

## 전처리 방법에 따른 더덕(*Codonopsis lanceolata*)의 휘발성 향기성분 비교 분석

김정한 · 김경례\* · 김재정 · 오창환  
연세대학교 식품공학과, \*성균관대학교 제약학과

### Comparative Sampling Procedures for the Volatile Flavor Components of *Codonopsis lanceolata*

Jung-Han Kim, Kyoung-Rae Kim\*, Jae-Jung Kim, Chang-Hwan Oh

Department of Food Engineering, Yonsei University  
\*College of Pharmacy, Sungkyunkwan University

#### Abstract

Volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* were extracted by gas co-distillation (GCD), solvent extraction/fractionation (SEF), and headspace sampling (HSS) methods. The extracts were analyzed by dual-capillary gas chromatography-retention index (GC-RI) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The two extracts prepared by SEF and HSS gave more similar fragrance to the *Codonopsis lanceolata* than the GCD extract. The GC profiles of the SEF and HSS extracts were similar to each other except for differences in peak areas. The extract prepared by SEF gave a sweet note while the extract prepared by HSS gave a green note. The GCD extract began to give a burnt note of herb medicine with prolonged distillation. Rapid extraction of flavor components from *Codonopsis lanceolata* was possible in several short steps by SEF and HSS methods compared to GCD. GC-MS and GC-RI were used for peak identification. GC-RI was more effective for identification of isomers, and polar FFAP column was more suitable for identification of polar compounds. From *Codonopsis lanceolata* we identified 35 volatile flavor constituents, 24 of which have not been previously reported by simultaneous distillation extraction method<sup>(6)</sup>. trans-2-Hexanal, cis-3-hexen-1-ol, trans-2-hexen-1-ol, and hexanol were considered key components of the green note and 1-octen-3-ol, the component of the fresh note. Esters, including amyl propionate, seem to be responsible for the sweet note particular to *Codonopsis lanceolata*.

Key words: *Codonopsis lanceolata*, gas co-distillation, solvent extraction/fractionation, headspace sampling, GC-retention index

## 서 론

백삼, 사삼, 행엽, 가덕, 지취 등 여러가지 이름으로 불리워지는 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 방추형의 뿌리를 지닌 여러 해 살이 풀로서 전국 각처의 깊은 산중에 분포한다<sup>(1)</sup>. 한방에서는 거담, 폐열제거, 해소 등과 인삼의 대용 생약으로 사용되고 있으며<sup>(2)</sup> 그 맛과 향이 독특하여 식욕이 없는 사람에게 입맛을 돋구어 주는 식품으로 널리 애용되고 있다<sup>(3)</sup>. 더덕류의 휘발성 불쾌취 성분에 관한 연구는 이미 보고되어 있으며<sup>(4)</sup> 최근에는 더덕의 휘발성 향기성분을 simultaneous distillation extraction(SDE) 방법으로 추출, 분석한 연구도 보고된 바

있다<sup>(5)</sup>.

향기성분의 분리 농축에는 steam distillation<sup>(6)</sup>, SDE<sup>(7)</sup>, vacuum distillation<sup>(8,9)</sup>, solvent extraction(SE)<sup>(10)</sup>, headspace sampling(HSS)<sup>(11,12)</sup>, 초임계 유체추출법<sup>(13)</sup> 등이 이용되고 있으나 각 시료의 특성에 따라 그에 적합한 향기성분의 추출방법을 탐색, 연구할 필요가 있다<sup>(14)</sup>. SDE 방법은 고온에서 가열시 수분과 공기가 열에 약한 ester류 등과 cyclization, hydration, deprotonation 반응 등을 일으켜 hydrocarbon류 및 alcohol류 등의 artefact들을 생성시킨다고 알려져 있다<sup>(9,15)</sup>. 본 실험실에서는 SDE의 단점을 제거해 주기위해 distillation 중에 질소를 계속적으로 흘려줌으로써 공기와의 접촉을 차단시켜 산화를 방지해주는 gas co-distillation(GCD) 방법을 개발하여 이미 담배잎<sup>(9)</sup>, 탕자<sup>(16)</sup> 및 초피<sup>(17)</sup> 등의 정유성분 추출에 성공적으로 적용한 바 있다. SDE 방법과 함께 널리 사용되는 SE 방법으로 얻은 정유는 원래 시료의

