Korean J. Food & Nutr. Vol. 25. No. 4, 930～940 (2012)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2012.25.4.930

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

# Terpenoid 분석을 통한 취나물류의 향기지표물질 비교

†최 향 숙
경인여자대학교 식품영양과

# A Comparison of Volatile Flavor Characteristics of Chwi-namuls by Terpenoid Analysis

†Hyang-Sook Choi
*Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's College, Incheon 407-740, Korea*

## Abstract

A comparison of essential oils composition of *Aster tataricus* L. (gaemichwi), *Ligularia fischeri* (gomchwi), *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai (miyeokchwi), and *Aster scaber* (chamchwi) was performed by gas chromatography and mass spectrometry for the identification of volatile flavor characteristics in chwi-namuls. The essential oils were extracted by the hydro distillation extraction method. One hundred volatile flavor components were identified from gaemichwi essential oil. α-Pinene (11.5%) was the most abundant compound, followed by myrcene (8.9%) and β-pinene (7.5%). Ninety-one volatile flavor components were identified from the essential oil of gomchwi. Aromadendrene (14.8%) was the most abundant component, followed by β-caryophyllene (7.6%) and 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexene (7.3%). Ninety-five volatile flavor constituents were detected in the essential oil of miyeokchwi, moreover, spathulenol (15.7%) was the most abundant component. Ninety-six volatile flavor constituents were detected in the essential oil of chamchwi. Epi-bicyclosesquiphellandrene (21.9%) was the most abundant component, followed by β-caryophyllene (9.5%) and δ-terpinene (8.9%). The essential oil composition of gaemichwi was characterized by a higher contents of pinenes. The essential oil composition of gomchwi can be easily distinguished by the percentage of aromadendrene. Spathulenol and epi-bicyclosesquiphellandrene were regarded as the characteristic odorants of miyeokchwi and chamchwi, respectively.

Key words: essential oil composition, *Aster tataricus* L., *Ligularia fischeri*, *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai, *Aster scaber*

## 서 론

지구상에는 약 50만 종에 달하는 식물이 존재하며, 이들은 의약품, 식량, 색소, 향료 등으로 이용되어 왔다. 그 중 식용 및 약용으로 이용되는 식물은 현재까지 36,000여 종이 밝혀져 있으며, 매년 약 1,600여 종이 새롭게 발견되고 있다. 한반도에는 4,500여 종의 고등식물이 있으며, 이 중 유효성분이 과학적으로 규명된 야생식물을 약용자원식물이라 하는데, 우리나라에는 이 부류에 속하는 식물이 약 900여 종이 있고, 서양 의약이 들어오기 오래 전부터 식품, 약품 및 향품으로 이용되어 왔다. 그 중에서도 산과 들에 자생하는 산채류는 약리작용이 있는 것이 많아 고대부터 의약이나 식재료로 사용되어 왔다(Teutonico 등 1985; Lee TB 2006).

식물자원의 탐색, 확보, 체계적 관리, 품질 관리 지표 확립 및 보전은 국가 발전과 국제 경쟁력 향상의 중요한 기반인 동시에 관련 산업 발전 및 자연 보전의 기초가 되고 있다. 따라서 식물자원 주권 확보와 국가 산업 경쟁력을 확보하기 위하여 자국의 식물자원에 대한 연구와 품질 지표 확립 연구는 중요하다. 특히 고유종의 경우, 대부분이 희귀 및 멸종 위기 식물로서, 이들의 합리적 보존 방안 도출 및 화학적 정보에

† Corresponding author: Hyang-Sook Choi, Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's College, Incheon 407-740, Korea. Tel: +82-32-540-0272, Fax: +82-2-540-0275, E-mail: hschoi@kic.ac.kr

대한 체계적인 시스템 구축은 시급한 실정이다. 각 나라마다 고유 식물자원의 종자를 보존하고 화학적 정보를 산출하여 체계화함으로서 고유 식물자원의 보전과 관리 기반을 구축하는 데에 많은 노력을 기울이고 있다.

천연식물성 소재는 부작용이 없고, 인간의 역사와 더불어 오랜 기간 민간요법에 사용되어 왔다. 최근 들어 발달된 과학기술을 바탕으로 이러한 천연소재의 유효성분을 확인하고, 이를 건강 유지, 치료보조제 및 치료제로 활용하려는 많은 연구들이 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다(Choi 등 2001; Hiruma-Lima 등 2002; Caldefied-Chezet 등 2004; Misaghi & Basti 2007; Jang 등 2010; Lee & Rhee 2010; Kang 등 2011; Park 등 2011). 천연물 중 방향성 식물은 고대부터 질병의 치료에 결정적인 역할을 하기도 했으며, 이러한 유효성분은 식물의 정유(essential oil)에 함유된 terpenoid에 기인하는 것으로 알려져 있다. 정유 속 terpenoid의 생리적 효능이 최근 주목받아오고 있는데, 정유는 식물에서 자연 발생하는 휘발성의 화학물질을 말한다. Terpenoids는 아이소프렌(isoprene) 분자가 2개 또는 그 이상 중합되어 이루어진 물질을 총칭하며, 탄소수에 따라 hemiterpenoid($C_5$), monoterpenoid($C_{10}$), sesquiterpenoid ($C_{15}$), diterpenoid($C_{20}$), triterpenoid($C_{30}$) 및 tetraterpenoid($C_{40}$)로 분류된다(Heath HB 1986).

국화과 채소는 우리나라 식생활에서 중요한 비중을 차지하고 있다. 여러 종류의 취나물(참취, 개미취, 미역취, 곰취, 수리취 등), 우엉, 쑥, 상치, 씀바귀 등은 우리 식생활에 널리 이용되고 있는 국화과 채소들인데, 이들의 과학적인 성분 규명이나 화학적 조성에 대한 연구는 그리 이루어져 있지 않다 (Tsuneatsu 등 1989; Hiroshi 등 1994; Hiroshi 등 1995; Cheng 등 2005; Shunying 등 2005, Jung 등 2007; Lee KS 등 2008; Lee E 2011; Lee KC 등 2012). 더구나 우리 식생활에서 중요한 부식으로 이용되고 있는 취나물은 그 종류가 다양하여 섭취량이 많음에도 정확한 품종 간 성분 규명이나 품질지표가 확립되어 있지 않은 실정이다.

