexanal, (*Z*)-3-hexenol, (*E*)-3-hexen-1-ol 등 C<sub>6</sub>-compounds의 함량이 높은 것으로 나타났다. 생강나무에서도 terpene 화합물의 함량이 높았으며 monoterpene은 20%, sesquiterpene은 43%인 것으로 나타났다. 또한 nonanal, dodecanal,  $\alpha$ -octadecenal과 같은 aliphatic aldehyde와 1,15-pentadecanediol도 소량 확인되었다.

생강나무를 대상으로 SPME 후 GC/MS를 실시한 결과 29종의 성분이 검출, 동정되었으며 이 때의 GC chromatogram은 Fig. 16과, 각 휘발성 향기성분은 Table 26에 정리한 바와 같다. 주요 향기성분은 (*E*)-2-hexenal, (*Z*)- $\beta$ -ocimene, (*E*)- $\beta$ -ocimene,  $\beta$ -phellandrene,  $\beta$ -caryophyllene, bicyclogermacrene 이었으며 이들은 총 휘발성분의 68%를 차지하고 있었다. 생강나무에는 terpene 계열의 화합물이 가장 많았으며 monoterpene이 43%, sesquiterpene이 43%로 비율이 같았다. SDE 방법과 비교할 때 monoterpene의 함유 비율이 높았으며 ocimene 류의 화합물이 많이 검출됨을 알 수 있었다. 그 외 2,4-pentadienal, (*E*)-2-hexenal, (*Z*)-3-hexenol도 확인할 수 있었다.

AEDA를 실시한 결과는 Fig. 17과 Table 27에 정리하였다. 이 실험에 사용된 시료는 초본 식물과 같이 SDE 추출물을 사용했다. 실험 결과 (*Z*)-3-hexenal, (*E*)- $\beta$ -ocimene (FD = 8)이 생강나무의 향기에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 두 화합물 모두 apple 향을 가지고 있어 생강나무에 달콤한 향기를 부여하는 것으로 보인다.  $\alpha$ -Pinene (FD = 7) 또한 향기에 대한 기여도가 높았으며 그 향특성 (pine, fresh)으로 볼 때 생강나무의 시원한 향과 관련이 있는 것으로 생각된다. 다음으로 hexanal, linalool, (*E,Z*)-2,6-nonadienal (FD = 5)의 영향이 큰 것으로 보인다. 특히

(*E,Z*)-2,6-nonadienal은 GC detector에서 검출되지 않았으나 향기 특성과 향이 나는 시간, 그리고 낮은 역치값을 통하여 확인할 수 있었다.

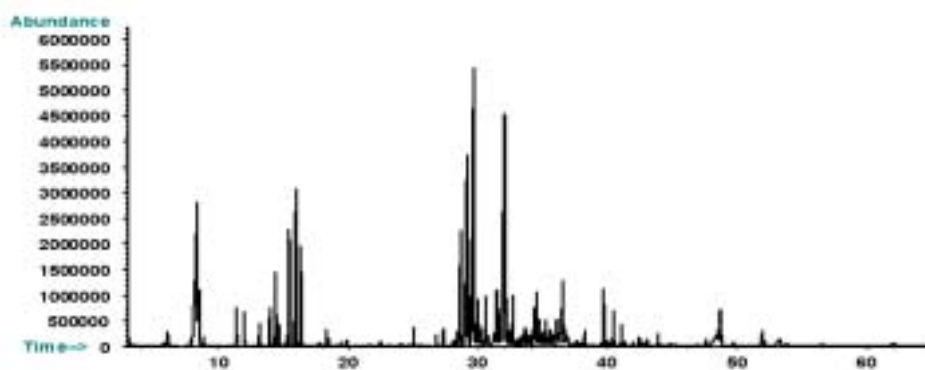


Fig. 15. GC chromatogram of *Lindera obtusiloba* (SDE)

Table 25. Volatile compounds of *Lindera obtusiloba* (SDE)

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	( <i>Z</i> )-3-hexenal	803	0.45	A
2	hexanal	804	0.41	A
3	( <i>E</i> )-2-hexenal	860	10.28	A
4	( <i>Z</i> )-3-hexenol	863	1.92	A
5	( <i>E</i> )-3-hexen-1-ol	871	0.21	A
6	1-hexanol	873	0.08	A
7	$\alpha$ -pinene	932	0.91	A
8	camphene	946	0.83	A
9	$\beta$ -pinene	974	0.58	A
10	myrcene	993	0.95	A
11	$\alpha$ -phellandrene	1004	1.83	A
12	$\delta$ -3-carene	1009	0.71	A



Table 25. continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
13	<i>p</i> -cymene	1024	0.08	A
14	$\beta$ -phellandrene	1030	3.38	A
15	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1043	4.92	A
16	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1052	2.43	A
17	fenchene	1088	0.16	B
18	linalool	1102	0.39	A
19	nonanal	1105	0.18	A
20	alloocimene	1130	0.12	A
21	camphor	1143	0.14	A
22	unkown	1212	0.12	
23	bornyl acetate	1286	0.47	A
24	bicycloelemene	1337	0.28	B
25	citromellyl acetate	1354	0.53	A
26	$\alpha$ -copaene	1376	0.21	A
27	geranyl acetate	1385	0.47	A
28	$\beta$ -elemene	1395	3.74	A
29	unknown	1410	8.13	
30	dodecanal	1414	0.89	B
31	$\beta$ -caryophyllene	1427	13.36	A
32	unknown	1432	0.12	
33	10-undecyn-1-ol	1438	1.28	B
34	aromadendrene	1442	0.54	A
35	$\alpha$ -humulene	1458	1.07	A
36	$\alpha$ -gurjunene	1462	0.13	A
37	aromadendrene	1464	0.20	A
38	$\alpha$ -gurjunene	1480	0.60	A
39	germacrene D	1487	1.50	A

Table 25. continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
40	$\beta$ -selinene	1491	1.02	A
41	bicyclogermacrene	1506	11.28	A
42	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1512	1.10	A
43	$\gamma$ -cadinene	1519	0.33	A
44	$\delta$ -cadinene	1529	1.18	A
45	unknown	1541	0.11	
46	( <i>E</i> )- $\alpha$ -bisabolene	1545	0.15	A
47	elemol	1553	0.24	A
48	germacrene B	1561	0.35	A
49	globulol	1563	0.08	A
50	unknown	1571	0.32	
51	spathulenol	1583	1.17	A
52	viridiflorol	1589	1.63	A
53	unknown	1596	0.75	
54	unknown	1605	0.33	B
55	1,15-pentadecanediol	1614	0.57	B
56	unknown	1617	0.13	
57	rosifoliol	1626	0.32	B
58	$\gamma$ -eudesmol	1636	0.24	A
59	isospathulenol	1644	0.77	B
60	$\alpha$ -cadinol	1647	0.47	A
61	$\beta$ -eudesmol	1656	0.30	A
62	globulol	1661	1.20	B
63	unknown	1669	0.36	
64	unknown	1675	0.38	
65	junipercamphor	1701	0.11	B
66	( <i>E,E</i> )-farnesol	1725	0.49	A
67	unknown	1780	1.47	
68	$\alpha$ -octadecenal	1794	0.15	B

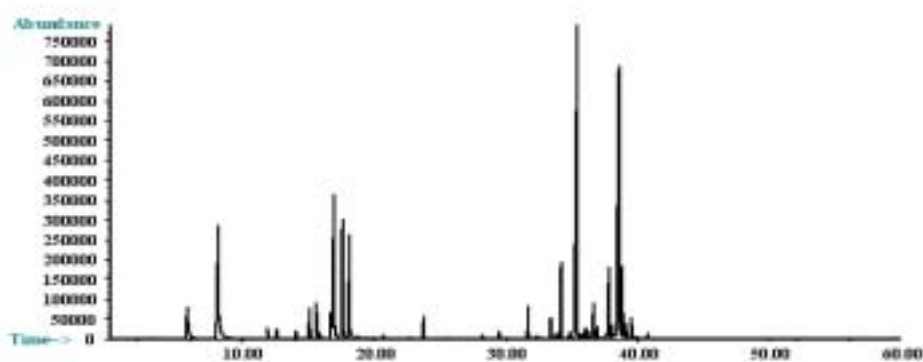
Table 25. continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
69	unknown	1809	0.78	
70	unknown	1833	0.46	
71	unknown	2126	1.41	

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

Fig. 16. GC chromatogram of *Lindera obtusiloba* (SPME)Table 26. Volatile compounds of *Lindera obtusiloba* (SPME)

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%)
1	2,4-pentadienal	5.86	1.75
2	( <i>E</i> )-2-hexanal	8.29	9.54
3	( <i>Z</i> )-3-hexene-1-ol	8.40	1.55

Table 26. Continued

No.	Compounds	RT <sup>a</sup>	Area (%)
4	$\alpha$ -pinene	11.95	2.64
5	camphene	12.66	2.40
6	$\beta$ -pinene	14.13	1.78
7	myrcene	15.15	2.68
8	$\alpha$ -phellandrene	15.69	3.56
9	$\delta$ -3-carene	15.94	0.54
10	( <i>Z</i> )-3-hexenyl acetate	16.06	0.46
11	<i>p</i> -cymene	16.76	0.81
12	$\beta$ -phellandrene	17.02	9.74
13	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	17.73	11.24
14	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	18.21	6.77
15	bornyl acetate	29.51	0.62
16	citronellyl acetate	32.60	0.30
17	$\alpha$ -copaene	33.42	0.42
18	$\beta$ -elemene	34.20	1.91
19	$\beta$ -caryophyllene	35.44	19.74
20	aromadenerene	36.06	0.32
21	$\alpha$ -selinene	36.24	0.22
22	$\alpha$ -humulene	36.67	1.12
23	alloaromadenerene	36.95	0.43
24	germacrene D	37.84	2.41
25	$\beta$ -selinene	38.01	0.49
26	bicyclogermacrene	38.58	11.94
27	$\beta$ -elemene	38.84	1.97
28	farnesene	39.00	0.47
29	$\delta$ -cadinene	39.53	0.50

<sup>a</sup> Retention time

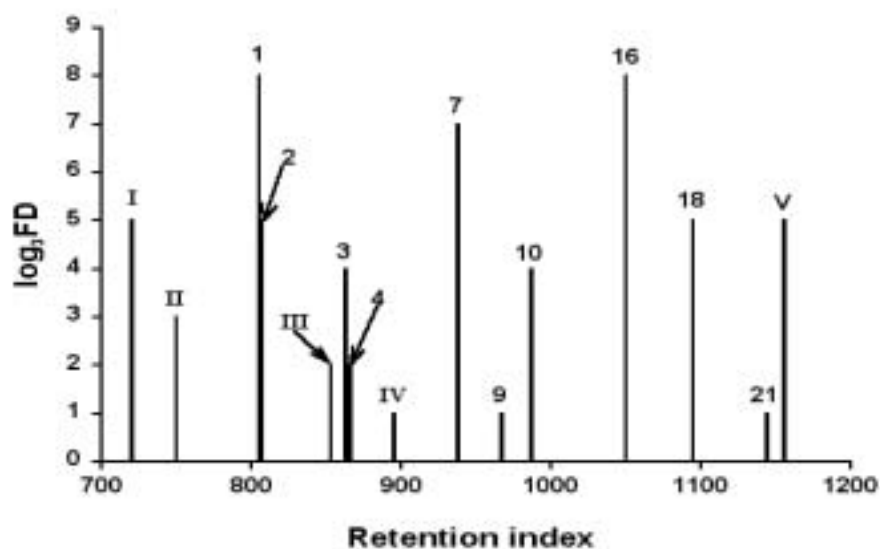


Fig. 17. FD chromatogram of *Lindera obtusiloba*

Table 27. Aroma-active compounds of *Lindera obtusiloba*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compounds	RI <sup>b</sup>	Aroma property <sup>b</sup>	log <sub>3</sub> FD <sup>c</sup>
I	unknown	<800	dry grass	5
II	unknown	<800	plastic	3
1	( <i>Z</i> )-3-hexenal	805	green, apple	8
2	hexanal	807	cut grass	5
III	unknown	853	solvent	2
3	( <i>E</i> )-2-hexenal	863	sweet, apple	4
4	( <i>Z</i> )-3-hexenol	866	green,	2
IV	unknown	895	burnt	1
7	$\alpha$ -pinene	938	pine, fresh	7
9	$\beta$ -pinene	967	pine, woody	1
10	myrcene	987	metallic, sharp, pine	4
16	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1050	green, citrus	8
18	linalool	1095	citrus, fruity	5
21	camphor	1144	camphoraceous	1
V	( <i>E,Z</i> )-2,6-nonadienal	1156	cucumber, medicine	5

---

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>3</sub> (Flavor dilution factor).

## 2) 오미자(*Schizandra chinensis*)

SDE 방법으로 추출한 시료로 GC/MS를 실시했을 때 총 59종의 성분이 검출되었으며 그 중 49종을 동정할 수 있었다. 실험 결과는 Fig. 18, Table 28에 나타난 바와 같다. (*E*)- $\beta$ -Ocimene,  $\beta$ -elemene, RI가 각각 1409, 1642인 unknown compounds와 nerolidol이 주요 휘발성 향기성분이었으며 이들은 전체 성분의 56% 이상을 차지하고 있었다. 많은 수의 화합물이 terpene compounds였으며 이 중 monoterpene이 11%, sesquiterpene이 60% 정도 함유되어 있었다. 이 외에 (*Z*)-3-hexenal, (*E*)-2-hexenal과 같은 C<sub>6</sub>-aldehyde와 phytol의 존재도 확인할 수 있었다.

SPME 방법으로 추출한 경우의 결과는 Fig. 19, Table 29와 같다. 총 42종이 검출되었으며 그 가운데 34종을 확인할 수 있었다. 주요 휘발성분은 (*Z*)-3-hexenal, (*Z*)- $\beta$ -ocimene,  $\beta$ -caryophyllene, germacrene D, (*E,E*)- $\alpha$ -farnesene 이었으며 이들은 전체 함량의 46% 이상을 차지하고 있었다. Terpene 함량을 살펴보면 monoterpene은 28%, sesquiterpene은 53%로 monoterpene의 비율이 SDE 보다 상승했음을 볼 수 있다. 또한 (*E*)-2-hexenal의 비율이 많이 높아졌음을 확인할 수 있었다.

SDE 추출물로 AEDA를 실시한 결과는 Fig. 20, Table 30에 나타난 바와 같다. Linalool (FD = 5)과  $\alpha$ -terpineol (FD = 4)이 오미자의 향기에 가장 큰 기여를 하는 것으로 나타났으며 오미자의 향긋한 냄새와 관련이 있을 것으로 보인다. 나머지 향기활성성분은 log<sub>3</sub>FD가 0-2로 상대적으로 기여도가 낮았다. 특히 unknown compounds I, II를 제외하고는 모두 monoterpene compounds가 향기특성을 가지는 것으로 밝혀졌다.

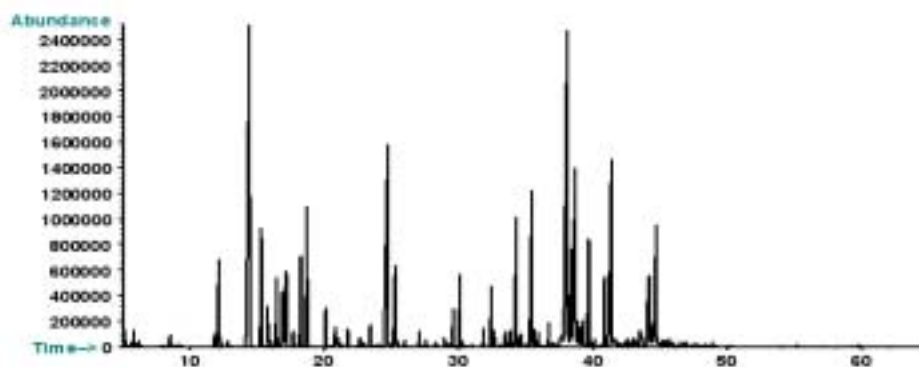


Fig. 18. GC chromatogram of *Schizandra chinensis* (SDE)

Table 28. Volatile compounds of *Schizandra chinensis* (SDE)

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	( <i>Z</i> )-3-hexenal	800	0.62	A
2	( <i>E</i> )-2-hexenal	863	2.60	A
3	unknown	865	0.25	
4	tricyclene	928	0.09	B
5	$\alpha$ -pinene	933	0.59	A
6	camphene	947	0.03	A
7	$\beta$ -pinene	976	1.55	A
8	myrcene	992	0.33	A
9	$\alpha$ -phellandrene	1002	0.05	A
10	$\alpha$ -terpinene	1014	0.14	A
11	<i>p</i> -cymene	1022	0.07	A
12	limonene	1026	0.23	A
13	1,8-cineol	1027	0.16	A
14	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1038	0.66	A
15	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1052	5.54	A
16	$\gamma$ -terpinene	1058	0.50	A
17	terpinolene	1084	0.10	A

Table 28. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
18	linalool	1096	0.07	A
19	1-terpineol	1140	0.09	A
20	4-terpineol	1169	0.24	A
21	$\alpha$ -terpineol	1190	0.07	A
22	thymyl methyl ether	1223	0.16	A
23	bornyl acetate	1272	0.17	A
24	$\delta$ -elemene	1327	4.27	A
25	unknown	1334	0.33	
26	citronellyl acetate	1337	0.10	A
27	$\alpha$ -longipinene	1355	0.03	A
28	$\alpha$ -copaene	1359	0.18	A
29	$\beta$ -bourbonene	1368	0.51	A
30	$\beta$ -elemene	1383	8.42	A
31	longifolene	1389	0.18	A
32	unknown	1409	8.60	
34	$\alpha$ -elemene	1411	0.16	B
35	$\gamma$ -elemene	1417	0.64	A
36	$\alpha$ -humulene	1436	0.94	A
37	germacrene D	1475	20.19	A
38	$\alpha$ -selinene	1480	2.82	A
39	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1484	4.89	A
40	( <i>Z,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1485	0.94	B
41	$\alpha$ -muurolene	1490	0.25	A
42	unknown	1492	0.33	
43	$\gamma$ -cadinene	1500	0.66	A
44	$\delta$ -cadinene	1510	3.55	A
45	cadina-1(2),4-diene	1514	0.05	A



Table 28. Continued

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
46	isolenene	1518	0.14	B
47	elemol	1532	0.15	B
48	unknown	1540	3.42	
49	unknown	1542	1.09	
50	nerolidol	1550	5.20	A
51	germacrene D-4-ol	1556	0.54	A
52	unknown	1563	0.22	
53	unknown	1591	0.15	
54	vifidiflorol	1595	0.21	A
55	$\tau$ -muurolol	1604	0.68	B
56	$\alpha$ -cadinol	1622	3.93	A
57	unknown	1642	8.59	
58	unknown	1751	0.81	
59	phytol	2157	0.61	A

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

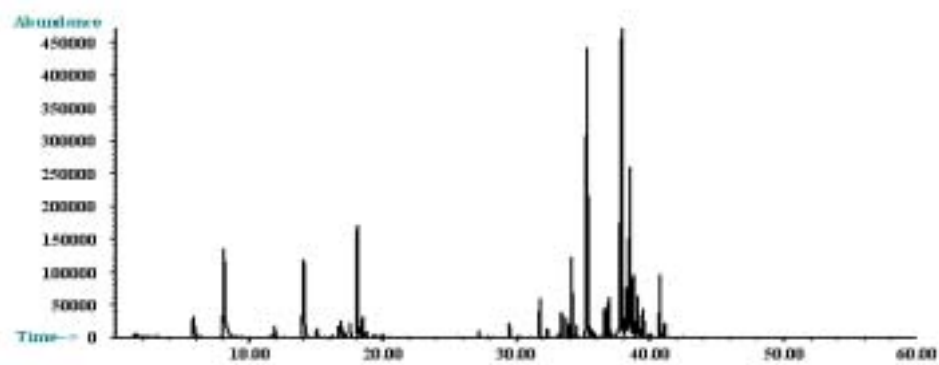
Fig. 19. GC chromatogram of *Schizandra chinensis* (SPME)

Table 29. Volatile compounds of *Schizandra chinensis* (SPME)

No.	Compounds	RT <sup>a</sup>	Area (%)
1	unknown	3.16	3.16
2	2,4-pentadienal	5.83	4.52
3	( <i>Z</i> )-3-hexenal	8.16	13.1
4	$\alpha$ -pinene	11.92	0.60
5	$\delta$ -3-carene	14.10	3.01
6	$\beta$ -pinene	15.11	0.74
7	<i>p</i> -cymene	16.72	0.65
8	limonene	16.91	2.28
9	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	17.59	1.57
10	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	18.14	11.12
11	$\gamma$ -terpinene	18.52	0.81
12	$\alpha$ -terpinolene	20.01	0.21
13	thymyl methyl ether	27.23	0.23
14	bornyl acetate	29.50	0.28
15	unknown	30.21	0.23
16	$\alpha$ -terpinene	31.79	1.10
17	unknown	32.34	0.26
18	$\alpha$ -copaene	33.42	1.14
19	unknown	33.58	0.19
20	$\beta$ -bourbonene	33.79	1.10
21	unknown	34.05	0.25
22	$\beta$ -elemene	34.16	2.41
23	longifoline	34.54	0.64
24	$\alpha$ -cedrene	34.91	0.39
25	$\beta$ -caryophyllene	35.28	10.37
26	$\alpha$ -gurjunene	35.54	0.32
27	calarene	35.66	0.36
28	$\beta$ -selinene	36.64	0.98

Table 29. Continued

No.	Compounds	RT <sup>a</sup>	Area (%)
29	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	36.94	1.47
30	unknown	37.52	0.23
31	unknown	37.70	0.53
32	germacrene D	37.87	16.24
33	unknown	38.01	0.41
34	$\delta$ -selinene	38.23	2.39
35	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	38.51	7.41
36	$\beta$ -elemene	38.78	2.75
37	farnesene	38.99	0.52
38	$\gamma$ -cadinene	39.14	1.34
39	$\gamma$ -elemene	39.42	0.31
40	$\delta$ -cadinene	39.52	1.01
41	germacrene B	40.77	2.26
42	farnesol	41.73	0.22

<sup>a</sup> Retention time

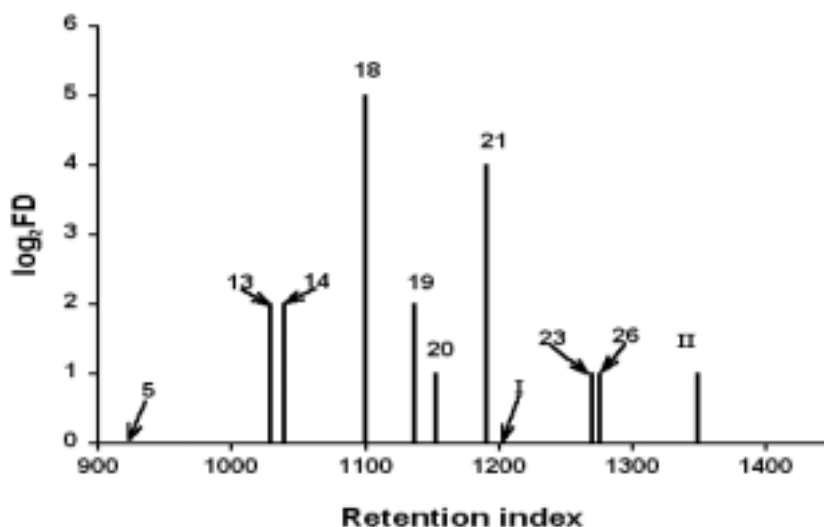


Fig. 20. FD chromatogram of *Schizandra chinensis*

Table 30. Aroma-active compounds of *Schizandra chinensis*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property	log <sub>3</sub> FD <sup>c</sup>
5	$\alpha$ -pinene	932	grassy	0
13	1,8-cineol	1029	minty	2
14	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1039	floral/plastic	2
18	linalool	1100	fruity (lemon)	5
19	1-terpineol	1137	green	2
20	4-terpineol	1167	vegetable	1
21	$\alpha$ -terpineol	1191	fragrant/floral	4
I	unknown	1206	fruity	0
23	bornyl acetate	1270	woody	1
26	citronellyl acetate	1335	thick/floral	1
II	unknown	1349	fresh	1

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>3</sub> (Flavor dilution factor).

### 3) 황벽나무(*Phellodendron amurense*)

SDE 추출 후 GC/MS를 실시한 결과는 Fig. 21, Table 31과 같다. 총 45종이 검출되었으며 그 중 39종을 밝힐 수 있었다. 주요 성분은 (*E*)-2-hexenal, myrcene,  $\beta$ -caryophyllene, germacrene D였으며 이들은 전체 휘발성분의 70% 이상을 차지하고 있었다. 황벽나무는 특히 (*E*)-2-hexenal의 함량이 높아 (*Z*)-3-hexenal, (*Z*)-3-hexenol, 2,4-hexadienal 등, C<sub>6</sub>-compounds가 많은 것으로 확인하였다. Terpene 계열의 화합물을 살펴보면 monoterpene이 37%, sesquiterpene이 22%로 나타나 monoterpene의 함량이 높은 것으로 나타났다. C<sub>6</sub>-aldehydes 이외 (*E*)-2-nonenal과 같은 aliphatic aldehyde, (*Z*)-3-hesanol, 2-methyl-3-penten-5-ol, 4-methyl-1-pentanol을 포함한 aliphatic alcohol, 2-nonanone과 같은 aliphatic ketone, benzeneacetaldehyde, estragol 등의 방향족 화합물 또한 확인할 수 있었다.

SPME 후 GC/MS를 실시한 결과는 Fig. 22, Table 32와 같다. 총 19종의 향기성분을 검출 동정하였으며 주요 성분은 (*Z*)-3-hexenal, (*E*)-2-hexenal, myrcene, (*E*)- $\beta$ -ocimene,  $\beta$ -caryophyllene로서 이들은 전체 휘발성분의 80% 이상을 차지하고 있었다. Monoterpene과 sesquiterpene은 각각 46%, 14% 존재하는 것으로 밝혀졌으며 SDE와 비교할 때 monoterpene의 비율이 상승했음을 알 수 있다. 또한 (*Z*)-3-hexenal과 (*E*)-2-hexenal의 비율의 증가도 볼 수 있다.

SDE 추출물을 대상으로 AEDA를 실시한 결과는 Fig. 23과 Table 33에 나타내었다. 황벽나무의 향에 가장 큰 기여를 하는 화합물은  $\alpha$ -pinene, (*Z*)- $\beta$ -ocimene, (*E*)-2-nonenal (FD = 6)로 나타났으며 다음으로 (*Z*)-3-hexenal, (*E*)-2-hexenal (FD = 5), camphor (FD = 4)의 영향이 큰 것으로 확인되었다. 그 외  $\beta$ -pinene, myrcene, (*E,Z*)-2,6-nonadienal, unknown I, II, III (FD = 1-3)가 황벽나무의 향기활성성분인 것으로 밝혔다. 위의 결과를 볼 때 황벽나무에서는 aliphatic aldehyde와 monoterpene이 향기를 결정하고 있음을 알 수 있다.