Corresponding author: Jung-Han Kim, Department of Food Engineering, Yonsei University, Shinchon-dong, 134, Seodaemun-gu, Seoul 120-749

향에 가까운 향을 지니고 있으나 fatty oil, wax 물질, flavonoid류, coumarin류 등의 비휘발성 lipophilic 성분들을 포함함으로써 분석기기에 무리를 주는 단점이 있다<sup>(18)</sup>. 그러나 정유를 휘발성에 따라 분획하는 solvent extraction/fractionation(SEF) 방법으로 얻은 volatile fraction에서는 상기와 같은 단점을 제거할 수 있다. HSS 방법은 인간이 느끼는 향기의 주성분을 함유한 headspace vapor를 그대로 채취함으로써 향기에 결정적으로 중요한 역할을 하는 성분들만을 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있다<sup>(19)</sup>.

본 연구에서는 GCD, SEF, HSS 방법을 적용하여 더덕 뿌리로부터 휘발성 성분들을 농축한 후 GC 분석과 관능검사를 병행하여 비교하였다. 각 향기성분들은 GC-MS로 먼저 동정하고 극성이 서로 다른 두 column들을 사용하여 얻은 retention index(RI)로 확인하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

본 실험에서 사용한 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 강원도 대관령 지역에서 2월에 채취한 것으로 증류수에서 술을 사용하여 닦은 후 잘게 썰어서 -20°C에 저장하면서 사용하였다. 추출용 용매는 Tedia사(Fairfield, Ohio, USA)의 GC급 dichloromethane을 사용하였으며 나머지는 모두 시약급을 사용하였다. 흡착제 Carboxen-101은 Supelco사(Bellefonte, PA, USA)로부터 구입하였으며 분석용 포화탄화수소 표준물질들(C<sub>6</sub>~C<sub>26</sub>)은 Polyscience(Niles, IL, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

### 향기성분의 추출

더덕 20g과 증류수 160 ml가 들어 있는 둥근 플라스크에 가열하기 15분 전부터 질소를 흘려주다가 질소의 유속을 35 ml/min으로 맞추고 100°C 이하에서 가열하여 gas co-distillation 하였다<sup>(9,16,17)</sup>. 30 ml의 증류액을 받은 후 dichloromethane 각 30 ml로 3회 추출하고 약 100 µl까지 진공 농축시킨 후 1 µl를 GC에 주입하였다. 더덕의 향기성분을 solvent extraction/fractionation 방법으로 추출하기 위해서는 우선 더덕 20g에 dichloromethane 15 ml를 가하여 30분간 흔들어준 후 1시간 정치시켜 상등액을 취했다. 추출액을 가지달린 플라스크에 옮기고 상온에서 5분간 질소를 흘려준 후 60°C에서 100 ml/min의 유속으로 맞추어 추출액을 less volatile fraction과 volatile fraction으로 나누었다<sup>(20)</sup>. Volatile fraction이 약 100 µl로 농축되었을 때 1 µl를 GC에 주입하였다. Headspace sampling을 위한 흡착제로는 기존에 가장 많이 쓰이던 Tenax GC<sup>(20)</sup> 대신 Carboxen-101을 사용하였다. Carboxen-101 흡착관(2 mm I.D.)을 methanol, acetone, dichloromethane, hexane 순서로 세척한 후 150°C 진공 오븐에서 2시간 동안 conditioning시켰다.

질소 주입구가 달린 둥근 플라스크에 더덕 20g을 채운 뒤 Carboxen-101 흡착관을 둥근 플라스크의 상단 입구에 장치하였다. 60°C에서 질소의 유속을 20 ml/min으로 맞추고 1시간 동안 향기성분을 Carboxen-101에 흡착시켜 headspace enrichment를 행한 후 dichloromethane 1 ml로 용출시켜 농축과정 없이 그대로 1 µl를 GC에 주입하였다<sup>(9,19)</sup>.

