

야산 재배 더덕의 휘발성 향기성분에 관한 연구

오혜숙⁺ · 김준호¹ · 최무영

상지대학교 이공과대학 식품영양학과, ¹상지대학교 이공과대학 화학과

The Volatile Flavor Components of Fresh *Codonopsis lanceolata* cultivated on a wild hill

Hae-Sook Oh⁺, Jun-Ho Kim¹, Moo Young Choi

Department of Food and Nutrition and ¹Department of Chemistry,
Sangji University

Abstract

Flavor components in fresh *Codonopsis lanceolata* cultivated on a wild hill were detected by headspace sampling (HSS) method and GC-MS equipped with a VB-5(5% phenylmethyl polysiloxane) column. The 167 volatile compounds that were detected, consisted of 28 terpenes and terpene alcohols, 34 hydrocarbons, 31 alcohols, 13 aldehydes and ketones, 25 esters, 6 acids, 10 ethers and 20 miscellaneous components. The ten major volatile flavor components, comprising about 58% of the total, were dl-limonene (10.2%), α -guaiene (9.0%), 2,2,6-trimethyl-octane (8.6%), hexadecane (8.0%), isolongifolan-8-ol (4.2%), 2,4,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate (4.1%), β -selinene (3.9%), 2,2,3-trimethylnonane (3.6%), 3-methyl-5-propyl-nonane (3.1%), and ledene (3.1%). The unique aroma of fresh *Codonopsis lanceolata* described by sensory evaluation was green, earthy, camphoraceous and aldehydic. The components attributed to green or camphoraceous flavor such as 1-hexanol, 2-methylhexan-3-ol, 3-hexen-1-ol, cis-3-hexenyl butyrate, ethylhexanol, hexyl acetate, trans-2-hexen-1-ol, camphor, longiborneol and menthol were not included in the ten or twenty major volatile components which had the largest peak area in descending order. We concluded that the intensity of green and camphoraceous flavor might be used as an indicator of the freshness of *Codonopsis lanceolata*.

Key words : *Codonopsis lanceolata*, volatile flavor components, sensory evaluation, unique aroma characteristics

1. 서 론

향기는 색깔 및 질감과 함께 식욕을 돋울 뿐 아니라 식품의 상품가치를 높일 수 있는 중요한 관능적 요소이다. 최근 우리나라의 식품선택 경향은 경제수준의 향상에 힘입어 건강지향적(김명국 2001) 혹은 다양성 추구(Kim HY와 Kim JH 2003)로 표현할 수 있으며,

이러한 소비추세는 식품의 품질평가 시 건강기능성과 독특한 맛과 향을 중요시하는 결과를 초래하였다.

오래 전부터 우리 식생활에서 더덕이 고급 식재료로 이용되어 온 것은 자생 더덕의 독특한 향기와 약리작용, 출하량의 제한 때문이다. 최근 들어 흔히 밭더덕이라 불리는 재배더덕과 중국산 수입더덕이 널리 시판됨에 따라, 일반 소비자들이 더덕을 구매하는 것은 매우 용이해졌다. 정확한 자료 확보가 어려운 야생더덕은 제외하고 재배더덕의 생산량을 살펴보면 95년 2,677톤, 2000년 6,138톤, 2002년 7,542톤 등으로 생산량이 급증하고 있으며(경상남도농업기술원), 2000년 우리나라에서 생산되는 산채류 중 고사리 35.5%, 취나물 25.7%에 이어 3위를 차지하고 있다(산림청). 또한 중국

Corresponding author : Hae Sook Oh, Department of Food and Nutrition,
Sangji University 660 Woosang-dong, Wonju-si Kangwon-do 220-702,
Korea
Tel : 82-33-730-0498
Fax : 82-33-730-0403
E-mail : hsoh@sangji.ac.kr

산 수입 농산물 중에서 더덕이 차지하는 비중도 매우 높은 것으로 알려져 있다(허상선 등 1996). 따라서 무게, 크기, 모양에 따라 특, 상, 중, 하로 구분되는 현재의 등급기준 외에 더덕의 품질에 따른 가격의 차별화를 심화시키고자 할 때 생더덕의 향기는 중요한 지표가 될 수 있다.