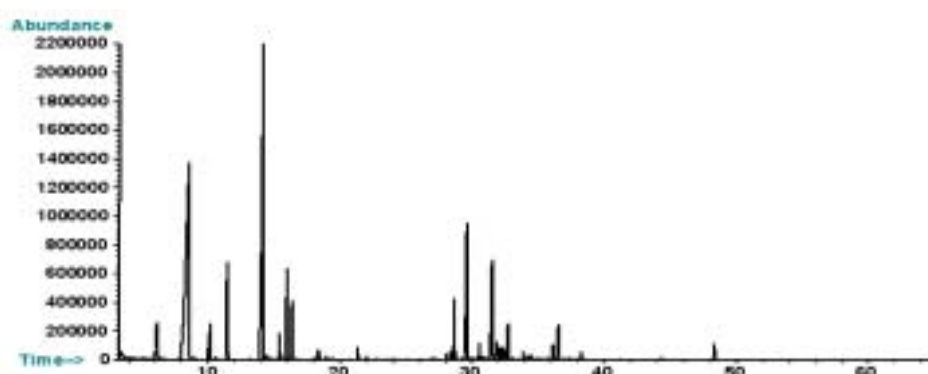


Fig. 21. GC chromatogram of *Phellodendron amurense* (SDE)

Table 31. Volatile compounds of *Phellodendron amurense* (SDE)

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
1	( <i>Z</i> )-3-hexenal	804	2.47	A
2	( <i>E</i> )-2-hexenal	864	32.15	A
3	( <i>Z</i> )-3-hexenol	865	0.36	A
4	2-methyl-3-penten-5-ol	872	0.07	B
5	4-methyl-1-pentanol	875	0.11	A
6	2,4-hexadienal	913	0.14	A
7	$\alpha$ -pinene	934	4.37	A
8	$\beta$ -pinene	974	0.07	A
9	myrcene	998	24.89	A
10	$\alpha$ -phellandrene	1004	0.13	A
11	$\beta$ -phellandrene	1028	0.87	A
12	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1042	4.19	A
13	benzeneacetaldehyde	1045	0.08	A
14	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1051	2.02	A
15	2-nonanone	1092	0.08	A

**Table 31. Continued**

No.	Compounds	RI <sup>a</sup>	Area (%) <sup>b</sup>	ID <sup>c</sup>
16	linalyl acetate	1100	0.34	A
17	( <i>E</i> )-2-nonenal	1104	0.13	A
18	unknown	1116	0.10	
19	$\alpha$ -pyronene	1129	0.11	B
20	camphor	1145	0.15	A
21	naphthalene	1180	0.47	A
22	estragol	1198	0.15	A
23	1,1,4,6-tetramethyl indane	1350	0.08	B
24	citronellyl acetate	1353	0.04	A
25	$\alpha$ -copaene	1375	0.21	A
26	unknown	1384	0.35	
27	$\beta$ -elemene	1393	2.68	A
28	$\beta$ -caryophyllene	1423	8.03	A
29	$\alpha$ -humulene	1454	0.50	A
30	aromadendrene	1460	0.09	A
31	germacrene D	1485	5.29	A
32	unknown	1487	0.14	
33	bicyclogermacrene	1497	0.89	A
34	unknown	1500	0.35	
35	unknown	1506	0.41	
36	$\delta$ -cadinene	1525	1.31	A
37	$\alpha$ -muurolene	1538	0.05	A
38	unknown	1564	0.28	
39	germacrene D-4-ol	1576	0.14	A
40	caryophyllene oxide	1584	0.17	A
41	$\tau$ -muurolol	1644	0.74	A
42	$\alpha$ -cadinol	1658	1.55	A
43	( <i>E,E</i> )-farnesol	1722	0.28	A
44	palmitic acid	1965	0.06	B
45	phytol	2114	0.74	A

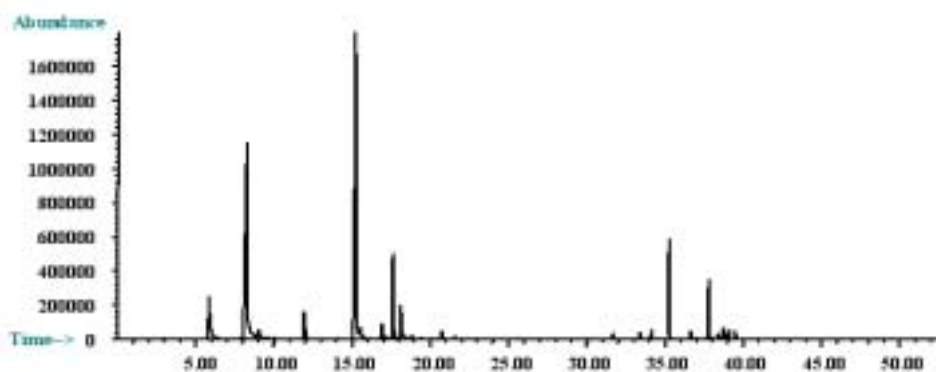


Fig. 22. GC chromatogram of *Phellodendron amurense* (SPME)

Table 32. Volatile compounds of *Phellodendron amurense* (SPME)

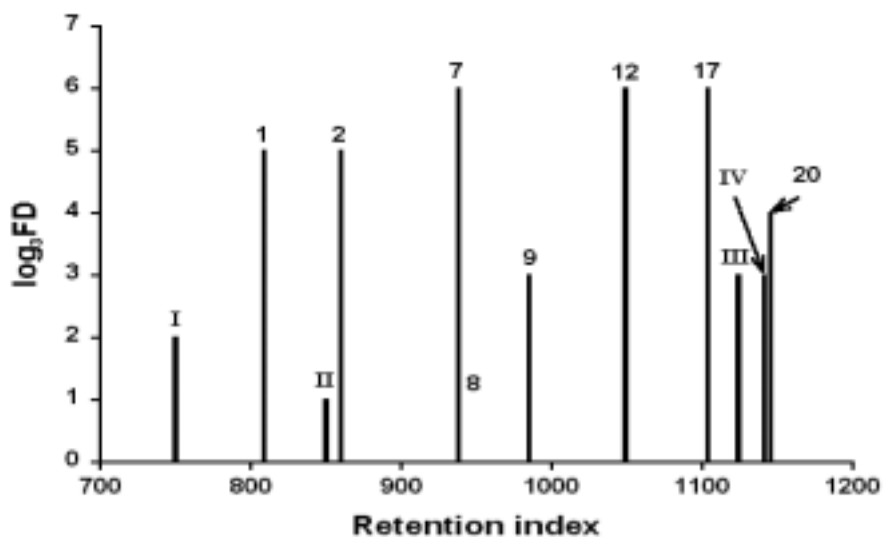
No.	Compounds	RT <sup>a</sup>	Area (%)
1	hexanal	5.85	6.29
2	( <i>E</i> )-2-hexenal	8.29	29.32
3	4-pentenal	8.92	0.42
4	1-hexanol	9.02	1.24
5	$\alpha$ -pinene	11.94	3.23
6	myrcene	15.25	32.05
7	unknown	15.53	0.58
8	$\beta$ -phellandrene	16.92	1.31
9	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	17.62	6.61
10	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	18.12	2.43
11	$\alpha$ -terpinolene	20.74	0.64
12	$\alpha$ -copaene	33.41	0.43
13	$\beta$ -elemene	34.15	0.64
14	$\beta$ -caryophyllene	35.27	7.10
15	$\alpha$ -humulene	36.64	0.55
16	germacrene D	37.81	3.87
17	bicyclogermacrene	38.40	0.42



Table 32. Continued

No.	Compounds	RT <sup>a</sup>	Area (%)
18	farnesene	38.99	0.42
19	$\delta$ -cadinene	39.51	0.74

<sup>a</sup> Retention time

Fig. 23. FD chromatogram of *Phellodendron amurense*Table 33. Aroma-active compounds of *Phellodendron amurense*

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property	log <sub>3</sub> FD <sup>c</sup>
I	unknown	<800	plastic	2
1	( <i>Z</i> )-3-hexenal	809	green, apple	5
II	unknown	850	dust	1
2	( <i>E</i> )-2-hexenal	860	sweet, apple	5
7	$\alpha$ -pinene	938	pine, plastic	6
8	$\beta$ -pinene	973	pine, green	1

Table 33. Continued

No. <sup>a</sup>	Aroma-active compound	RI <sup>b</sup>	Aroma property	log <sub>3</sub> FD <sup>c</sup>
9	myrcene	985	metallic, pine	3
12	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	1049	green, plastic, dull	6
17	( <i>E</i> )-2-nonenal	1104	burnt	6
III	unknown	1124	citrus, green	3
IV	( <i>E,Z</i> )-2,6-nonadienal	1141	medicine, cucumber	3
20	camphor	1145	herbaceous	4

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>3</sub> (Flavor dilution factor).

#### 4) 분비나무(*Abies nephrolepis*)

분비나무를 SDE 방법을 추출하여 분석한 GC chromatogram은 Fig. 24와 같으며 SPME를 실시했을 때의 chromatogram은 Fig. 25와 같다. 또한 두 가지 추출법에 대한 결과는 Table 34, 35에 정리하였다. SDE 방법으로 추출한 후 두 가지 다른 극성을 가진 capillary column (DB-5-MS, DB-WAX)을 사용하여 GC/MS를 실시한 결과  $\alpha$ -pinene이 가장 많았으며 다음으로 limonene, bornyl acetate,  $\beta$ -caryophyllene이 많이 함유되어 있음을 알 수 있었다. 대부분의 휘발성 향기성분은 terpene 계열의 물질이었으며 monoterpene이 58%, sesquiterpene이 38%를 차지하고 있었다. 이 외의 물질들은 모두 C<sub>6</sub>-compounds인 것으로 나타났다. SPME를 통한 실험 결과에서는 총 32종의 화합물이 검출되었으며 그 중 31종이 동정되었다. 주요 휘발성 물질은  $\alpha$ -pinene, bornyl acetate,  $\beta$ -caryophyllene, limonene로서 SDE를 실시했을 때와 주요 물질이 같음을 알 수 있다. SPME를 실시한 경우에도 대부분 terpene 화합물이 동정되었으며 monoterpene이 70%, sesquiterpene이 27%인 것으로 나타났다. 그 외에는 (*Z*)-3-hexenal, (*E*)-2-hexenal과 같은 aliphatic aldehyde가 동정되었다.

분비나무는 여러 목본 식물 검색 결과 다른 종에 비해 향이 좋은 것으로 판단되어 두 가지 다른 극성을 가진 column (DB-5-MS, DB-WAX)을 사용하

여 실험함으로써 각 향기활성성분에 대해 더 정확한 동정을 하였다. AEDA 결과는 Fig. 26과 Table 36에 나타내었다. 실험 결과  $\alpha$ -pinene이 분비나무의 향에 가장 큰 기여를 하는 것으로 나타났다.  $\alpha$ -Pinene은 소나무과의 식물에 많이 존재하는 화합물로서 신선한 소나무향을 나타내었으며 이러한 향특성으로 인해 분비나무의 침엽향에 기여하는 것으로 보인다. 다음으로는 (Z)-3-hexenal과  $\nu$ -terpinene이 중요한 향기활성성분인 것으로 나타났다. 특히 (Z)-2-hexenal은 green 향과 더불어 apple 향을 지니는데 이 화합물의 향기여도가 높아 분비나무가 다른 침엽수에 비해 강한 사과향을 내는 것으로 보여진다.  $\nu$ -Terpinene은  $\alpha$ -pinene과 마찬가지로 분비나무의 침엽향에 영향을 주는 것으로 나타났다.

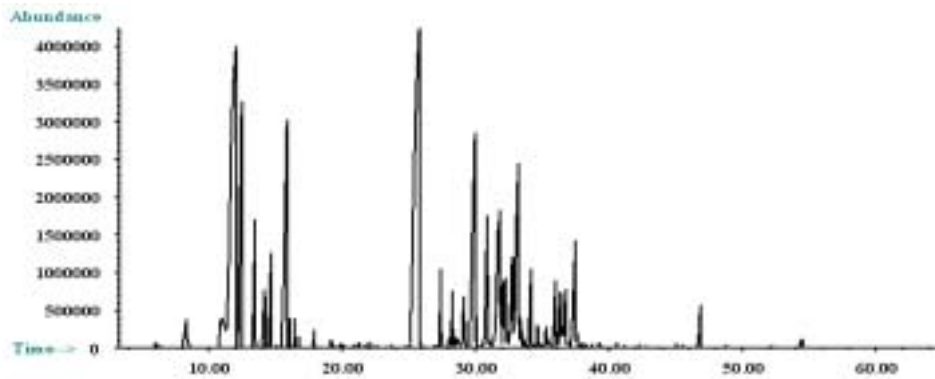


Fig. 24. GC chromatogram of *Abies nephrolepis* (SDE)

Table 34. Volatile compounds of *Abies nephrolepis* (SDE)

No. <sup>a</sup>	Compound	RI <sup>b</sup>		Area (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
		DB-5MS	DB-WAX		
Monoterpene hydrocarbons					
1	Tricyclene	924	– <sup>e</sup>	0.69	B
2	$\alpha$ -Pinene	935	1013	23.19	A
3	Camphene	957	1053	3.35	A
4	$\beta$ -Pinene	983	1096	2.88	A
5	Myrcene	992	1151	0.70	A
6	$\alpha$ -Phellandrene	1003	1147	2.08	A
7	$\delta$ -3-Carene	1015	1144	tr <sup>f</sup>	A
8	$\alpha$ -Terpinene	1023	1159	0.08	A
9	<i>p</i> -Cymene	1028	1244	0.11	A
10	Limonene	1034	1176	12.70	A
11	( <i>Z</i> )-Ocimene	1040	1216	0.97	B
12	( <i>E</i> )- $\beta$ -Ocimene	1051	1232	0.23	B
13	$\gamma$ -Terpinene	1083	1217	0.09	A
14	Terpinolene	1090	1261	0.38	A
Oxygenated monoterpenes					
15	Linalool	1101	1519	tr	A
16	1-Terpineol	1140	–	0.07	B
17	( <i>Z</i> )- <i>p</i> -Menth-2-en-1-ol	1129	1615	0.13	B
18	Camphor	1149	1490	tr	B
19	Camphene hydrate	1157	–	tr	B
20	Borneol	1171	1679	0.11	A
21	4-Terpineol	1184	1586	0.15	A
22	$\alpha$ -Terpineol	1197	1668	0.26	A
23	Thymyl methyl ether	1229	–	tr	B
24	Citronellol	1237	–	tr	B
25	Geraniol	1268	–	tr	A
26	Bornyl acetate	1291	1570	9.86	A
27	Geranyl acetate	1381	–	tr	A

Table 34. Continued

No. <sup>a</sup>	Compound	RI <sup>b</sup>		Area (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
		DB-5MS	DB-WAX		
Sesquiterpene hydrocarbons					
28	$\delta$ -Elemene	1336	–	tr	B
29	$\alpha$ -Cubebene	1351	1463	0.29	B
30	$\alpha$ -Longipinene	1356	1437	0.71	B
31	$\beta$ -Cubebene	1371	1509	tr	B
32	$\alpha$ -Copaene	1379	1454	0.44	B
33	$\beta$ -Caryophyllene	1430	1579	10.78	A
34	$\alpha$ -Humulene	1474	1644	3.41	B
35	$\delta$ -Selinene	1475	–	0.08	B
36	$\alpha$ -Amorphene	1480	1662	1.97	B
37	Germacrene D	1487	1685	1.89	B
38	$\alpha$ -Muurolene	1502	1697	2.66	B
39	$\gamma$ -Cadinene	1513	1738	7.29	B
40	$\delta$ -Cadinene	1524	–	0.10	B
41	$\alpha$ -Cadinene	1542	1763	0.25	B
42	Germacrene B	1579	1802	0.45	B
Oxygenated sesquiterpenes					
43	Elemol	1549	2063	0.21	B
44	( <i>E</i> )-Nerolidol	1567	2016	2.41	B
45	Globulol	1588	>2200	0.10	B
46	Caryophyllene oxide	1595	1896	0.19	B
47	Viridiflorol	1609	–	0.58	B
48	$\gamma$ -Eudesmol	1631	>2200	tr	B
49	Torreyol	1640	–	0.24	C
50	$\beta$ -Eudesmol	1649	>2200	0.63	B
51	$\alpha$ -Cadinol	1657	2152	1.35	B
52	$\tau$ -Muurolol	1661	2168	2.74	B
Aldehydes					
53	( <i>Z</i> )-3-Hexenal	800	1126	0.25	A
54	Hexanal	802	1074	0.11	A
55	( <i>E</i> )-2-Hexenal	860	1206	0.73	A

Table 34. Continued

No. <sup>a</sup>	Compound	RI <sup>b</sup>		Area (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
		DB-5MS	DB-WAX		
Alcohols					
56	( <i>Z</i> )-3-Hexanol	861	1373	0.13	B
57	1-Hexanol	874	1344	tr	B

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 34.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> GC peak area (%)

<sup>d</sup> Identification: A, mass spectrum and retention index were consistent with those of an authentic standard; B, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; C, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

<sup>e</sup> Not detected.

<sup>f</sup> Trace amount less than 0.05%

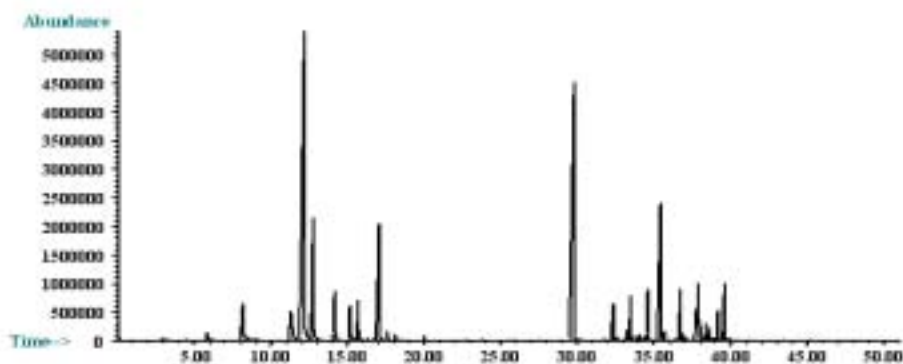
Fig. 25. GC chromatogram of *Abies nephrolepis* (SPME)

Table 35. Volatile compounds of *Abies nephrolepis* (SPME)

No.	Compounds	RT <sup>a</sup>	Area (%)
1	hexanal	5.84	0.59
2	( <i>E</i> )-2-hexanal	8.19	2.11
4	tricyclene	11.31	2.85
5	$\alpha$ -pinene	12.19	24.85
6	camphene	12.78	6.41
7	$\beta$ -pinene	14.17	2.72
8	myrcene	15.17	1.66
9	$\alpha$ -phellandrene	15.70	1.89
10	limonene	17.08	7.26
11	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	17.61	0.37
12	( <i>Z</i> )- $\beta$ -ocimene	18.11	0.28
13	terpinolene	20.02	0.23
14	bornyl acetate	29.80	21.59
15	$\alpha$ -cubebene	32.36	1.86
16	citronellyl butyrate	32.62	0.13
17	$\alpha$ -ylangene	33.25	0.40
18	$\alpha$ -copaene	33.49	1.74
19	<b>b</b> -bourbonene	33.82	0.19
20	$\beta$ -cubebene	34.08	0.25
21	aromadenerene	34.62	2.08
22	$\beta$ -caryophyllene	35.44	8.89
23	unknown	35.69	0.32
24	$\alpha$ -humulene	36.73	2.14
25	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	36.96	0.17
26	$\gamma$ -muurolene	37.76	1.23
27	germacrene D	37.90	2.64
28	$\beta$ -selinene	38.06	0.39
29	$\beta$ -patchoulene	38.39	0.57
30	$\alpha$ -muurolene	38.63	0.42
31	$\gamma$ -cadinene	39.18	1.21
32	$\delta$ -cadinene	39.63	2.56

<sup>a</sup> Retention time

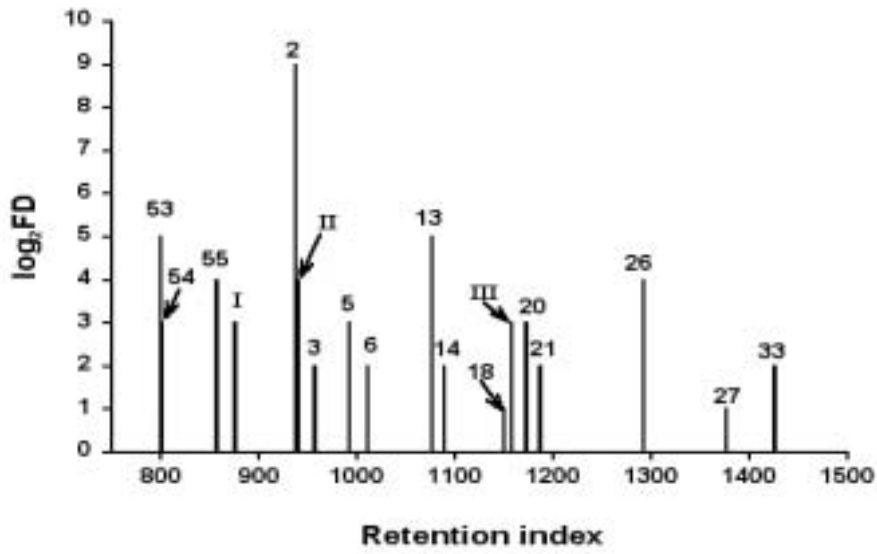


Fig. 26. FD chromatogram of *Abies nephrolepis* (DB-5MS)

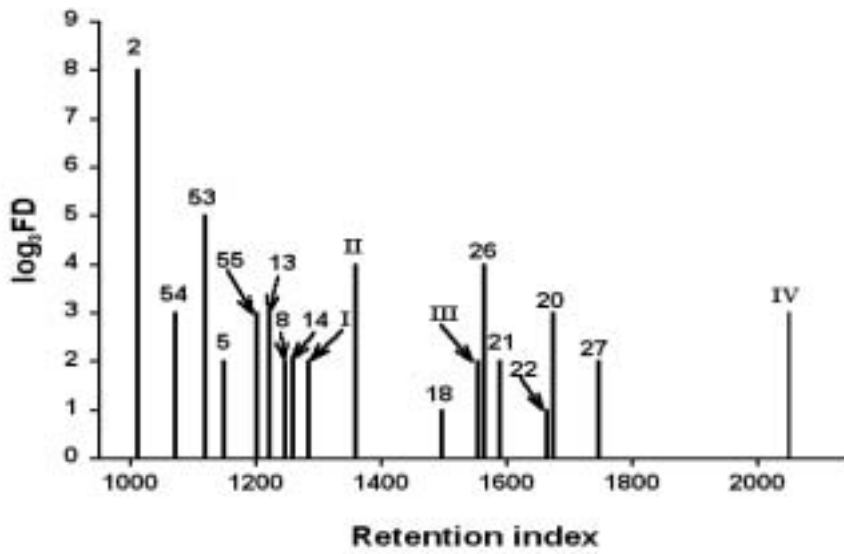


Fig. 27. FD chromatogram of *Abies nephrolepis* (DB-WAX)



Table 36. Aroma-active compounds of *Abies nephrolepis* (SDE)

No. <sup>a</sup>	RI <sup>b</sup>		Compound	Aroma property	log <sub>3</sub> FD <sup>c</sup>		ID <sup>d</sup>
	DB-5MS	DB-WAX			DB-5MS	DB-WAX	
53	800	1118	( <i>Z</i> )-3-Hexenal	green, apple	5	5	A
54	802	1072	Hexanal	cut grass	3	3	A
55	857	1202	( <i>E</i> )-2-Hexenal	apple, sweet	4	3	A
I	876	1284	Unknown	cooked potato	3	2	
2	937	1011	$\alpha$ -Pinene	pine, fresh	9	8	A
II	940	1358	Unknown	metallic	4	4	
3	957	– <sup>e</sup>	Camphene	camphoraceous	2	–	A
5	992	1149	Myrcene	metallic, pine	3	2	A
6	1011	–	$\alpha$ -Phellandrene	pine, minty	2	–	A
13	1076	1221	$\gamma$ -Terpinene	pine, terpeny	5	3	A
14	1089	1258	Terpinolene	pine, plastic	2	2	A
18	1150	1497	Camphor	camphoraceous	1	1	A
III	1158	1555	( <i>E,Z</i> )-2,6-Nonadienal	cucumber	3	2	B
20	1173	1675	(–)-Borneol	camphoraceous, pine	3	3	A
21	1187	1589	4-Terpineol	pine, sharp	2	2	A
26	1292	1563	Bornyl acetate	pine, herbaceous	4	4	A
27	1377	1747	Geranyl acetate	citrus, pine	1	2	A
33	1426	–	$\beta$ -Caryophyllene	pine, sharp	2	–	A
8	–	1247	<i>p</i> -Cymene	citrus, solvent	–	2	A
22	–	1663	$\alpha$ -Terpineol	floral, fruity	–	1	A
IV	–	2050	Unknown	green, citrus	–	3	

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>3</sub> (Flavor dilution factor).

<sup>d</sup> Identification: A, mass spectrum, retention index, and aroma property were consistent with those of an authentic standard; B, retention index and aroma property were consistent with those of an authentic standard.

<sup>e</sup> Not detected.

#### 5) 잣나무 (*Abies holophylla*)

SDE 추출물로 GC/MS를 실시했을 때의 GC chromatogram은 Fig. 27과 같으며 각각의 휘발성 향기성분은 Table 38에 나타내었다. 주요 성분은  $\alpha$ -pinene, camphene, myrcene,  $\delta$ -3-carene, bornyl acetate,  $\beta$ -caryophyllene,  $\alpha$ -bisabolol로 나타났으며 이들 화합물은 전체 함량의 75% 가량 차지하고 있었다. 잣나무의 향기성분은 대부분 terpene 화합물로서 monoterpene이 71%, sesquiterpene이 23% 함유되어 있었으며 그 외 (*E*)-hexenal이 동정되었다. SPME 추출을 한 경우의 결과는 Fig. 29와 Table 39에 나타내었다. 주요 성분은 myrcene, (*E*)- $\beta$ -ocimene,  $\beta$ -phellandrene,  $\alpha$ -longipinene으로서 전체의 약 70% 이상을 차지하고 있었다. SDE와 마찬가지로 terpene 화합물이 대부분 차지하고 있었으며 monoterpene이 63%, sesquiterpene이 22% 존재했다. 잣나무는 분비나무는 같은 *Abies* 속에 속하는 종으로 두 식물 간의 휘발성 물질을 비교할 때 잣나무에서 camphene, myrcene,  $\alpha$ -bisabolol의 함량이 높았다. 이에 비해 분비나무는 C<sub>6</sub>-compounds가 많이 함유되어 있었다.

SDE 추출물로 AEDA를 실시한 결과는 Fig. 30과 Table 40에서 보여주는 바와 같다.  $\alpha$ -Pinene (FD = 7-8), bornyl acetate (FD = 6-7)가 잣나무의 향기에 가장 큰 기여를 하는 물질로 밝혀졌으며 이들 모두 pine향을 가지고 있어 잣나무의 침엽특성에 영향을 주는 것으로 보인다. 다음으로는 myrcene, 4-terpineol,  $\beta$ -caryophyllene (FD = 4-5)이 중요 향기활성성분으로 밝혀졌다. 4-Terpineol과  $\beta$ -caryophyllene 또한 잣나무의 침엽수 향기와 관련이 있는 것으로 보여지며 myrcene은 metallic 향기가 강하게 나는 물질로서 잣나무의 날카로운 향기와 연관이 있다. 그 외에도 여러 물질이 향기활성을 갖는 것으로 밝혀졌으며 aliphatic aldehyde를 제외하고는 모두 terpene 화합물로 밝혀졌다. 특히  $\beta$ -caryophyllene을 제외하면 monoterpene이 주로 잣나무의 향기특성을 가지고 있는 것으로 보인다.

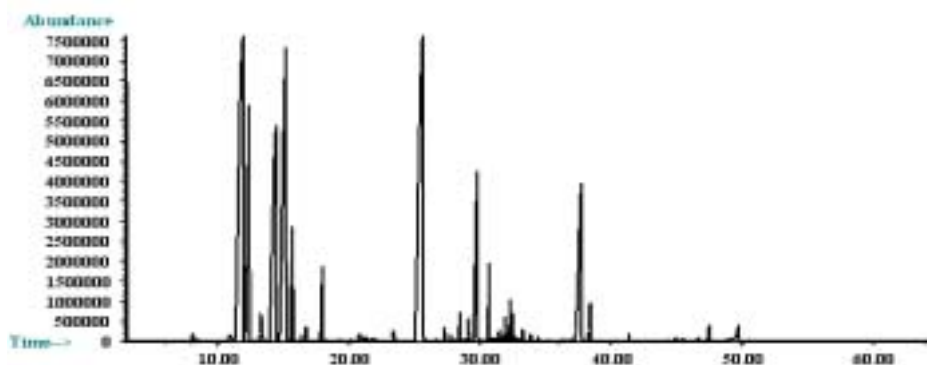


Fig. 28. GC chromatogram of *Abies holophylla* (SDE)

Table 37. Volatile compounds of *Abies holophylla* (SDE)

No. <sup>a</sup>	Component	RI <sup>b</sup>		GC peak (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
		DB-5MS	DB-WAX		
Monoterpene hydrocarbons					
1	tricyclene	920	963	0.38	B
2	$\alpha$ -pinene	935	1006	5.20	A
3	camphene	953	1049	6.09	A
4	sabinene	973	-	tr	B
5	$\beta$ -pinene	977	1089	0.48	A
6	myrcene	999	1160	10.81	A
7	$\delta$ -3-carene	1020	1144	20.97	B
8	$\alpha$ -terpinene	1022	1164	0.09	A
9	$\rho$ -cymene	1027	1609	tr	A
10	limonene	1036	1180	3.20	A
11	( <i>Z</i> )-ocimene	1038	-	tr	B
12	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	1048	1232	tr	B
13	$\beta$ -phellandrene	1059	-	tr	B
14	$\gamma$ -terpinene	1081	1221	0.23	A
15	terpinolene	1088	1260	1.69	A
16	( <i>Z</i> )-4,8-dimethyl nonatriene	1112	1288	tr	C
Oxygenated monoterpenes					
17	( <i>Z</i> )-sabinene hydrate	1071	-	tr	B
18	fenchone	1089	-	tr	B
19	linalool	1103	-	tr	A
20	fenchyl alcohol	1119	-	0.08	A

Table 37. Continued

No. <sup>a</sup>	Component	RI <sup>b</sup>		GC peak (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
		DB-5MS	DB-WAX		
Oxygenated monoterpenes					
21	$\alpha$ -campholene aldehyde	1126	-	tr	B
22	camphor	1145	-	tr	A
23	camphene hydrate	1154	-	0.06	B
24	( $\square$ )-borneol	1171	1690	0.15	A
25	4-terpineol	1179	1586	0.10	A
26	fenchyl acetate	1216	1445	0.26	B
27	thymol methyl ether	1230	-	tr	B
28	geraniol	1261	-	tr	A
29	bornyl acetate	1297	1572	21.07	A
30	dihydrocarvyl acetate	1301	-	tr	B
31	citronellyl acetate	1348	-	tr	B
32	neryl acetate	1357	1711	0.12	B
33	geranyl acetate	1379	1743	0.72	A
Sesquiterpene hydrocarbons					
34	$\alpha$ -cubebene	1346	-	tr	B
35	$\alpha$ -longipinene	1350	-	tr	B
36	$\alpha$ -copaene	30	-	tr	B
37	$\beta$ -bourbonene	1387	1491	tr	B
38	$\beta$ -caryophyllene	1427	1185	6.56	B
39	( <i>E</i> )- $\beta$ -farnesene	1453	-	0.11	B
40	$\alpha$ -humulene	1461	1648	2.74	B
41	$\alpha$ -amorphene	1476	1664	0.30	B
42	germacrene D	1483	1686	0.47	B
43	( <i>Z</i> )- $\beta$ -guaiene	1489	-	tr	B
44	$\alpha$ -muurolene	1497	1694	tr	B
45	( <i>E,E</i> )- $\alpha$ -farnesene	1505	-	tr	B
46	$\beta$ -bisabolene	1510	1703	0.80	B
47	( <i>Z</i> )- $\gamma$ -bisabolene	1538	1748	0.47	B
48	$\gamma$ -cadinene	1530	-	tr	B
49	$\delta$ -cadinene	1519	1728	0.40	B
50	( <i>E</i> )- $\gamma$ -bisabolene	1525	-	0.06	B
Oxygenated sesquiterpenes					
51	( <i>E</i> )-nerolidol	1562	2024	0.51	B
52	caryophyllene oxide	1582	-	0.12	B

Table 34. Continued

No. <sup>a</sup>	Compound	RI <sup>b</sup>		Area (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
		DB-5MS	DB-WAX		
Alcohols					
56	( <i>Z</i> )-3-Hexenol	861	1373	0.13	B
57	1-Hexanol	874	1344	tr	B

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 34.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> GC peak area (%)

<sup>d</sup> Identification: A, mass spectrum and retention index were consistent with those of an authentic standard; B, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; C, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database (tentative identification).