### 기기 분석

RI를 이용한 정성분석에는 HP-5895A Workstation이 연결된 HP-5890A GC(Hewlett-Packard, Avondale, USA)를 사용하였으며 column은 비극성 HP-1(25m×0.2 mm I.D., d<sub>f</sub> 0.11 µm, Hewlett-Packard, Avondale, USA)과 극성 FFAP(25m×0.2 mm I.D., d<sub>f</sub> 0.33 µm, Hewlett-Packard, Avondale, USA)를 사용하였다. 오븐 온도는 50°C에서 2분간 유지한 후 분당 2°C로 HP-1 column은 280°C까지, FFAP column은 180°C까지 상승시킨 후 유지시켰다. RI값을 구하기 위해서는 0.4 µl의 포화탄화수소 표준용액(CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>에 3000 ppm의 C<sub>6</sub>~C<sub>26</sub> 함유)을 시료와 함께 주입하였다. RI library는 본 연구실에서 2년에 걸쳐 수집한 단향 표준물질들을 상기와 동일한 기기조건에서 분석하여 RI값들을 얻고 HP-5895A Workstation에 Flavor. L이라는 화일명으로 입력하여 사용하였다. 추출방법을 비교하기 위해서는 HP-1 column을 사용하였으며 이때 오븐 온도는 50°C에서 10분간 유지시킨 후 분당 4°C로 200°C까지 상승시키고 280°C까지 분당 8°C로 상승시켜 10분간 유지하였다. Flame ionization detector (FID)의 온도는 300°C, split injection port의 온도는 260°C였다. Split ratio는 30 : 1이었으며 운반기체인 질소의 유속은 0.59 ml/min이었다. GC-MS는 HP-5890A GC가 연결된 HP-5970A MSD를 사용하였으며 column은 SE-30(16m×0.2 mm I.D., d<sub>f</sub> 0.33 µm, Supelco, USA)을 사용하였다. 오븐 온도 조건은 GC의 HP-1 column과 동일하였으나 HSS로 얻은 휘발성 성분의 분석을 위해서는 언급한 조건과 50°C, isothermal 조건으로 분석하였다. Split injection port의 온도는 260°C였으며 70 eV의 EI mode를 사용하였다. Interface 온도는 300°C로 유지시켰다.

## 결과 및 고찰

### 더덕의 향기성분 추출방법 비교

Fig. 1은 세 가지 추출방법으로 얻은 시료들의 GC profile들을 비교해 놓은 것이다. SEF와 GCD 방법으로 얻은 시료들의 chromatogram에서는 다양한 성분들이 전체적으로 넓은 범위에 분포하는 것을 볼 수 있으며 특히 GCD로 얻은 시료의 chromatogram은 retention time 40분 이후에 다수의 휘발성이 작은 성분 peak들을 포함하는 것으로 나타났으며 50분에서 70분 사이에 baseline