일반적으로 국산더덕이 수입더덕에 비해 향기가 강한 편이며(이재석 등 1996, Oh SM 1997), 야생더덕은 농가에서 재배되는 재배더덕에 비해 강한 향을 발산한다고 알려져 있다(Lee SP 등 1995). 더덕의 휘발성 향기성분은 종류가 매우 많은데 비해, 이들의 농축물인 정유 함량이 0.004-0.007%에 불과할 정도로 극소량(Lee SP 등 1998a, Lee SP 등 1998b, Lee SP 1996a, Lee SP 1996b, Kim SK 등 1999)이기 때문에, 더덕이 갖는 독특한 향을 정확히 분석하는 것은 쉽지 않다. 현재까지 이루어진 더덕의 향기성분에 관한 연구는 더덕 뿌리 중의 휘발성 향기성분에 대한 보고(Park JY 등 1989), 야생 및 재배 더덕의 재배장소에 따른 비교(Lee SP 등 1995), 노지에서 재배한 야생더덕의 향기 성분 조성(Lee SP 등 1996a), 표고에 따른 비교(Kim SK 등 1999), 전처리 방법에 따른 비교(Kim JH 등 1992) 및 차광 및 유기물 사용량에 따른 비교(Lee SP 등 1998a, Lee SP 등 1998b, Lee SP 1996b) 등이 있다. 이들 연구에서 밝혀진 바에 의하면, 더덕의 주요 향기성분은 trans-2-hexenal, cis-3-hexen-1-ol, trans-2-hexen-1-ol, 1-hexanol 등이며, 확인된 향기성분 종류는 16종에서 많게는 66종까지 연구자마다 크게 차이가 나타난다. 이러한 차이는 더덕의 종류(Lee SP 1995, Lee SP 1996a), 재배지의 환경(Lee SP 1995, Lee SP 등 1998a, Lee SP 등 1998b, Lee SP 1996a, Lee SP 1996b, Kim SK 등 1999), 더덕 채취시기(Lee SP 1996a) 외에 향기성분 추출장치와 용매의 종류 등과 같은 전처리 방법과 분석 과정 중 기기의 오븐 온도에 대한 isothermal program 과 final time 등 분석조건의 차이(Kim JH 등 1992, Park JY 등 1989) 및 식물체 내에서 생합성되는 정유 성분 중 더덕 특유의 향기 특성에 포함시키는 범위의 차이(Lee SP 1996a)에 기인하는 것으로 보고 있다.

식품의 관능적 품질에 대한 기계적 평가는 객관성 및 재현성 측면에서 우수성은 인정되지만 여러 요인들의 효과를 종합적으로 판단하는 것은 인간의 관능평가를 대신할 수 없다. 따라서 더덕의 향기 특성에 대해

관능적으로 묘사하려는 시도가 있었으며, green 취, 단내, 과일향, 야채향, 꽃내새와 한약취 등으로 표현된 바 있다(Lee SP 1995, Kim JH 등 1992, Park JY 등 1989).

본 연구는 더덕의 향기를 더덕의 품질 지표로 활용하기 위해 신선더덕의 향기성분 조성을 파악하기 위한 것으로, 씨를 뿌린 것 이외에는 야생 더덕과 같은 조건에서 자란 야산 재배더덕의 향기성분을 GC/MS로 분석하였고, 동시에 4인의 전문조향사에 의해 표현된 더덕 특유의 향기와 분석된 휘발성 성분을 관련시키고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

시료는 경기도 양평군 서종면 문호리 야산에서 재배한 더덕을 2004년 5월 13일 채취하여 실험실로 옮긴 즉시 더덕 표면에 붙어 있는 흙을 충분히 털어낸 후 당일 향기분석을 실시하였다.