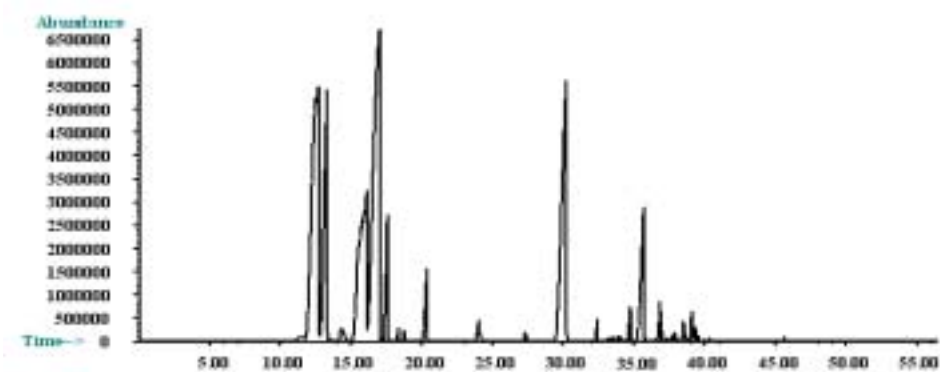


Fig. 29. GC chromatogram of *Abies holophylla* (SPME)

Table 38. Volatile compounds of *Abies holophylla* (SPME)

No.	Compounds	RT <sup>a</sup>	Area (%)
1	$\alpha$ -pinene	12.71	0.14
2	camphene	13.34	0.12
3	$\beta$ -pinene	14.32	0.37
4	myrcene	16.13	21.19
5	$\delta$ -3-carene	17.04	7.1
6	limonene	17.60	0.64
7	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimene	18.35	13.72
8	$\beta$ -phellandrene	18.77	15.45
9	terpinolene	20.38	2.15
10	borneol	24.04	1.42
11	thymyl methyl ether	27.30	0.27
12	bornyl acetate	30.24	0.33
13	$\alpha$ -longipinene	32.42	19.77
14	$\alpha$ -amorphene	34.72	0.16
15	$\beta$ -caryophllyene	35.71	0.57
16	$\alpha$ -humulene	36.87	0.32
17	unknown	38.53	5.42
18	farnesene	39.10	1.39

<sup>a</sup> Retention time

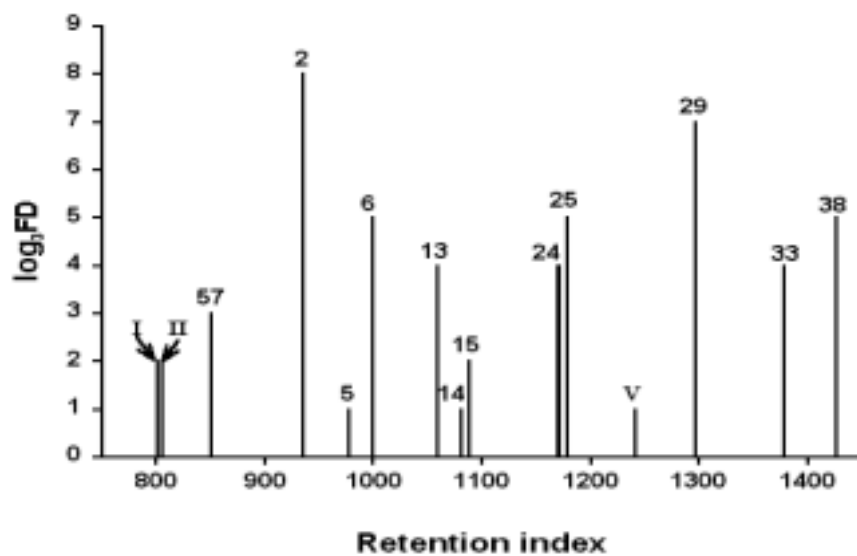


Fig. 30. FD chromatogram of *Abies holophylla* (DB-5MS)

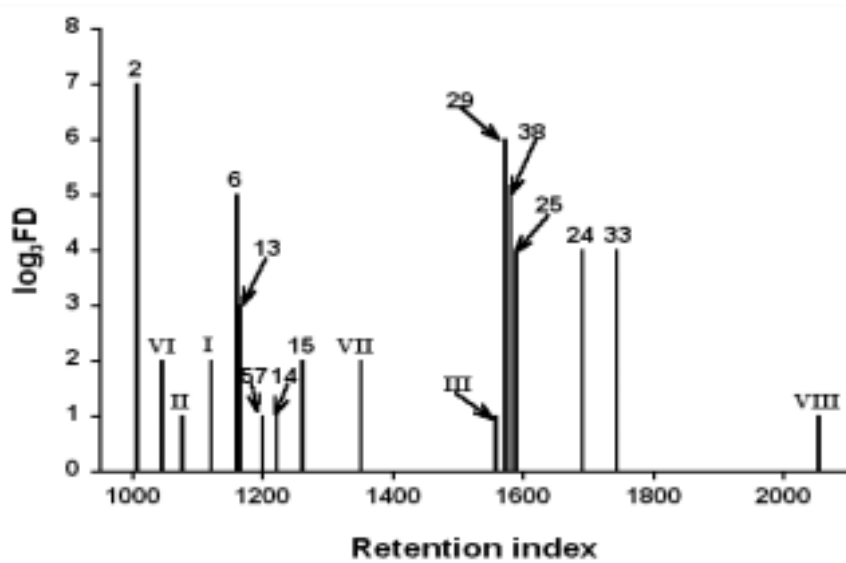


Fig. 31. FD chromatogram of *Abies holophylla* (DB-WAX)

Table 39. Aroma-active compounds of *Abies holophylla*

No. <sup>a</sup>	RI <sup>b</sup>		Compound	Aroma property	log <sub>3</sub> FD <sup>c</sup>		ID <sup>d</sup>
	DB-5MS	DB-WAX			DB-5MS	DB-WAX	
I	801	1120	( <i>Z</i> )-3-hexenal	green, apple	2	2	A
II	803	1078	hexanal	cut grass, rubber	2	1	A
57	851	1199	( <i>E</i> )-2-hexenal	sweet, apple	2	1	A
2	935	1006	$\alpha$ -pinene	pine, fresh	8	7	A
5	977	- <sup>c</sup>	$\beta$ -pinene	pine, plastic	1	-	A
6	999	1160	myrcene	metallic, pine	5	5	A
13	1059	-	$\beta$ -phellandrene	green, fresh	4	3	C
14	1081	1221	$\gamma$ -terpinene	pine, terpeny	1	1	A
15	1088	1260	terpinolene	pine, plastic	2	2	A
24	1171	1690	(-)-borneol	camphoraceous, pine	4	4	A
25	1179	1586	4-terpineol	pine, sharp	5	4	A
III	1242	-	unknown	camphoraceous, soapy	1	-	
29	1297	1572	bornyl acetate	pine, herbaceous	7	6	A
33	1379	1743	geranyl acetate	citrus, pine	4	4	A
38	1427	1185	$\beta$ -caryophyllene	pine, sharp	5	5	A
IV	-	1045	unknown	sweet, candy, fruity	-	2	
V	-	1350	unknown	metallic, sharp	-	1	
VI	-	1557	( <i>E,Z</i> )-2,6-nonadienal	cucumber	-	1	B
VII	-	1825	<i>p</i> -cymen-8-ol	plastic, waxy	-	2	C
VIII	-	2054	unknown	green, citrus	-	1	

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>3</sub> (Flavor dilution factor).

<sup>d</sup> Identification: A, mass spectrum, retention index, and aroma property were consistent with those of an authentic standard; B, retention index and aroma property were consistent with those of an authentic standard.



## 6) 소나무 (*Pinus densiflora*)

소나무는 우리나라를 대표하는 수목으로 우리나라 사람들에게 매우 친근한 식물이다. 소나무는 독특한 향기와 건강기능성으로 인하여 여러 식품에 첨가되고 있으며 또한 주재료로 사용되기도 한다. 또한 소나무 이용 상품은 점차 증가하고 있어 이 식물에 대한 중요성이 대두되고 있다. 그러나 지금까지 대부분의 연구는 소나무의 일반적 성분이나 항균작용 등의 건강 관련성에만 중점을 두었다. 향기에 대한 연구가 몇 차례 이루어졌으나 모두 GC/MS 분석에 그쳤으며 GC/O를 통한 실제 향기활성성분을 밝혀 낸 결과는 없었다. 따라서 이번 연구에서는 소나무를 SDE, SPME 방법으로 추출하여 각각의 경우 휘발성 향기 성분을 동정하였으며 또한 AEDA를 통하여 향기활성을 가지는 화합물을 밝히는데 중점을 두었다.

SDE 방법으로 추출하여 GC/MS를 실시했을 때의 결과는 Fig. 32, Table 40과 같다. 총 45종의 휘발성분은 검출, 동정하였으며 주요 향기 성분은  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene,  $\beta$ -caryophyllene, germacrene D인 것으로 밝혔다. 특히 C<sub>6</sub>-aldehyde와 3종의 화합물을 제외하고는 모두 terpene류가 동정되었다. 이는 앞에서 살펴본 분비나무, 잣나무와 같은 양상으로 대부분의 침엽수는 terpene 함량이 매우 높은 것으로 알려져 있다. Terpene 함량에서는 monoterpene이 전체 성분의 60% 정도를 차지해 sesquiterpene에 비하여 약간 높았다.

SDE 추출물로 AEDA를 실시한 결과는 Fig. 33, 34, Table 41, 42에 나타내었다. Column의 극성에 따라 FD factor가 약간의 차이를 보이고 있으나 전반적인 결과는 같았다. 소나무의 향에 가장 영향을 미치는 성분은  $\alpha$ -pinene (FD = 5-6)이었다.  $\alpha$ -Pinene은 pine향을 가진 대표적 물질이며 소나무과 식물에서 가장 많이 검출되는 성분이기도 하다. 다음으로는 (*Z*)-3-hexenal (FD = 4-5), bornyl acetate (4-5),  $\alpha$ -terpinolene (FD = 3-5)이 소나무 향기에 대한 기여도가 컸다. 이 가운데 bornyl acetate와  $\alpha$ -terpinolene은  $\alpha$ -pinene과 마찬가지로 pine향을 가지고 있었다. 이 외  $\beta$ -phellandrene, (*E,Z*)-2,6-nonadienal, (*E*)-2-hexenal도 중요한 향기활성성분이었다. 전체적으로 성분들을 볼 때 C<sub>6</sub>-aldehyde, C<sub>9</sub>-aldehyde를 제외하면 모두 terpene류의 화합물로 이들은 주요 휘발성 물질과 동시에 향기에도 중요한 물질임을 알 수

있었다.

SPME 방법으로 추출하여 성분분석을 한 결과는 Fig. 35, Table 43과 같다. 총 44종을 검출하였으며 그 가운데 39종을 동정하였다. 이 방법도 SDE 때와 마찬가지로 C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>-compounds를 제외한 34종이 terpene류의 화합물로 그 함량 또한 매우 높았다. 그러나 SPME를 실시할 때에는 SDE 보다 휘발성이 강한 물질이 주로 추출되어 monoterpene의 함량 비율이 더 높음을 볼 수 있다. 주요 향기 성분은  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, myrcene,  $\beta$ -phellandrene, germacrene D로 SDE 때와 비슷한 양상을 보였다. SPME에서는 fiber에 따라 추출 물질의 비율이 달라지는데 이는 fiber coating 성분의 극성차이에 기인한 것으로서 비극성인 PDMS fiber에서는 주로 terpene hydrocarbon이 추출되었으며 CAR-PDMS의 경우에는 hydrocarbon류에 대한 흡착율은 떨어지지만 aldehyde, ketone 등과 같은 극성을 띠는 물질들을 더 추출해 내는 것으로 밝혀졌다. 전체적으로 PDMS fiber에서 추출이 더 잘 이루어졌으며 CAR-PDMS fiber는 PDMS에 비해 70% 정도의 흡착율을 보여주었다.

SPME 방법으로 추출한 후 GC의 split ratio를 조절하여 AEDA를 실시했을 때의 결과는 Fig. 36, 37, Table 44에 나타낸 바와 같다. SPME-GC-O에서는 SDE 추출물을 대상으로 한 경우와는 다르게 향기활성성분으로서 극성 화합물이 많이 검출되었다. 특히 CAR-PDMS fiber에서 그러한 경향이 뚜렷했으며 이것은 위에서 말한 fiber의 선택성과 관련이 있다. PDMS fiber에서는  $\alpha$ -pinene의 FD factor (FD = 64)가 가장 높았으며  $\beta$ -caryophyllene을 제외하고는 CAR-PDMS fiber 보다 향기활성성분의 검출율이 낮았다. 이 결과는 일반적인 휘발성 향기성분 흡착과는 상반되는 결과였다. CAR-PDMS fiber를 사용했을 때 전반적으로 향기활성성분의 FD factor가 높았으며 극성 물질인 경우 그 차이가 확연했다.

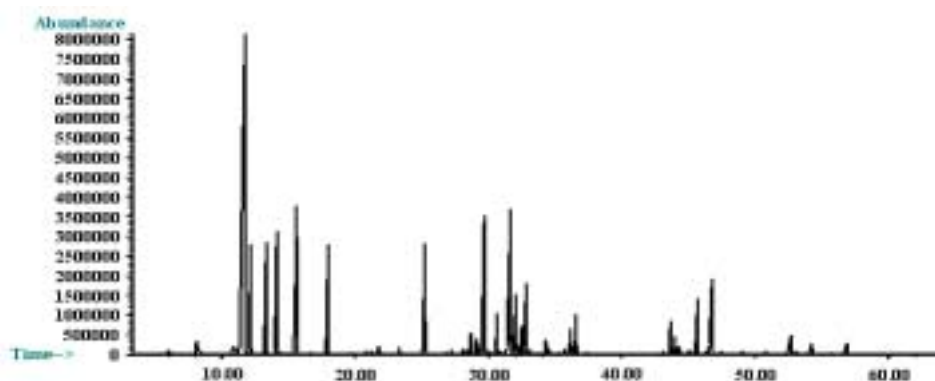


Fig. 32. GC chromatogram of *Pinus densiflora* (SDE)

Table 40. Volatile compounds of *Pinus densiflora* (SDE)

No. <sup>a</sup>	Component	RI <sup>b</sup>		GC peak (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
		DB-5MS	DB-WAX		
Monoterpene hydrocarbons					
1	tricyclene	925	993	0.44	B
2	$\alpha$ -pinene	942	1012	25.72	A
3	camphene	954	1054	1.76	A
4	sabinene	977	1114	0.17	B
5	$\beta$ -pinene	982	1100	3.53	A
6	myrcene	997	1156	5.49	A
7	$\alpha$ -phellandrene	1010	1150	0.20	A
8	$\alpha$ -terpinene	1022	1162	0.17	A
9	$\beta$ -phellandrene	1053	1205	17.36	B
10	$\gamma$ -terpinene	1083	1222	0.17	A
11	terpinolene	1090	1263	1.65	A
Oxygenated monoterpenes					
12	(-)-borneol	1171	1678	0.03	A
13	4-terpineol	1186	1587	0.19	A
14	$\alpha$ -terpineol	1201	1688	0.80	A
15	thymol methyl ether	1234	-	0.46	B
16	bornyl acetate	1289	1559	1.41	A
17	geranyl acetate	1384	1743	0.37	A
18	<i>p</i> -cymen-8-ol		1838	0.04	B

Table 40. Continued

No. <sup>a</sup> Component	RI <sup>b</sup>		GC peak (%) <sup>c</sup>	ID <sup>d</sup>
	DB-5MS	DB-WAX		
Sesquiterpene hydrocarbons				
19 $\alpha^-$ -cubebene	1350	1463	0.05	B
20 $\alpha^-$ -copaene	1380	1462	0.13	B
21 $\beta^-$ -bourbonene	1388	1491	0.06	B
22 $\beta^-$ -elemene	1394	1697	0.62	B
23 junipene	1415	1872	0.06	B
24 $\beta^-$ -caryophyllene	1429	1581	9.95	A
25 bicyclosesquiphellandrene	1435		0.13	B
26 aromadendrene	1443		0.10	B
27 ( <i>E</i> )- $\beta^-$ -farnesene	1456	-	0.04	B
28 $\alpha^-$ -humulene	1462	1644	1.44	B
29 $\alpha^-$ -amorphene	1483	1667	0.69	B
30 germacrene D	1492	1694	10.82	B
31 $\beta^-$ -selinene	1496	-	0.68	B
32 bicyclogermacrene	1502	1711	1.56	B
33 $\gamma^-$ -cadinene	1519	1745	0.63	B
34 $\delta^-$ -cadinene	1524	1737	1.90	B
Oxygenated sesquiterpenes				
35 spathulenol	1584	2106	0.08	C
36 caryophyllene oxide	1589	1962	0.04	B
37 nerolidol	1593	2024	0.06	B
38 viridiflorol	1601		0.08	B
39 $\tau^-$ -muurolol	1651	2169	0.51	B
40 $\alpha^-$ -cadinol	1664	2175	1.17	B
Aldehydes				
41 ( <i>Z</i> )-3-hexenal	807	1124	0.28	A
42 ( <i>E</i> )-2-hexenal	861	1204	0.96	A
Others				
43 cembrene	1923		0.64	C
44 manoyl oxide	1995	-	0.05	C
45 phytol	2138	>2200	0.10	B

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references

<sup>b</sup> GC peak area

<sup>c</sup> Identification: A, mass spectrum was identical to that of Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-Packard Co., 1995), and retention index was consistent with that of the literature; B, mass spectrum was consistent with that of Wiley 275 mass spectrum database

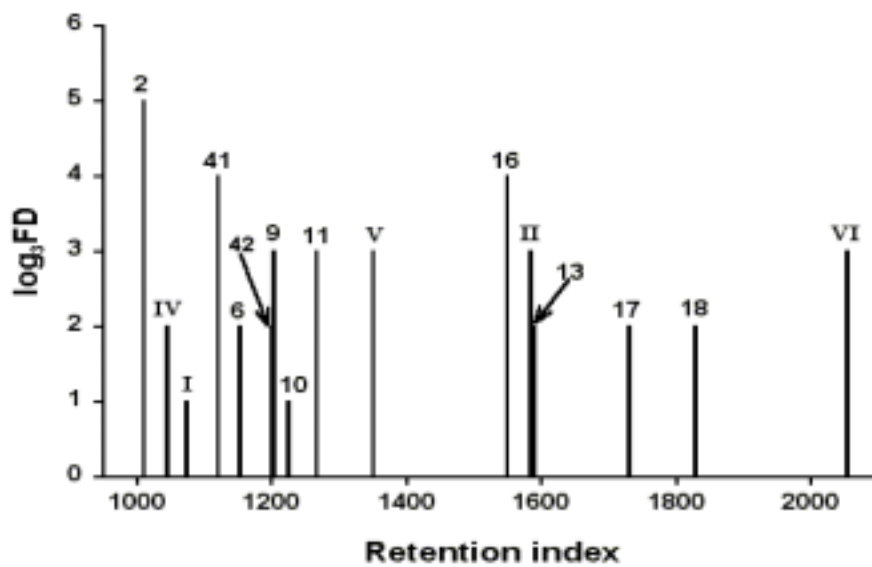


Fig. 33. FD chromatogram of *Pinus densiflora* (DB-5-MS)

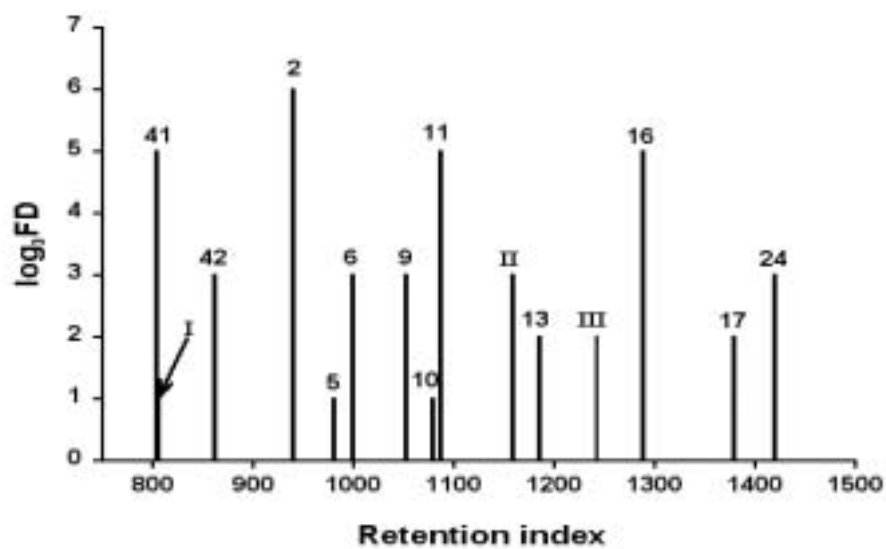


Fig. 34. FD chromatogram of *Pinus densiflora* (DB-WAX)

Table 41. Aroma-active compounds of *Pinus densiflora* (SDE)

No. <sup>a</sup>	RI <sup>b</sup>		Compounds	Aroma property	log <sub>3</sub> FD <sup>c</sup>		ID <sup>d</sup>
	DB-5MS	DB-WAX			DB-5MS	DB-WAX	
41	804	1120	( <i>Z</i> )-3-hexenal	green, apple	5	4	A
I	806	1074	hexanal	cut grass, grassy	1	1	A
42	861	1200	( <i>E</i> )-2-hexenal	sweetly	3	2	A
2	940	1010	$\alpha$ -pinene	piney, fresh	6	5	A
5	981	-	$\beta$ -pinene	piney, dull	1	-	A
6	999	1153	myrcene	metallic, piney	3	2	A
9	1052	1203	$\beta$ -phellandrene	green, fresh	3	3	C
10	1079	1224	$\gamma$ -terpinene	piney, citrus	1	1	A
11	1087	1266	$\alpha$ -terpinolene	piney, plastic	5	3	A
II	1158	1583	( <i>E,Z</i> )-2,6-nonadienal	cucumber	3	3	B
13	1185	1590	4-terpineol	piney, sharp	2	2	A
III	1242	-	unknown	camphoraceous, soapy	2	-	
16	1288	1549	bornyl acetate	piney, herbaceous	5	4	A
17	1379	1730	geranyl acetate	citrus, piney, bitter	2	2	D
24	1419	-	$\beta$ -caryophyllene	piney, sharp, spicy	3	-	A
IV	-	1045	unknown	sweetly, candy, fruity	-	2	
V	-	1350	unknown	metallic, sharp	-	3	
18	-	1828	<i>p</i> -cymen-8-ol	plastic, waxy	-	2	D
VI	-	2054	unknown	citrus, fruity, piney	-	3	

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Log<sub>3</sub> (Flavor dilution factor).

<sup>d</sup> Identification: A, mass spectrum, retention index, and aroma property were consistent with those of an authentic standard; B, retention index and aroma property were consistent with those of an authentic standard.

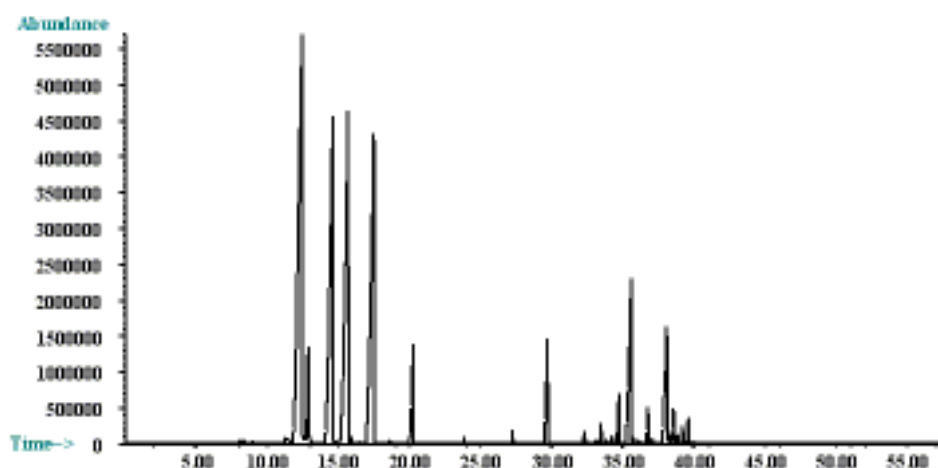


Fig. 35. GC chromatogram of *Pinus densiflora* (SPME)

Table 42. Volatile compounds of *Pinus densiflora* (SPME)

No.	Component	RI <sup>a</sup>	PDMS	CAR-PDMS
			Area (%)	Area (%)
1	1-penten-3-one		-	tr
2	( <i>E</i> )-2-pentenal		-	tr
3	( <i>Z</i> )-3-hexenal	801	0.16	0.25
4	( <i>E</i> )-2-hexenal	854	0.68	3.03
5	tricyclene	917	0.63	0.26
6	$\alpha$ -pinene	933	35.97	16.36
7	camphene	945	2.63	1.19
8	$\beta$ -pinene	973	8.00	4.62
9	myrcene	990	9.10	7.75
10	2,4-heptadienal	993	-	0.11
11	$\alpha$ -phellandrene	1000	0.15	0.12
12	$\alpha$ -terpinene	1010	tr	tr
13	$\beta$ -phellandrene	1030	20.68	15.99
14	$\gamma$ -terpinene	1052	0.15	0.10
15	terpinolene	1079	1.76	1.08
16	borneol	1156	tr	tr
17	thymyl methyl ether	1224	0.35	0.57
18	bornyl acetate	1281	1.47	1.28
19	$\alpha$ -cubebene	1342	tr	0.32
20	$\alpha$ -longipinene	1345	tr	-

Table 42. Continued

No.	Component	RI <sup>a</sup>	PDMS	CAR-PDMS
			Area (%)	Area (%)
21	$\alpha$ -ylangene	1363	tr	tr
22	$\alpha$ -copaene	1371	0.26	0.53
23	geranyl acetate	1376	tr	0.11
24	$\beta$ -elemene	1383	0.15	tr
25	junipene	1403	0.15	0.14
26	$\beta$ -caryophyllene	1419	8.12	7.47
27	unknown	1425	tr	0.17
28	bicyclosesquiphellandrene	1429	tr	tr
29	aromadendrene	1433	tr	0.11
30	unknown	1444	-	tr
31	$\alpha$ -humulene	1452	0.86	0.87
32	unknown	1457	tr	0.17
33	(Z)- $\beta$ -farnesene	1465	tr	tr
34	$\alpha$ -amorphene	1476	-	0.80
35	germacrene d	1482	5.85	5.10
36	alloaromadendrene	1487	0.14	0.22
37	unknown	1490	0.17	0.33
38	bicyclogermacrene	1493	0.78	0.64
39	$\alpha$ -muurolene	1496	-	0.29
40	unknown	1500	tr	tr
41	sinualrene	1506	0.10	tr
42	$\gamma$ -cadinene	1510	0.22	0.57
43	$\delta$ -cadinene	1517	0.41	0.52
44	$\alpha$ -cadinene	1533	-	0.11

<sup>a</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.



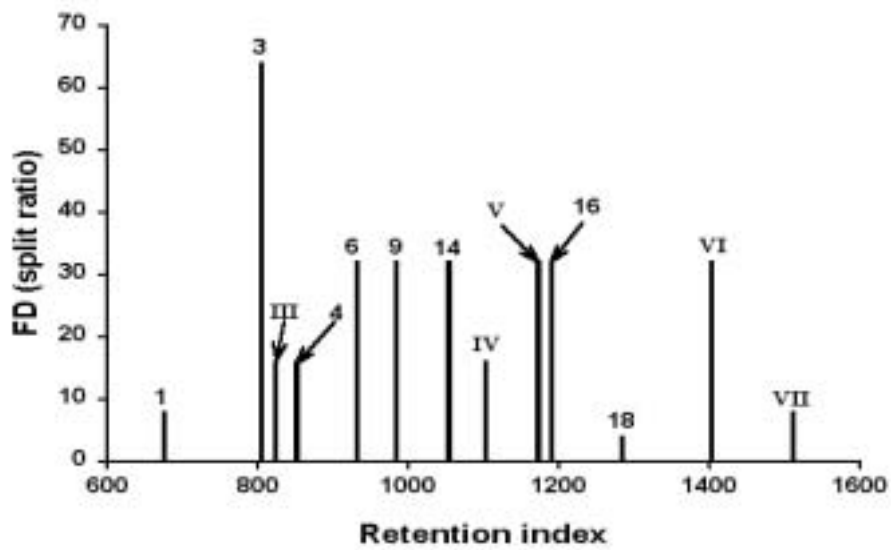


Fig. 35. FD chromatogram of *Pinus densiflora* (CAR-PDMS)

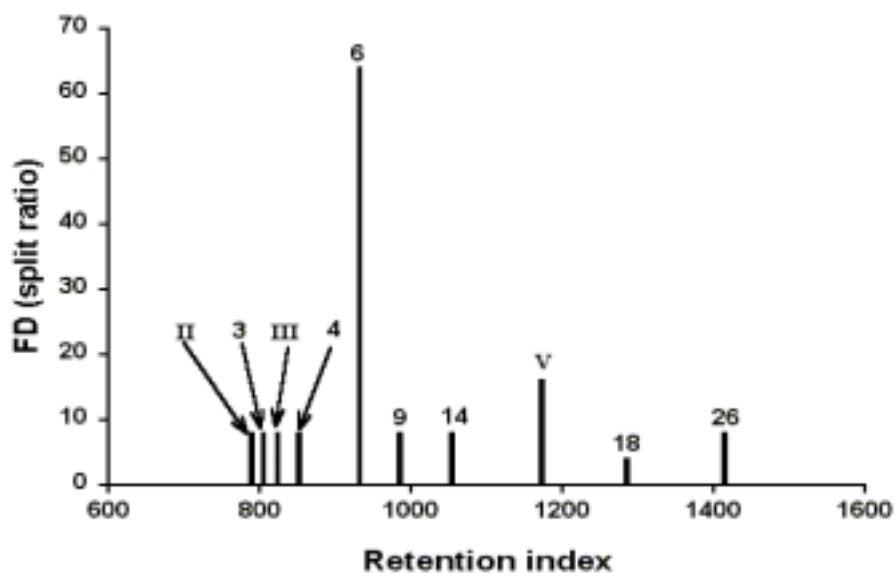


Fig. 36. FD chromatogram of *Pinus densiflora* (PDMS)

Table 43. Aroma-active compounds of *Pinus densiflora* (SPME)

No. <sup>a</sup>	RI <sup>b</sup>	Compound	Aroma property	FD <sup>c</sup>	
				CAR-PDMS	PDMS
I	676	1-penten-3-one	pungent	8	
II	789	unknown	pine, sharp	–	8
3	805	( <i>Z</i> )-3-hexenal	grass, sharp	64	8
III	824	2-methyl-propanal	rubber, cut grass	16	8
4	852	( <i>E</i> )-2-hexenal	sweet, fruit	16	8
6	932	$\alpha$ -pinene	pine, sharp	32	64
9	985	myrcene	metallic	32	8
14	1054	$\gamma$ -terpinene	pine, burnt	32	8
IV	1103	unknown	powder of roast grains	16	–
V	1173	( <i>E,Z</i> )-2,6-nonadienal	cucumber	32	16
16	1191	borneol	pine, citrus	32	–
18	1285	bornyl acetate	green, sharp	4	4
VI	1403	unknown	metallic	32	–
26	1415	$\beta$ -caryophyllene	pine, metallic, citrus	–	8
VII	1512	$\delta$ -cadinene	citrus, spicy	8	–

<sup>a</sup> Numbers correspond to those in Table 1. Roman numbers represent compounds not detected by GC-MS.

<sup>b</sup> Retention indices were determined using *n*-paraffins C<sub>7</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>c</sup> Flavor dilution factor (split ratio).

#### 다. 국산 향료소재의 방향 특성

제 1세부과제에서 향기 특성을 밝힌 결과를 바탕으로 하여 제 3세부과제에서 생산한 향료소재 (소나무, 생강나무)의 특성을 밝히는 작업을 실시하였다. 제 1세부과제에서의 실험결과와 향료소재의 화합물을 비교하였으며 문헌 조사를 통하여 국내 및 국외의 결과를 비교하고자 하였다. 위의 소재를 제외하고도 서울향료에서 자체 개발한 향료 (아까시, 초피, 머루, 잣나무, 쑥, 당귀, 박하)의 경우도 GC/MS를 실시하여 각 소재에 대한 GC chart를 마련했으며 문헌 조사를 통하여 실제 식물의 성분은 물론 각 식물과 유사한 외국의 향료식물과도 비교하는 작업을 실시하였다.