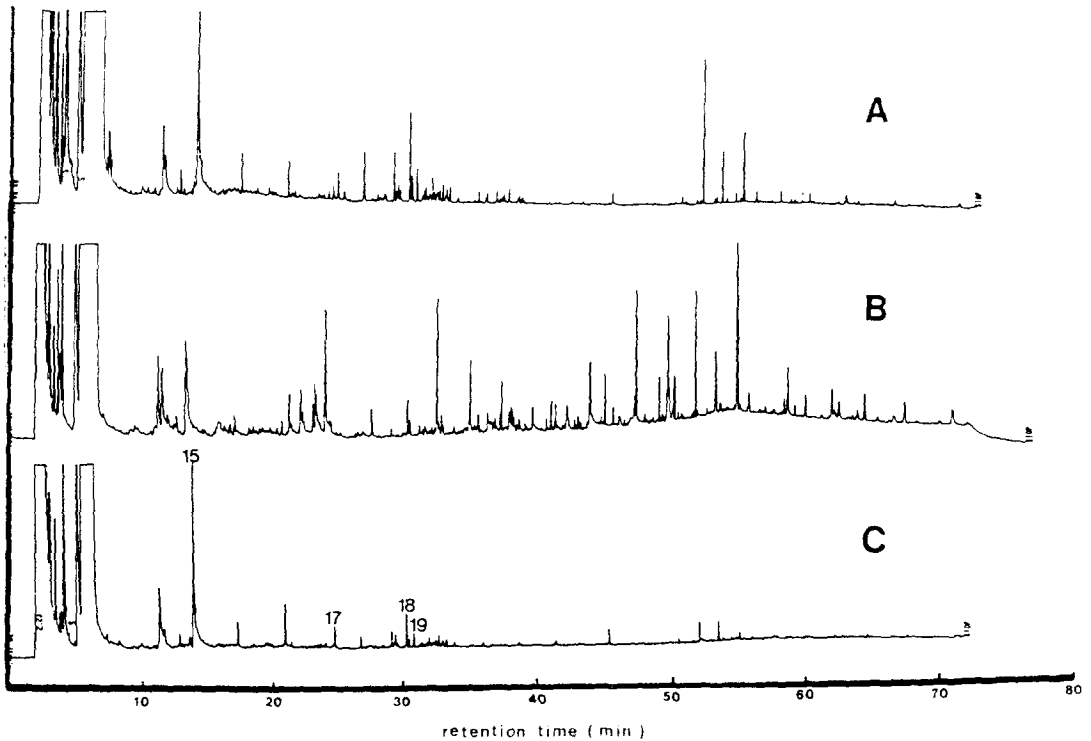


Fig. 1. Comparison of SEF(A), and HSS(C) for the enrichment of volatile flavor components from *Codonopsis lanceolata*. GC conditions: HP-1 fused silica capillary column (25m×mm I.D., d<sub>f</sub> 0.11 μm); N<sub>2</sub> carrier gas flow rate, 0.59 ml/min; 1.0 μl injection in split mode; oven temp., isothermally at 50°C for 10 min, programmed to 200°C at 4°C/min, then to 280°C at 8°C/min; injector, 260°C; FID, 300°C.

Table 1. Comparison of the three sampling methods

Sampling method	Sample size(g)	No. of steps	Time (hr)	Scores from organoleptic evaluation <sup>1)</sup>										
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Average
Gas co-distillation	20	3	3.0	1	2	2	2	3	2	1	2	2	3	2.0
Headspace sampling	20	2	1.0	3	2	3	3	2	2	1	2	2	3	2.3
Solvent extraction/fractionation	20	2	2.5	2	3	2	2	3	2	3	2.4			

<sup>1)</sup>Test by ten panel members for the similarity towards the characteristic smell of *Codonopsis lanceolata*, 1=fair; 2=good; 3=excellent

bump가 나타나는 것으로 보아 acid와 같이 극성이 큰 성분들이 다수 용출되는 것으로 추정된다. 이것은 SDE<sup>10)</sup>로 얻은 시료에서 탄소수 10개 이상의 long chain acid들이 다수 발견된 점과 일치하며 이러한 acid들은 시료 자체에서 보다는 distillation 도중 산성 수용액 내에서 고온으로 가열되면서 생성될 수 있을 것으로 추정된다. HSS로 얻은 시료의 농도는 SEF와 GCD fraction들에 비해 약 1/10로서 희석된 비율을 감안하면 chromatogram은 그 전체적 양상이 SEF와 비슷했으나 retention time 25분 이후의 peak 크기가 현저히 작은 것을 볼 수 있었다. 관능 검사 결과에서도 HSS와 SEF 방법으로 얻은 시료들이 GCD로 얻은 시료보다 원래의 더

덕향에 가까운 향기를 지니고 있는 것으로 나타났다(Table 1). HSS 방법으로 얻은 시료에서는 더덕의 풋 냄새를 그리고 SEF로 얻은 시료에서는 더덕 고유의 달콤한 향을 느낄 수 있었다. GCD로 얻은 시료에서는 더덕의 향을 느낄 수는 있었으나 SDE 방법으로 추출한 시료가 지니고 있었다는 한약취<sup>11)</sup>도 느낄 수 있었다. 한약취는 GCD로 추출액을 받는 도중 일정 가열시간이 지나면 급속하게 증가하였다. 본 실험에서는 이러한 점을 감안하여 한약 취가 나오기 전에 증류를 중단하였다. 각 추출방법의 효율성을 비교한 결과는 Table 1에 나타내었다. GCD 방법은 시간이 오래걸리고 조작단계가 많아 오염 가능성이 컸으나 HSS와 SEF 방법은 비교적 짧은 시간내에