2. 더덕의 향기성분 추출 및 분석

향기성분의 추출을 위하여 시료를 증류수로 깨끗이 씻어 흙 등을 제거한 후 껍질을 벗기고 속살을 잘게 잘랐다. 1.2 g을 vial에 담고 미리 40°C로 조절한 hot plate에 얹은 다음 fiber를 시료에 가깝게 위치하도록 하여 60분간 흡착시키고, 이를 GC injection port에서 1

Table 1. Operation conditions of GC-MS for detection of flavor components of *Codonopsis lanceolata*

GL Line	
Injection temp.	250°C
Injection mode	splitless
Injection hold time	1.00min
column flow	1.23ml/min
Pressure	156.7kPa
Oven temperature	1st stage - maintain 75°C for 5 min 2nd stage - increase 1.5°C/min to 120°C 3rd stage - increase 2.0°C/min to 250°C
GC/MS Line	
Interface temp.	230°C
MS Line	
Ionization mode	EI
Detector	0.9kV
Ionization voltage	70V
Ionsource temp.	200°C

분간 탈착시킨 후 분리 및 확인하였다. 향기성분의 분석은 headspace로부터 흡착, 분석하는 Solid Phase Micro Extraction(SPME) 법을 사용하였고, 흡착제는 SPME-PDMS fiber(100 μ m polydimethylsiloxane coating fiber, Supelco)를 이용하였다. 향기성분 분석에 사용한 기기는 GC-MS(GCMS-QP2010, Shimadzu)였고, column은 VB-5(5% phenylmethyl polysiloxane, 0.25 μ m \times 0.25 mm \times 60.0 m)였으며, 분석조건은 Table 1과 같다. 향기성분의 확인은 Wiley 7th edition database를 사용하였으며, 비점이 250 $^{\circ}$ C 이하인 물질들만 GC injector에서 column 내부로 보냈기 때문에 분석 시간은 100분 이내로 한정되었다.

3. 더덕 향기의 관능적 평가

기계적으로 분석된 휘발성 성분의 종류 및 조성만으로는 더덕의 종합적인 향기 특성을 규정하기에 어려움이 있으므로 4인의 전문 조향사들의 감각기관을 이용하여 더덕의 향기 특성에 대해 묘사분석을 실시하였으며, 관능검사 결과 신선더덕 고유의 향취를 풋냄새, 흙냄새, 우유발효취(aldehydic 취) 및 장뇌취로 선정하였다. 이들은 한국아로마(주)에서 향기성분의 분석 및 조합 관련 업무를 3년 이상 담당한 전문가들로서, 더덕의 향기성분 분석을 위해 회사 자체내에 소지하고 있는 reference 향기 물질과 비교하면서 향기성분의 분류 및 강도에 대해 논의하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 더덕의 휘발성 향기성분에 대한 GC/MS 분석 결과

더덕을 채취한 직후 GC/MS를 이용하여 분석한 향기성분은 동일 시료라 하더라도 분석 시마다 확인된 향기성분의 종류 및 조성 비율에서 비교적 큰 차이를 보였다. 따라서 10여 차례의 실험을 실시하여 비교적 규칙성을 보이는 성분들을 중심으로 총 167종의 물질을 확인하였다(Table 2). Fig. 1의 GC chromatogram에서 알 수 있는 바와 같이 이들 휘발성 물질들은 기존의 연구결과들(Chung BS 와 Na DS 1977, Han BH 등 1976, Lee SP 1995, Lee SP 등 1998a, Lee SP 등 1998b, Lee SP 1996a, Lee SP 1996b, Kim JH 등 1992, Kim SK 등 1999, Park JY 등 1989)에 비해 상당히 많

은 종류가 전 분석시간에 걸쳐 검출되었다. 비교적 조성 비율이 높았던 성분들은 주로 20분 이내와 40~60분 범위에서 나타났으며, 그 이후에는 많은 종류의 휘발성 향기 성분이 검출되지만 그 양은 상대적으로 매우 적었다.

이들을 기능기 별로 나누어 보면, 2,2,6-trimethyloctane, 2,2,3-trimethylnonane, 2,2,5-trimethyldecane, hexadecane 등을 포함하는 hydrocarbon류 34종, dl-limonene, ledene, isodene, α -humulene, β -selinene, α -guaiene, δ -cadinene 등과 같은 terpene 및 terpene alcohol류 28종, 2-methyl-2-dodecanol 등 alcohol류 31종, 2,4,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate 등 ester류 25종, decanal 등의 aldehyde 6종, 3,4-dihydro-2,2-dimethylfuran-2,5-dione과 같은 ketone 7종, trans-2-(chloromethyl)-2,5-dimethyltetrahydrofuran 등 ether류 10종, octanoic acid 등 acid류 6종, 기타 20종으로 구분할 수 있다(Table 3).