##### 1) 소나무를 대상으로 개발한 향료소재의 특성

식품용 향료소재의 주요 성분은 bornyl acetate,  $\beta$ -pinene이었으며 그 외 (Z)-3-hexenol,  $\alpha$ -pinene, camphene 등이 함유되어 있음을 확인할 수 있었다. (Z)-3-Hexenol을 제외하고는 모두 pine 향을 가지는 monoterpene으로서 소나무 향기특성에서 중요한 역할을 하는 것으로 보인다.

화장품용 향장소재에는 bornyl acetate, limonene,  $\alpha$ -pinene이 다량 함유된 것으로 확인되었으며 그 외 camphene,  $\beta$ -pinene, myrcene, 1,8-cineol, linalool이 존재하였다.

제 1세부과제에서의 결과와 마찬가지로 소나무 향료소재에는 monoterpene compounds의 함량이 매우 높았다. 특히 pinene류나 camphene, myrcene과 같은 hydrocarbon의 존재가 실제 솔잎과 같았다. 특이할 만한 사항은 bornyl acetate의 함량으로, 실제 소나무에서는 pinene류의 화합물이 가장 큰 비중을 차지하나 향료소재에서는 식품용, 화장품용 모두 bornyl acetate의 함량이 상당히 높음을 확인할 수 있었다. 그러나 pinene과 bornyl acetate는 모두 pine 향을 가지는 대표적인 성분으로서 전체적인 향기 특성에는 큰 차이를 주지 않았다. 화장품용 향장소재는 식품용 향료소재보다 다양한 성분으로 이루어져 있었으며 특히 limonene이 다량 함유되어 있었다. limonene과 함께 linalool 또한 확인할 수 있었는데 이들은 citrus, fruity 향을 내는 성분으로서 향장소재의 특이성에 기여할 것으로 보인다. 1,8-Cineol도 실제 솔잎에서는 검출하지 못한

성분으로서 mint 향을 더해 향장소재의 독특한 향기에 기여할 것으로 보인다.

Koukos (Koukos *et al.*, 2000) 등은 그리스 북부에서 자라는 소나무 (*Pinus peuce* Griwebach)로부터 추출한 essential oil을 대상으로 향기성분을 분석하는 실험을 하였다. 주요 향기성분은  $\alpha$ -pinene (23.07%), camphene (5.52%),  $\beta$ -pinene (22%),  $\beta$ -phellandrene (6.78%), bornyl acetate (9.76%), b-caryophyllene (3.05%), citronellol (13.42%)로 나타나 citronellol을 제외하면 우리나라의 소나무와 비슷한 조성을 보였다. Petrakis (Petrakis *et al.*, 2001) 등은 5종의 소나무 (*P. peuce*, *P. heldreichii*, *P. radiata*, *P. pinaster*, *P. attenuata*)를 대상으로 향기성분을 분석하였는데 각 종마다 약간의 차이를 보이는 하였으나  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, camphene, myrcene 등의 monoterpene 과  $\beta$ -caryophyllene, germacrene D와 같은 sesquiterpene이 공통적으로 많이 함유되어 있었다. 이들과 비교하여 우리나라 소나무는  $\beta$ -phellandrene의 함량이 높은 것이 특징이라고 할 수 있다. 제 1세부과제에서 소나무의 sesquiterpene은 향기특성에 큰 영향을 주지 않는 결과를 바탕으로 3세부과제에서 개발한 향료소재에는 monoterpene을 중심으로 조향하였음을 알 수 있었다.

## 2) 생강나무를 대상으로 개발한 화장품용 향장소재의 특성

주요 성분은 1,8-cineol, (*Z*)-ocimene, (*E*)- $\beta$ -ocimene, camphor, linalool인 것으로 확인되었다. 이 가운데 (*Z*)-ocimene과 (*E*)- $\beta$ -ocimene은 제 1세부과제에서 SPME를 실시한 결과에서 주요물질로 밝혀진 성분이었다. 또한 (*E*)- $\beta$ -ocimene은 AEDA에서 가장 높은 FD factor를 나타냈던 물질로서 실제 생강나무의 향기에 크게 기여한 성분이었다. Linalool 또한 AEDA에서 확인한 물질이었다. 향장소재의 경우, 1,8-cineol과 camphor를 첨가하여 camphoraceous 향기를 더하였다.

## 3) 아까시를 대상으로 개발한 식품용 향료소재의 특성

주요 휘발성 향기 성분으로서 benzyl acetate, linalool, methyl anthranilate, fenchyl alcohol, anisyl alcohol, geraniol 등을 확인 할 수 있었다. Benzyl acetate는 sweet, floral, fruity 향을 내는 물질로서 아까시의 달콤한 꽃향을 나

타내며, linalool, methyl anthranilate, fenchyl alcohol, anisyl alcohol 등의 화합물은 은은하고 달콤한 과일향과 꽃향에 기여하는 것으로 보인다. 권 (Kwon *et al.*, 1995) 등은 아카시아 꽃의 휘발성 향기성분을 알아보기 위하여 SDE를 실시한 후 GC 분석을 실시하였으며, 그 결과 octadecanoic acid, benzyl alcohol, linalool, heptacoxane, geraniol 등이 주요 성분임을 밝혀내었다. Flath 등은 미국에서 야생되고 있는 여러 종류의 아카시아로부터 꽃을 채취하여 휘발성 성분의 특성과 screw worm fly의 유인특성에 대한 연구를 수행한 결과 아카시아 꽃은 종에 따라 서로 상이한 휘발성 성분을 지니며, 공통된 독특한 향기성분으로서 linalool oxide, 2-phenyl ethanol 등의 alcohol류와 일부 aldehyde류, ketone류, ester류 등이라고 보고하였다. 각 문헌에 나타난 결과와 향료소재 성분을 비교하면 benzyl acetate, benzyl alcohol, linalool, geraniol 등이 공통적임을 알 수 있다. 미국 아카시아와는 성분적으로 차이를 보이고 있으나 이는 식물 종의 차이에서 오는 것이며 주요 향기 성분이 alcohol류에서 기인한 것이 많은 점은 향장 소재의 경우와 일치함을 알 수 있다.

#### 4) 당귀를 대상으로 개발한 식품용 향료소재의 특성

GC/MS 결과 화합물 조합은 다른 소재에 비하여 간단하였으며 주성분은 3-propylidene phtalide이었다. 이 물질은 강한 celery, maple향을 가지고 있어 당귀향을 조합하는데 큰 역할을 하는 것으로 보인다. 최 (Choi *et al.*, 2001) 등은 저장조건에 따른 당귀의 정유성분 변화를 밝히는 실험을 실시하였으며 eudesmol과 여러 가지 terpene alcohol류 등이 당귀의 향에 기여한다고 하였다. Holm (Holm *et al.*, 1997) 등은 핀란드에서 자생하는 *Angelica archangelica* L.의 뿌리의 essential oil을 분석하였다. 그들은 주요성분으로서 sabinene, 3-carene,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene 등과 같은 monoterpene hydrocarbon 이라고 결정하였다. 이러한 결과는 향료소재의 성분과 차이를 보이지만 3-propylidene phtalide은 lovage (미나리과의 다년초)의 주요성분으로 밝혀져 있어 국내산 당귀의 향기와 흡사할 것으로 보인다.

#### 5) 산초를 대상으로 개발한 향료소재의 특성

식품용 향료소재의 주요 성분으로 citronellal,  $\alpha$ -pinene, myrcene, limonene, 1,8-cineol, linalool 등을 확인되었으며 화장품용 향장소재에는 citronellol,  $\alpha$ -pinene, limonene, (*Z*)-rose oxide, linalool,  $\beta$ -caryophyllene, cedrol 등의 함량이 높았다.

조 (Cho *et al.*, 2001) 등은 SPME법을 이용하여 산초 및 초피의 essential oil을 분석하였다. 이들 결과에서  $\alpha$ -pinene, myrcene,  $\beta$ -phellandrene, citronellal, citronellyl acetate, geranyl acetate이 산초와 초피의 주요 휘발성 성분이었으며 linalool과 citronellol 등도 확인되었다. Chyau (Chyau *et al.*, 1996) 등은 중국 자생의 *Zanthoxylum simylans*의 essential oil과 CO<sub>2</sub> 추출물을 분석하였다. Essential oil에서는 myrcene, limonene,  $\beta$ -phellandrene, 1,8-cineol, (*Z*)- $\beta$ -ocimene, linalool이 주요성분이었으며 CO<sub>2</sub> 추출물에는 myrcene, limonene,  $\beta$ -phellandrene, 1,8-cineol, (*Z*)- $\beta$ -ocimene,  $\gamma$ -terpinene, (*E*)- $\beta$ -ocimene, linalool의 성분이 많은 것으로 밝혀졌다. 위 문헌들의 결과와 산초 향료소재를 비교하면 각 성분들이 매우 흡사함을 알 수 있다. 국내산 산초는 중국과 비교하여 citronellal의 성분이 많은 것이 특징이었으며 중국산의 경우에는 1,8-cineol과 linalool의 함량이 높았다. 향료소재에는 이러한 특징 성분들을 함께 조합한 것으로 보인다. 화장품용 향장소재에는 (*Z*)-rose oxide (dark rose, fresh geranium), cedrol (cedarwood, sweet, soft) 등의 성분을 첨가하여 향장소재만의 독특한 향기를 더할 것으로 보인다.

#### 6) 박하를 대상으로 개발한 식품용 향료소재의 특성

주요 성분으로서 menthol과 menthone 등을 확인할 수 있었다. 이 두 물질은 mint향을 내는 대표적 화합물로서 박하 특유의 향을 발생시킨다. Muller-Riebau (Muller-Riebau *et al.*, 1997) 등은 터키 자생의 여러 향료식물을 대상으로 essential oil의 계절별 변화를 보았다. 그 가운데 *Mentha pulegium*의 결과에서 menthone, 1,8-cineol, borneol, pulegone 등의 함량이 많은 것으로 나타났다. Rohloff (Rohloff *et al.*, 1999)는 노르웨이에서 자라는 *Mentha piperita*의 essential oil을 SPME 방법으로 추출 후 GC/MS를 실시하였는데 menthone, menthole, 1,8-cineol이 다량 존재하는 것으로 밝혔다. 위의 결과들

은 향료소재의 특징성분과 일치함을 알 수 있다.

7) 머루를 대상으로 개발한 식품용 향료소재의 특성

GC/MS 결과 hexyl isobutyrate, ethyl anthranilate, isobutyl isobutyrate, phenylethyl butyrate 등이 주요 성분인 것으로 확인되었다. 이들은 grape향의 대표적 화합물로서 머루향과도 깊은 관련이 있다. Rosilli (Rosilli et al., 1999)등은 *Vitis vinifera* 여러 종을 대상으로 dynamic headspace analysis를 실시하여 (*E*)-2-hexenal, phenylethyl alcohol, isobutyric acid, octanoic acid 등이 주요성분임을 밝혔다. Maeto (Maeto et al., 2000)등은 grape juice와 wine을 대상으로 monoterpene의 종류와 함량을 밝히는 실험을 하였다. 여러 결과 중 grape skin의 분석 결과를 보면  $\alpha$ -terpineol, nerol, geraniol, 8-hydroxydihydrolinalool, (*Z*)-8-hydroxylinalool, geranic acid 등이 주요 성분임을 알 수 있었다. Rosilli 등의 결과는 향료소재의 성분과 여러 가지가 일치하였으나 Maeto 등은 monoterpene을 중심으로 연구하여 실제 향기활성성분과는 다를 것으로 보인다.

8) 잣나무를 대상으로 개발한 식품용 향료소재의 특성

주요 휘발성 향기성분으로서 bornyl acetate,  $\beta$ -caryophyllene, (*Z*)-3-hexenol, 1-octen-3-ol 등을 확인할 수 있었다. Bornyl acetate는 pine향을 강하게 내는 물질로서 잣나무의 침엽특성을 나타내는 대표적 물질로 사용된 것으로 보인다.  $\beta$ -Caryophyllene은 terpene향을 가지는 물질로서 bornyl acetate와 마찬가지로 침엽수의 향기특성과 흡사하다. 잣나무는 소나무보다 earthy향이 강한 특징을 가지고 있다. 이러한 점에서는 소나무보다 잣나무의 특성과 비슷하다. 제 1세부과제에서 잣나무의 결과를 보면 myrcene, geranyl acetate 등의 영향으로 날카로운 향이 강해진 것이 비하여 잣나무 향료소재에는 1-octen-3-ol을 첨가하여 잣나무 고유 향기를 나타낸 것으로 보인다. Monoterpene hydrocarbon의 종류와 함량은 소나무의 경우와 비슷하며 이러한 결과는 소나무과 식물의 공통적인 특징이라 볼 수 있다.

#### 9) 쑥을 대상으로 개발한 향료소재의 특성

식품용 향료소재에서는 Camphor, limonene, bornyl acetate,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -caryophyllene 등이 주요 성분으로 확인되었으며 화장품용 향료소재에는 (Z)-3-hexenol, limonene, 1,8-cineol, linalool, camphor, borneol 등의 함량이 높았다. 또한 향료소재의 경우 식품용 향료소재에 비하여 다양한 성분들로 이루어져 있었다.

식품용과 화장품용 모두 camphor의 함량이 높았으며 이는 쑥 고유의 화한 향기를 나타내는 것으로 보인다. 김은 쑥에 함유된 monoterpen의 함량과 조성의 계절적 변이에 대한 결과를 발표하였다. 주요 성분으로  $\alpha$ -pinene, limonene, bornyl acetate 등을 동정하였으며 이러한 결과는 향료소재의 성분과 흡사하다. Arino (Arino *et al.*, 1999) 등은 스페인 자생 쑥 (*Artemisia absinthium* L.)을 대상으로 향기성분 분석을 하였으며 주요 성분으로 linalool, (Z)-epoxyocimene, (Z)-chrysanthenyl acetate 등을 밝혔다. Mallavarapu (Mallavarapu *et al.*, 1999) 등은 인도 자생의 *Artemisia pallens* Wall.의 성장시기에 따른 essential oil의 함량 변화에 대한 연구를 실시하였다. 그들의 결과에 따른 이 식물은 모든 시기에서 davanone의 함량이 가장 높았다. Umamo (Umamo *et al.*, 2000) 등은 일본산 쑥 (*Artemisia princeps* Pamp.)의 휘발성분을 밝혔다. 그들의 결과를 살펴보면 용매 추출한 경우에는  $\alpha$ -thujone, artemisia alcohol, camphor, thujyl alcohol, borneol 등의 함량이 높았으며 simultaneous purging and extraction을 실시한 경우에는 1,8-cineol, artemisia acetate, borneol,  $\beta$ -caryophyllene 등이 다량 검출되었다. 외국산 쑥과 자생 쑥을 비교할 때 스페인과 인도산 쑥은 성분 자체가 다를 수 있었다. 그러나 일본산의 경우 주요 성분은 같았으며 각 성분의 함량에서 차이를 보였다. 따라서 자생 쑥을 기반으로 개발한 쑥의 향료소재는 외국 향료와 구별되는 고유의 특징적인 향기를 가지는 것으로 보인다.



## 제 2 절 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공

### 1. 서론

산업 분야에서 flavor와 fragrance의 이용은 19C 경부터 본격화되기 시작하였다. 향수, 향기 등의 perfume은 현대 생활에서 가히 필수적이라 할 만큼 널리 사용되고 있으며 이것이 상품화되어 주 상품 혹은 보조적 역할로써 이용되어져 왔다. 최근에는 향기를 이용하는 분야가 점차 늘어가고 있는 추세이며 비누, 방향제, 화장품, 식품, 향료, 담배, 향, 의약품 등의 모든 생활용품에 필수품으로 자리를 잡아가고 있다.

향기 성분은 크게 지방족과 방향족으로 구분된다. 전통적인 향기 성분으로 알려진 방향족 화합물인 ester인 acetate는 꽃향기, monoterpene, sesquiterpene 등은 식물의 대표적인 향기성분으로 나타나는 것으로 알려져 있다. 향기는 대부분 자연적인 상태에서 얻으며 특히 식물에서 많이 추출하고 있다, 또한 천연적 향기 이외에도 화학적인 합성 향기도 많이 이용되고 있는데 주로 aroma chemical, 그들의 천연 유도체 등을 상품에 이용할 수 있도록 개발되고 있다. 향기성분에 관한 연구는 대체적으로 산업적인 이용을 위해 대량의 성분을 추출해내는 방법으로부터 현재는 식물의 약리 성분 연구, 식물 종의 특이성 규명 등의 분야에 최근 많은 연구가 진행되고 있다. 이와 같은 연구는 향기 성분을 원료에서 분리하여 내는 방법적인 부분과 그 성분을 찾아내고 정량, 구성비를 밝혀내는 부분을 구분할 수 있다.

과거에는 자연 식물을 기름으로 추출하는 enfleurage라고 하는 전통적 방법을 통해 향기를 포집하였다. 이것은 기름을 입힌 유리관 사이에 식물 혹은 꽃을 넣고 압력을 가해 몇 일간 기름에 향기 물질을 추출해 내는 방법이다. 이 기름과 향기 성분을 얻는 것이 대량 생산에 가장 많이 이용되어지고 현재까지 시행되고 있다. 또한 기계적 압착을 통한 cold pressed라고 하는 방법을 통해 분리하기도 하였으며 용매를 통한 추출법, 증류법 등을 이용하기도 하였다. Bergstrom은 Tenax, Porapak, Charcoal등의 다공성 흡착제를 사용하여 흡착 및 탈착과 농축법을 이용하는 장치는 여러 사람에 의해 고안되어졌다. 이 장치에서 가장 중요한 점은 간편하여야 하며 경제적이면서도 효율이 높아야 한다

는데 있다.

또 다른 추출법으로 Buttery등은 증류법을 이용하여 향기성분을 얻었으며 Chichida등은 Simultaneous Distillation Extraction/Solvent Extraction등을 통한 분석법의 우수함을 보고하기도 하였다. 추출법은 시료로부터 몇 개의 휘발성 향기성분이 있을 때 많이 사용하며, 열 작용에 의해 파괴되는 과정이 없으므로 essential oilfraction분리에도 효과적이다. 또한 직접적인 압착법이나 갈아서 액상 부분을 얻어내는 방법들이 있다.

휘발성이 큰 향기 성분은 서로 다른 종에서 큰 차이를 보이는 것은 물론, 같은 종에서도 색의 차이, 재배지의 차이, 계절의 차이 등에 따라 성분의 변화를 보이므로 연구에 제한이 많을 뿐만 아니라 포집법에 따라서도 미량 성분의 함유 정도, 혹은 포집 가능한 성분의 차이를 보인다. 그러므로 가능한 같은 계절, 그 날 채집한 후 빠른 시간 안에 분리실험을 시행해 향기 성분이 변하는 것을 막아 재현성을 가지도록 해야 한다.

국내에서 자생하는 우리나라 특산 식물자원의 조사는 많이 이루어졌으나, 상업적 활용이나 수출자원화를 위한 조사는 체계적으로 되어 있지 않고 있다. 국내 방향식물의 방향성분 특성 분석이 일부는 진행되었으나, GC-MS등 단순한 화학분석에 치중하였고, 독특한 향기특성의 분석은 수행되지 않았다. 국내의 향료산업은 아직도 소규모이고 초보단계로서 대부분 수입에 의존할 뿐만 아니라 기초 성분 몇 가지를 첨가하여 향을 만들어내는 수준이며, 자체의 국산화는 요원한 상태이다.

따라서 본 실험은 한국산 식물 중 새로운 향료, 향미료, 식품첨가물 등으로 개발 가능성이 있는 대표적인 방향성식물을 선별하여 추출법에 따른 향 성분의 추출 수율 증가를 위한 최적의 조건을 결정하기 위한 실험을 수행하는데 목적이 있다.

캡슐화(encapsulation)기술은 고체, 액체, 기체 상의 물질을 특정 조건하에서 조절된 속도로 내용물을 방출할 수 있도록 어떤 물질이나 조직(system)내부에 포장하는 기술이다. 미세한 포장 단위를 미세 캡슐(microcapsule)이라 하며 직경이 수  $\mu\text{m}$ 에서 수  $\text{mm}$ 로 다양하다. 내부에 코팅되는 물질을 핵물질(core material), payload, active, internal phase, fill 등으로 부르며, 외부의 피복부위를 피복물질(wall material), carrier, membrane, shell, coating 등으로 부른다.

미세캡슐화 (microencapsulation) 기술은 향료, 영양성분 등 불안정한 물질을 외부환경, 즉 빛, 산소, 수분으로부터 보호하여 손실을 줄이고, 반응성이 큰 물질을 격리시키고, 고형화시켜 취급을 간편하게 하고, 내용물의 용출속도를 조절하는 등의 목적으로 이용되고 있다. 그러나 식품산업에서 미세캡슐의 이용은 다른 산업에 비해 식품에 이용되는 피복물질이나 용매에 제약이 있으므로 처리비용, 기능성 등을 고려하여 적절한 공정을 선택하는 것이 중요하다. 식품과 제약분야에서는 다양한 캡슐화 기술이 이용되고 있다.

따라서 이번 연구에서는 국산향료소재의 가공 방법으로서 미세캡슐화 방법을 선택하였으며 미세캡슐화를 위한 피복물질의 종류와 배합비를 결정함으로써 향기성분을 최적의 상태로 포집하고자 하였다.

## 2. 연구개발의 내용 및 방법

### 가. 국산 향초류의 방향성분 추출조건의 최적화

#### 1) 재료

실험에 사용된 쑥갓은 시중제품을 이용하였으며, 개사상자와 오미자는 경기도 광주군 일대에서 채집하였다.

#### 2) 시약 및 기기

##### 가) 시약

추출용매는 덕산 약품의 공업용 n-hexane과 diethyl ether를 사용하였다.

##### 나) 기기

GC-MS: Hewlett Packard 5890 series II (USA)

#### 3) 실험방법

##### 가) 동시 용매추출법

동시 용매추출장치를 이용하여 시료 100g에 물과 hexane, ether로 3시간 정도 추출하여, 유기 용매층을 농축하여 GC-MS로 분석하였다.

##### 나) 수증기 증류법

수증기 증류장치를 이용하여 500ml 둥근 플라스크에 시료 약 200ml를 넣고 수증기로 증류하여, 이 증류액을 분별깔때기로 물층을 분리한 후, 용매층을 농축하여 GC-MS로 분석하였다.

##### 다) Soxhlet 추출법

Soxhlet장치를 이용하여 시료 50g을 hexane, ether로 1시간 정도 추출한 후 추출액을 농축하여 GC-MS로 분석하였다.

라) 용매 추출법

표본병에 시료 100g과 hexane, ether를 각각 500ml씩 가한다. 하루동안 추출된 액을 농축하여 GC-MS로 분석하였다.

마) 열수 추출법

시료 100g에 80℃의 증류수 400ml를 가하여 마쇄한 다음 여과, 농축하여 hexane, ether로 회수한 뒤 GC-MS로 분석하였다.

나. 목본류 방향식물 방향성분 추출조건의 최적화

1) 재료

방향성 물질 추출을 위해 실험에 사용한 목본식물은 생강나무 (*Lindera obtusiloba*), 노간주나무 (*Juniperus rigida*), 분비나무 (*Abies nephrolepis*), 소나무(*Pinus densiflora*), 황벽나무 (*Phellodendron amurense*) 이상 5종이며 5월부터 8월에 채배된 것으로 줄기에서 잎을 분리 후 마쇄하여 시료로 사용하였고 서울대학교 수목원에서 채집하였다.

2) 시약 및 기기

가) 시약

방향성 물질의 추출을 위한 용매로 diethyl-ether (Duksan, KOREA)와 hexane (Duksan, KOREA)를, 탈수제로 sodium sulfate anhydrous (Duksan, KOREA)를 사용하였으며 모두 1등급의 시약을 사용하였다.

나) 기기

본 연구에는 Gas Chromatography (Varian star 3400, USA), Gas Chromatography/Mass Spectrometry(Hewlett packard 5890 GC II/5972 MSD system, USA), Rotary evaporator(Eyela NE-1100, JAPAN)가 사용되었다.

#### 다) 추출방법

##### (1) SDE (Simultaneous Distillation Extraction)

Schultz(1977)등의 방법을 응용한 SDE를 통한 정유성분의 추출방법은 Fig.1과 같다.

마쇄한 시료 200 g과 증류수 300ml를 1000ml flask에 넣고, 용매 100ml은 500ml flask에 넣어 약 3시간동안 추출을 실시 하였다. 유기 용매층을 모아  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 통과시켜 수분을 제거한 후 40℃의 rotary evaporator를 이용하여 농축을 실시하였다. 농축된 정유성분을 2ml의 diethyl-ether와 n-hexane로에 회수하여 0.2 $\mu\text{m}$ 의 siringe filter를 통과시킨 후 이를 GC 분석 시료로 사용하였다.

##### (2) Steam Distillation Extraction

Phillip(1969)의 방법을 수정하여 실시한 Steam Distillation Extraction을 이용한 정유성분의 추출방법은 Fig.1과 같다.

1000ml 둥근플라스크에 마쇄한 시료 200g과 약간의 증류수를 넣고 5시간동안 추출한다. 추출물을 separate funnel에 용매와 혼합하여 24시간 방치하여 층분리를 시킨다. 층분리가 일어난 혼합액 중 유기 용매층을 모아  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 통과시켜 수분을 제거한 후 40℃의 rotary evaporator를 이용하여 농축을 실시 하였다. 농축된 정유성분을 2ml의 diethyl-ether와 n-hexane로에 회수하여 0.2 $\mu\text{m}$ 의 siringe filter를 통과시킨 후 이를 GC 분석 시료로 사용하였다.

##### (3) Solvent Extraction

Kim등(1982)의 방법을 응용한 Solvent Extraction을 통한 정유성분의 추출 방법은 Fig.1과 같다.

2000ml 둥근바닥플라스크에 마쇄한 시료 500g과 용매 1000ml을 가한다. 4℃의 암실에서 24시간 방치후  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 통과시켜 수분을 제거한 후 40℃의 rotary evaporator를 이용하여 농축을 실시하였다. 농축된 정유성분을 2ml의 diethyl-ether와 n-hexane로에 회수하여 0.2 $\mu\text{m}$ 의 siringe filter를 통과시킨 후 이를 GC 분석 시료로 사용하였다.

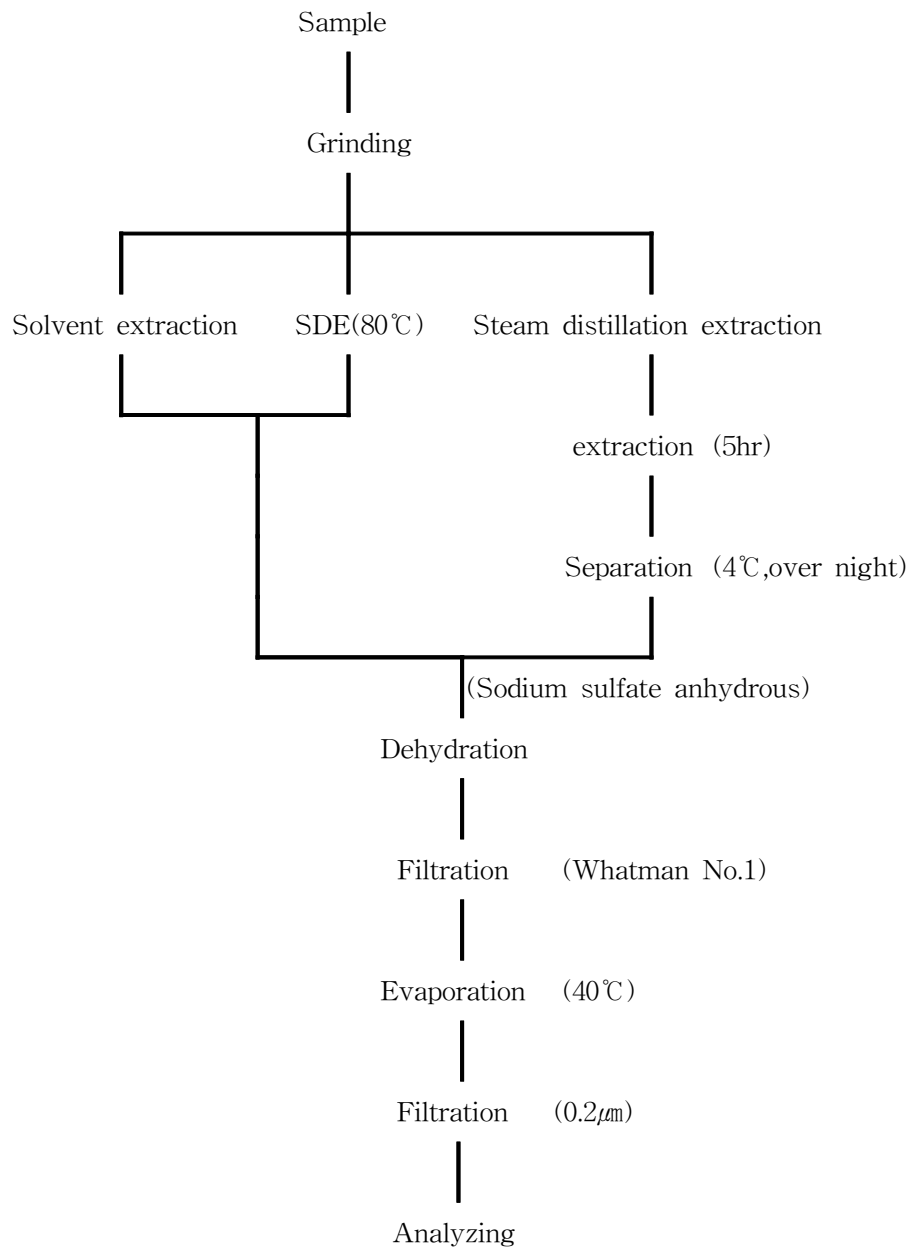


Fig. 1. Analysis process of domestic plants flavor by GC

#### (4) 수율측정

각 시료의 정유성분의 추출 수율의 측정은 시료를 Blender로 마쇄한 후 각 추출방법에 따라 200g-500g의 시료를 이용하여 추출을 실시하여 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 수분을 제거시킨 후 이를 40℃의 Rotary evaporator로 농축하여 측량 후 수기의 무게를 제하였다.

#### 라) 방향성 물질의 분석

방향성 물질의 분석을 위해 Hewlett packard 5890 II system 과 HP-FFAP column을 사용하였고 조건은 table 1과 같다.

Table 1. Operating condition of GC/MS for flavor analysis

Instrument	: Hewlett-Packard 5890 II GC/5972 MSD system
Column	: HP-FFAP
Carrier	: Helium 1.0ml/min constant flow
Oven	: 40℃(5min)→5℃/min→200℃(10min)
Injection	: 200℃
Detector	: 250℃
Injection volume	: 2μl

#### 마) GC/olfactometry 분석

향을 강하게 하기 위해 essential oil을 모아 재농축을 한 후 이를 3배수 희석하여 각 oil을 GC에 주입하고 sniffing port를 통해 냄새를 맡았고 냄새가 나는 시간과 향특성을 기록하였다. 냄새가 나지 않는 희석배수까지 실험을 반복 수행하였다.