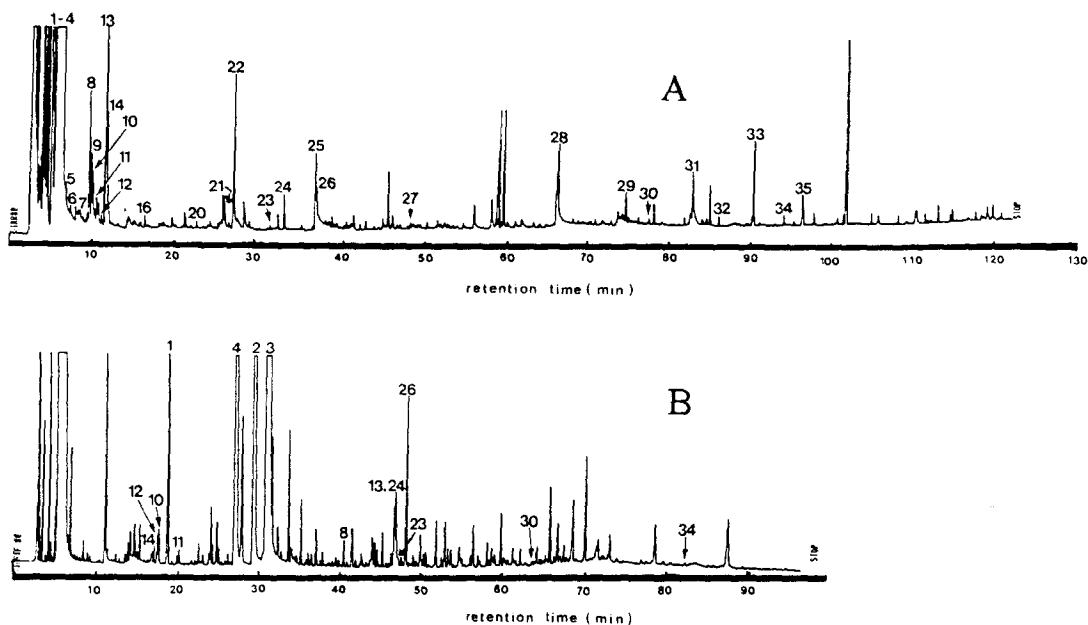


Fig. 2. Typical dual-capillary column GC chromatograms on HP-1(A) and HP-FFAP(B) of the volatile flavor components enriched by gas co-distillation from *Codonopsis lanceolata*. GC conditions; HP-1 and HP-FFAP fused silica capillary columns (25m×0.2 mm I.D.,  $d_f$  0.11  $\mu$ m); N<sub>2</sub> carrier gas flow rate, 0.59 ml/min; 1.0  $\mu$ l injection in split mode; oven temp., isothermally at 50°C (2 min), programmed to 280°C at 2°C/min for HP-1 column, but programmed to 180°C at 2°C/min for HP-FFAP column; injector, 260°C; FID, 300°C.

간단한 조작으로 추출이 가능했다.

이상의 결과에서와 같이 한약취를 주지 않으며 비교적 짧은 시간내에 간단한 조작으로 추출이 가능한 SEF와 HSS 방법이 더덕의 향기성분 추출에 적합했으며 두 방법으로 얻은 시료의 향특성이 다른 점을 고려해 볼때 SEF와 HSS 방법은 더덕의 향기성분 추출에 서로 보완적으로 쓰일 수 있을 것으로 생각된다.