본 연구에서는 국내에서 자생하며, 산나물의 형태 및 한방재료로 많이 섭취되고 있는 국화과의 다년초인 개미취, 곰취, 미역취, 참취를 대상으로 정유 성분분석을 통한 향기 특성을 규명함으로써 식품산업 부분에 활용시 품질 지표 자료를 제공하고자 한다. 국화과 채소는 우리 국민의 식생활에 주요 부분을 차지하는 미각채소로서 이에 대한 화학성분 규명 등에 대한 체계화된 과학적인 연구는 국민 건강향상에 크게 도움이 될 것이다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

본 실험에 사용한 개미취(*Aster tataricus* L., gaemichwi), 곰취(*Ligularia fischeri*, gomchwi), 미역취(*Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai, miyeokchwi) 및 참취(*Aster scaber*, chamchwi)는 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원에서 제공된 2011년 6월에 수확된 자생 식물로서, 식물학적 확인을 거친 후 사용하였다. 수확된 시료는 통풍이 잘 되는 그늘에서 7일간 자연 건조시킨 후 사용하였다. 추출된 정유의 구성성분을 동정하기 위해 내부표준물질로 1-heptanol 및 methyl myristate (Waco Pure Chemical Industries, Osaka, Japan)를 사용하였고, gas chromatography(GC) 및 mass spectrometry(MS)에 사용한 표준물질은 Aldrich Chemical Co.(WI, USA), Sigma Chemical Co.(MO, USA), PolyScience Co.(IL, USA), AccuStandard Inc. (CT, USA), Theta Co.(PA, USA), Wako Pure Chemical Industries (Osaka, Japan), Bolak Co., Ltd.(Osan, Korea) 및 French-Korean Aromatics(Youngin, Korea)의 제품을 사용하였다.

### 2. 정유 성분 추출

본 연구에서는 정유 성분 추출시에 유기용매에 의한 오염을 방지하기 위해 hydro distillation extraction(HDE) 방법을 사용하였다(Schultz 등 1997; Gomez & Witte 2001). 음건한 시료를 4시간 동안 Clevenger-type apparatus(Hanil Lab Tech Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 추출한 후 24시간 동안 무수황산나트륨을 이용하여 건조시켰다. 밀봉한 정유를 GC 및 MS 분석시까지 −4℃에 보관하였다.

### 3. GC 및 GC-MS

Agilent 6890N gas chromatograph(GC), DB-5(30 m×0.25 ㎜ i. d., film thickness 0.25 ㎛) fused-silica capillary column(J & W Scientific Inc., Folsom CA, USA) 및 flame ionization detector를 사용하였다. 컬럼온도는 70℃에서 2분간 유지한 후 230℃까지 분당 2℃씩 승온하였고, 230℃에서 20분 유지하였다. 주입구 및 검출기의 온도는 250℃로 하였고, 질소를 carrier gas로 사용하여 분당 1 ㎖의 유속을 유지하였다. Linear velocity는 22 ㎝/sec, split ratio는 50:1로 하였다.

GC-MS 분석에 사용된 GC 종류 및 기기분석 조건은 위와 동일하였고, MS는 JMS-600W MS(JEOL Ltd. Tokyo, Japan)이었다. 각 정유성분의 linear retention indices(RI)를 구하기 위해 *n*-alkanes($C_7$~$C_{29}$)을 사용하였다.

### 4. 정유 성분 동정

개개의 정유성분 확인을 위해 우선 *n*-alkanes($C_7$~$C_{29}$)을 이용한 retention index를 구하였다. JEOL mass spectrometer에 연결된 Wiley Library and NIST Mass Spectral Search Program (ChemSW Inc., NIST Database)의 데이터 시스템에 있는 기준

물질과의 mass spectra를 비교하였고, 또한 표준물질과의 co-injection을 통한 물질 동정을 병행하였다. 기기분석은 3회 실시하였고 내부표준물질을 이용하여 weight percent(Choi & Sawamura 2000)를 구하여 평균값으로 결과를 제시하였다.

## 결과 및 고찰

4종류의 취나물의 휘발성 향기성분 분석을 위하여 HDE 방법을 이용하여 정유를 추출한 후 GC 및 GC-MS를 사용하여 성분을 분석하였다. 확인된 성분은 GC 분석에 사용된 DB-5 컬럼에서 용출되어 나오는 화합물의 순서대로 Table 1에 제시하였다. 개미취에서는 총 100종(93.6%)의 성분이 확인되었고, α-pinene의 함량이 11.5%로 가장 높았으며, myrcene(8.9%), β-pinene(7.5%), spathulenol(7.0%), linalyl isovalerate(3.6%) 및 limonene(3.4%)의 순이었다. 곰취에서는 총 91종(98.2%)의 성분이 확인되었고, aromadendrene(14.8%)의 함량이 가장 높았으며, β-caryophyllene(7.6%), 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexene (7.3%), α-cadinol(6.5%), nerolidol (5.6%), δ-elemene(4.4%) 및 limonene(4.5%)의 순이었다. 미역취에서는 총 95종(97.1%)의 성분이 확인되었다. 미역취에서 추출한 정유에는 spathulenol의 함량이 15.7%로 가장 높았으며, caryophyllene oxide(7.7%), hexadecanoic acid(6.3%), valencene(3.1%), limonene(2.9%)의 순이었다. 참취에서는 총 96종(98.4%)의 성분이 확인되었고, epi-bicyclosesquiphellandrene의 함량이 21.9%로 가장 높았으며, β-caryophyllene(9.5%), δ-terpinene(8.9%), limonene(7.0%)의 순이었다.

지방족 탄화수소류는 일반적으로 향기에 크게 관여하지 못하는 것으로 알려져 있다. 저급의 지방족 탄화수소류, 특히 불포화 탄화수소류 중에는 특유의 향기를 지니는 성분도 있으나, 고급의 지방족 탄화수소, 특히 포화 탄화수소류는 휘발성이 적고, 향기에 대한 기여도도 낮다. 또한 직쇄화합물보다는 측쇄화합물의 향기가 강하기는 하지만, 카르보닐기를 함유하는 화합물에 비하여 향기의 강도 및 용해도도 낮으므로 향료로서의 쓰임새는 적다고 볼 수 있다(Heath HB 1978). 산채류의 특징적인 향기는 산채류 속에 함유된 정유 성분 가운데 테르펜 화합물들에 기인하는 것으로 알려져 있다. 정유는 식물체를 수증기 증류하여 추출한 지용성 물질로 주성분은 isoprene($C_5H_8$)의 중합체인 테르펜류와 그 유도체인 알코올, 에스테르, 알데히드 및 케톤 등으로 이루어져 있다. 본 연구에서 조사된 취나물류의 정유에서도 비교적 다량 함유된 성분들은 테르펜 화합물이었다.