다. 국산 향료소재의 가공 및 다양화

1) 시료 추출 및 농축

가) 재료

(1) 방향성 물질 추출을 위해 실험에 사용한 식물은 산초(*Zanthoxylum schinifolium*), 측백(*T. koraiensis*)잎, 민들레(*Mongolian dandelion*), 박하(*Peppermint Candy*), 소나무(*Pinus densiflora*), 이상 5종으로 줄기에서 잎을 분리 후 마쇄하여 시료로 사용하였다.

(2) 주요 향기물질들의 조합에 의해 (주)서울향료가 제조한 향료원료를 사용하였다.

나) 시약 및 기기

(1) 시약

방향성 물질의 추출을 위한 용매로 diethyl-ether(Duksan, KOREA)와 n-hexane(Duksan, KOREA)를, 탈수제로 sodium sulfate anhydrous (Duksan, KOREA)를 사용하였으며 모두 1등급의 시약을 사용하였다.

(2) 기기

본 연구에는 Rotary evaporator (Eyela NE-1100, JAPAN)를 이용하였다.

다) 추출방법

Kim 등 (1982)의 방법을 응용한 Solvent Extraction을 통한 정유성분의 추출방법으로, 2000ml 둥근바닥플라스크에 마쇄한 시료 500g과 용매 1000ml을 가한다. 4℃의 암실에서 24시간 방치후 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 통과시켜 수분을 제거한 후 40℃, 30rpm으로 rotary evaporator를 이용하여 농축을 실시하였다. 농축된 정유성분을 2ml의 diethyl-ether와 n-hexane로 각각 회수하여 0.2μm의 siringe filter를 통과시켜 여과시켰다.

## 2) 분말화

### 가) 핵물질

- (1) 위 실험으로 추출한 농축액을  $-18^{\circ}\text{C}$  냉동 보관하였다가 사용하였다.
- (2) (주)서울향료가 제조한 향료원료를 사용하였다.

### 나) 피복물질

Alkenyl succinated modified starch(상품명 : N-Lok, Natinal Starch and Chemical Co., U.S.A), gum arabic,  $\beta$ -cyclodextrin(상품명 : Cydex-s,대상)을 주 피복물질로 사용하였다.

### 다) 분무 건조 실험

#### (1) 시료의 조제

- 사용할 원료의 배합비 및 고형분을 계산하여 가수량을 결정하였다.
- 결정된 가수량에 따라 피복 물질류 (cyclodextrin, modified starch, arabic gum 등)를 먼저 용해했다. 이때 필요에 따라 가운을 해주었다. 또한, 보다 효율적인 용해를 위해 homogenizer를 사용하여 분말 원료를 pre-mixing 했다.
- 마지막으로 포집물질(향 성분)을 투입하고 homomixing 했다.

#### (2) 농도

최종농도는 농도계(atago., Japan)를 사용하여 측정하였으며, 농도의 범위가 25-38 Brix가 되도록 했다.

이때, 원료의 농도가 높을수록 최종 분체의 비중이 높아지게 된다.

(3) Spray dryer running condition

	inlet temp (°C)	outlet temp (°C)	atomizer speed (rpm)
소나무향	170	105	16,000
머루향	165	100	17,000
추출 소나무향	170	103	16,000
산초향	180	105	16,000
측백잎	170	105	16,000
민들레	175	105	16,000
박하	190	105	16,000

※ 참고 사항

- Atomizer speed 또는 압력이 높을수록 작은 입자(낮은 비중), 낮을수록 큰입자(높은 비중)가 생성된다.
- 온도에 민감한 제품의 경우에는 배풍 온도를 낮춰준다.
- 최종 분말의 경우 최대한 품온을 빠른 시간 내에 낮춰줘야 caking 방지 가능하다.

(4) capsulation 실험의 시행

① arabic gum을 담체로 실험

arabic gum과 향기 성분의 적정 수율을 결정하기 위해, gum arabic을 1, 5, 10, 20, 30, 40%의 농도로 물에 녹여 Brookfield 점도계(RVF, Brookfield Co., U.S.A.)를 이용하여 점도 측정하여 적정한 점도를 결정하였다.

② cyclodextrin과 modified starch의 mix를 담체로 실험

최종 시료의 포집 물질은 cyclodextrin (CYDEX-S)와 modified starch(N-LOX)를 사용하였으며, 향의 성격에 따라 고형분의 양을 조절하였다.

### 3. 연구 결과 및 고찰

가. 국산 향초류의 방향성분 추출조건의 최적화

#### 1) 추출법에 따른 회수율

가) 쑥갓(*Chrysanthemum coronarium*)

추출방법에 의한 쑥갓의 회수율은 Fig. 1과 같다. 쑥갓 추출 시 SDE법을 이용하여 ether로 추출 시 회수율이 가장 높았다. SDE의 경우 잎, 줄기 모두 ether 추출 시 더 높은 회수율을 나타냈다. SDE는 상대적으로 분자량이 작은 물질들의 회수율이 높게 나타났다. 용매추출법, Soxhlet추출법은 hexane이 ether보다 회수율이 높게 나타났다. 두 진처리 방법은 다른 진처리법과는 달리 비교적 불순물의 함유가 많아 분리가 깨끗하지 못했으며 이것은 향기 성분 이외의 세포를 파괴하고 유출되거나 분해되는 산물들이 부수적으로 많이 생성된 것으로 추정된다.

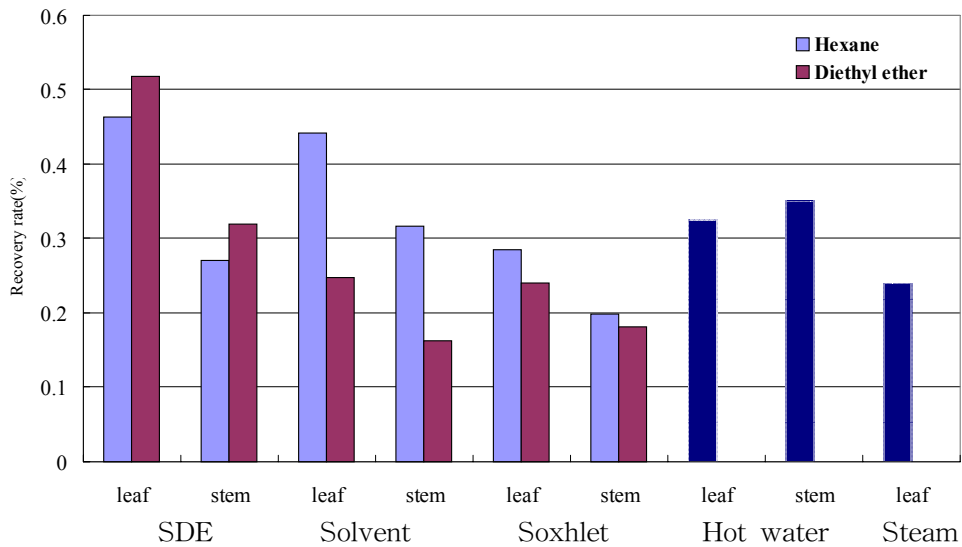


Fig.1 According to the condition for extraction, the recovering rates of *Chrysanthemum coronarium*

나) 개사상자(*Torilis scabra*)

추출방법에 의한 개사상자의 회수율은 Fig. 2와 같다. 수증기 증류법과 Soxhlet 추출법을 확인해 본 결과 수증기 추출법과 Soxhlet추출법의 회수율상의 큰 차이는 없었다.

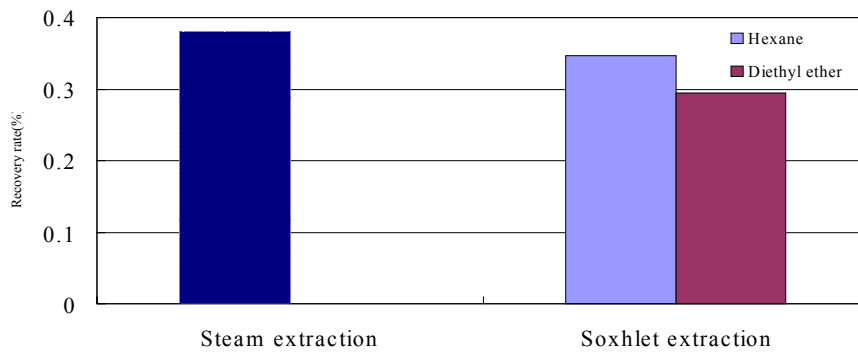


Fig. 2 According to the condition for extraction, the recovering rates of *Torilis scabra*

다) 오미자(*Schizandra chinensis* Ballon)

추출방법에 의한 오미자의 회수율은 Fig. 3과 같다. 오미자의 추출방법에 따른 회수율은 확실한 차이를 나타냈다. Soxhlet추출법과 용매추출법에서 hexane추출 시 회수율이 가장 높았다. 썩갯의 경우와 마찬가지로 두 전처리 방법은 다른 전처리법과는 달리 비교적 불순물의 함유가 많아 분리가 깨끗하지 못했으며 이것은 향기 성분 이외의 세포를 파괴하고 유출되거나 분해되는 산물들이 부수적으로 많이 생성된 것으로 추정된다.

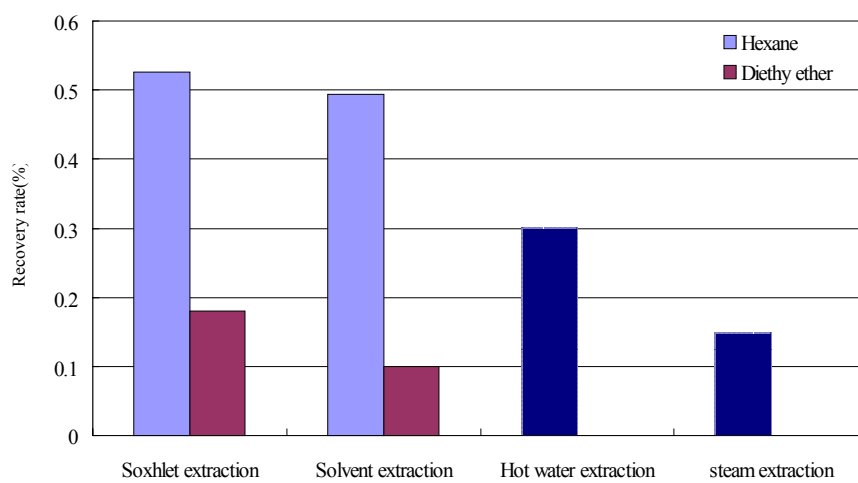


Fig. 3 According to the condition for extraction, the recovering rates of *Schizandra chinensis* Ballon

Table 1. Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Chrysanthemum coronarium* by SDE and SPME

Compounds	SDE(% area)		SPME (% area)
	n-Hexane	Diethyl ether	
Myrcene	2.06	6.32	6.19
3-hexenol	5.18	4.14	7.81
$\beta$ -ocimene	4.89	7.91	2.58
linalool	5.98	6.75	4.23
$\beta$ -farnesene	14.15	16.35	12.03
$\alpha$ -farnesene	8.04	11.35	6.15
germacrene-d	3.96	7.59	5.67
phytol	4.39	2.83	
neophytadiene	4.08	3.77	
bornyl acetate	3.93	6.25	3.98
$\alpha$ -elemene			3.65

Table 2. Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Chrysanthemum coronarium* by steam distillation

Solvents	Parts	Compounds	% area
n-Hexane	Leaf	germacrene-d	21.75
		Benzene	2.38
		Butylated hydroxytoluene	3.56
		$\beta$ -farnesene	18.41
		$\alpha$ -farnesene	9.47
	Stem	Benzene	4.89
Diethyl ether	Leaf	Phenol	12.24
		Hexadecanoic acid	7.10
		germacrene-d	8.75
		Phenol	9.36
		$\beta$ -farnesene	10.56
	$\alpha$ -farnesene	8.52	
	Stem	Hexacosane	5.49
Bezeneacetaldehyde	5.52		
Stem	Butylated hydroxytoluene	4.99	
	Phenol	7.94	



Table 3. Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Chrysanthemum coronarium* by Hot water extraction

Solvents	Parts	Compounds	%area
n-Hexane	Leaf	Phenol	30.57
		germacrene-d	2.75
		Benzene	7.38
		$\beta$ -farnesene	3.56
		$\alpha$ -farnesene	5.41
		phytol	2.32
		hexadecanoic acid	2.23
		octadecanoic acid	3.23
	benzaldehyde	4.47	
	Stem	Benzene	4.89
Phenol		24.24	
Diethyl ether	Leaf	germacrene-d	3.95
		Phenol	22.36
		$\beta$ -farnesene	2.26
		$\alpha$ -farnesene	1.82
		Hexacosane	5.49
		Bezeneacetaldehyde	5.28
		phytol	6.81
		hexadecanoic acid	3.58
	octadecanoic acid	6.46	
	benzaldehyde	3.64	
Stem	Phenol	17.58	
	Butylated hydroxytoluene	8.57	

Table 4. Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Chrysanthemum coronarium* by soxhlet, solvent extraction

		n-Hexane			
		Leaf	%area	Stem	%area
Soxhlet extraction	Phenol		19.74		
	Bezaldehyde		11.69	Phenol	8.51
	Benzene		6.31	En-in-dicyclo ether	13.72
	Ethyl linoleate		4.84	Benzene	3.57
	$\beta$ -farnesene		1.12		
Solvent extraction	$\beta$ -farnesene		6.05	$\beta$ -farnesene	1.24
	germacrene-d		7.47	Bezaldehyde	12.76
	Benzene		6.19	Phenol	23.59

Table 5. Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Chrysanthemum coronarium* by soxhlet, solvent extraction

Diethyl ether					
		Leaf	%area	Stem	%area
Soxhlet extraction	Phenol		25.21	Phenol	11.87
	cyclohexasiloxane		11.42	Hexadecanoic- acid	6.54
	$\beta$ -farnesene		1.54	Ethyl linoleate	8.46
Solvent extraction	$\beta$ -farnesene		5.98	$\beta$ -farnesene	7.06
	Bezaldehyde		7.94	Bezaldehyde	8.51
	germacrene-d		5.09	Phenol	17.57

Table 6. Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Schizandra chinensis* Ballou by soxhlet and solvent extraction

	Compounds	%area	
		n-Hexane	Diethyl ether
Soxhlet extraction	$\alpha$ -humulene	6.38	4.51
	$\beta$ -elemene	19.19	11.84
	$\beta$ -farnesene	3.7	7.58
	germacrene-d	19.42	13.05
	1-terpineol	4.81	2.74
	$\alpha$ -farnesene	8.56	1.62
	calarene	5.83	0.45
	nerolidol	0.38	6.94
	Hexadecanoic- acid	1.54	9.51
Solvent extraction	$\beta$ -elemene	13.47	9.56
	$\beta$ -farnesene	6.81	9.24
	germacrene-d	13.91	17.05
	$\alpha$ -humulene	8.83	2.59
	$\alpha$ -farnesene	1.67	4.91
	1-terpineol	1.54	1.03
	citronellal	1.61	0.87
	nerolidol	7.92	5.66

2) GC-olfactometry analysis

Table 7. Olfactometry of Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Chrysanthemum coronarium*

Compounds	n-Hexane	Diethyl ether
3-hexenol	Plastic + grassy	Cookie
myrcene	Cookie	
$\beta$ -ocimene		Plastic
linalool	Plastic	Fruit
$\beta$ -farnesene	fruit	fruit
germacrene-d		Mushroom + fruit
Bornyl acetate		Plastic + grassy

Table 8. Olfactometry of Major Volatile compounds of essential oil obtained from *Schizandra chinensis* Ballou

Compounds	Odor
1,8- cineole	grass + mint
(E)- $\beta$ -ocimene	plastic
linalool	fruit
1-terpineol	weak green
citronellal	vegetable
Unknown	sourly fruit
terpinene-3-ol	weak fruit
geranial	woody
geranyl acetate	thickly woody
Unknown	fresh

나. 목본류 방향식물 방향성분 추출조건의 최적화

1) 추출수율의 비교

가) 생강나무 (*Lindera obtusiloba*)

생강나무의 추출수율의 측정은 수분정량을 통한 건량을 기준으로 수행하였고 측정결과를 Fig.2에 나타내었다. 추출수율은 추출방법과 용매에 따라 다르게 측정되었고 diethyl ether를 이용한 용매침지추출법에서 5.31%로 가장 높은 수율을 보였고 n-hexane을 이용한 용매침지추출법에서 2.09%로 SDE와 Steam distillation을 이용한 추출방법에 비해 용매침지추출법이 약 2-5배의 높은 추출수율을 보였다.

용매에 따른 수율에서는 각 추출방법 모두 diethyl ether를 용매로 사용한 경우가 n-hexane을 사용한 경우보다 높은 경향을 보였다.

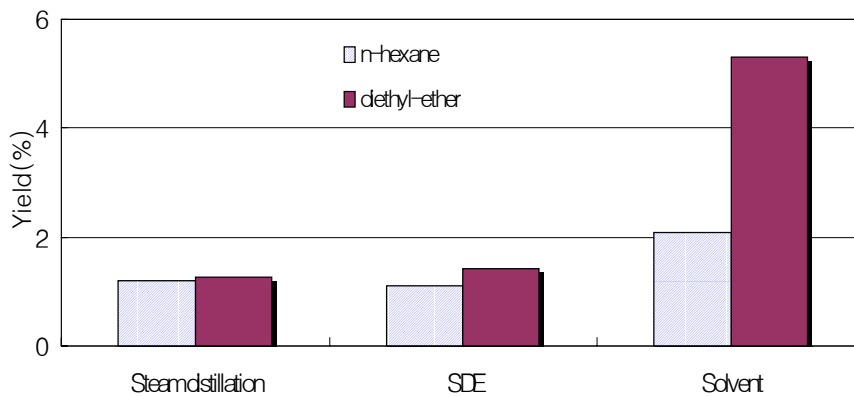


Fig. 2. Yield with different extraction methods of *Lindera obtusiloba* Blume

나) 노간주나무 (*Juniperus rigida*)

노간주나무의 추출수율의 측정은 수분정량을 통한 건량을 기준으로 수행하였고 측정결과를 Fig.3에 나타내었다. 추출수율은 추출방법과 용매에 따라 다르게 측정되었고 diethyl ether를 이용한 용매침지추출법에서 4.61%로 가장 높은 수율을 보였고 n-hexane을 이용한 용매침지추출법에서 2.32%로 SDE와 Steam distillation을 이용한 추출방법에 비해 용매침지추출법이 약 2~4배의 높은 추출수율을 보였다. 각 추출방법간의 수율에 있어서는 용매침지추출법이 가장 높았고 SDE와 Steam distillation 순으로 나타났다.

용매에 따른 수율에서는 용매침지추출법에서는 diethyl ether를 용매로 사용한 경우가 n-hexane을 사용한 경우보다 높은 경향을 보였고 SDE와 Steam distillation에서는 n-hexane이 높은 경향을 나타내었다.

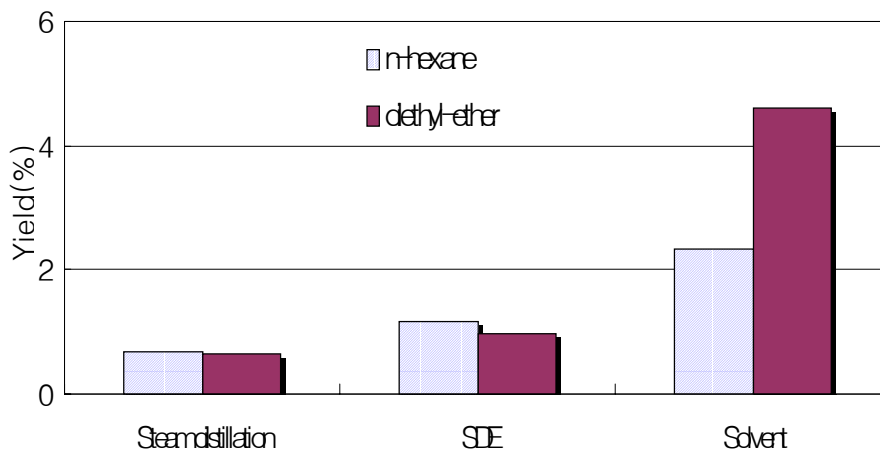


Fig. 3. Yield with different extraction methods of *Juniperus rigida* Siebold et Zucc.



다) 분비나무 (*Abies nephrolepis*)

분비나무의 추출수율의 측정은 수분정량을 통한 건량을 기준으로 수행하였고 측정결과를 Fig.4에 나타내었다. 추출수율은 추출방법과 용매에 따라 다르게 측정되었고 diethyl ether를 이용한 용매침지추출법에서 2.67%로 가장 높은 수율을 보였고 n-hexane을 이용한 용매침지추출법에서 0.75%로 SDE와 Steam distillation을 이용한 추출방법에 비해 용매침지추출법이 약 2~5배의 높은 추출수율을 보였다. 각 추출방법간의 수율에 있어서는 용매침지추출법이 가장 높았고 Steam distillation와 SDE순으로 나타났다.

용매에 따른 수율에서는 용매침지 추출법에서는 diethyl ether를 용매로 사용한 경우가 n-hexane을 사용한 경우보다 높은 경향을 보였고 SDE와 Steam distillation에서는 n-hexane이 높은 경향을 나타내었다.

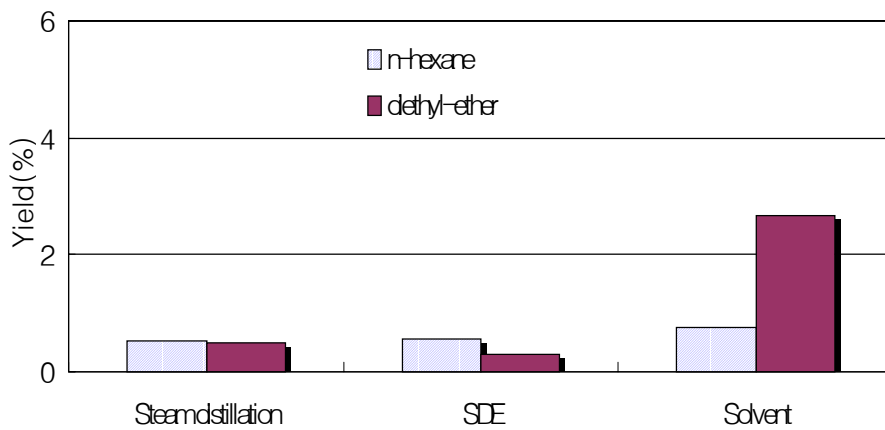


Fig. 4. Yield with different extraction methods of *Abies nephrolepis* Maxim.

라) 소나무(*Pinus densiflora*)

소나무의 추출수율의 측정은 수분정량을 통한 건량을 기준으로 수행하였고 측정결과를 Fig.5에 나타내었다. 추출수율은 추출방법과 용매에 따라 다르게 측정되었고 diethyl ether를 이용한 용매침지추출법에서 3.60%로 가장 높은 수율을 보였고 n-hexane을 이용한 용매침지추출법에서 2.05%로 SDE와 Steam distillation을 이용한 추출방법에 비해 용매침지추출법이 약 2-7배의 높은 추출수율을 보였다. 각 추출방법간의 수율에 있어서는 용매침지추출법이 가장 높았고 SDE와 Steam distillation순으로 나타났다.

용매에 따른 수율에서는 용매침지추출법에서는 diethyl ether를 용매로 사용한 경우가 n-hexane을 사용한 경우보다 높은 경향을 보였고 SDE와 Steam distillation에서는 n-hexane이 높은 경향을 나타내었다.

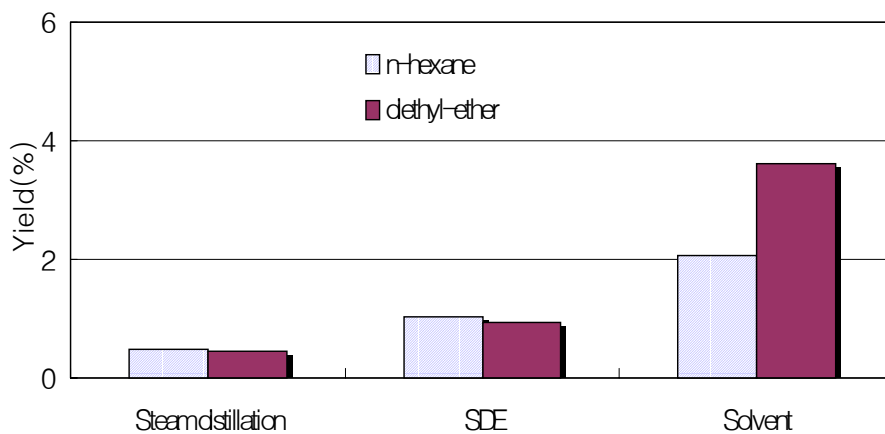


Fig. 5. Yield with different extraction methods of *Pinus densiflora* Sieb.

마) 황벽나무 (*Phellodendron amurense*)

황벽나무의 추출수율의 측정은 수분정량을 통한 건량을 기준으로 수행하였고 측정결과를 Fig.6에 나타내었다. 추출수율은 추출방법과 용매에 따라 다르게 측정되었고 diethyl ether를 이용한 용매침지추출법에서 3.65%로 가장 높은 수율을 보였고 n-hexane을 이용한 용매침지추출법에서 2.20%로 SDE와 Steam distillation을 이용한 추출방법에 비해 용매침지추출법이 약 2-9배의 높은 추출수율을 보였다. 각 추출방법간의 수율에 있어서는 용매침지추출법이 가장 높았고 SDE와 Steam distillation순으로 나타났다.

용매에 따른 수율에서는 용매침지추출법에서는 diethyl ether를 용매로 사용한 경우가 n-hexane을 사용한 경우보다 높은 경향을 보였고 SDE와 Steam distillation에서는 n-hexane이 높은 경향을 나타내었다.

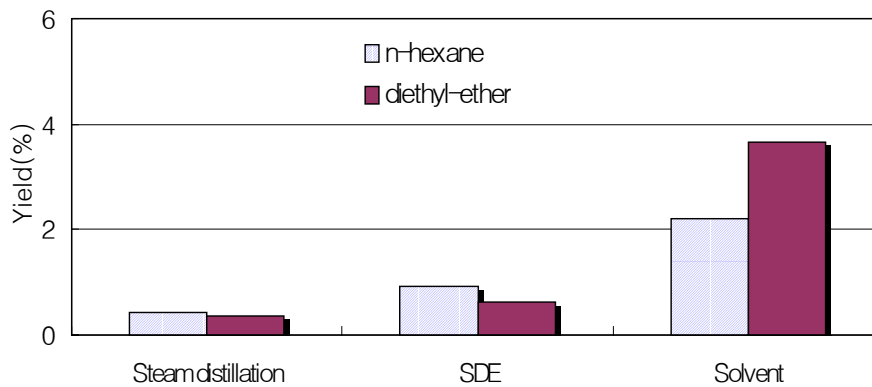


Fig. 6. Yield with different extraction methods of *Phellodendron amurense* Ruprecht

## 2) 방향성 물질의 분석

### 가) 생강나무 (*Lindera obtusiloba*)

생강나무의 잎의 GC, GC/MS 분석 결과는 table 2와 같다. n-hexane을 이용한 경우 Steam distillation에서 14종, SDE에서 18종, Solvent extraction에서 26종이 동정되었고 diethyl-ether를 이용한 경우에는 각각 21종, 20종, 26종이 동정되었다.

$\beta$ -phellandrene, 2-hexenal, (*E*)- $\beta$ -ocimene, exobornyl acetate, bicyclogermacrene,  $\alpha$ -farnesene,  $\beta$ -caryophyllene 이상 6종이 6가지 방법에서 모두 동정되었다. SDE와 Steam distillation의 경우에는 저분자의 성분에서 solvent extraction보다 동정이 잘 되지 않았는데 이는 SDE와 Steam distillation의 방법이 열을 동반하는 추출법으로 SDE는 소량의 용매로 추출하면서 비교적 향기의 손실이 적은 장점이 있으나 시료를 추출하는 동안 고온을 유지하여야 하므로 주요성분이 분해 될 수도 있다고 하였고, Steam distillation법은 정유성분을 대량제조시 주로 사용하며 추출용매에 따라 추출되는 성분이 다르며 추출물을 농축할 때 저비점 성분들이 손실될 수 있다고 한 점으로 보아 열에 의한 변성에 의한 것으로 보인다.

GC/O를 통한 향기 특성의 분석은 table 3과 같다. 동정된 물질 중 6종에서 향을 감지할 수 있었으며 용매침지추출법에서 가장 많은 종류의 향을 감지하였으나 3종을 감지한 steam distillation에서 n-hexane에서 9.07%, diethylether에서 11.13%로 함량에 있어서 더 높은 것으로 나타났으며 camphene을 제외한 나머지 성분의 경우 높은 희석 배수에서도 향이 감지되었다.

(*E*)- $\beta$ -ocimene, exobornyl acetate, bicyclogermacrene,  $\beta$ -caryophyllene의 경우에는 높은 함량을 지니고 있으나 향특성을 거의 지니지 않은 것으로 나타났으며 동정은 되지 않았으나 향특성이 감지되기도 하였다.

Phellandrene는 Bendnarczyk등이 생강향기를 발산하는 주요성분인  $\beta$ -sesquiphelladrene계열이라는 보고와 일치하였고 생강나무에서 생강의 향기를 발산하는 성분은 phellandrene을 포함한 다른 향기성분인  $\beta$ -myrcene,  $\alpha$ -terpinolene, phellandrene, L-limonene,  $\beta$ -eudesmol,  $\delta$ -cadinene, elemol, (*E*)-caryophyllene등의 조합에 의하여 생강의 향기를 발산한다고 하였다. 이러

한 점 등으로 미루어 생강나무의 향기성분을 생강과 비슷한 용도의 향신료의 원료 및 건강식품의 원료로 재배가능성을 지니고 있다고 판단된다.