#### 향기성분의 확인

GCD 방법으로 얻은 시료를 극성이 서로 다른 HP-1과 FFAP column으로 분석하여 얻은 chromatogram들은 Fig. 2와 같다. GCD 이외의 추출방법으로 얻은 시료들에서만 나타난 peak들은 Fig. 1-C에 별도로 표시하였다. 총 35개의 성분들을 확인하였는데 그중 13개의 성분들은 RI library(Flavor. L) searching<sup>(21)</sup>하여 확인한 것들이다. RI값에 의한 library searching 방법은 매우 신속하였고 mass spectral property가 유사한 isomer들의 확인에 효과적이었으며 극성인 FFAP column으로 얻은 RI값들은 극성 화합물들에 대해 보다 정확한 결과를 제공하였다<sup>(16)</sup>. 확인된 성분들은 hydrocarbon류가 12종, alcohol류가 8종, aldehyde류가 5종, ester류가 5종 ether류가 1종, 기타 4종으로 이루어져 있었으며 이들 35가지 성분들중 ester류 5종을 포함한 24가지 성분들은 SDE 방법으로는 확인하지 못했던 화합물들로서<sup>(5)</sup> 이러한 현상은 추출방

법 등의 차이에 따른 결과로 추정되며 이러한 성분의 차이가 서로다른 향특성에 기여할 것으로 생각된다. Steam distillation 중에 linalyl acetate는 쉽게 가수분해되는데<sup>(18)</sup> pH 2 상태에서는 linalyl acetate로부터 무려 24가지에 달하는 artefact들이 형성된다고 보고되었다<sup>(24)</sup>. 본 실험에서 발견한 5가지의 ester류들 모두가 SDE fraction<sup>(5)</sup>에서는 발견되지 않은 것이라는 사실은 그러한 가능성을 보여주는 것이다. SDE fraction에서 확인되지 않은 화합물들중 매우 달콤한 과일향으로 알려져 있는 amyl propionate를 비롯한 최소 5가지 이상의 성분들은 모두 sweet odor를 나타내는 것들이었다. 표고버섯(*Lentinus edodes*)의 주요 향기성분으로 알려진 1-octen-3-ol은 신선한 버섯에서는 전체 향기성분 peak area의 74.7%를 차지했으나 건조시킨 버섯에서는 1.34%만을 차지하였다는 사실로 미루어<sup>(22)</sup> 더덕에서도 1-octen-3-ol이 신선한 풍미를 주는 성분으로서 작용할 가능성이 있다. HSS 방법으로 얻은 시료에서만 검출된 2-ethyl hexanol과 linalyl isobutyrate도 sweet odor를 갖는 향기성분으로 특히 HSS fraction의 주성분인 2-ethyl hexanol은 순하고 달콤한, 약한 장미향을 주는 것으로 알려져 있다<sup>(23)</sup>. Fig. 2의 chromatogram에서 매우 큰 peak들로 나타나 있는 trans-2-hexenal, cis-3-hexen-1-ol, trans-2-hexen-1-ol, hexanol은 도라지나 토마토의 주요 green aroma 성분들로서 불포화지방산 전구체로부터 효소작용에 의한