4가지 취나물에서 추출한 정유 성분 중 향기적 특성이 강하고, 산채류의 향기에 기여도가 높은 것으로 생각되는 성분을 중심으로 함량을 비교한 결과를 Table 2에 제시하였다.

개미취 정유성분의 경우, 가장 두드러진 특징은 α-pinene (11.5%, $C_{10}H_{16}$), myrcene(8.9%, $C_{10}H_{16}$), β-pinene(7.5%, $C_{10}H_{16}$) 및 linalyl isovalerate(3.6%, $C_{15}H_{26}O_2$)의 함량이 나머지 취나물들에 비해 높다는 것이다. 많은 연구에서 비테르펜 계열 화합물은 산채류의 향기에는 크게 기여하지 못하며, 식물체에서 추출한 정유의 특징적인 향기성분은 주로 테르펜 화합물에 기인하는 것으로 보고된 바 있다(Choi 등 2001; Minth Tu 등 2002; Choi HS 2004). Monoterpene류인 pinene($C_{10}H_{16}$)은 α와 β 이성체가 있는데, α-pinene은 레몬, 너트메그, 제라니움, 베르가못(bergamot)의 향을 낼 때 이용된다. β-Pinene은 dry-woody note 또는 resinous-piney odor에 기여하는 것으로 알려져 있다 (Atctander S 1969). Myrcene도 monoterpene에 속하는데, spicy-balsamic odor와 신선하고 상쾌한 관능적 특성을 지녀 향기 산업에서 널리 쓰이는 화합물이다. 10 ppm 이하에서는 단냄새와 허브향을 내나, 농도가 높아질 경우 자극적이며 강한 풀냄새를 내게 되므로 저농도에서 사용되는 화합물이다.

곰취의 경우, 나머지 취나물에 비하여 aromadendrene(14.8%), α-cardinol(6.5%), (Z)-nerolidol(5.6%) 및 α-farnesene(2.9%)의 함량이 높게 나타났다. Nerolidol은 sesquiterpene으로 사과와 백합향기에 기여하며, 향료산업에 널리 쓰이는 향기성분이다. Aromadendene은 조사된 4가지 취나물에서 유일하게 곰취의 정유성분에서만 확인되었다. 이 성분은 sesquiterpene류($C_{15}H_{24}$)로 유칼립투스 오일에서 확인된 바 있다. 곰취의 정유 중 14.8%로 비교적 다량 함유된 성분으로 곰취 고유의 특징적인 향기에 기여하리라 생각된다.

미역취 정유 성분의 두드러진 특징은 spathulenol(15.7%), caryophyllene oxide(7.7%) 및 valencene(3.1%)이 다른 취나물에 비하여 다량 함유된 점이다. Caryophyllene oxide는 식품, 약품 및 화장품 산업에서 보존제로 사용되는 성분으로 여러 연구에서 이 성분이 항균효과, 항암효과 외에도 강력한 이뇨작용이 있음이 보고됨에 따라 기능성 소재로 주목을 받고 있다(Yang 등 1999; Sensch 등 2000; Raja Rajeswari 등 2011). Spathulenol($C_{15}H_{24}O$)은 sesquiterpene으로 유칼립투스의 에테르 추출물에서 처음 보고된 이래 다양한 식물체에 함유된 것으로 확인되고 있다. 향기 특성은 earthy-aromatic odor 및 bitter herbal flavor로 기술된다(Arctander S 1969; Juell 등 1976). Ziaei 등(2011)은 *Salvia mirzayanii*에 spathulenol이 함유되어 있음을 확인하였고, 이 성분이 면역조절 기능이 있음을 보고한 바 있다.

참취 정유의 특징적인 조성은 epi-bicyclosesquiphellandrene (21.9%), β-caryophyllene(9.5%), δ-terpinene(8.9%), limonene(7.0%), 3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol(6.5%), bicyclogermacrene (4.5%) 및 α-caryophyllene(3.3%)의 함량이 다른 취나물류에 비해 높다는 것이다. Limonene은 citrus류 정유의 주성분으로