Table 4는 peak 면적이 전체 크로마토그램에서 75.5%를 차지하고 있는 20개의 성분 및 그의 조성 비율을 제시한 것으로, 이들은 주로 terpene 및 terpene alcohol(10종)과 hydrocarbon(7종)이었으며, 출현순서는 Fig. 1의 GC chromatogram에서 확인할 수 있다. 조성 비율이 큰 순서대로 10대 성분 및 이들의 조성 비율을 살펴보면, dl-limonene(10.2%, peak 5)이 가장 컸으며, α -guaiene(9.0%, peak 17), 2,2,6-trimethyloctane(8.6%, peak 1), hexadecane(8.0%, peak 6), isolongifolan-8-ol(4.2%, peak 18), 2,4,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate(4.1%, peak 20), β -selinene(3.9%, peak 15), 2,2,3-trimethylnonane(3.6%, peak 2), 3-methyl-5-propylnonane(3.1%, peak 3), ledene(3.1%, peak 16) 등의 순이었으며, 이들 10개의 성분이 차지하는 비율은 전체 peak 면적의 약 58%였다. 신선 더덕의 휘발성 향기성분은 167개로 많지만 검출된 성분 중 88%에 해당하는 147개가 차지하는 peak area는 24.5%에 불과하였으며, 이들 미량 성분들은 단독 혹은 상호작용을 통해 더덕 고유의 향기 특성을 부여하고 있다.

박준영 등(1989)은 SDE법에 의해 더덕의 주요 향기성분을 확인한 결과 terpene 및 terpene alcohol 류 16종, hydrocarbon류 13종, alcohol류 5종, aldehyde 및 ketone류 6종, ester 2종 및 acid류 6종 외에 추출용매 성분과 BHT 등을 포함하여 총 50개 성분이 검출되었다고 하였고, 그중 trans-2-hexen-1-ol(29.4%), trans-2-

Table 2. Volatile flavor components of fresh *Codonopsis lanceolata* analyzed by GC/MS