**Table 2. Compounds identified in the volatile components of *Codonopsis lanceolata* by GC-RI and GC-MS matching**

Peak No.	Compound	GC-RI		GC-MS	R <sup>1)</sup>	Odor characteristics <sup>2)</sup>
		HP-1	FFAP			
1	trans-2-hexenal	+	+	+	+	Powerful green-fruity, pungent vegetablelike
2	cis-3-hexen-1-ol	+	+	+	+	Powerful green-grassy, less fruity than trans-2-hexenol
3	trans-2-hexen-1-ol	+	+	+	+	Powerful fruity-green, slightly caramellic
4	n-hexanol	+	+	+	+	Chemical-winey, slightly fatty & fruity
5	2-methyl octane			+		
6	nitrocyclohexane			+		Peculiar, intensely Sweet & pungent herbaceous
7	3-methyl-2-heptanol			+		
8	1-octen-3-ol			+		
9	4-carene			+		Sweet, diffusive, penetrating
10	butyl butyrate	+	+	+		Powerful pungent green floral & sweet
11	amyl propionate	+	+	+		Very sweet fruity, apricot-pineapple type
12	1,8-cineol	+	+	+	+	Fresh diffusive camphoraceous-cool
13	phenylacetaldehyde	+	+	+		Very powerful, penetrating pungent green floral & sweet
14	limonene	+	+	+	+	Fresh, light & sweet citrusy, orange feel
15	2-ethyl hexanol			+	+	Mild, oily, sweet & slightly floral-rosy
16	2,9-dimethyl decane			+		
17	2-methyl dodecane			+		
18	linalyl isobutyrate	+	+			Floral & fruity, yet overall fresh, sweet
19	2-methyl tridecane			+		
20	2-octenal			+		
21	2,4-decadienal			+		Extremely powerful orange-like, sweet & fresh-citrusy
22	3-dodecanol			+		Very mild, oily-fatty, weak waxy but fresh & "soapy"
23	citronellyl acetate	+	+	+		Fresh-rosy-fruity, somewhat reminiscent of Geranium
24	cis-3-hexenyl caproate	+	+			Powerful fruity-green, diffusive
25	3-decen-1-ol			+		
26	Humulene	+	+	+		
27	octadecyl benzene			-		
28	hexadecanoic acid			+		
29	9-octadecenal			+		
30	eicosane	+	+	+	+	
31	octadecanamide			+		
32	tetracosane	+	+	+	+	
33	1,2-diisooctyl benzenedicarboxylic acid			+		
34	hexacosane	+	+	+	+	
35	heptacosane			+	+	

<sup>1)</sup>Compounds identified previously in reference No. 5

<sup>2)</sup>Information obtained from reference No. 23

가수분해 등을 통해서 생성된다고 알려져 있다<sup>24)</sup>. 확인된 성분들의 향특성은 Table 2에 표기하였다.

이상의 결과에서와 같이 더덕을 연상시키는 달콤한 더덕향은 다수의 에스터와 소수의 알데하이드 및 알콜 등이 복합적으로 작용하는 것으로 생각되며 더덕의 꽃내는 상기에 설명한 C<sub>6</sub> 화합물 때문인 것으로 추측된다.

**요 약**

더덕(*Codonopsis lanceolata*)의 휘발성 향기성분을 분석하기 위해 gas co-distillation(GCD), solvent extrac-

tion/fractionation(SEF), headspace sampling(HSS) 방법을 사용하여 향기성분을 분리농축하고 분석 비교한 결과 SEF와 HSS 방법으로 얻은 농축물들의 향이 원래의 더덕향과 가장 유사했으며 gas chromatogram들의 양상도 비슷했으나 peak들의 크기에 있어서 차이를 보였다. SEF 농축물에서는 달콤한 향을 그리고 HSS 농축물에서는 꽃내를 비교적 강하게 느낄 수 있었으나 GCD 농축물의 경우 일정 증류시간이 지나면 한약취를 느낄 수 있었다. SEF와 HSS 방법은 GCD에 비해서 적은 조작 단계로 손쉽게 빠른 시간내에 분리 농축이 가능했다. 농축한 향기성분은 GC-MS와 극성이 다른 두 column을

사용한 GC-RI system을 이용하여 확인하였다. 특히 GC-RI는 isomer의 확인에 효과적이었으며 극성 FFAP column은 극성 화합물의 확인에 보다 적합했다. 35가지의 향기성분들을 동정하였는데 그중 24개의 성분들은 simultaneous distillation extraction 농축물에서는<sup>(5)</sup> 확인되지 않았던 향기성분들이다. 확인된 성분들중 trans-2-hexenal, cis-3-hexen-1-ol, trans-2-hexen-1-ol, hexanol은 더덕의 풋내를, 1-octen-3-ol은 신선한 풍미를 그리고 amyl propionate를 비롯한 다수의 에스터 화합물 등은 더덕 특유의 달콤한 향에 복합적으로 작용할 것으로 추정된다.