**Table 1. Chemical composition of the essential oils from chwi-namuls**

| No. | Compound name | Retention index (DB-5) | % (w/w) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gaemichwi | Gomchwi | Miyeokchwi | Chamchwi |
| 1 | α-Pinene | 941 | 11.5 | 1.1 | 1.8 | 0.3 |
| 2 | Camphene | 949 | 1.6 | - | - | 0.1 |
| 3 | Heptenal | 958 | 0.7 | - | - | - |
| 4 | Octanol | 978 | - | - | 0.3 | - |
| 5 | β-Pinene | 979 | 7.5 | 1.3 | - | 0.3 |
| 6 | 2,3-Dehydro-1,8-cineol | | - | 0.1 | - | - |
| 7 | Myrcene | 993 | 8.9 | 1.3 | 1.6 | 3.8 |
| 8 | Octanal | 999 | 0.6 | - | - | - |
| 9 | 2-Octen-4-ol | 1000 | - | - | 0.2 | - |
| 10 | Decane | 1000 | - | 0.6 | - | 0.1 |
| 11 | β-Phellandrene | 1001 | - | - | - | 0.3 |
| 12 | Ethyl hexanoate | 1002 | 0.1 | - | - | - |
| 13 | α-Phellandrene | 1008 | 1.0 | 1.1 | - | 0.1 |
| 14 | 4-Carene | 1013 | 0.4 | 0.5 | - | 0.7 |
| 15 | (*E*)-2,4-Heptadienal | 1014 | - | - | 0.5 | - |
| 16 | α-Terpinene | 1022 | 0.7 | 0.1 | - | 0.3 |
| 17 | D-Limonene | 1028 | 3.4 | 4.5 | 2.9 | 7.0 |
| 18 | Eucalyptol | 1030 | 0.3 | - | - | |
| 19 | (*E*)-3-Hexenol | 1032 | - | 0.1 | - | 0.5 |
| 20 | 3,6,6-Trimethyl-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene | 1033 | 0.1 | - | - | - |
| 21 | Ocimene | 1042 | - | 0.1 | - | - |
| 22 | 3,7-Dimethyl-1,3,7-octatriene | 1045 | 1.0 | - | - | - |
| 23 | Benzene acetaldehyde | 1049 | - | - | 1.2 | - |
| 24 | 2,6-Dimethyl-2,6-octadiene | 1049 | 0.3 | - | - | - |
| 25 | 3,7-Dimethyl-1,3,6-octatriene | 1047 | - | - | - | 2.2 |
| 26 | β-Phellandrene | 1056 | 0.9 | 0.2 | - | 0.1 |
| 27 | (*E,E*)-3,5-Octedien-2-one | 1074 | - | - | 0.3 | - |
| 28 | *trans-p*-Mentha-2,8-dienol | 1080 | 0.1 | - | 0.2 | - |
| 29 | δ-Terpinene | 1084 | 1.5 | 0.3 | - | 8.9 |
| 30 | 1-Methyl-4-(1-methylethylidene)-cyclohexene | 1097 | - | 7.3 | - | - |
| 31 | Nonene-3-ol | | - | - | 0.2 | - |
| 32 | 3,7-Dimetyl-1,6-octadien-3-ol | 1097 | 2.0 | - | 0.3 | 0.5 |
| 33 | Nonanal | 1100 | 0.9 | 0.1 | 0.4 | 0.2 |
| 34 | 3-Ethenyl-1,2-dimethyl-1,4-cyclohexadiene | 1106 | - | - | - | 0.1 |
| 35 | Methyl cycloheptanol | 1113 | - | - | 1.3 | - |
| 36 | α-Terpineol | 1117 | 0.1 | 0.3 | - | 0.3 |
| 37 | Phenylethyl alcohol | 1117 | - | - | 0.2 | - |
| 38 | 2,2,4-Trimethyl-3-cyclopentene | 1123 | 0.8 | - | - | - |
| 39 | (*E,E*)-2,6-Dimethyl-1,3,5,7-octatetraene | 1130 | 0.1 | - | - | 0.1 |
| 40 | *trans*-1-Methyl-4-(1-methylethyl)-2-cyclohexen-1-ol | 1134 | 0.1 | - | - | - |
| 41 | Isopinocarveol | 1137 | 0.9 | - | - | - |

**Table 1. Continued**

| No. | Compound name | Retention index (DB-5) | % (w/w) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gaemichwi | Gomchwi | Miyeokchwi | Chamchwi |
| 42 | Camphor | 1142 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 43 | β-Terpineol | 1144 | 0.2 | t[1)] | 0.2 | - |
| 44 | *p*-α-Menthen-1-ol | 1147 | 0.2 | - | - | - |
| 45 | *trans*-3-Caren-2-ol | 1148 | - | - | 1.0 | 0.1 |
| 46 | *trans*-2-Caren-4-ol | 1150 | - | - | 0.8 | - |
| 47 | Nonanol | 1157 | 0.3 | - | - | - |
| 48 | 2(10)-Pinen-3-one | 1160 | 0.7 | - | - | - |
| 49 | Borneol | 1161 | - | 0.2 | - | - |
| 50 | *p*-Mentha-1,5-dien-8-ol | 1166 | 0.6 | - | 0.2 | 0.1 |
| 51 | Piperitol | 1171 | - | t | 0.3 | - |
| 52 | Terpinen-4-ol | 1175 | 1.3 | 0.5 | 0.5 | 0.2 |
| 53 | Thymol | 1181 | - | 0.6 | - | - |
| 54 | Dimethyl octadienal | 1183 | 0.5 | - | - | - |
| 55 | Dihydro carveol | 1185 | - | 0.2 | - | - |
| 56 | Dihydro carvone | 1190 | - | 0.1 | - | - |
| 57 | 2,6-Dimethyl-5,7-octadiene | 1188 | 0.3 | - | - | - |
| 58 | Myrtenal | 1192 | 0.6 | - | - | - |
| 59 | α-Decanal | 1199 | 0.2 | - | - | 0.1 |
| 60 | Myrtenol | 1203 | - | - | 0.2 | - |
| 61 | δ-Decenal | 1204 | 0.1 | - | - | - |
| 62 | (*E*)-Carveol | 1213 | - | - | 0.3 | - |
| 63 | 2,6,6-Trimethyl-1-cyclohene-1-carboxaldehyde | 1213 | - | - | - | 0.1 |
| 64 | Nonadienal | 1216 | 0.2 | - | - | - |
| 65 | Isohydrocarveol | 1216 | - | 0.1 | - | - |
| 66 | Isobornyl formate | 1235 | - | - | 0.3 | - |
| 67 | 2-Methyl-3-phenyl-propanal | 1235 | 0.2 | - | - | - |
| 68 | 2-Methyl-5-(1-methylethenyl)-2-cyclohexen-1-one | 1240 | 0.1 | - | - | - |
| 69 | Neral | 1248 | - | - | 0.5 | - |
| 70 | Nonanoic acid | 1269 | 0.2 | 0.1 | - | - |
| 71 | Bornyl acetate | 1280 | 0.2 | - | 0.2 | 0.2 |
| 72 | epoxy-2-Nonenal | 1283 | - | - | 0.2 | 0.1 |
| 73 | Undecanone | 1295 | - | - | 3.0 | - |
| 74 | 2,4-Decadienal | 1295 | - | - | 0.5 | - |
| 75 | Tymol | 1298 | 0.2 | - | - | - |
| 76 | 3,7-Dimethyl-2,6-octadienoate | 1315 | - | - | - | 0.1 |
| 77 | δ-Elemene | 1326 | - | - | 0.2 | 0.1 |
| 78 | δ-Muurolene | 1327 | - | 0.1 | - | - |
| 79 | α-Cubebene | 1340 | - | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 80 | Terpinyl acetate | 1358 | 0.1 | - | - | 0.1 |
| 81 | (*Z*)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol, acetate | 1359 | 0.2 | - | - | - |
| 82 | Neryl acetate | 1360 | - | - | - | 0.1 |