No	Compounds	No	Compounds	No	Compounds
1	1-Dodecanol	57	3,5-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methoxy-benzaldehyde	113	Diphenyl-4-morpholinebutyric acid
2	1-Dodecene	58	3,5-Dimethylpyrazole	114	dl-Limonene
3	1-Hepten-4-ol	59	3,5-Di-tert-butyl-1-methoxybenzene	115	Docosane
4	1-Hexadecene	60	3,7,11,15-Tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene	116	(E)-Ethyl-2-heptenoate
5	1-Hexanol	61	3,7-Dimethyl-2,6-octadien-ol	117	(E,E)-7,11,15-Trimethyl-3-methylene-hexadeca-1,6,10,14-tetraene
6	1-Octen-3-ol	62	3,7-Dimethylnonane	118	Ethoxy-1-dodecanol
7	1-Phenoxypropan-2-ol	63	4-Heptanol	119	Ethoxyethyl acrylate
8	1,1-Dibutoxybutane	64	4-methoxyphenol	120	Ethylhexanol
9	1-(2-Methyl-2-cyclopenten-1-yl)-cyclohexene	65	4-Methyl-4-nitroso-2,2-dideuteropentanenitrile	121	Ethylhexoic acid
10	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methoxyethyl)ester	66	4-Nonanal	122	Ethylloxirane
11	1,2,3,6-Tetramethyl-bicyclo[2,2,2]octa-2,5-diene	67	4,4-Dimethyl-adamantan-2-ol	123	exo-7-(2-Propenyl)-bicyclo[4,2,0]oct-1(2)-ene
12	1,3-Dihydro-1-methyl-2H-benzimidazol-2-one	68	5-(Acetoxy)dihydro-5-methyl-2(3H)-furanone	124	ν -Cadinene
13	1,3-Di(isobutoxycarbonyl)-2,4,4-trimethylpentane	69	5,5,5-Trifluoro-1,2-pentadien-4-one	125	ν -Gurjunene
14	1,4-Butanediol	70	5-Formyl-3,4-dimethyl-pyrrole-2-carbonitrile	126	ν -Elemene
15	1,4-Dibutoxybutane	71	5-Methylbenzimidazolone	127	Hexadecane
16	2-Acetyl-2-methyl-g-butyloactone	72	6,10-Dimethyl-dodeca-1,6-dien-12-ol	128	Hexahydroaplotaxene
17	2-Isopropyl-5,5-dimethyl-1,3-dioxane-2-ethanol	73	6,7-Dimethyl-1,2,3,5,8,8A-hexahydronaphthalene	129	Hexyl acetate
18	2-Isopropoxyethanol	74	6-Methyl-1,2,3,5,8,8A-hexahydronaphthalene	130	Iso butyraldehyde
19	2-Methyl-1,3-dioxacycloheptane	75	6-Methyl-1-heptanol	131	Iso hexane
20	2-Methyl-2-dodecanol	76	7-Isopropenyl-4,4,8,8-tetramethylbicyclo[2,2,2]octa-2,5-diol	132	Isobutyl isobutyrate
21	2-Methyl-3-(2-methylpropoxy)-2-cyclohexen-1-one	77	8,11,14-Eicosatrienoic acid	133	Isoledene
22	2-Methyl-5,6,7,8-tetrahydroquinoxaline	78	9-Eicosene	134	Isolongifolan-8-ol
23	2-Methyl-5,7-dimethylene-1,7-nonadiene	79	Acetophenone	135	Ledene
24	2-Methylhexan-3-ol	80	Acetylphenylalanine	136	Longiborneol
25	2-Methyltetrahydrofuran	81	Acetylpyrrole	137	Longicyclene
26	2-(2-Methoxy-propoxy)-1-propanol	82	Allyl butyrate	138	Malonamic acid
27	2-(N-Methyl)imino-3-pentanone	83	α -Cedrene	139	Menthol
28	2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-2-ethylhexyl ester	84	α -Guaiene	140	Methyl palmitate
29	2,2,3-Trimethylnonane	85	α -Humulene	141	Methyl-2,5-di(t-butyl)-dithobenzoate
30	2,2,4-Trimethyl-3-hydroxypentyl isobutyrate	86	Ammonium carbamate	142	Methyl-2-butyrate
31	2,2,5-Trimethyldecane	87	Amyl butyrate	143	Methyl-3-hydroxyhexanoate
32	2,2,6-Trimethyldecane	88	Benzoic acid	144	N,N-Dimethyl-1-tetradecanamine
33	2,2,6-Trimethyloctane	89	β -Elemene	145	N,N-Dimethyl-heneicosanylamine
34	2,2-Dimethylbutane	90	β -Guaiene	146	N-Hexoxy-1-butanol
35	2,2-Dimethyl-3-heptanone	91	β -Humulen	147	N-Octadecane
36	2,2-Dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl) propyl isobutyrate	92	β -Selinene	148	Nonadecane
37	2,4-Dimethyl undecane	93	Bicyclogermacrene	149	Nonanal
38	2,4-Dimethyl-6,7-dihydro-5H-cyclopenta[d]pyrimidine	94	Butoxybutanol	150	n-Tricosane
39	2,4,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	95	Butyl stearate	151	Pentalenene
40	2,4,5,7-Tetramethyl-2,6-octadiene	96	Butyraldehyde dibutyl acetal	152	Octanoic acid
41	2,4,6-Tripropyl-1,3,5-trioxane	97	Butyrolactone	153	Pentadecane
42	2,6-Dimethyl-2-heptanol	98	Camphor	154	sec-Butyl glycolate
43	2,6-Dimethyl-2-octanol	99	Carbitol acetate	155	Squalene
44	2,6-Dimethyl-7-octen-3-one	100	cis-3-Hexenyl butyrate	156	Tetracosane
45	2,6-Di-tert-butyl-4-isopropyl phenol	101	Cyclododecane	157	Tetradecanal
46	2,8-Dimethyl-undecane	102	Cyclohexanecarboxylic acid, cyclohexyl ester	158	Tetradecane
47	3-Ethyl-4-methylpentanol	103	Decanal	159	Tetradecanol
48	3-Hexen-1-ol	104	Decanoic acid, decyl ester	160	Tetrahydrofuran
49	3-Hydroxy-2,2,4-trimethylpentyl ester of isobutanoic acid	105	δ -Cadinene	161	Toluylene-2,4-diisocyanate
50	3-Methyl pentane	106	δ -Guaiene	162	trans-2-(Chloromethyl)-2,5-dimethyltetrahydrofuran
51	3-Methyl-5-propylnonane	107	Dihydro- β -agarofuran	163	trans-2-Butene-1,4-diol
52	3-Octadecene	108	Diisopropyl adipate	164	trans-2-Hexen-1-ol
53	3,3,4,4-Tetramethyl-cyclopentanone	109	Diisopropyl carbinol	165	Tricyclo[4.4.0.0(3,9)]decane
54	3,3-Dimethyl heptane	110	Dimethyl carbitol	166	Valencene
55	3,4-Dihydro-2,2-dimethylfuran-2,5-dione	111	Dimethyl N-tetradecylamine	167	Widdrene
56	3,4-Dimethyl decane	112	Diphenyl methanol		