Table 2. Composition of flavor compounds in *Lindera obtusiloba* Blume by different extraction methods

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl-E ther	n-Hexan e	Diethyl-E ther	n-Hexan e	Diethyl-E ther	n-Hexan e
acetic acid	1.92	-	2.40	-	-	-
$\alpha$ -pinene	-	-	-	-	1.67	1.61
camphene	-	-	-	-	0.13	0.09
$\beta$ -pinene	-	-	-	-	0.12	0.12
$\alpha$ -phellandrene	-	-	-	-	1.43	1.21
$\beta$ -myrcene	-	-	-	-	0.97	1.24
2-methylpentane	-	-	-	-	0.04	0.16
l-limonene	-	-	-	-	0.15	0.28
$\beta$ -phellandrene	7.02	4.66	3.84	5.21	2.99	3.02
2-hexanal	2.67	3.15	2.64	2.16	0.38	0.49
(Z)-ocimene	-	-	-	-	0.76	1.00
1-penten-3-ol	-	-	-	-	0.08	0.09

(continue)

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane
(E)- $\beta$ -ocimene	3.68	5.21	3.25	5.26	1.45	3.27
3,7,7-trimethyl-cyclo hepta-1,3,5-triene	-	-	-	-	0.24	0.37
3-hexen-1-ol	-	-	-	-	0.88	0.77
2-hexen-1-ol	1.44	1.26	0.23	0.15	0.28	1.70
exobornyl acetate	4.63	5.31	3.24	6.92	2.65	3.08
hexadecene	0.85	0.69	-	-	-	-
5-methyl-6-ethyl-2 -pyrone	0.44	0.37	-	-	-	-
$\gamma$ -caryophyllene	-	-	-	-	1.45	2.45
(E)-caryophyllene	0.28	0.27	0.89	0.78	-	-
$\alpha$ -humulene	-	-	1.63	0.63	0.27	0.49
germacrene d	0.48	1.02	0.40	1.59	0.75	-
$\delta$ -cadinene	-	-	-	12.05	1.35	-
bicyclogermacrene	4.75	3.98	8.26	7.66	2.23	2.01

(continue)

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane
$\alpha$ -elemene	-	-	-	-	1.47	-
$\alpha$ -farnesene	0.43	0.54	0.68	0.47	1.22	0.47
$\beta$ -citronellol	-	-	-	-	0.09	0.26
benzenmethanol	3.21	-	-	-	3.00	0.40
2 hexenoic acid	1.99	1.20	0.41	-	0.16	0.37
$\gamma$ -cadinene	-	-	0.90	-	-	-
$\beta$ -caryophyllene	6.40	6.54	7.05	6.19	2.64	2.15
humulene oxide	0.39	-	6.92	0.5	-	-
$\alpha$ -eicosene	0.87	-	1.10	0.12	-	-
spathlenol	6.66	-	0.31	4.60	-	-
1-docosene	1.17	1.03	0.33	0.63	-	-
$\beta$ -farnesene	-	-	-	-	0.18	0.09
longipinenopoxide	0.25	-	2.17	0.68	-	-
2-methyl-3-isobutenyl -4-penten-2-ol	1.46	-	1.62	0.46	-	-

Table 3. Olfactometry of flavor compounds in *Lindera obtusiloba* Blume

Compounds	Odor	log <sub>3</sub> FD
2-hexen-1-ol	cut grass, rubber	5
2-hexanal	sweet, apple	4
α-pinene	green, fresh	7
camphene	camphor	1
β-myrcene	metal	4
β-phellandrene	green, plastic	8



나) 노간주나무 (*Juniperus rigida*)

노간주나무의 잎의 GC, GC/MS를 통한 분석 결과는 table 4와 같다. n-hexane을 이용한 경우 Steam distillation에서 27종, SDE에서 25종, Solvent extraction에서 26종이 동정되었고 diethylether를 이용한 경우에는 각각 22종, 16종, 35종이 동정되었다.

$\alpha$ -phellandrene,  $\delta$ -3-carene,  $\beta$ -phellandrene, (*E*)-2-hexenal, heptane, fench-one,  $\beta$ -caryophyllene, exobornyl acetate, germacrene D,  $\beta$ -citronellol, 2-hexenoic acid,  $\beta$ -caryophyllene,  $\beta$ -bisabolene,  $\nu$ -cadinene, longipinenepoxide 이상 15종이 6가지 방법에서 모두 동정되었다.

노간주나무에서도 용매침지추출법에서 전반적으로 많은 종의 동정이 이루어졌으며 steam distillation, SDE 의 순으로 나타났다.

GC/O를 통한 향기 특성의 분석은 table 5와 같다. 동정된 물질 중 4종에서 향을 감지할 수 있었으며 용매침지추출법에서 가장 많은 종류의 향이 감지되었고 그 함량비에 있어서도 n-hexane의 경우 23.96%, diethylether의 경우 21.41%로 3.06%~5.77%로 나타난 다른 추출법에 있어서 높게 나타났다. 그러나 가장 높은 함량비를 보인  $\alpha$ -pinene의 경우 다른 성분들에 비해 상대적인 향의 강도는 낮게 나타났다.

(*E*)-2-Hexenal은 hexanal과 더불어 green note로 특징지어지는 향기성분으로 세포벽의 주용성분인 불포화지방산이 향기성분을 추출하기 위하여 blender로 갈 때 유리되어 lipoxygenase와 hydroperoxide lyase에 의해 분해·생성된 화합물로서 차잎이나 과일의 향기성분으로 알려져 있다. 반면  $\delta$ -3-carene,  $\nu$ -caryophyllene, germacrene d,  $\alpha$ -humulene,  $\beta$ -caryophyllene은 높은 함량을 지니고 있으나 향특성은 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 major compound가 반드시 대표물질은 아니며 그 함량이 적은 경우에도 대표 물질일 수 있다고 사료된다.

Table 4. Composition of flavor compounds in *Juniperus rigida* Siebold et Zucc. by different extraction methods

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexan e	Diethyl- Ether	n-Hexan e	Diethyl- Ether	n-Hexan e
$\alpha$ -pinene	-	-	-	-	17.62	18.91
$\alpha$ -fenchene	-	-	-	-	0.12	-
camphene	-	-	-	-	0.23	0.14
$\alpha$ -phellandrene	0.84	0.56	0.69	0.71	0.65	0.76
sabinene	-	-	-	-	1.09	-
$\beta$ -myrcene	-	-	-	3.49	2.03	1.18
$\delta$ -3-carene	2.91	3.38	3.27	4.03	1.14	1.38
I-limonene	-	-	-	-	1.56	1.40
$\beta$ -phellandrene	3.51	3.14	2.68	1.87	0.88	0.84
(E)-2-hexenal	2.69	2.50	2.46	1.57	1.11	3.11
heptane	0.61	0.17	0.35	0.25	0.36	0.16
fenchone	0.36	0.41	0.26	0.22	0.31	0.15

(continue)

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexan e	Diethyl- Ether	n-Hexan e	Diethyl- Ether	n-Hexan e
Z-citral	-	-	-	-	0.51	-
benzaldehyde	0.13	-	-	-	-	0.11
hexadecene	-	0.18	-	-	0.39	-
$\nu$ -caryophyllene	2.17	2.81	3.44	3.50	8.78	7.36
exobornyl acetate	5.31	4.25	4.68	4.33	2.32	1.56
$\alpha$ -humulene	-	0.88	-	-	5.51	4.42
verbenol	-	0.46	-	-	0.30	0.48
germacrene d	3.52	3.26	2.99	2.78	3.45	3.21
$\alpha$ -farnesene	-	0.39	-	0.36	0.48	-
$\beta$ -farnesene	-	0.51	-	0.51	0.51	-
$\beta$ -citronellol	0.35	0.26	0.10	0.21	0.34	0.28
Z- $\alpha$ -bisabolene	0.12	0.44	-	0.47	0.21	-
benzoic acid	-	-	-	-	0.23	-

(continue)

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl-	n-Hexan	Diethyl-	n-Hexan	Diethyl-	n-Hexan
	Ether	e	Ether	e	Ether	e
isobicyclogermacrene	-	-	-	-	-	10.20
3-hexenoic acid	0.36	0.56	0.52	0.55	-	0.33
2-hexenoic acid	0.79	0.69	0.54	0.67	0.31	0.16
caryophyllene oxide	0.51	6.21	-	6.31	0.94	-
benzenpropanol	0.22	0.74	-	0.75	-	-
$\beta$ -caryophyllene	3.79	3.26	2.68	2.89	1.76	2.84
$\beta$ -bisabolene	0.29	0.78	0.61	0.26	0.33	0.51
$\gamma$ -cadinene	0.38	0.62	0.49	0.47	0.69	0.36
humuladienone	-	-	-	-	0.80	0.45
longipinenepoxide	0.38	0.34	0.35	0.31	0.25	0.19
10-cembratriene-4,6-diol	-	0.82	-	0.78	0.26	-
$\alpha$ -cadinol	0.23	0.47	-	0.51	0.72	-
[E]-8-methyl-6-nonenic acid	0.24	1.43	-	1.45	0.51	-

Table 5. Olfactometry of flavor compounds in *Juniperus rigida* Siebold et Zucc.

Compounds	Odor	log <sub>3</sub> FD
(E)-2-hexenal	green, leafy, apple, plum	5
$\alpha$ -pinene	sharp, green	-
$\beta$ -myrcene	sweet, balsamic, plastic	3
$\alpha$ -phellandrene	minty, herbaceous	4

다) 분비나무 (*Abies nephrolepis*)

분비나무의 잎의 GC, GC/MS를 통한 분석 결과는 table 6과 같다. n-hexane을 이용한 경우 steam distillation에서 13종, SDE에서 20종, solvent extraction에서 28종이 동정되었고 diethylether를 이용한 경우에는 각각 22종, 23종, 29종이 동정되었다.

exobornyl acetate, aromadendrene,  $\alpha$ -humulene,  $\alpha$ -amorphene, germacrene d,  $\alpha$ -selinene,  $\nu$ -cadinene, naphthalene, (*E*)-2-hexenoic acid, cembrene, terreyol,  $\beta$ -cadinene, kaur-16-ene 이상 13종이 6가지 방법에서 모두 동정되었다.

GC/O를 통한 향기 특성의 분석은 table 7와 같다. 동정된 물질 중 4종에서 향을 감지할 수 있었고 용매침지추출법에서 3종을 감지하였고 그 함량비에 있어서도 n-hexane의 경우 10.78%, diethylether에서 13.64%로 높게 나타난 반면 다른 추출법의 경우에는 거의 향특성을 지닌 물질이 감지되지 않았다.

$\alpha$ -Phellandrene의 경우 그 함량비는 적으나 강한 향 특성을 나타내었고 exobornyl acetate, aromadendrene,  $\alpha$ -humulene, germacrene D 등은 높은 함량비를 보였으나 향 특성이 거의 없는 것으로 나타났다.

Table 6. Composition of flavor compounds in *Abies nephrolepis* Maxim by different extraction methods

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexan e	Diethyl- Ether	n-Hexan e	Diethyl- Ether	n-Hexan e
Tricyclene	-	-	-	-	0.76	0.53
$\alpha$ -Pinene	-	-	-	-	12.48	9.67
$\alpha$ -Phellandrene	-	-	0.12	-	-	-
Camphene	-	-	-	-	2.26	1.65
$\beta$ -Pinene	-	-	-	-	1.62	1.67
$\beta$ -Terpinene	-	-	-	-	1.32	1.11
$\beta$ -Myrcene	-	-	-	-	0.40	0.58
$\beta$ -Phellandrene	-	-	-	-	6.66	-
$\gamma$ -terpinene	-	-	-	-	2.34	2.02
Cis-Ocinene	-	-	-	-	0.41	-
3-hexene-1-ol	0.37	-	-	-	0.69	1.51
Longipinene	-	-	0.16	-	-	-

(continue)

Compounds	Peak Area (%)					
	Steam		SDE		Solvent	
	Diethyl-E ther	n-Hexane	Diethyl-E ther	n-Hexane	Diethyl-E ther	n-Hexane
$\alpha$ -Cubenene	0.42	-	-	-	0.41	1.41
$\alpha$ -copaene	0.24	-	0.49	0.92	-	0.19
Valenene	0.88	-	0.57	1.33	0.20	-
$\alpha$ -Terpinolene	-	-	0.33	0.16	-	-
Junipene	0.27	-	0.21	0.21	1.50	0.24
Exobornyl acetate	12.27	0.54	11.35	13.85	5.91	5.40
Aromadendrene	4.39	0.17	7.24	11.19	8.60	10.79
Isocaryophyllene	0.33	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Humulene	2.10	0.17	5.62	4.49	2.88	3.87
$\alpha$ -amorphene	1.06	0.20	2.89	3.10	1.10	1.23
germacrene d	7.11	1.38	3.66	2.77	0.32	0.47
$\beta$ -Cubebene	1.09	-	0.83	0.45	1.09	1.59

(continue)



Compounds	Peak Area (%)					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl-Ether	n-Hexane	Diethyl-Ether	n-Hexane	Diethyl-Ether	n-Hexane
$\alpha$ -Selinene	0.53	0.28	0.64	2.02	0.89	1.35
$\alpha$ -Muurolene	-	-	0.87	1.66	-	1.08
bicyclogermacrene	0.19	-	2.31	1.35	0.58	0.67
$\nu$ -cadinene	2.49	1.41	13.62	0.43	5.95	0.72
Naphthalene	0.26	0.18	0.68	0.43	0.19	0.72
butylatedhydroxy toluene	1.16	-	0.38	-	0.22	-
Trans 2 hexenoic acid	0.29	0.61	0.33	0.35	0.35	0.20
Cembrene	0.70	1.05	2.41	1.04	0.45	0.55
Terreyol	3.06	3.92	1.03	1.28	0.51	0.53
$\beta$ -cadinene	0.26	0.59	0.26	0.11	0.15	0.38
Kaur-16-ene	0.49	1.35	0.37	0.15	0.34	0.40
I-Limonene	-	-	-	-	-	5.58

Table 7. Olfactometry of flavor compounds in *Abies nephrolepis* Maxim.

Compounds	Odor	$\log_3$ FD
tricyclene	metal, bitter	3
$\alpha$ -pinene	sharp, green	6
$\beta$ -myrcene	sweet, balsamic, plastic	5
$\alpha$ -phellandrene	minty, herbaceous	4

라) 소나무(*Pinus densiflora*)

솔잎의 oil 성분의 대부분을 차지하는 terpene류의 화합물은 신선한 수풀의 향을 이루는 휘발성 성분으로 그 휘발성 성분의 조성은 나무의 품종과 계절과 부위에 따라 다르게 나타난다고 하였다.

소나무의 잎의 GC, GC/MS를 통한 분석 결과는 table 8과 같다. n-hexane을 이용한 경우 Steam distillation에서 17종, SDE에서 28종, Solvent extraction에서 28종이 동정되었고 diethylether를 이용한 경우에는 각각 24종, 19종, 28종이 동정되었다.

$\alpha$ -Cubenene, exobornyl acetate, aromadendrene,  $\alpha$ -humulene,  $\alpha$ -amorphene, germacrene d,  $\beta$ -cubebene, bicyclogermacrene,  $\nu$ -cadinene, cembrene, terpenol,  $\beta$ -cadinene 이상 12종이 6가지 방법에서 모두 동정 되었다.

$\alpha$ -Pinene, camphene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -myrcene,  $\alpha$ -terpinene, limonene,  $\nu$ -terpinene, terpinolene 등은 Isoprene이 2개 결합한 monoterpene이고,  $\alpha$ -humulene은 3개가 결합한 sesquiterpene이다. germacrene D는 sesquiterpenes의 한 종류로서 가열 시  $\nu$ -or  $\delta$ -cadinene,  $\alpha$ -amorphane,  $\alpha$ -or  $\nu$ -murolene으로 전환하고, 빛에 의해  $\beta$ -bourbonene으로 바뀐다.

GC/O를 통한 향기 특성의 분석은 table 9와 같다. 동정된 물질 중 5종에서 향을 감지할 수 있었고 용매침지추출법에서 5종을 감지하였고 그 함량비에 있어서도 n-hexane의 경우 11.60%, diethyl-ether에서 18.60%로 다른 추출법보다 높게 나타났다. steam distillation의 n-hexane을 사용한 경우에는 향특성이 감지된 물질은 3종으로 적었으나 19.26%로 그 함량비에 있어서는 오히려 높은 것으로 나타났다.

tricyclene을 제외한 성분들의 경우 회석배수를 높여도 향이 강하게 감지되는 것으로 나타났다.

camphene,  $\alpha$ -terpinolene, exobornyl acetate, aromadendrene,  $\alpha$ -humulene, germacrene d,  $\nu$ -cadinene 등은 함량비는 높았으나 향 특성을 거의 나타나지 않았다.

Table 8. Composition of flavor compounds in *Pinus densiflora* Sieb by different extraction methods

Compounds	Peak Area (%)					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane
Tricyclene	-	-	-	-	0.31	0.57
$\alpha$ -Pinene	-	5.12	1.67	-	9.77	5.47
Camphene	-	0.71	0.22	-	0.98	0.58
$\beta$ -Pinene	-	1.93	0.67	-	1.71	1.12
$\beta$ -Terpinene	-	-	-	-	0.13	0.21
$\beta$ -Myrcene	-	5.94	1.73	-	3.08	1.76
I-Limonene	-	-	0.86	-	0.87	-
$\gamma$ -terpinene	-	8.20	0.12	-	5.26	3.23
3-hexene-1-ol	-	-	0.29	-	0.50	0.57
$\alpha$ -Cubenene	0.73	0.22	0.16	0.14	0.19	0.17
$\alpha$ -copaene	-	-	0.33	0.40	0.20	0.16

(continue)

Compounds	Peak Area (%)					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane
$\alpha$ -Terpinolene	5.74	0.30	1.11	-	3.07	0.65
Exobornyl acetate	0.22	5.15	1.07	0.99	0.61	0.42
Aromadendrene	1.26	8.47	15.11	13.71	7.81	7.09
Isocaryophyllene	-	-	0.56	0.46	0.31	0.13
3-cyclohexen-1-ol	-	-	-	-	0.18	-
$\alpha$ -Humulene	0.45	2.67	2.63	3.61	1.16	1.12
$\alpha$ -amorphene	4.05	3.57	1.02	0.83	0.44	0.40
germacrene d	0.46	3.36	7.73	13.71	3.77	3.93
$\beta$ -Cubebene	0.19	0.94	1.09	1.45	0.29	0.48
$\alpha$ -Selinene	-	0.73	0.80	1.11	-	0.37
$\alpha$ -Muurolene	-	-	1.67	2.06	-	0.19

(*continue*)

Compounds	Peak Area (%)					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl-Ether	n-Hexane	Diethyl-Ether	n-Hexane	Diethyl-Ether	n-Hexane
bicyclogermacrene	0.15	2.51	2.70	3.63	1.19	1.64
$\nu$ -cadinene	1.69	2.92	5.62	8.55	2.94	2.48
Naphthalene	0.34	0.21	0.16	0.23	-	-
Butylated hydroxy toluene	0.98	-	0.36	-	0.30	-
Trans 2 hexenoic acid	3.27	0.17	0.25	-	0.30	-
Cembrene	2.88	0.31	1.22	3.50	1.86	0.67
Terreyol	9.28	1.41	3.16	0.74	0.37	0.41
$\beta$ -cadinene	1.17	0.25	6.81	4.34	0.87	4.61
Kaur-16-ene	0.24	-	0.36	0.39	0.45	0.20
$\delta$ -3 carene	-	5.22	-	0.26	-	0.81
Valenene	-	0.18	-	-	-	-
Junipene	-	0.22	-	-	-	0.65

Table 9. Olfactometry of flavor compounds in *Pinus densiflora* Sieb.

Compounds	Odor	log <sub>3</sub> FD
tricyclene	metal, bitter	1
$\alpha$ -pinene	sharp, green	5
$\beta$ -myrcene	sweet, balsamic, plastic	6
$\nu$ -terpinene	herbaceous, citrus	5
3-cyclohexen-1-ol	green, plastic	4

마) 황벽나무 (*Phellodendron amurense*)

황벽나무의 잎의 GC, GC/MS를 통한 분석 결과는 table 10과 같다.

n-Hexane을 이용한 경우 Steam distillation에서 28종, SDE에서 16종, Solvent extraction에서 28종이 동정되었고 diethylether를 이용한 경우에는 각각 17종, 15종, 23종이 동정되었다.

$\alpha$ -Pinene,  $\beta$ -myrcene, 2-hexenal,  $\alpha$ -terpinolene,  $\alpha$ -humulene, germacrene d,  $\delta$ -cadinene,  $\alpha$ -farnesene, butylated hydroxy toluene, 3-hexenoic acid, 2-hexenoic acid,  $\beta$ -farnesene, tetracosane, hexadecanoic acid이상 14종이 6가지 방법에서 모두 동정되었다.

GC/O를 통한 향기 특성의 분석은 table 11와 같다. 동정된 물질 중 (E)-2-hexenal,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -myrcene,  $\beta$ -phellandrene,  $\alpha$ -terpinolene, 2-hexen 1-ol에서 향을 감지할 수 있었고 용매침지추출법에서 6종을 감지하였고 그 함량비에 있어서도 n-hexane의 경우 16.76%, diethylether에서 16.08%로 다른 추출법에 비해 다소 높게 나타났다.

꽃에 함유된 향기 성분으로 알려져 있는  $\alpha$ -farnesene,  $\beta$ -farnesene은 farnesene 유도체로 farnesol이 수증기 증류과정 혹은 GC의 시료 주입부의 온도에 의하여 탈수 반응을 일으켜 생성될 수 있다고 하며, 한편 farnesene 말단 =CH<sub>2</sub>에 이중결합이 풀려 -OH가 도입되면 farnesol이 형성될 수 있다고 알려져 있는 성분으로 높은 함량을 지닌 것으로 나타났으나 향특성은 감지되지 않았으며, 이밖에도 germacrene D, butylate hydroxy toluene, tetracosane등이 높은 함량을 지니고 있으나 향특성은 감지되지 않았다.

Butylate hydroxy toluene은 diethyl-ether에서 n-hexane보다 높은 추출수율을 보였는데 이는 용매로 사용된 diethyl-ether의 혼입에 의해 생성될 수 있다 보고와 일치하였다.



Table 10. Composition of flavor compounds in *Phellodendron amurense* Ruprecht by different extraction methods

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl-Ether	n-Hexane	Diethyl-Ether	n-Hexane	Diethyl-Ether	n-Hexane
$\alpha$ -pinene	1.52	1.30	2.31	2.23	0.74	0.92
$\beta$ -myrcene	7.85	4.62	7.65	6.98	10.14	7.05
$\beta$ -phellandrene	-	-	-	-	0.23	0.35
(E)-2-hexenal	3.02	2.71	2.58	3.65	4.21	6.16
2-ethyltoluene	-	0.35	-	-	-	-
decane	0.65	0.87	-	-	-	-
C3-benzene	-	0.35	-	-	-	-
(E)- $\beta$ -ocimene	-	-	-	-	0.29	1.58
cyclopropane	-	-	-	-	-	2.68
1-penten-3-ol	-	0.38	-	-	-	0.37
3-hexen-1-ol	-	-	-	-	0.55	1.41
2-hexen-1-ol	-	0.82	-	-	0.41	1.99

(continue)

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane
$\alpha$ -tetradecene	-	-	-	-	-	0.84
hexadecene	-	-	-	-	-	0.66
5-dodecanone	-	0.25	-	-	0.26	1.70
pentadecane	-	0.60	-	-	-	-
2-3-dichlorobenzene	-	0.33	-	-	-	-
$\alpha$ -terpinolene	0.42	0.49	0.34	0.29	0.35	0.29
$\nu$ -caryophyllene	-	-	-	-	-	5.18
exobornyl acetate	-	2.68	-	-	1.32	-
1,2,4-dichlorobenzene	4.65	1.17	-	-	-	-
$\alpha$ -humulene	0.51	0.69	0.74	0.68	0.86	0.97
germacrene d	3.88	5.06	3.68	4.23	3.83	5.55
$\delta$ -cadinene	1.17	0.60	0.95	1.03	2.38	2.16

(continue)

Compounds	Peak Area %					
	Steam Distillation		SDE		Solvent Extraction	
	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane	Diethyl- Ether	n-Hexane
octadecane	-	0.35	-	-	-	-
$\alpha$ -farnesene	4.53	4.26	3.94	6.03	3.84	9.64
$\beta$ -citronellol	-	0.38	-	-	-	-
butylated hydroxy toluene	6.27	5.38	7.11	6.43	4.75	2.12
$\alpha$ -octadecene	-	-	-	-	-	1.53
3-hexenoic acid	4.11	0.35	4.15	0.4	0.56	1.21
2-hexenoic acid	2.65	0.41	2.38	1.29	1.32	0.92
$\beta$ -farnesene	3.56	1.47	6.49	5.88	3.70	2.53
phenol	-	5.57	2.52	9.84	0.20	1.21
tetracosane	5.97	4.01	3.99	2.58	2.73	2.68
tricosane	-	-	-	6.15	0.29	0.26
hexadecanoic acid	2.03	1.83	4.06	1.91	0.40	0.46
heptadecane	1.24	0.63	-	-	0.26	1.30

Table 11. Olfactometry of flavor compounds in *Phellodendron amurense*  
Ruprecht

Compounds	Odor	log <sub>3</sub> FD
(E)-2-hexenal	sweety	5
α-pinene	pine, plastic	6
β-myrcene	metal, pine	3
β-phellandrene	green, plastic, pine	6
α-terpinolene	burnt	6
2-hexen 1-ol	dust	1

다. 국산 향료소재의 가공 및 다양화

1) capsulation 실험 결과

가) arabic gum을 담체로 실험

arabic gum의 점도 측정 결과, 향기 성분의 캡슐화에 적당한 점도 범위는 70-120cp 정도인데, 30%이상이 되면 수용액의 점도가 140cp 이상으로 spray dryer에 작동할 수 있는 여건이 되지 않아, 10%가 가장 적정한 것으로 나왔으며, 이를 바탕으로 capsulation을 실행하였다. 그 결과 분말화 되기는 하였지만, capsulation 수율이 10% 정도로 너무 낮았다.

따라서, gum arabic으로 포집시 향의 포집 능력이 떨어짐과 물에 용해가 어려운 점을 감안하여 다른 담체를 설정하였다.

나)  $\beta$ -cyclodextrin과 modified starch의 mix를 담체로 실험

향의 양에 비례해서  $\beta$ -cyclodextrin은 0.7-1.0의 비율로, 변성 전분은 1.6~1.8의 비율로 혼합하여 사용하였으며, 분말화된 고형분의 회수율은 80% 내외로 비교적 좋은 편이었다.

다) capsulation된 분말향의 재현성 검사

분말화된 향 1g을 10ml 증류수에 풀어서, 0.45 $\mu$ m filter로 filtering 한 후의 맑은 액상 향의 농도를 검사해 보았을 때, 처음과 같은 향이 발산되어 재현성이 좋음을 알 수 있었다.

## 제 3 절 국산 방향식물 정유의 제품화

### 1. 서론

향료 산업은 기술 집약적인 고부가가치 산업이지만 국내 향료 산업의 유럽, 일본에 비하여 역사도 짧고 기술의 축적도 미약하여 수입 의존도가 높다. 향료 선호도 많이 글로벌화 되었지만 나라별 인종과 풍습, 식습관이 다르듯이 선호도의 차이는 아직도 많이 존재하며 이러한 선호도의 차이를 이해하는 능력에 따라 시장점유율의 차이가 난다. 국내 향료 산업의 발전을 위해서는 원료, 분석, 조향, 제조 등 향료 기술의 연구 뿐 아니라 한국인의 기호에 맞는 독창성을 확보에 노력해야한다

독창성의 확보를 위해서는 고객과의 끊임 없는 communication을 통한 선호도 파악과 한국 고유의 소재 (원료 자원)에 대한 연구가 필요하다. 천연의 향료 소재에는 동물성과 식물성으로 구분할 수 있는데 현재 사용되는 동물성은 사향, 영묘, 용연, 해리향 4종만이 사용되고 식물성은 1500여종이 사용되고 있으나 국내 고유 소재는 전무하다. 국내 식물자원 조사 분석하여 추출물을 향료 소재로 이용하거나 이 소재에 artificial flavor 물질을 첨가하여 향료를 강화 제품화한다면 독창적인 제품의 개발이 가능하리라 생각된다. 식품향료의 최대 사용처인 음료 시장을 보면 외국과 마찬가지로 콜라와 오렌지주스 제품의 시장이 크지만 외국에 비하여서는 상대적으로 적고 한국 고유의 소재인 보리, 배, 쌀, 매실 음료 등이 개발되어 크게 히트한 적이 있다. 범용적인 향료 제품보다 이런 한국 고유의 소재를 이용하여 히트한 제품에 대하여 외국에서도 많은 관심을 보이고 있다. 따라서 국내에서 히트할 수 있는 소재를 개발하면 수출용 소재로 발전이 가능하리라 보인다.

국내 향료회사의 경우 규모가 적고 원료도 거의 수입에 의존하며 사용(보유)하는 원료 수도 아직 외국 대형회사에 비하여 떨어지는 현실에서 자체적으로 국내 향료소재에 대하여 체계적으로 연구를 수행 하기는 어렵다. 따라서 산학협동과정을 통하여 체계적으로 분석, 추출, 선별된 원료중 제품화 우선 순위를 부여하여 개발하는 것이 바람직하다고 생각되며 식물 자원에서 추출된 소재 자체만으로 상품화하기에는 여러 가지 경제성, 계절성등의 문제가 예상되므로 향기성분의 분석을 통하여 향조를 강화 개선하는 방향의 연구를 수행하고자 하였다.

## 2. 연구개발의 내용 및 방법

### 가. 국제 향료소재 시장의 조사 및 수출용 자원식물 수집 및 선발

연구목표인 향료소재 시장의 현황과 성장률에 대한 최신통계자료는 1995-1998년도 통계자료를 토대로 작성하였고, 동시에 선정된 대상식물의 채집시기, 분포, 군락지 조사를 실시하였다.

### 나. 방향 생약자원을 이용한 제품개발

- 오미자, 복분자, 석류, 국화, 민들레, 더덕, 초피, 벌깨덩굴, 비목나무, 미나리, 긴사상자, 꿀풀, 더위지기, 기름나물, 등골나무, 어수리, 산박하, 산쑥, 오리방풀 등 제 1 세부과제 및 제 1협동과제에서 1차 연도에 연구한 식물자원 중 가능성이 제시된 향료 소재를 이용하여 소재자체나 식품 및 향장품으로서의 다양한 제품을 개발하였다.
- 추출된 향료소재와 artificial flavor를 compounding하여 품질력을 향상시키는 방안 강구하였다.
- 추출한 방향제의 독성 및 부작용에 대한 검토를 위하여 향료의 추출을 담당하고 있는 제 1협동과제팀과 공동으로 수행함. 일차적으로 문헌조사를 통하여 해당 물질의 독성여부를 검토하고, 필요할 경우 급성독성 실험을 통한 독성과 부작용에 대한 검토를 진행하였다.

### 다. 향초류 및 목본류 방향 향료소재를 이용한 제품개발

- 소나무, 산초나무, 잣나무, 당귀, 칩, 머루, 참나물, 더덕, 미나리, 쑥갓, 배초향, 산박하, 국화, 민들레, 우엉, 어수리, 오리방풀, 오미자, 황새냉이, 노간주, 더덕, 분비, 생강나무, 귀룽, 비자, 황벽, 탕자, 향유, 꼬리풀, 익모초, 쑥부쟁이 등 1차년도 와 2차년도에 연구한 식물자원 중 기호성과 제품화 가능성을 평가하여 하여 식품용 및 향장품용 소재 대상 품목을 선정하였다.
- 선정된 향료소재에서 분석된 향기 성분 자료를 바탕으로 artificial flavoring 원료를 첨가하여 향조를 강화 향상시키는 연구를 수행하였다
- 식품 향료용으로는 식품향료 물질로 사용 가능한 원료 (FEMA LIST 등재 원료) 만으로 조향하여 수익성을 분석하였다
- 식품용 소재는 액상뿐 아니라 건강기능식품등 분말 식품에 적용할 수 있도록

록 분말화 조건을 확립하였다.