**Table 1. Continued**

| No. | Compound name | Retention index (DB-5) | % (w/w) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gaemichwi | Gomchwi | Miyeokchwi | Chamchwi |
| 83 | Copaene | 1366 | - | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| 84 | (*E*)-2-Undecenal | 1368 | - | - | - | t |
| 85 | Decanoic acid | 1374 | - | - | - | 0.1 |
| 86 | α-Bourbonene | 1374 | - | 0.1 | - | 2.1 |
| 87 | (*E*)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol, acetate | 1379 | 1.0 | - | - | - |
| 88 | (*Z*)-3-Hexenyl hexanoate | 1381 | - | - | 0.2 | - |
| 89 | β-Elemene | 1383 | - | 0.6 | 0.4 | - |
| 90 | Isobornyl propionate | 1390 | - | t | 0.6 | 0.1 |
| 91 | α-Bisabolol | 1397 | 0.2 | - | - | - |
| 92 | Cadinene | 1407 | - | - | 1.2 | - |
| 93 | β-Caryophyllene | 1409 | 1.3 | 7.6 | 0.3 | 9.5 |
| 94 | α-Amorphene | 1418 | - | - | 0.9 | 0.2 |
| 95 | α-Gurjunene | 1418 | - | 0.2 | - | - |
| 96 | *trans*-α-Bergamotene | 1426 | - | - | - | 0.2 |
| 97 | α-Ionone | 1430 | - | 0.1 | - | - |
| 98 | Ylangene | 1433 | - | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 99 | α-Caryophyllene | 1445 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 3.3 |
| 100 | 6,10-Dimethyl-5,9-undecadien-2-one | 1447 | 0.1 | - | - | - |
| 101 | β-Selinene | 1451 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | - |
| 102 | (*E*)-7,11-Dimethyl-1,6,10-dodecatriene | 1452 | - | 1.1 | - | - |
| 103 | 2-Dodecenal | 1457 | 0.1 | - | - | - |
| 104 | Linalyl isovalerate | 1475 | 3.6 | - | 0.3 | - |
| 105 | (*E*)-4-(2,6,6-Trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-3-buten-2-one | 1480 | 0.6 | - | - | - |
| 106 | Aromadendrene | 1483 | - | 14.8 | - | - |
| 107 | epi-Bicyclosesquiphellandrene | 1484 | - | - | - | 21.9 |
| 108 | γ-Muurolene | 1484 | - | 0.4 | - | - |
| 109 | GermacreneD | 1487 | - | - | - | 0.2 |
| 110 | β-Guaiene | 1487 | - | 0.2 | 0.6 | - |
| 111 | (*Z,E*)-3,7,11-Triemthyl-1,3,6,10-dodecatetraene | 1488 | 0.8 | - | - | - |
| 112 | α-Zingiberene | 1491 | 0.2 | - | 0.8 | 1.5 |
| 113 | *p*-Mentha-1-en-9-ol | 1492 | - | - | - | 4.3 |
| 114 | δ-Elemene | 1493 | - | 4.4 | - | - |
| 115 | Valencene | 1498 | - | 0.1 | 3.1 | - |
| 116 | β-Ionone | 1499 | - | t | 0.2 | - |
| 117 | α-Farnesene | 1499 | 0.3 | 2.9 | - | 0.3 |
| 118 | Methyl laurate | 1503 | 0.6 | 1.4 | 0.5 | 2.0 |
| 119 | Isocaryophyllene | 1514 | 1.3 | - | - | - |
| 120 | Tridecanal | 1519 | 0.3 | - | 0.4 | 0.4 |
| 121 | Bicyclogermacrene | 1521 | - | 3.7 | - | 4.5 |
| 122 | 2-Methyl-5-octyn-4-ol | 1523 | - | - | 1.0 | - |
| 123 | Epiglobulol | 1527 | 0.1 | - | - | - |

**Table 1. Continued**

| No. | Compound name | Retention index (DB-5) | % (w/w) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gaemichwi | Gomchwi | Miyeokchwi | Chamchwi |
| 124 | Bornyl isovalerate | 1528 | - | - | - | 0.4 |
| 125 | Cadinadiene | 1529 | - | - | 1.2 | - |
| 126 | α-Muurolene | 1530 | - | 0.3 | 0.4 | 0.9 |
| 127 | Alloaromadendrene oxide | 1541 | - | - | - | 0.1 |
| 128 | (*E*)-Nerolidol | 1544 | 0.4 | - | - | 0.2 |
| 129 | Epiglobulol | 1547 | - | 0.1 | 0.6 | - |
| 130 | Elemol | 1550 | 0.6 | - | - | t |
| 131 | Hexyl octanoate | 1556 | - | t | 0.5 | - |
| 132 | Germacrene B | 1557 | 0.6 | 1.2 | - | - |
| 133 | (*Z*)-Nerolidol | 164 | 1.0 | 5.6 | - | - |
| 134 | Spathulenol | 1577 | 7.0 | 0.1 | 15.7 | 0.6 |
| 135 | Globulol | 1577 | - | 1.2 | 0.3 | 0.3 |
| 136 | Hexadecanone | 1580 | 0.5 | - | - | - |
| 137 | Veridiflorol | 1583 | - | 0.2 | - | - |
| 138 | 3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol | 1585 | - | - | - | t |
| 139 | Leden oxide | 1588 | - | - | 0.3 | - |
| 140 | Guaiol | 1590 | - | - | - | 0.5 |
| 141 | Caryophyllene oxide | 1590 | 0.2 | 2.3 | 7.7 | 1.1 |
| 142 | α-Farnesenel | 1592 | - | 0.1 | - | - |
| 143 | (*E*)-Farnesene epoxide | 1592 | 0.4 | - | - | - |
| 144 | Isoaromadendrene epoxide | 1595 | - | - | - | 0.2 |
| 145 | Tridecanol | 1600 | - | - | 0.6 | 0.1 |
| 146 | Hexadecane | 1600 | - | 1.3 | - | - |
| 147 | Cedrenol | 1601 | 1.5 | - | 1.0 | - |
| 148 | Bisabolene epoxie | 1603 | - | t | 0.5 | - |
| 149 | Geranyl isovalerate | 1605 | 0.3 | - | - | - |
| 150 | Humulane-1,6-dien-3-ol | 1608 | - | 0.8 | 0.6 | 0.1 |
| 151 | Levomenol | 1608 | 0.3 | - | - | - |
| 152 | 1-(Butyn-3-one-1-yl)menthol(1S,2S,5R) | 1614 | - | - | 0.7 | - |
| 153 | Citronellyl valerate | 1614 | 0.2 | - | - | - |
| 154 | Cubenol | 1618 | - | 0.3 | 0.7 | 0.2 |
| 155 | 10-12-Pentacosadiynoic acid | 1621 | - | 0.1 | - | - |
| 156 | (*E*)-Longipinane | 1623 | 0.4 | - | - | - |
| 157 | 2,5-Octadecadiynoic acid, methyl ester | 1626 | - | 0.1 | - | - |
| 158 | Aromadendrene oxide | 1627 | 1.0 | - | 0.2 | - |
| 159 | 4,5,6,7-Tetramethy phthalide | 1635 | 0.7 | - | - | - |
| 160 | Humulene oxide | 1636 | - | - | - | 0.3 |
| 161 | tau-Muurolol | 1640 | 0.4 | 2.8 | - | 1.4 |
| 162 | β-Caryophyllene alcohol | 1644 | - | 0.5 | - | - |
| 163 | Geranyl valerate | 1648 | 0.1 | - | - | - |
| 164 | α-Cadinol | 1658 | 1.7 | 6.5 | 1.4 | 1.9 |