## 문 헌

- 이덕봉 : 한국 동식물도감 식물편(유용식물). 삼화출판사, 15권, p.264, 419(1981)
- 이상인 : 본초학. 진서원, p.129(1981)
- 식생활 개선 범국민 운동본부 : 월간 식생활. 2월호, p.88 (1985)
- Qiu, M., Ding, J. and Nie, R.: The volatile chemical components with unpleasant odor from *Codonopsis* sp. *Yunnan Zhiwu Yanjiu*, 9, 371(1987)
- Park, J.Y., Kim, Y.H., Kim, K.S. and Kwag, J.J.: Volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* Traut(Benth. et Hook.), *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 32, 338 (1989)
- Pickett, J.A., Coates, J. and Sharpe, F.R.: Distortion of essential oil composition during isolation by steam distillation, *Chemistry & Industry*, 5, 571(1975)
- Godefroot, M., Sandra, P. and Verzele, M.: New method for quantitative essential oil analysis. *J. Chromatogr.*, 203, 325(1981)
- Takeoka, G.R., Flath, R.A., Guntert, H. and Jennings, W.: Nectarine volatiles-vacuum steam distillation versus headspace sampling. *J. Agric. Food Chem.*, 36, 553(1988)
- 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*, 15, 559(1982)
- Engel, K.H., Flath, R.A., Buttery, R.G., Mon, T.R., Ramming, D.W. and Teranishi, R.: Investigation of volatile constituents in Nectarines. 1. Analytical and sensory characterization of aroma components in some nectarine cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 36, 549(1988)
- Chialva, F. and Gabri, G.: Headspace versus Classical Analysis. In *Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis*, P. Sandra and C. Bicchi(ed), Dr. Alfred Huehlig Verlag, Heidelberg-Basel-New York, p.129-146(1987)
- Vercellotti, J.R., St. Angelo, A.J., Legendre, M.G., Summrell, G., Dupuy, H.P., Flick, G.J. Jr.: Analysis of trace volatiles in food and beverage products involving removal at a mild temperature under vacuum. *J. Food Comp. Anal.*, 1, 239(1988)
- Schultz, W.C. and Randall, J.M.: Liquid carbon dioxide for selective aroma extraction. *Food Technology*, 24, 94(1970)
- Jennings, W. and Filsoof, M.: Comparison of sample preparation techniques for gas chromatographic analysis. *J. Agric. Food Chem.*, 25, 440(1970)
- Morin, Ph. and Richard, H.: Thermal degradation of linalyl acetate during steam distillation. In *Progress in Flavor Research 1984*, J. Adda(ed), Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, p.563-576(1985)
- Oh, C.H., Kim, J.H., Kim, K.R. and Ahn, H.J.: Flavor Components of *Poncirus trifoliata*, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 749(1989)
- Kim, J.H., Lee, K.S., Oh, W.T. and Kim, K.R.: Flavor components of the fruit peel and leaf oil from *Zanthoxylum piperitum* DC., *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 562(1989)
- Koedam, A.: Some Aspects of Essential Oil Preparation. In *Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis*, P. Sandra and C. Bicchi(ed), Dr. Alfred Huehlig Verlag, Heidelberg-Basel-New York, p.18, 21(1987)
- Denis, A.C.: Techniques of analysis of flavours. In *Food Flavours Part A. Introduction*, I.D. Morton and A.J. Macleod(ed), Elsevier, New York, p.18, 27-30(1982)
- Kim, K.P.: Isolation and concentration of organic components from a complex matrix into three fractions of different volatilities, *J. Korean Chem. Soc.*, 25, (1981)
- Sprouse, J.F. and Verano, A.: Development of a GC retention index library. *International Laboratory*, 54, 54(1984)
- Hong, J.S., Lee, K.R., Kim, Y.H., Kim, D.H., Kim, M.K., Kim, Y.S. and Yeo, K.Y.: Volatile flavor compounds of korean Shiitake mushroom(*Lentinus edodes*), *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20, 606(1988)
- Arctander, S.: *Perfume and Flavor Chemicals I, II*, Montclair, N.J.(U.S.A.), (1969)
- Chung, T.Y., Kim, J.L., Hayase, F. and Kat, H.: Flavor components in the Bellflower roots, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 16, 136(1987)

(1992년 1월 23일 접수)