### 3. 연구결과 및 고찰

#### 가. 국내 향료소재 시장의 현황

- 국내 향료시장은 대부분 수입에 의존하고 있는 상황이다.
- 특히 원료인 천연향료나 합성향 원료보다는 완제품인 조합향료가 97년 말 기준 전체 수입액의 76%를 차지, 심한 해외 의존도를 보여주고 있다.
- 최근 수입추세를 보면 완제품인 조합향료보다는 원료향료인 천연향원료 및 합성향원료등 향원료 비중이 조금씩 늘어나고 있는 것으로 나타나고 있다.
- 1995년에는 전체 향료 수입액 1억2,600만달러 중 조합향료가 9,900만 달러 어치 수입돼 전체 수입액의 78%를 차지하였으나, 1996년에는 전체 수입액 1억1,700만달러 어치 중 조합향료 수입액의 77%를 차지했다.
- 또, 97년에는 전체 향료수입액 1억2,400만달러어치 중 조합향료가 9,500만달러 어치 수입돼 전체 수입액의 76%를 차지, 미미하나마 향원료의 비중이 조금씩 증가한 반면, 향료완제품인 조합향료가 감소한 것으로 나타나고 있다.

#### 나. 대상식물에 대한 조사

##### 1) *Crysanthemum coronarium* (쑥갓)

- 지중해 연안 원산이며 재배작물로 들여와 전국각처의 농가에서 채소로 재배하는 귀화식물이다
- 1-2년생 초본이며 높이 30-60cm이고, 전체적으로 털이 없으며 독특한 향기가 있다.
- 5-8월에 꽃이 피고, 꽃은 황색 또는 백색이며, 9월에 열매가 성숙된다.

##### 2) *Isodon inflexus* (산박하)

- 우리나라 전국 각처의 산야지 초원에 흔히 자생한다.
- 다년생 초본이며 높이 40-100cm이고 가지가 많으며 네모진 능선에 밑을 향한 짧은 흰털이 있다.
- 식용, 관상용, 밀원용, 약용에 쓰이고 어린잎을 식용하며 관상초 및 밀원자원에 쓰이고 민간에서 전초를 식욕촉진, 고미견위, 구충 등에 약으로 쓴다.



- 방향성식물(芳香性植物), 밀원식물(蜜源植物)

### 3) *Agastache rugosa* (배초향)

- 곱향
- 우리나라의 전국각처의 산야지. 계곡 약간 습기있는곳 또는 햇볕이 잘 쬐는 전석지에 자생한다
- 다년생 초본이며 높이 40-150cm이고 윗부분에서 가지가 갈라지며 줄기는 네모진다.
- 식용,약용에 쓰이고 어린잎을 식용하며 한방과 민간에서 잎을 감기, 종기, 종독, 곱란, 비위, 토역, 구토, 풍습등에 약재로 쓴다.
- 방향성식물(芳香性植物)

### 4) *Eupatorium chinensis* (등골나물)

- 불로초
- 우리나라의 전국각처의 산야지 초원에 흔히 자생한다.
- 다년생 초본이며 높이 2m 안팎이고 가지에 꼬부라진 털이 있으며 원줄기에 자주빛이 도는 점이 있다.
- 식용, 관상용, 약용에 쓰이고 어린순을 나물로 먹으며 관상초 및 한방과 민간에서 진초를 황달, 당뇨병, 중풍, 고혈압, 산후복통 등에 약재로 쓴다.

### 5) *Scutellaria transita* (산골무꽃)

- 단조황금
- 우리나라 전국각처의 산지 숲 속 그늘에 자생한다.
- 다년생 초본이며 높이 15-30cm이고 백색 지하경이 옆으로 길게 뻗으며 원줄기에 위로 굽은 흰털이 약간 뻑뻑이 난다.
- 식용, 밀원용, 약용에 쓰이고 어린잎을 나물로 먹으며 밀원자원이 되고 미간에서 진초를 폐염, 해열, 위장염 등에 약으로 쓴다.
- 밀원식물(蜜源植物)

### 6) *Prunella vulgaris* (꿀풀)

- 하고초
- 우리나라의 전국각처의 산야지 양지에 흔히 자생한다.
- 다년생 초본이며 높이 20-30cm이고 전체에 백색털이 있으며 원줄기는 네모지고 꽃이 진 다음 밑에서 측지가 뻗는다.

- 식용, 관상용, 밀원용, 약용에 쓰이고 어린잎을 나물로 먹으며 관상초 및 밀원자원으로 쓰고 한방과 민간에서 전초 및 화수, 과수를 강장, 고혈압, 이뇨, 해열 등 약재로 쓴다.
- 방향성식물(芳香性植物), 밀원식물(蜜源植物)

7) *Heracleum moellendorffii* (어수리)

- 백지
- 우리나라의 전국각처의 산야지 초원에 자생한다.
- 다년생 초본이며 높이 70-150cm이고 원줄기는 속이 빈 원주형이며 굵은 가지가 갈라지고 큰털이 있다.
- 식용, 약용에 쓰이고 어린잎을 식용하며 한방과 민간에서 열매, 뿌리를 치루, 감기, 미용 등을 약재로 쓴다.
- 방향성식물(芳香性植物)

8) *Pimpinella brachycarpa* (참나물)

- 산미나리
- 우리나라 제주도, 남부지방, 중부지방, 북부지방의 심산지역 산지 숲 속 그늘에 자생한다.
- 다년생 초본이며 높이 50-80cm이고 전체에 털이 없으며 줄기는 곧게 서거나 때로는 가지가 갈라진다.
- 식용, 약용에 쓰이고 어린잎을 식용하며 민간에서 전초를 지혈, 해열, 중풍, 폐렴, 신경통 등에 약으로 쓴다.
- 방향성식물(芳香性植物)

9) *Torilis japonica* (개사상자)

- 우리나라 전국각처의 원야지 초원에 자생한다.
- 2년생 초본이며 높이 30-70cm이고 전체에 짧은 복모가 있으며 줄기는 곧게 서고 가지가 많이 갈라진다.
- 식용, 약용에 쓰이고 어린잎을 식용하며 한방과 민간에서 열매, 뿌리를 복통, 과상풍, 발한, 요통, 자궁염, 관절염 등에 약재로 쓰인다.
- 방향성식물(芳香性植物)

10) *Cardamine leucantha* (미나리 냉이)

- 우리나라 전국각지 산골짜기의 그늘진 습지 및 도랑가 습지변 등에 자생한다.
- 다년생 초본이며 높이 50cm 안팎으로 지하경이 뻗으면서 곧게 자라고 윗부분에서 약간의 가지가 갈라지며 전체에 부드러운 털이 있다.
- 식용, 관상용으로 쓰이고 어린순을 식용하며 관상초로 심는다.

#### 11) *Lindera erythrocarpa*(비목)

- 일본 및 우리나라는 제주도, 남부지방, 중부지방 즉 황해도 이남지역 해발 150-1,200m 지역의 산기슭, 곡간 등에 자생한다.
- 관상용, 공업용, 약용으로 쓰이고 관상수 및 기구재로 쓰이며 민간에서 열매와 잎을 해열, 강심제, 향료 등에 약으로 쓰인다.
- 방향성식물(芳香性植物)

#### 12) *Artemisia keiskeana*(맑은대쭉)

- 우리나라 전국각처의 산지에 흔히 자생한다.
- 다년생초본이며 높이 30-80cm.
- 식용, 약용에 쓰이고 어린순을 식용하며 민간에서 전초를 통경, 음위등에 약으로 쓴다.

다. 방향 생약자원을 이용한 제품개발

- 방향 생약자원은 건강식품이나 특수영양식품 외에도 다류, 음료, 기타식품 등에 적용되고 있으며 민간요법에서는 전통식품조리, 한방처방에 의한 차나 생약 탕제류, 보양식품 등으로 다양하게 전문화되고 있다.
- 시장 규모로는 31조원으로 이중 방향식물에 의한 건강보조식품은 약 3%인 9,800 억원, 특수영양식품은 4,500 억원 규모이다.

#### 1) 미나리 flavor

- 미나리는 향신 채소로서 각종 영양소를 고루 갖추고 있으며, iso-remenetin, persicarin 등이 함유되어 있고, 독특한 향미를 지니며, 비타민 함량이 풍부하고 향신료, 해독작용 등 건강식품으로 인식되고 있으며, 공급과 수요가 증가할 것으로 전망되므로 향료소재로서 제품화가 용이하다.
- 미나리는 우리나라 원산으로 향긋한 맛이 있는 계절채소로서 무기질, 비타민A, C 그리고 섬유질이 많다. 미나리의 생리활성기능을 보면 갑작스럽게 열이 나거나 열로 인해 갈증이 있을 때 복용하면 효과가 크고 또 체내에

축적되어 있는 농약성분 등 유독성분을 배출하는 효과가 크다.

- 미나리의 주요 향기성분으로는 pinene계열, D-limonene,  $\gamma$ -terpinene, nonanal, linalool, (*E*)- $\beta$ -farnesene 등으로, 숙취에 효과가 있어, 독특한 향취를 가진 숙취제거제로서 음료 및 건강식품으로 제품화가 가능하다.
- 당사에서는 재래시장에서 구입한 미나리와 대형매장에서 잘 정돈된 미나리 2종을 이용하여 70% ethyl alcohol 추출물과, 100% 물 추출물, 100% ethyl alcohol 추출물, 또한 추출물이 아닌 생즙을 내어 농축한 products를 미나리 flavor로 적용 시험한 결과, 향과 맛 등의 관능평가로 100% 물 추출물에 의한 적용이 가장 좋게 평가되어 이것을 이용하여 미나리 flavor 제품화가 가능하며, 다른 채소의 향기 성분과도 조화도 좋은 면으로 평가된다.

## 2) 국화 (菊花) flavor

### - 독성 및 부작용

동물에 대한 급성시험에서 들국화는 쥐에게 복강 내 주사 및 경구 투여시 뚜렷한 혈압강하작용을 나타내고, 전초제재의 작용은 꽃의 추출물보다 독성이 강함이 확인됐다.

들국화의 독성은 약하며 장기투여에도 축적현상은 없다.

### - 식품가치 및 이용

국화의 식품으로의 제품화는 어느 향초류 보다 가능성이 있고, 향기뿐만 아니라 약리작용도 효능이 좋아 주로 기능성 음료, 캔디의 제품화가 가능하다. 요즘은 국화관련 기능성 주류가 시판되고 있으나, 농축음료 및 탄산음료로서 경제성이 있으며, 향장품 향료의 사용에도, 생활용품 및 향수에도 적용을 하고 있다.

- 주요 향기성분으로는 pinene계열, limonene,  $\gamma$ -terpinene, (*Z*)-3-hexenyl acetate, camphor, caryophyllene, isobonyl acetate,  $\alpha$ -thujone, camphor 등이 있다.

- 본 연구에서는 국내자생 국화와 생약재제로 사용하는 감국을 이용하여 50%, 70%, 100% ethyl alcohol을 용매로 추출 농축하여, 국화향을 개발하였다. 그 중 관능평가를 실시하여 음료 및 건강식품에 적용하여 제품화를 행한 결과 음료는 농축음료 및 탄산음료 2종을 제시한 상태이며, 또한 향장품 향료의 향기성분 생활용품과 건강식품에 적용하여 기능성 식품으로서도 제품화를 이루고 있다.

### 3) 민들레 flavor

#### - 식품가치 및 이용

민들레는 국화과로서 국화와 비슷한 향취와 정유성분을 가지고 있지만, 생리 활성 작용이 국화와 상이하므로 임산부나 어린 유아에게 적용할 수 있는 건강식품 소재로 제품화가 가능하다.

#### - 주요 향기성분으로는 furfural, acetic acid, phenyl ethyl alcohol, caryophyllene, vanillin, dihydroactinidiolide, benzyl alcohol 등이 있다.

민들레 flavor는 국화 flavor와 odor가 흡사하나 약간의 날카로운 느낌을 줌으로 조합하면서 다소 부드러운 chemicals를 이용하여 민들레 flavor를 만들었고, 건강식품 및 음료제품의 적용에 국화와 더불어 품질력 향상을 꾀하고 있다.

### 4) 복분자 flavor

#### - 식품가치 및 이용

복분자는 맛이 시며 성질은 따뜻하고 독이 없다. 기운을 돋우고 몸을 가볍게 하며 눈을 밝게 하고 산딸기를 주원료로 하여 고품 추출물을 이용하여 술이나, 음료, 티백용으로 개발이 가능하고 고농축하여 감초, 구연산, 오미자, 감초 등을 가미하여 향기와 맛의 시너지 효과를 기대할 수 있다.

#### - 주요 향기성분으로는 hexenol, (Z)-3-hexenol, (E)-2-hexenol, (Z)-3-hexenyl acetate, $\alpha$ -terpineol, $\beta$ -damascone, vanillin 등이 있다.

#### - 복분자는 원료식물 취급이 용이하지 않아 제 1세부과제와 제 1협동과제에서 분석한 향기 성분과 천연식물자원에서 추출한 향료소재로, compounding하여 flavor를 개발하였다.

### 5) 석류 flavor

#### - 식품가치 및 이용

주요향기 성분으로는 2-methylbutyric acid, benzaldehyde, methyl cinnamate, raspberry ketone 등이 존재한다.

### 6) 오미자 flavor

#### - 성분 : 휘발성 정유 3%중에 sesquicarene, $\beta$ -2-bisabolene, $\beta$ -chamigrene, $\alpha$ -ylangene 확인되었으며, 주요 향기성분은 $\alpha$ -humulene, $\beta$ -elemene, $\beta$ -farnesene, germacrene D이며, 건조한 열매 중에는 citric acid 12%, mallic acid 10%, tartaric acid, schizandrin, schizandrol 등이 함유되어 있다.

#### - 식품가치 및 이용

효능 : 항균 혈압강하 강심작용, 자양강장 효과

- 오미자는 국내의 태백산, 지리산 등 깊은 산속에 자생한다.
- 오미자에는 schizandrin, Gomisins A-Q, Citral, Citric acid, 지방유,  $\beta$ -chamigrene 등의 주요성분이 들어 있다. 약리작용으로는 중추신경 흥투(興奮)작용, 진해, 거담, 자궁수축, 항균, transaminase 저하작용, 혈압강하, 강심작용 등이 알려져 있다. 한방에서는 자양강장, 수렴성 해소약, 구갈약 (목마름), 유정, 설사약, 주독을 푸는데 쓴다.
- '껍질의 신 맛, 과육의 단 맛, 씨의 맵고 쓴 맛, 전체적으로 짠맛이 있어 다섯가지 맛의 오미자라 한다'고 말한다. 그밖에 오미자차, 오미자음료, 오미자술 등 음식 및 건강음료로도 널리 애용되고 있다.
- 주요 향기성분으로는 hexenol, pinene계열, farnesene, caryophyllene 등이 함유되어 있다.
- 제 1협동과제에서 추출, 농축한 오미자 추출물과 당사에서 구입한 국내 자생 오미자와 중국 오미자를 이용하여 여러 조건에서 농축물을 만들어 오미자 flavor를 개발하였다.
- 오미자의 지표물질인 schizandrin을 정량한 결과 국내 자생 오미자의 생리활성이 더 좋은 것으로 판명되었고, 오미자 flavor를 이용한 음료 및 기능성 식품의 제품화를 이루기 위하여 품질력 향상을 도모하고 있다.

#### 라. 향초류 및 목분류 방향 향료소재를 이용한 제품개발

- 향료소재에서 분석된 향기 성분 자료를 바탕으로 제품화를 시도하였다.
- 향장품 향료는 화장품, 향수 등에 사용되는 고급(고가) 시장과 비누, 샴푸 등 생활용품에 사용되는 저가 시장으로 구분할 수 있는데, 향수 등 고급 시장은 제품력도 중요하지만 고급 이미지를 창출 할 수 있는 마케팅 능력이 더욱 중요하며 거의 유럽이 독점적인 위치를 점하고 있다. 우리나라에서 이 시장을 공략하기는 아직 부족한 점이 많다고 생각되어 생활용품 등의 시장을 겨냥한 제품화를 시도하였다
- 생활용품은 사용량은 많지만 가격대가 낮다. 인공향료를 첨가하거나, 인공원료만을 사용하여 향조를 강화시키고 가격을 낮춘 제품을 개발하였다
- 식품용 향료는 식용하였을 때 안전성이 우수하며 식품에 대해서는 극히 보수적인 본능을 가지고 있어서 경험해 보지 않은 새로운 flavor에 대해서는 거부감을 가지고 있다. 비교적 익숙한 소재를 중심으로 식품향료 원료로 인정된 인공향료로 제품을 개발하였다.

1) 산박하 (*Isodon inflexus*)

이름은 박하지만 시원한 박하향은 거의 나지 않는다. 잎이 들깨잎처럼 생겨서 깻잎나물이란 이름도 가지고 있고 주성분이 bicyclogermacrene과 1-octen-3-ol이다. 제품은 박하의 이미지를 살려 menthol등을 강화 제품화하였다.

2) 산쑥 (*Artemesia montana*)

- 주요성분

Cineol, 4-terpineol,  $\beta$ -caryophyllene, linalool, artemisia alcohol, borneol, tetracosanol, camphor, absinthin, polyin 화합물, artemose, 비타민 A, B, C, D와 choline.

- 효능

손발이 저릴 때 경련 치료작용이 있고 치질, 출혈, 하혈, 자궁출혈, 코피 지혈작용을 가지며 소화가 잘되지 않고 속이 쓰릴 때 만성 위장병 치료작용의 효과가 있다. 또한 신경통 류마티스 개선작용 효과가 있다. 그 외 냉증 개선작용, 설사 개선작용, 고혈압 개선작용, 상처 치료작용, 항암작용, 항균작용 특히 황색포도상구균, 대장균, 디프테리아균, 고초균, 농녹균, clostridium 균의 모든 것에 대하여 살균과 항균작용이 있다.

3) 소나무 (*Pinus densiflora*)

- 솔 부위 및 추출 용매를 달리한 솔향의 분석

소나무의 세 부위, 가지(twigs), 솔잎(needles), 그리고 새순(sprouts)을 각각 세가지 용매, n-hexane, diethyl ether 그리고 ethanol에 24시간동안 담가두었다가 걸러내어 rotary evaporator를 이용하여 농축한 후, 가스 크로마토그래피와 질량분석 검출기 (mass selective detector)를 이용하여 분리·동정하였다. 가지부분의 휘발성 성분의 새순부위와 솔잎부위부터 많았으며, ethanol과 ether 용매를 이용한 것보다 n-hexane에 휘발성 성분이 잘 추출되었다. Hexane으로 추출시 가지부위의 주요 휘발성 성분은  $\beta$ -pinene 18.5%, limonene 14.5%,  $\alpha$ -pinene 12.7%,  $\beta$ -myrcene 3.2%를 차지하였으며, 새순부위에서는 limonene 16.8%,  $\beta$ -pinene 4.4%,  $\alpha$ -pinene 4.3% and  $\beta$ -myrcene 1.7%이 순이었으며, 솔잎부위는  $\beta$ -pinene 14.7%,  $\alpha$ -pinene 5.4%, limonene 2.2% and  $\beta$ -myrcene 0.8%를 각각 차지하였다. Hexane을 이용한 솔가지로부터 추출된 몇 가지 주요 성분의 양을 보면, 시료 g당  $\beta$ -pinene 1108 $\mu$ g, limonene 922 $\mu$ g,  $\alpha$ -pinene 742 $\mu$ g,  $\beta$ -myrcene 212 $\mu$ g인 것으로 나타났다.

#### 4) 산초나무 (*Zanthoxylum schinfolium*)

- 운향과의 갈잎 떨기나무 산초나무 *Zanthoxylum schinfolium*., 머귀나무 *Zanthoxylum ailanthoides*, 민머귀나무 *Zanthoxylum ailanthoides*의 열매 껍질이다.
- 성미 : 신, 온
- 온중시킴으로 복부냉증을 제거하고 구토, 설사를 그치게 한다. 회충, 간디스토마에 효과가 있으며, 지루성피부염에도 효력을 보인다.
- 성분 : isopimpinellin이 함유되어 있다.

#### 5) 잣나무(*Pinus koraiensis*)

Terpene은 2차 대사물질 중의 하나로서 해충이나 균류의 침입에 대한 방어 체계에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다. 또한 우리나라 주요 수종인 소나무에 솔잎혹파리의 피해가 극심하나, 잣나무는 그 피해가 없다. 그래서 그 원인 중에 terpenoids의 영향이 있다고 생각되어 두 수종간의 해충의 피해를 규명하는데 도움이 되는 기초자료를 얻기 위하여 두 수종 잎의 정유를 채취시기에 따라 GC와 GC-MS로 분석. 정량하였다. 잣나무에서 계절별 성분의 함량변화는 3월과 8-9월 사이에서 뚜렷한 변화를 나타냈다. 이때 함량변화가 큰 성분들은  $\alpha$ -pinene, camphene,  $\beta$ -pinene, 3-carene, myrcene, limonene, terpinolene, (*E*)-caryophyllene, bornyl acetate,  $\alpha$ -terpineol borneol,  $\delta$ -cardinene 등이었다. 소나무의 경우 솔잎혹파리 감염지역과 비감염지역의 terpenoids 함량변화는 감염됨에 따라  $\alpha$ -pinene, camphene, myrcene,  $\beta$ -phellandrene등이 증가되었고, limonene,  $\alpha$ -terpinolene,  $\beta$ -caryophyllene등은 감소되는 경향을 보였다. 또한 이들 두 수종간의 *p*-menthane 계열의 monoterpene 성분들의 합성경로가 크게 차이는 있는 것으로 나타났다. 소나무의 경우는 limonene,  $\beta$ -phellandrene, terpinolene등이 많이 합성되었으며, 잣나무에서는 limonene, terpinolene등은 합성되었으나,  $\beta$ -phellandrene이 거의 합성되지 않았다. 또한 잣나무 경우는 carene 계열의 3-carene의 함량이 계절에 따라서 많이 생성되었으나, 소나무에서는 거의 없었다. 그리고 잣나무에서 carene 계열의 3-carene과 *p*menthane 계열의  $\alpha$ -terpinolene 간의 계절별 함량변화가 상호 상관이 있는 것으로 나타났다.



6) 아까시 (*Robinia pseudoacacia*)

- 아까시 꽃의 화학성분 조성

꽃잎의 수분함량은 86.6%이었다. 건물량 기준으로 조단백질 24.55%, 조회분 8.51% 및 총당 40.97%은 비교적 높은 함량이었으며, 아스코르브산도 160.44 mg% 함유되어 있었다. 유리당 함량은 건물량으로 fructose 75.23 mg/g, sucrose 61.70 mg/g 및 glucose 43.69 mg/g 순이었고, 무기질은 주로 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 철, 나트륨 등이 함유되어 있었다. 지방산 조성은 팔미트산 44.44%, 리놀레산 19.31%, 리노렌산 12.90% 등의 순이었고, 포화지방산과 불포화지방산의 비는 약 1.7:1이었다. 분석된 18종의 아미노산 중 필수아미노산의 비는 약 0.32이었다. 휘발성 향기성분은 대부분이 저비점의 탄화수소류, 알콜류, 에스테르류, 유기산류 등으로 확인되었으며 octadecanoic acid 24.19%, benzyl alcohol 9.41%, linalool 7.05%, heptacosane 5.43%, geraniol 4.28% 등이 주요향기성분이었다.

- 우리농산물 우수성 구명 : 식용꽃(食用花)의 성분구명과 이용적성 연구

꽃은 특유의 색·향을 가지고 있어 옛부터 주류, 병류, 전류, 차, 화채 등으로 용되어 왔음.

식용꽃의 일반성분 중 호박꽃과 유채꽃은 회분이, 매화·목련·굴꽃·호박꽃은 단백질이, 매실꽃·제비꽃·굴꽃은 비타민 C의 함량이 상당히 높았음.

식용꽃에는 무기성분 중 Ca, K의 함량이 비교적 많았으며 산수유·동백·배꽃에는 Ca이, 흰 백합에는 Na이, 칩꽃·자색백합에는 K이, 달맞이꽃·유채꽃에는 Mg이, 칩꽃·달맞이꽃에는 Zn의 함량이 많았음.

식용꽃의 유리당 조성을 살펴보면 모든 식용꽃에서 fructose와 glucose가 주종을 이루었고 그 중에서도 동백, 아카시아, 칩꽃 및 벚꽃에 상당량 존재하였으며 fructose/glucose의 비는 들국화가 4.03으로 가장 높았고 치자꽃이 0.29로 가장 낮았음. 그밖에 칩꽃에는 rhamnose가, 산수유꽃에는 sucrose가, 굴꽃에는 maltose, sucrose, lactose가, 목련에는 raffinose의 함량이 비교적 높았음.

유기산 조성을 살펴보면 유채꽃, 목련, 굴꽃, 장미꽃을 제외한 모든 식용꽃에서 malic acid와 tartaric acid가 주를 이루었으며 특히 동백에는 malic acid, tartaric acid를 비롯하여 succinic acid, citric acid, lactic acid가 특징적으로 많이 함유되어 있었고 그 밖에 장미꽃에는 phytic acid가, 목련에는 oxalic acid와 lactic acid가, 자색백합에는 tartaric acid가 특징적으로 많이 함유되어 있었음.

식용꽃의 색도를 살펴보면 배꽃과 굴꽃은 명도(L)가, 장미꽃은 적색도가, 달

맛이꽃과 유채꽃은 황색도가 높게 나타났음.

관능적 특성 조사 결과, 아카시아는 단맛이, 진달래와 굴꽃은 신맛이, 산수유꽃, 목련 및 들국화는 쓴맛이, 굴꽃, 아카시아, 치자꽃 및 제비꽃은 향기가 강하게 나타났음.

#### 7) 생강나무 (*Lindera obtusiloba*)

- 생강나무의 향기성분 조성을 분석해 본 결과는 다음과 같다.

GC상에서 생강나무는 꽃, 잎, 줄기 각각 60, 80, 83개의 peak가 관찰되었으며 주요 성분군은 생강나무의 경우는 꽃의 경우는 sabinene,  $\beta$ -myrcene, limonene, (*Z*)-3-hexanal,  $\nu$ -terpinene, (*Z*)-3-hexen-1-ol acetate,  $\nu$ -elemene, borneol,  $\delta$ -guaiene, ledene,  $\delta$ -cadinene, elemol, 9-octadecanal, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methylbenzene,  $\alpha$ -chamigrene,  $\nu$ -selinene,  $\beta$ -endesmol, phellandrene, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-2-cyclohexen-1-one, epiglobulol의 성분이 잎의 경우는 phellandrene,  $\alpha$ -terpinolene, sabinene,  $\beta$ -myrcene, limonene, (*Z*)-3-hexanal,  $\nu$ -elemene, borneol,  $\delta$ -guaiene, ledene,  $\delta$ -cadinene, elemol, 9-octadecanal,  $\nu$ -selinene,  $\alpha$ -chamigrene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methylbenzene,  $\beta$ -endesmol의 성분이, 줄기의 경우는 sabinene,  $\beta$ -myrcene,  $\ell$ -limonene, phellandrene,  $\alpha$ -terpinene, ledene, 1-borneol,  $\nu$ -terpinene, elemol,  $\nu$ -selinene, (*Z*)-3-hexanal, (*Z*)-3-hexen-1-ol acetate,  $\nu$ -elemene,  $\delta$ -guaiene,  $\delta$ -cadinene, 9-octadecanal, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methylbenzene,  $\beta$ -endesmol,  $\alpha$ -chamigrene의 향기성분이 주요 성분군으로 확인되었다.

생강나무에서 생강의 향기를 발산하는 성분으로는  $\beta$ -myrcene,  $\alpha$ -terpinolene, phellandrene, limonene,  $\beta$ -eudesmol,  $\delta$ -cadinene, elemol, (*E*)-caryophyllene으로 동정되었으며 그 중에서도 phellandrene,  $\beta$ -eudesmol이 주된 역할을 하는 성분으로 확인하였다.

- sitosterol, campesterol과 정유가 함유되어 있으며, 정유의 주성분은 inderol이다.

#### 8) 오미자

- 오미자 열매는 단맛, 짠맛, 쓴맛, 신맛, 매운맛의 5가지 맛을 함유한다. 달고 신맛은 주로 과육 부분에서 강하게 느껴지고, 종실에는 쓰고 매운맛이 주로 함유되어 있다. 오미자의 일반성분은 수분이 80%, 지방1%, 단백질1.2%, 당함량 14%로 구성되어있으며 과즙내 당은 fructose, sucrose, glucose,

maltose가, 유기산은 citric acid, tartartic acid, malic acid, oxalic acid, succinic acid, acetic acid, lactic acid 가 함유되어있다

- 향기성분은  $\beta$ -ocimene,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -elemene, germacrene D 등이 있다.
- 식품용 향료 조향은 관능적 특성을 고려하여 조향 하였다

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성

#### 1. 연구개발 목표 달성도

가. 산쑥 등 12 종의 초본 향료식물과 소나무 등 7종의 목본 향료식물을 대상으로 GC/MS와 GC/O를 실시하여 각 방향식물의 향기성분 분석을 완료하였다.

나. 여러 향초류 중 향이 우수한 산쑥, 오리방풀과 방향목본류에 대하여 AEDA를 실시하여 각 향기활성성분의 기여도를 확인하였다.

다. Essential oil 뿐만이 아니라 추출방법으로서 최근 사용이 늘어나고 있는 SPME 방법을 이용하여 방향목본류의 향기분석을 실시하였다.

라. 제 3세부과제에서 개발한 국산향료소재의 특성을 밝히고 실제 대상식물 및 외국 향료식물과도 비교하였다.

#### 2. 대외 기여도

##### 가. 논문발표

1. Kim. T. H., Shin J. H., Baek, H. H., Lee, H. J. Identification of volatile compounds and aroma-active compounds in suspension culture of *Agastache rugosa* O. Kuntze (Korean mint). *Ann RCNBMA*. 1999, 8, 185-193.
2. Kim. T. H., Kim, T. H., Shin, J. H., Yu, E. J., Kim, Y. S., Lee, H. J. Identification of flavor compounds produced by the pectin-elicited suspension culture of *Zanthoxylum piperitum* DC (pickly ash). *Ann*

- RCNBMA*. 2000, 9, 176-184.
3. Kim, T. H., Thuy, N. T., Shin J. H., Baek, H. H., Lee, H. J. Aroma-active compounds of miniature beefsteakplant (*Mosla dianthera* Maxim.). *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 2877-2881.
  4. Kim, T. H., Shin J. H., Baek, H. H., Lee, H. J. Volatile flavour compounds in suspension culture of *Agastache rugosa* Kuntze (Korean mint). *J. Sci. Food Agirc.* 2001, 81, 569-575.
  5. Kim, T. H., Kim, T. H., Shin, J. H., Yu, E. J., Kim, Y. S., Lee, H. J. Characteristics of aroma-active compounds in the pectin-elicited suspension culture of *Zanthoxylum piperitum* (pickly ash). *Biotechnol. Lett.* 2002, 24, 551-556.
  6. Leem, Y. H. Aroma-active compounds of 15 aromatic plants in Korea and aroma extract dilution analysis of *Artemisia montana* Nakai, *Isodon excisus* Maxim, *Schizandra chinensis* Baill. 서울대학교 석사학위논문. 2001.
  7. Kim, T. H. Development of a new dilution analysis for headspace solid phase microextracts and identification of aroma-active compounds in some foods and plant cell cultures. 서울대학교 박사학위논문. 2003 예정.
  8. Yu, E. J. Aroma-active compounds of leaf extracts from Khingan fir, Manchurian fir, and Japanese red pine. 서울대학교 석사학위논문. 2003 예정.