**Table 1. Continued**

| No. | Compound name | Retention index (DB-5) | % (w/w) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gaemichwi | Gomchwi | Miyeokchwi | Chamchwi |
| 165 | tau-Cadinol | 1650 | - | - | 0.2 | - |
| 166 | δ-Eudsmol | 1658 | 0.1 | - | - | - |
| 167 | β-Bisabolol | 1661 | - | - | 0.2 | 0.1 |
| 168 | β-Eudesmol | 1665 | - | 1.4 | 0.3 | 0.2 |
| 169 | δ-Cadinol | 1670 | 0.3 | - | 0.4 | t |
| 170 | 3-oxo-α-Ionone | 1671 | - | 0.1 | - | - |
| 171 | Aromadendrene epoxide | 1678 | - | - | 0.2 | - |
| 172 | *trans*-Longipinocarveol | 1679 | - | 0.3 | - | - |
| 173 | Zingiberenol | 1681 | - | - | 0.5 | 0.2 |
| 174 | (*E*)-2-Dodecen-1-ol | 1683 | 0.2 | - | - | - |
| 175 | Longiverbenone | 1689 | - | 1.3 | - | - |
| 176 | 2-Ethylhexyl benzoate | 1701 | - | 4.0 | - | t |
| 177 | Heptadecane | 1704 | - | - | 0.2 | - |
| 178 | Tetrakis(1-methylethylidene)cyclobutane | 1704 | 0.4 | - | - | - |
| 179 | β-Sinensal | 1709 | - | - | 0.3 | - |
| 180 | 3,7,11-Trimethyl-dodeca-2,4,6,10-tetraenal | 1717 | - | 0.1 | - | - |
| 181 | (*E*)-Farnesol | 1723 | - | 0.1 | - | |
| 182 | Benzyl benzoate | 1727 | - | 0.1 | 0.4 | 0.1 |
| 183 | Petadecanal | 1729 | 0.3 | - | 0.8 | 0.1 |
| 184 | 4-(3-Hydroxy-6,6-dimethyl-2-methylenecyclohexyl)-3-buten-2-one | 1739 | - | - | 0.3 | - |
| 185 | 2-Methyl-9-(prop-1-en-3-ol-2-yl)-Bicyclo[4.4.0]dec-2-ene-4-ol | 1755 | - | - | - | t |
| 186 | Longipinocarvone | 1756 | 0.3 | 0.8 | - | 0.1 |
| 187 | Viridiflorol | 1759 | - | 0.1 | - | - |
| 188 | Trimethylphenyl butenone | 1761 | 0.9 | - | - | - |
| 189 | Methyl furaneol | 1762 | t | - | - | - |
| 190 | Calarene epoxide | 1763 | 0.2 | - | - | - |
| 191 | Tetradecanoic acid | 1770 | - | - | 0.4 | - |
| 192 | Hexadecanone | 1791 | - | 0.5 | - | - |
| 193 | Octadecane | 1800 | - | t | - | - |
| 194 | Hexadecanal | 1826 | 0.1 | - | - | 0.5 |
| 195 | 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol | 1827 | 1.2 | - | 0.8 | 6.5 |
| 196 | 6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone | 1833 | 2.8 | 0.2 | 0.4 | 0.3 |
| 197 | Hexadecyl oxirane | 1839 | 2.5 | - | - | - |
| 198 | Phthalic acid, isobutyl nonyl ester | 1853 | - | - | - | 0.1 |
| 199 | 17-Octadecynoic acid | 1857 | - | 0.1 | 0.2 | - |
| 200 | *cis-Z*-α-Bisabolene epoxide | 1858 | - | - | - | 0.1 |
| 201 | (*Z*)-9,17-Octadecadienal | 1870 | - | - | - | 0.1 |
| 202 | Phthalic acid, butyl isohexyl ester | 1871 | 0.2 | - | - | - |
| 203 | Pentadecyne | 1872 | - | 0.1 | - | - |
| 204 | 9-Eicosyne | 1875 | 0.6 | - | - | 0.2 |
| 205 | *cis,cis,cis*-7,10,13-hexadecatrienal | 1876 | - | - | - | 0.1 |

**Table 1. Continued**

| No. | Compound name | Retention index (DB-5) | % (w/w) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gaemichwi | Gomchwi | Miyeokchwi | Chamchwi |
| 206 | *trans*-9-Hexadecen-1-ol | 1883 | - | - | 0.6 | - |
| 207 | α-Calacorene | 1885 | - | 2.6 | - | - |
| 208 | 3-Methyl-2-(3,7,11-trimethyldodeyl)-furan | 1904 | - | 0.1 | - | - |
| 209 | 5,8,11-Heptadecatrien-1-ol | 1906 | 0.2 | - | - | - |
| 210 | (*E,E*)-6,10,14-Trimethyl-5,9,13-pentadecatriene | 1930 | 0.2 | - | 0.5 | 0.2 |
| 211 | Isophytol | 1933 | - | t | - | - |
| 212 | Dibutyl phthalate | 1972 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 |
| 213 | 2,6,10,14-Tetramethyl hexadecenal | 1976 | - | - | - | t |
| 214 | *E*-14-Hexadecenal | 1976 | - | - | - | t |
| 215 | 10-Heneicosene | 2086 | - | - | 0.2 | - |
| 216 | *n*-Hexadecanoic acid | 2107 | 1.1 | 0.9 | 6.3 | 1.1 |
| 217 | Phytol | 2115 | - | - | 1.4 | - |
| 218 | 9-Octadecynoic acid | 2124 | - | - | - | 0.1 |
| 219 | (*Z,Z*)-9,12-Octadecadienoic acid | 2125 | - | 0.1 | - | - |
| 220 | (*Z,Z,Z*)-9,12,15-Octadecatrienoic acid | 2132 | - | 0.2 | 0.6 | 0.2 |
| 221 | Heptatriacotanol | 2139 | - | - | 0.3 | - |
| 222 | Tricosane | 2300 | - | 0.2 | 0.5 | - |
| 223 | Tetracosane | 2400 | - | - | - | t |
| 224 | Bis(2-ethylhexyl)hexanediate | 2420 | - | - | 2.3 | - |
| 225 | Pentacosane | 2500 | - | - | 2.2 | 0.3 |
| 226 | Bis(2-Ethylhexyl)phthalate | 2521 | - | - | 1.3 | 0.1 |
| 227 | Hexacosane | 2600 | 0.2 | - | - | - |
| 228 | 2-Methyl octadecane | 2689 | - | - | 0.6 | - |
| 229 | 2-Methyl eicosane | 2689 | - | - | 1.0 | - |
| 230 | Heptacosane | 2700 | 0.1 | - | 0.4 | 0.2 |
| 231 | 2-Methyl eicosane | 2762 | - | 0.1 | - | 0.1 |
| | Total | | 93.6 | 98.2 | 97.1 | 98.4 |

[1)] t: % detected less than 0.05 (w/w)

오렌지를 연상하는 향기를 부여하는 monoterpene hydrocarbon이다. β-Caryophyllene은 향료산업에서 널리 쓰이는 bicyclic sesquiterpene으로 woody-spicy 및 dry-tenacious odor로 묘사되는 자극적인 향기를 지니고 있다. 이 성분은 식물체의 정유, 특히 클로브 정유에 다량 함유되어져 있으며, black pepper 및 츄잉검의 향기를 위해 향료산업에서 널리 이용된다. Terpinene은 40 ppm 이하의 농도에서는 레몬향을 부여하나, 고농도에서는 쓴맛을 부여하는 monoterpene hydrocarbon이다. 식품산업에서는 인공 레몬향 및 민트향을 낼 때 사용된다(Arctander S, 1969). Epi-bicyclosesquiphellandrene은 Lee 등(2012)이 분석한 수리취와 참취의 휘발성 향기성분에서도 보고된 바 있다.

## 요약 및 결론

정유성분의 정량 및 정성적 분석을 통한 개미취, 곰취, 미역취 및 참취의 향기 지표물질 비교를 수행하기 위해 HDE 방법으로 정유성분을 추출하여 GC 및 GC-MS로 분석한 결과, 각각 100, 91, 95 및 96종의 휘발성 향기성분이 확인되었다. 개미취에서 추출한 정유의 특징은 다른 종류의 취나물류에 비해 monoterpene류인 pinene류의 함량이 높았다. 곰취 정유 성분에서는 sesquiterpene류인 aromadendrene의 함량이, 미역취에서는 spathulenol의 함량이, 참취의 경우는 epi-bicyclosesquiphellandrene의 함량이 특징적으로 높게 나타났다. 이러한 성분들은 식물체의 향기에 대한 기여도가 높은 테르펜 화합물로서, 각각의 취

**Table 2. Characteristic odor components of chwi-namuls**

| | Gaemichwi | Gomchwi | Miyeokchwi | Chamchwi |
|---|---|---|---|---|
| α-Pnene | 11.5 | 1.1 | 1.8 | 0.3 |
| β-Pinene | 7.5 | 1.3 | - | 0.3 |
| Myrcene | 8.9 | 1.3 | 1.6 | 3.8 |
| Limonene | 3.4 | 4.5 | 2.9 | 7.0 |
| α-Caryophyllene | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 3.3 |
| β-Caryophyllene | 1.3 | 7.6 | 0.3 | 9.5 |
| Caryophyllene oxide | 0.2 | 2.3 | 7.7 | 1.1 |
| Sphathulenol | 7.0 | 0.1 | 15.7 | 0.6 |
| Valencene | - | 0.1 | 3.1 | - |
| α-Cadinol | 1.7 | 6.5 | 1.4 | 1.9 |
| α-Farnesene | 0.3 | 2.9 | - | 0.3 |
| Aromadendrene | - | 14.8 | - | - |
| Bicyclogermacrene | - | 3.7 | - | 4.5 |
| δ-Terpinene | 1.5 | 0.3 | - | 8.9 |
| epi-Bicyclosesquiphellandrene | - | - | - | 21.9 |
| Linalyl isovalerate | 3.6 | - | 0.3 | - |
| (Z)-Nerolidol | 1.0 | 5.6 | - | - |
| 3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol | 1.2 | - | 0.8 | 6.5 |

나물 특유의 향기에 기여하는 것으로 생각된다. 이러한 테르펜 화합물 조성 비교를 통해 국내에서 식용되고 있는 취나물류의 향기 품질 지표를 구축할 수 있으며, 추후 gas chromatography-olfactometry를 이용한 관능적 평가가 수반된다면 취나물 향기품질 기준 확립 측면에서 더욱 확고한 과학적 기반을 구축할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

이 논문은 2010년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2010-0021285)이며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

Arctander S. 1969. Perfume and Flavor Chemicals. Published by Author. NJ, USA

Caldefied-Chezet F, Zet M, Guerry J, Chalchat C, Fusiller M, Vasson. 2004. Anti-inflammatory effects of *Melaleuca alternifolia* essential oil on human polymorphonuclear neutrophils and monocytes. *Free Radic Res* 38:805-811

Cheng W, Li J, You T, Hu C. 2005. Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of the extracts from the inflorescence of *Chrysanthemum indicum* Linne. *J Ethnopharmacol* 101: 334-337