나. 심포지엄

1. Leem, Y. H., Kim, T. H., Shin, J. H., Lee, H. J. Volatile flavor compounds of fresh *Isodon inflexus*. 한국식품과학회 춘계 학술발표회, 2000, Proceeding, 324.
2. Kim, T. H., Thuy, N. T., Shin J. H., Baek, H. H., Lee, H. J. Aroma-active compounds of miniature beefsteakplant (*Mosla dianthera*). 한국식품과학회 춘계 학술발표회, 2000, Proceeding, 246.
3. Kim, T. H., Shin J. H., Baek, H. H., Lee, H. J. Volatile flavor compounds

- in suspension culture of *Agastache rugosa*. 한국식품과학회 춘계 학술발표회, 2000, Proceeding, 247.
4. Leem, Y. H., Kim, T. H., Lee, H. J. Volatile flavor compounds of fresh *Artemisia montana* Nakai Pampam (sanssuk). Agricultural Biothchnology Symposium, 2000, Proceeding, 6.
  5. Kim. T. H., Shin J. H., Baek, H. H., Lee, H. J. Flavor characteristics of volatile compounds from suspension culture of *Agastache rugosa* Kuntze (Korean mint) cells. IFT Annual Meeting Technical Program, 2001, Proceeding, 17.
  6. Leem, Y. H., Lee, H. J. Volatile flavor compounds of fresh *Artemisia montana* Nakai Pampam (sanssuk). IFT Annual Meeting Technical Program, 2001, Proceeding, 103.
  7. Kim. T. H., Kim, T. H., Shin, J. H., Yu, E. J., Kim, Y. S., Lee, H. J. Volatile compounds of Chopi (*Zanthoxylum piperitum*) suspension culture. 한국식품과학회 추계 학술발표회, 2001, Proceeding, 69.
  8. Yu, E. J., Kim, T. H., Lee, H. J. Aroma-active compounds of *Abies nephrolepis* (Kingan fir). 한국식품과학회 춘계 학술발표회, 2002, Proceeding, 71.
  9. Kim. T. H., Lee, S. M., Kim, Y. S., Lee, H. J. Aroma dilution analysis of headspace solid phase microextraction changing injector split ratios of a gas chromatograph. 한국식품과학회 춘계 학술발표회, 2002, Proceeding, 80.
  10. Yu, E. J., Kim, T. H., Lee, H. J. Aroma-active compounds of *Abies holophylla* (Manchurian fir). 한국식품과학회 추계 학술발표회, 2002 Proceeding, 163.

## 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공

### 1. 연구 개발 목표 달성도

가. 쑥갓 등 12 종의 초본 향료식물과 소나무 등 5종의 목본 향료식물을 대상으로 GC/MS와 GC/O를 실시하여 각 방향식물의 향기성분 분석을 완료하였다.

나. 추출 방법으로 SDE (Simultaneous Distillation Extraction), Steam Distillation Extraction, Solvent Extraction의 방법을 이용하여 향기 성분을 분석하였다.

다. 향성분을 micor-encapsulation시키는 방법을 이용하여 향기성분을 분말 포장하였다.

### 2. 대외기여도

#### 가. 논문 발표

1. Song, J. S. Effective Extraction Methods for Flavor compounds from Domestic Volatile plants. 중앙대학교 석사학위논문. 2000.
2. Kim, J. H. Optimal Extraction Methods of Aromatic Compounds from Domestic Aromatic Trees. 중앙대학교 석사학위논문. 2001

#### 나. 심포지엄

1. Song, J. S., Koo, J. E., Yoon, K. R., Park., K. H., Effective Extraction Methods for Volatile Compounds of *Chrysanthemum coronarium*. 한국식품과학회 추계 학술발표회, 2001.
2. Kim, J. H., Park., K. H., Lee, H. J. Optimal Extraction Methods of Aromatic Compounds from Domestic Aromatic Trees. IFT Annual Meeting Technical Program, 2001.

## 국산 방향식물 정유의 제품화

### 1. 연구 개발 목표 달성도

- 가. 국내 향료식물과 세계 향료소재 시장의 현황에 대한 문헌 조사를 실시하였다.
- 나. 미나리, 국화, 민들레, 복분자, 석류, 오미자 등 방향 생약자원을 이용하여 식품용 향료소재를 개발하였다.
- 다. 국내 방향식물 중 산박하, 산쑥, 소나무, 잣나무, 산초, 아까시, 생강나무, 머루, 당귀 등을 대상으로 한 식품용 소재를 개발하였으며 향장품용으로는 생활용품 등에 적용할 수 있도록 소나무, 산쑥, 산초 등을 기반으로 한 소재를 개발하였다.



## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성

본 연구에서는 국산 식물자원의 향기성분을 GC/MS 분석뿐만이 아니라 GC/O 분석까지 실시하여 향기활성성분까지 밝힌 결과이다. 이러한 결과는 아직 세계 학계에 보고되지 않은 상태이므로 국산 향료식물 특유의 방향성분과 향기특성을 규명한 결과를 국제 학술지에 발표함으로써 국산 향료자원의 우수성을 국제적으로 홍보할 계획이다.

### 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공

현재 향수나 향 비누 같은 용품들이 거의 외국에서 수입해서 이용하고 있는 실정이다. 따라서, 이를 국내에 있는 향 식물을 이용하여 대체시킬 가능성이 많다. 그러나 현재에는 이를 활용하여 상품화하여 이용하는 예는 치료용 정도 밖에 없다. 따라서 쉽게 구할 수 있는 국내산 자생 식물인 초본류와 목본류의 향이 많이 추출될 수 있는 조건을 구축하였으며, 이를 활용하여 생필품 등 제품에 첨가하여 적은 양으로 경제적으로 향을 낼 수 있는 상품의 제조가 가능하다.

향이라고 하면 순간적으로 느끼고 마는 것이라는 생각에 국내에선 많은 투자가 이루어지지 않고 있다. 따라서 향료의 미세캡슐화 방법을 개발하여 향을 고체 분말 사이에 포집 할 수 있는 기술을 발달시켰으며, 가루 자체뿐 만 아니라, 이를 다시 액화하여 사용이 가능하게 됨에 따라 향 제품으로의 발전·이용 범위가 넓어졌다고 할 수 있겠다.

### 국산 방향식물 정유의 제품화

향장품 향료는 화장품, 향수 등에 사용되는 고급(고가) 시장과 비누, 샴푸 등 생활용품에 사용되는 저가 시장으로 구분할 수 있는데, 향수등 고급 시장은 제품력도 중요하지만 고급 이미지를 창출 할 수 있는 마케팅 능력이 더욱 중요하며 거의 유럽이 독점적인 위치를 점하고 있다. 우리나라에서 이 시장을 공

락하기는 아직 부족한 점이 많다고 생각되어 생활용품등의 시장을 겨냥한 제품화를 시도하였다

생활용품은 비누, 샴푸, 세제, 섬유유연제, 주방용, 방향제, 소취제, 입욕제 등으로 세분되는데 사용량은 많지만 가격대가 높다. 따라서 천연물보다는 artificial flavoring 원료를 첨가하거나, artificial 원료만을 사용하여 향조를 강화시키고 가격을 낮춘 제품이 적합하다. 그 동안의 연구 결과를 바탕으로 독창적인 향조의 제품으로 시장을 공략할 계획이며, 수출용으로 적용하기 위하여 원가경쟁력 더 개선할 예정이다

식품용 향료는 식용하였을 때 안전성을 매우 중시하며 소비자는 식품에 대해서는 극히 보수적인 본능을 가지고 있어서 경험해 보지 않은 새로운 flavor에 대해서는 거부감을 가지고 있다. 1차 2차 연구 결과에서 비교적 친숙한 소재를 중심으로 식품향료로 개발하였다. 하지만 이들도 기존에 형성되어있는 식품군에 바로 적용하기는 대중성이 떨어진다. 따라서 건강기능식품법의 제정 등으로 크게 성장되리라 예상되는 건강기능식품 적용 선점하면 오히려 시장진입이 용이하리라 생각된다. 국내 시장에 성공적으로 진입한다면 이를 바탕으로 수출 상품화도 가능하리라 생각된다

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성

#### 시료의 전처리 및 향기성분 추출 방법

1. Jirovetz, L., Smith, D., Buchbauer, G. Aroma compound analysis of *Eruca sativa* (Brassicaceae) SPME headspace leaf samples using GC, GC-MS, and olfactometry. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 4643-4646.
2. Bicchi, C., Iori, C., Rubiolo, P., Sandra, P. Headspace sorptive extraction (HSSE), Stir bar sorptive extraction (SBSE), and solid phase microextraction (SPME) applied to the analysis of roasted arabica coffee and coffee brew. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 449-459.
3. Baltussen, E., Sandra, P., David, F., Cramer, C. Stir-bar sorptive extraction (SBSE), a novel extraction technique for aqueous samples: Theory and principles. *J. Microcolumn Separations.* 1999, 11, 737-747.
4. Garcia, M. A., Sanz, J. Analysis of *Origanum vulgare* volatiles by direct thermal desorption coupled to gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatography A.* 2001, 918, 189-194.

#### 향기활성성분의 동정 방법

1. Miettien, S. M., Tuorila, H., Piironen, V., Vehkalahti, K., Hyvonen, L. Effect of emulsion characteristics on the release of aroma as detected by sensory evaluation, static headspace gas chromatography, and electronic nose. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 4232-4239.
2. Etievant, P. X., Callement, G., Langlois, D., Issanchou, S., Coquibus, N. Odor intensity evaluation in gas chromatography-olfactometry by finger

- span method. *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 1673-1680.
3. Bezman, Y., Rouseff, R. L., Naim, M. 2-Methyl-3-furanthiol and methional are possible off-flavors in stored orange juice: aroma-similarity, NIF/SNIF GC-O, and GC analysis. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 5425-5432.
  4. Pollien, P., Ott, A., Montigon, F., Baumgartner, M., Munoz-Box, R., Chaintreau, A. Hyphenated headspace-gas chromatography-sniffing technique: screening of impact odorants and quantitative aromagram comparisons. *J. Agric. Food Chem.* 1997, 45, 2630-2637.

### 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공

#### 추출 방법

1. Michalowski, T. Effect of mutual solubility of solvents in multiple liquid-liquid extraction *J. Chem. Edu.* 2002, 79, 1267-1268.
2. Micheal, E. M., James, D. S. Comparison of Gas-Sample and SPME-Sampled Static Headspace for the Determination of Volatile Flavor Components. *Anal. Chem.* 1999, 71, 23-27.
3. Pacific Research Consulting. Freeze Extraction Black Coffee *New Food Products in Japan.* 2002, 27, 1.
4. Koester, C. J., Andresen, B. D., Grant, P. M. Optimum methamphetamine profiling with sample preparation by solid-phase microextraction. *J. Forensic Sci.* 2002, 47, 1002-1007.
5. Martin Harper; Extracting metalworking fluid aerosol samples in cassettes by provisional ASTM and NIOSH methods. *AIHA J.* 2002, 63, 488-492.
6. Extraction process for flavors, fragrances gets scaled-up. *Chemical Engineering Progress.* 2002, 98, 20.

## 미세 캡슐화

1. Patent Obtained for Encapsulation Technology Using Super Critical Fluids
2. Biotech Week. Atlanta. Jan 26, 2001, 7-8.
3. Dahlgran, James., Thies, Curt., Performance evaluation soil samples for volatile organic compounds utilizing solvent encapsulation technology, *Environ. Sci. Technol.* 1999, 33, 1534-1537.

## 제 7 장 참고문헌

### 수출용 국산 방향식물의 향기성분 특성

1. Marrse, H. *Volatile Compounds in Foods and Beverages*. Maarse H. (ed.) Marcel Dekker, New York, 1991, 1-3.
2. Marsili, R. (ed.) *Techniques for Analyzing Food Aroma*. Marcel Dekker, Newyork, 1997, 265-292.
3. Cunningham, D. G., Acree, T. E., Barnard, J., Butts, R. M., Braell, P. A., Charm analysis of apple volatiles. *Food Chem.* 1986, 19, 137-146.
4. Miranda, L. R., Libbey, L. L., Watson, B. T. Odor analysis of Pinot noir wines from grapes of different maturities by a gas chromatography-olfactometry technique (Osme). *J. Food Sci.* 1992, 57, 985-993.
5. Friedrich J. E., Acree, T. E. Gas chromatography olfactometry (GC/O) of dairy products. *Int. Dairy J.* 1998, 8, 235-241.
6. Milo, C., Grosch, W. Changes in the odorants of boiled salmon and cod as affected by the storage of the raw material. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44, 2366-2371.
7. Kersch, R., Grosch, W. Comparative evaluation of potent odorants of boiled beef by aroma extract dilution and concentration analysis. *Z. Lenensm Unters Forsch.* 1997, 204, 3-6.
8. Tu, N. T. M., Onishi, Y., Choi, H. S., Kondo, Y., Cassore, S. M., Ukeda, H., Sawamura, M. Characteristic odor components of *Citrus sphaerocarpa* Tanaka (Kabosu) cold-pressed peel oil. *J. Agric Food Chem.* 2002, 50, 2908-2913.
9. Song, H. S., Sawamura, M., Ito, T., Kawashimo, K., Ukeda, H. Quantitative determination and characteristic flavour of *Citrus Junos* (yuzu) peel oil. *Flavour Fragr. J.* 2000, 15, 245-250.
10. Derail, C., Hofmann, T., Schieberle, P. Differences in key odorants of

- handmade juice of yellow-flesh peaches (*Prunus persica* L.) induced by cold-up procedure. *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 4742-4745.
11. Hinterholzer, A., Schieberle, P. Identification of the most odour-active volatiles in fresh, hand-extracted juice of Valencia late oranges by odour dilution techniques. *Flavour Fragr. J.* 1998, 13, 49-55.
  12. Choi, H. S., Kondo, Y., Sawamura, M. Characterization of the odor-active volatiles in Citrus Hyuganatsu (*Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka). *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 2404-2408.
  13. Jordan, M. J., Tandon, K., Shaw, P. E., Goodner, K. L. Aromatic profile of aqueous banana essence and banana fruit by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-olfactometry (GC-O). *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 4813-4817.
  14. Steinhaus, M., Schieberle, P. Comparison of the most odor-active compounds in fresh and dried hop cones (*Humulus lupulus* L. Variety Spalter Select) based on GC-olfactometry and odor dilution techniques. *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 1776-1783.
  15. Fickert, B., Schieberle, P. Identification of the key odorants in barley malt (caramalt) using GC/MS techniques and odour dilution analyses. *Nahrung.* 1998, 42, 371-375.
  16. Ulrich, D., Hoverg, E., Bittner, T., Engewald, W., Meilchen, K. Contribution of volatile compounds to the flavor of cooked asparagus. *Eur. Food Res. Technol.* 2001, 213, 200-204.
  17. Masanetz, C., Guth, H., Grosch, W. Fishy and hay-like off-flavours of dry spinach. *Z. Lebensm Unters Forsch A.* 1998, 206, 108-113.
  18. Kumazawa, K., Masuda, H. Identification of potent odorants in Japanese green tea (Sen-cha). *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 5169-5172.
  19. Fu, S. G., Yoon, Y., Bazemore, R. Aroma-active components in fermented bamboo shoots. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 549-554.
  20. Park, E. R., Choi, J. H., Kim, K. S. Volatile flavor components from

- traditional cultivars of pear (*Pyrus pyrifolia* N.) *Korean J. Food Sci. Technol.* 2002, 34, 180-185.
21. Kim, A. K., Kim, H. B., Kim, Y. H., Kim, D. Y., Kim, M. K. Volatile flavor components of oriental melon. *J. Korean Soc. Horticultural Sci.* 1997, 38, 33-38.
  22. Kim, J. M., Ko, Y. S. Comparative studies on the aroma and taste components of Korean and imported kiwifruits. *Korean J. Food Sci. Technol.* 1997, 29, 626-629.
  23. Kim, K. S., Lee, H. J., Kim, S. M. Volatile flavor components in water melon (*Citrullus vulgaris* S.) and oriental melon (*Cucumis melo* L.) *Korean J. Food Sci. Technol.* 1999, 31, 322-328.
  24. Min, Y. K., Yoon, H. S., Ui, J. J. Analysis of aroma compounds extracted from Jujube fruits with different methods. *Food Eng. Prog.* 1999, 3, 35-39.
  25. Lee, J. W. Volatile flavor constituents in the rhizoma of *Gastrodia elata*. *J. Korean Agric. Chem. Biotechnol.* 1997, 40, 455-458.
  26. Park, E. R., Lee, H. J., Lee, M. Y., Kim, K. S. Volatile flavor components in various edible portions of *Angelica keiskei* koidz. *Korean J. Food Sci. Technol.* 1997, 29, 641-647.
  27. Lee, M. S., Choi, H. S. Volatile flavor components in various edible portions of *Capsella bursa* Pastoris. *Korean J. Food Sci. Technol.* 1996, 28, 822-826.
  28. Lee, M. S., Choi, H. S. Volatile flavor components of *Commelina communis* L. as influenced by drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 1995, 27, 380-386.
  29. Park, E. R., Jo, J. O., Kim, S. M., Lee, M. Y., Kim, K. S. Volatile flavor components of leek (*Allium tuberosum* rottler). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutrition.* 1998, 27, 563-567.
  30. Kim, H., Chang, S. M., Cha, Y. J. Identification of aroma-active compounds in Korean salt-fermented anchovy. *Food Ind. Nutrition.*



1997, 2, 56.

31. Jeong, O. J., Yoon, H. S., Min, Y. K. Aroma characteristics of neungee (*Sarcodon aspratus*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 2001, 33, 307-312.
32. Jun, H. R., Kim, Y. S. Comparison of volatile compounds in red pepper (*Capsicum annum* L.) power from different origins. *Food Sci. Biotechnol.* 2002, 11, 293-302.
33. Koukos, P. K., Papadopoulou, K. I., Patiaka, D. T., Papagiannopoulos, A. D. Chemical composition of essential oils from needles and twigs of Balkan pine (*Pinus peuce* Grisebach) grown in Northern Greece. *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 1266-1268.
34. Petrakis, P. V., Tsitsimpikou, C., Tzakou O., Couladis, M., Vagias, C., Rpisos V. Needle volatiles from five *Pinus* species growing in Greece. *Flavour Fragr. J.* 2001, 16, 249-252.
35. Kwon, J. H., Byun, M. W., Kim, Y. H. Chemical composition of acacia flower (*Robinia pseudoacacia*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 1995, 27, 789-793.
36. Flath, R. A., Richard, M. T., Mackley, J. W. Volatile components of Acacia sp. blossoms. *J. Agric. Food Chem.* 1983, 31, 1167-1170.
37. Choi, S. H., Kim, H. J. Volatile flavor components of *Angelica gigas* Nakai by the storage conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 2000, 32, 513-518. Holm, Y., Vuorela, P., Hiltunen, R. Enantiomeric composition of monoterpene hydrocarbons in n-hexane extracts of *Angelica archangelica* L. roots and seeds. *Flavour Fragr. J.* 1997, 12, 397-400.
38. Cho, M. G., Chae Y. A., Song J. S. Volatile components analysis using SPME in traditional aromatic plant resources, *Zanthoxylum schinifolium* Siebold et Zucc. and *Z. piperitum* DC. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* 2001, 9, 192-197.
39. Chyau, C. C., Mau J. L., Wu, C. M. Characteristics of the steam-distilled oil and carbon dioxide extract of *Zanthoxylum simulans* Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 44, 1096-1099.

40. Muller-Riebau, F. J., Berger, B. M., Yegen, O., Cakir, C. Seasonal variations in the chemical compositions of essential oils of selected aromatic plants growing wild in Turkey. *J. Agric. Food Chem.* 1997, 45, 4821-4825.
41. Rohloff, J. Monoterpene composition of essential oil from peppermint (*Mentha × piperita* L.) with regard to leaf position using solid-phase microextraction and gas chromatography/mass olfactometry analysis. *J. Agric. food Chem.* 1999, 47, 3782-3786.
42. Rosilli, L., Salinas, M. R., Garijo, J., Alonso, G. L. Study of volatiles in grapes by dynamic headspace analysis application to the differentiation of some *Vitis vinifera* varieties. *J. Chromatography A.* 1999, 847, 155-159.
43. Mateo, J. J., Jimenez, M. Monoterpenes in grape juice and wines. *J. Chromatography A.* 2000, 881, 557-567.
44. Kim J. H. Seasonal variation in concentration and composition of monoterpenes from *Artemisia princeps* Var. *orientalis*. *Korean J. Ecol.* 1996, 19, 321-328.
45. Arino, A., Arberas, I., Renobales, G., Dominguez, J. B. Influence of extraction method and storage conditions on the volatile oil of wormwood (*Artemisia absinthium* L.). *Eur. Food Res. Thchnol.* 1999, 209, 126-129.
46. Mallavarapu, G., R., Kulkarni, R. N., Baskaran, K., Rao, L., Ramesh, S. Influence of plan growth stage on the essential oil content and composition in *Davana* (*Artemisia pallens* Wall.). *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 254-258.
47. Umamo, K., Hagi, Y., Nakahara, K., Shoji, A., Shibamoto, T. Volatile chemicals identified in extracts from leaves of Japanese mugwort (*Artimisia princeps* Pamp.). *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 3463-3469.

## 국산 방향식물로부터 향료성분의 추출 및 가공

1. Acree, T.E. GC/olfactometry, *Analytical Chemistry New and features*, 1997, 69, 170-175.
2. Arctender, S. Perfume and flavor chemicals. Montclair, N.Y. 1969.
3. Bendnarczyk, A. and Kramer, A. Chem. senses flav., 1975, 1, 377.
4. Buckingham, J. and Donaghy, S.M. Dictionary of organic components, Chapman & Hall Ltd. 5th ed. 1982.
5. Davies, N.W. Gas Chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicon and Carbowax 20M phases. *J. Chromatography*, 1990, 1, 503.
6. Erdman. J.W., Weingartner, K.E., Mustakas, G.C, Schumutz, R.D. and Parker, H.M. Zinc and Magnesium bioavailability from acid-precipitated and neutralized soybean protein products. *J. Food Sci.*, 1980, 45, 1193.
7. Feffrey B.H. and Herbert B. Phytochemical Dictionary, A Handbook of bioactive Compounds from Plants. Taylor & Francis Ltd, London, 1993, 555.
8. Frutos M. de, J. Sanz and I. Martinez Castro Simultaneous distillation extract(SDE) method in the qualitative and quantitative GC analysis of cheese volatile components. *Chromatographia*. 1988, 25, 861-864.
9. Harold, W.G. Flavor chemistry of lipid foods, The American Oil Chemist's Society, USA, 1989, 98.
10. Kim, K.R., Zlatkis, A., Park, J.W. and Lee, U.C. Isolation of essential oils from tobacco by gas co-distillation/solvent extraction. *Chromatographia*, 1982, 15, 559.
11. Koyasako, A. and Bernhard, R.A. Volatile constituents of the essential oil of kumquat, *J. Food Sci.*, 1983, 48, 1807.
12. Maarse H. and Belz, R. Isolation and identification of volatile compounds in aroma reserch. D.Reidel publishing, Dorolrecht, Holland 1985.
13. Nunez A.J. and Maarse, H. Isolation methods for the volatile components

- of grapefruit juice. Distillation and solvent extraction methods. *Chromatographia*. 1984, 18, 153-158.
14. Okubo. K., Myers, D.V. and Lacobucci, G.A. Binding of phytic acid to glycinin. *Cereal Chem.*, 1976, 53, 513.
  15. Phillip, I. Identification of volatile food components, Mass spectrometry for flavor Reserch, *Food Tech.*, 1969, 23, 103.
  16. Pino, J.A., Rosado, A., Goire, I. and Roncal, E. Evaluation of flavor characteristic compounds in Dill herb esential oil by sensory analysis and gas chromatography, *J. Agric. Food Chem.*, 1995, 43, 1307-1309.
  17. Rham D. and Jost, T. Protein interactions in soybean extracts and low-phytate soy protein products. *J. Food Sci.*, 1979, 44, 596.
  18. Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Egging, S.B. and Teranishi, R. Ioslation of volatile components from a model system, *J. Agri. Food Chem.*, 1977, 25, 446.
  19. Shimoda, M., Y. Wu. and Y. Osajima. Aroma compounds from aqueous solution of Haze (*Rhussucedanea*) honey determined by adsoptive column chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 1996, 42, 2246-2253.
  20. Simon, P.E., Lindsay, R.C. and Peterson, C.E. Analysis of carrot volatiles collected on porous polymer traps. *J. Agric. Food Chem.*, 1980, 28, 549.
  21. Sio. K Tofu-relationship between texture and fine structure, *Cereal Food World*, 1979, 24, 342.
  22. Specht, K. and W. Baltes. Identification of volatile flavor compounds with high aroma values from Shallowfried beef. *J. Agric. Food Chem.* 1994, 42, 2246-2253.
  23. Stone, E.J., Hall, R.M. and Kazeniach, S.J. Formation of aldehydes and alcohols in tomato fruit from U-<sup>14</sup>C-labelled linolinic and linoleic acids, *J. Food Sci.*, 1989, 40, 1138.
  24. Tasi. S.J., Lan. C.Y., Kao, C.S. and Chen, S.C. Studies on the yield and quality characteristics of tofu. *J. food. Sci.*, 1981, 46, 1734.
  25. Teranishi, R. and Kint, S. Flavor Science; Sensible Priciples and

- Techniques, American Chemical Society Professional Reference Book, Washington, D. C., 1993, 143.
26. Weurman C. Isolation and concentration of volatiles in food odor reserch. *J. Agric. food Chem.* 1969, 17, 370-384.
27. 김만옥. 고려 인삼의 지용성 성분에 관한 연구, 한양대학교 박사학위논문, 1986.
28. 김용택. Pine heedle oils의 성분 조성과 그 함량, 연세대학교 산업대학원 석사학위논문, 1987.
29. 김태욱. 한국의 수목, 교학사, 1996, 28-36.
- 김현정. 장미꽃 향기성분의 포집과 기체 크로마토그래피, 서울여자대학교 석사학위논문, 1997.
30. 김호, 조도현, 박연희, 이춘영, 이양희. 밀감 주스의 향기성분의 정량, 한국농화학회지, 1980, 23(2), 106.
31. 문범주. 식품첨가물, 수학사, 1986, 262-263.
32. 박은령, 이해정, 이명렬, 김경수 신선초의 식용부위별 향기성분, 한국식품과학회지, 1997, 29(4), 644.
33. 손정옥, 황병호. 주요 침엽수 정유의 테르페노이드 성분 분석-수종별 테르페노이드 성분의 비교, 임산에너지, 1993, 10(2), 97-106.
34. 송재철, 박현정. 식품첨가물학, 내하출판사, 2000, 205-206.
35. 신국현, 지형준, 조선행, 김재덕, 이용정. 전통 천연향료개발에 관한 연구 제 2차년도 최종 보고서, 과학기술처, 1996. 68.
36. 신숙희. 향신천연물질자원, 한국생약학회 편집, 1987, 8.
37. 신원선, 하재호, 구민선, 허우덕. SPME 및 GC-AEDA를 이용한 노간주열매의 향기성분의 분석, 한국분석과학회 제21차 총회 및 학술대회 초록집, 1998, 102.
38. 우원식. 천연물화학연구법, 민음사, 1986, 127-128.
- 이미순, 최향숙. 냉이의 식용부위별 휘발성 향기성분, 한국식품과학회지, 1996, 28(5), 824.
39. 이미정, 이양봉, 양지영, 권혜순, 윤정로. Linens-Nickerson 장치로 추출한 솔가지의 휘발성 성분의 분리 및 동정, 한국식품영양과학회지, 1998, 27,

568-573.

40. 이정식, 윤평섭. 자생식물학, 서일출판사, 1996, 422-423 .
41. 이창복. 대한식물도감, 향문사, 1983, 59.
42. 이형주, 박기환, 이용정. 국산 방향식물로부터 수출용 향료소재의 개발 제 2 차년도 중간보고서, 농림부, 2001.
43. 장진성, 전정일, 현정오. 한국산 분비나무와 구상나무의 형질분석과 종간유연 관계, 한국임학회지, 1997, 86(3), 378.
44. 차용준, 김은정. 키조개 부산물 단백질 가수분해물의 휘발성 향기성분에 관한 연구, 한국식품과학회지, 1995, 27(6), 966.
45. 최경숙, 최봉영, 박형국, 김정환, 박중세, 윤창노. 참쑥의 방향성분, 한국식품과학회, 1998, 774.
46. 최영진. 한국의 민속식물, 아카데미서적, 1992, 205.
47. 최재우, 배영수. 황벽나무의 추출성분 및 항산화활성검정, 한국목재공학회 2000년 추계학술발표논문집, 2000, 209.
48. 최재우, 배영수. 황벽나무의 추출성분, 한국목재공학회, 2000, 210.
49. 홍재식, 이극로, 김영희, 김동한, 김명곤, 김영수, 여규영. 한국산 표고버섯의 휘발성 향기성분, 한국식품과학회지, 1988, 20(4), 608.
50. 황병호, 조재현, 함승시, 강하영. 소나무속 잎의 성분 분석, 한국식품영양과학회지, 2000, 29(1), 6-9.

#### 국산 방향식물 정유의 제품화

1. Reineccius, G. *Source Book of Flavor*, Chapman & Hall. 1994.
2. Ashurst, P. *Food flavorings*, An Aspen Publication. 1999.
3. Burdock, George. *Handbook of Flavor ingredients*, CRC Press. 1995.
4. 김태정. 한국의 자원식물, 서울대학교 출판부. 1996.
5. 조태동. 허브, 대원사. 1996.
6. 오전석남. ENCYCLOPEDIA OF NATURAL MEDICINE, Hirokawa Publishing Co.
7. 이창복. 대한식물도감, 향문사. 1989.

8. 식품유통연감, 식품저널. 2000, 2002.
9. 김호철. 한약약리학, 집문당. 2001.
10. 안덕균. 한국본초도감, 교학사. 2000.