Choi HS, Kim Lee MS, Sawamura M. 2001. Constituents of the essential oil of *Angelica tenuissima*, an aromatic medicinal plant. *Food Sci Biotechnol* 10:557-561

Choi HS, Sawamura M, Kondo Y. 2001. Characterization of the key aroma compounds of *Citrus flaviculpus* Hort. ex Tanaka by aroma extraction dilution analysis. *J Food Sci* 67:1713-1718

Choi HS, Sawamura M. 2000. Composition of the essential oil of *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka (Hyuganatsu). *J Agr Food Chem* 48:4868-4873

Choi HS. 2004. Characteristic odor components of *Perilla frutescens* var. *acuta* Kudo oil by aroma extract dilution analysis. *Food Sci Biotechnol* 13:279-284

Choi HS. 2005. Characteristic odor components of kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) peel oil. *J Agr Food Chem* 53:1642-1647

Gomez Ne, Witte L. 2001. A simple method to extract essential oils from tissue samples by using microwave radiation. *J Chem Ecol* 27:2351-2359

Heath HB. 1978. Flavor Technology. The AVI Publishing Co., Inc. Connecticut, USA. p. 120

Heath HB. 1986. Flavor Chemistry and Technology. Macmillan Publishers. London, England. p. 71-111

Hiroshi M, Shinji N, Koichi T, Hideji I. 1995. Solution forms of antitumor cyclic pentapeptides with 3,4-dichlorinated proline residues, Astins A and C, from *Aster tataricus*. *Chem Pharm Bull* 43:1395-1397

Hiruma-Lima CA, Gracioso JS, Bighetti EJB, Grassi-Kassisse D, Nunes DS, Souza-Brito ARM. 2002. Effect of essential oil obtained from *Croton cajucara* Benth. on gastric ulcer healing and protective factors of the gastric mucosa. *Phytomed* 9:523-529

Jang MR, Seo JE, Lee JH, Chung MS, Kim KH. 2010. Anti-bacterial action against food-borne pathogens by the volatile flavor of essential oil from *Chrysanthemum morifolium* flower. *Korean J Food & Nutr* 23:154-161

Juell SMK, Hansen R, Jork H. 1976. Neue substanzen aus aetherischen oelen verschiedende Artemisia-species. I. Spathulenol, ein azulenogener sesquiterpenalkohol. *Arch Pharmaceuticals* 309:458-466

Jung KH, Choe BK, Hong SJ, Ban JY, Uhm YK. 2007. Decrease of tumor necrosis factor alpha (Tnf) production by *Ixeris dentata* extract in RAW 264.7 macrophage cells. *J Meridian Acupoint* 24:139-148

Kang HS, You HC, Choi UR, Kim HK, Jo SM, Yoon BJ. 2011. Effect of *Smilax china* L. rhizome extract on heavy metal contents in rats. *Korean J Food & Nutr* 24:233-238

Lee E. 2011. Effects of *Ixeris dentata* ext. on lowering lipid and anti-oxidation. *Korean J Plant Res* 24:55-60

Lee KC, Sa JY, Wang MH, Han SS. 2012. Comparison of volatile aroma compounds between *Synurus deltoides* and *Aster scaber* leaves. *Korean J Medicinal Crop Sci* 20:54-62

Lee KH, Rhee KH. 2010. Anti-inflammatory effects of *Glycyrrhiza glabra* Linne extract in a dextran sulfate sodium-induced colitis mouse model. *Korean J Food & Nutr* 23:435-439

Lee KS, Kim GH, Kim HH, Kim ES, Park HM, Oh MJ. 2008. Quality characteristics of tea thermally processed from *Ixeris dentata* root. *Korean J Food Preserv* 15:524-531

Lee TB. 2006. Coloured Flora of Korea II. Hyangmun Publishing Co. Seoul, Korea. p.321, 323, 334, 607

Minh Tu NT, Onish Y, Choi HS, Kondo Y, Bassore M, Ukeda H, Sawamura M. 2002. Characteristic odor components of *Citrus sphaerocarpa* Tanaka (Kabosu) cold-pressed oil. *J Agr Food Chem* 50:2908-2913

Misaghi A, Basti AA. 2007. Effects of *Zataria multiflora* boiss. essential oil and nisin on *Bacillus cereus* ATCC 1778. *Food Control* 18:1043-1049

Park SH, Kim DK, Bae JH. 2011. Antioxidant effect of *Portulaca oleraceae* extracts and its antimicrobial activity on *Helicobacter* pylori. *Korean J Food & Nutr* 24:233-238

Raja Rajeswari N, Rama Lakshmi S, Muthuchelian K. 2011. GC-MS analysis of bioactive components from the ethanolic leaf extract of *Canthium dicoccum* (Gaertn.) Teijsm & Binn. *J Chem Pharm Res* 3:792-798

Schultz TH, Flath RA, Mo TR, Eggling SB, Teranishi R. 1997. Isolation of volatile components from a model system. *J Agr Food Chem* 25:446-449

Sensch O, Vierling W, Brandt W, Reiter M. 2000. Effects of inhibition of calcium and potassium currents in guinea-pig cardiac contraction: comparison of $\beta$-caryophyllene oxide, eugenol, and nifedipine. British J Pharm 131:1089-1096

Shunying Z, Yang Y, Huaidong Y, Yue Y, Guolin Z. 2005. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Chrysanthemum indicum*. *J Ethnopharmacol* 96:151-158

Teutonico RA, Knorr D. 1985. Amaranth: composition, properties, and applications of a rediscovered foor crop. *Food Technol* 39:49-60

Tsuneatsu N, Shizuko H, Hikaru O, Tatsuo Y. 1989. Studies on the constituents of *Aster tataricus* L. f. II. Structures of *Aster saponins* solated from the root. *Chem Pharm Bull* 37:1977-1993

Yang D, Michel L, Chaumont JP, Millet-Clerc J. 1999. Use of caryophyllene oxide as an antifungal agent in an *in vitro* experimental model of onychomycosis. *Mycopathologia* 148: 79-82

Ziaei A, Ramezani M, Wright L, Paetz C, Schneider B, Amirghofran Z. 2011. Identification of spathulenol in *Salvia mirzayanii* and the immunomodulatory effects. *Phytotherapy Research* 25:557-562

접 수 : 2012년 11월 1일
최종수정 : 2012년 11월 26일
채 택 : 2012년 11월 28일