Table 3. Volatile compounds of *Codonopsis lanceolata* classified by functional groups

Functional groups	Volatile compounds								
Terpene and terpene alcohols (28 compounds)	(E,E)-7,11,15-Trimethyl-3-methylene-hexadeca-1,6,10,14-tetraene	1,2,3,6-Tetramethyl-bicyclo[2,2,2]octa-2,5-diene							
	3,7,11,15-Tetramethylhexadeca-1,3,6,10,14-pentaene	Widdrene	α -Cedrene	α -Guaiene	α -Humulene				
	β -Elemene	β -Guaiene	β -Humulen	β -Selinene	Bicyclogermacrene	Camphor	δ -Cadinene	δ -Guaiene	
	dl-Limonene	exo-7-(2-Propenyl)-bicyclo[4,2,0]oct-1(2)-ene	ν -Cadinene	ν -Gurjunene	ν -Elemene	Isolodene			
Hydrocarbons (34 compounds)	Isolongifolan-8-ol	Ledene	Longiborneol,	Longicyclene	Menthol	Squalene	Valencene		
	1-(2-Methyl-2-cyclopenten-1-yl)-cyclohexene	1-Dodecene	1-Hexadecene	2,2,3-Trimethylnonane					
	2,2,5-Trimethyldecane	2,2,6-Trimethyloctane	2,2,6-Trimethyldecane	2,2-Dimethylbutane					
	2,4,5,7-Tetramethyl-2,6-octadiene	2,4-Dimethylundecane	2,8-Dimethyl-undecane						
	2-Methyl-5,7-dimethylene-1,7-nonadiene	3,3-Dimethylheptane	3,4-Dimethyldecane	3,7-Dimethylnonane					
	3-Methylpentane	3-Methyl-5-propyl-nonane	3-Octadecene	6,7-Dimethyl-1,2,3,5,8,8A-hexahydronaphthalene					
	6-Methyl-1,2,3,5,8,8A-hexahydronaphthalene	9-Eicosene	Cyclododecane	Docosane	Hexadecane				
	Hexahydroplotaxene	Isohexane	N-Octadecane	Nonadecane	N-Tricosane	Pentadecane	Pentalenene		
	Tetracosane	Tetradecane	Tricyclo[4.4.0.0(3,9)]decane						
	Alcohols (31 compounds)	1,4-Butanediol	1-Dodecanol	1-Hepten-4-ol	1-Hexanol	1-Octen-3-ol	1-Phenoxypropan-2-ol		
2-(2-Methoxy-propoxy)-1-propanol		4-Heptanol	2,6-Dimethyl-2-heptanol	2,6-Dimethyl-2-octanol					
2,6-Di-tert-butyl-4-isopropyl phenol		2-Isoprxyethanol	2-Methyl-2-dodecanol	2-Methylhexan-3-ol					
3,7-Dimethyl-2,6-octadien-ol		3-Ethyl-4-methylpentanol	3-Hexen-1-ol	4,4-Dimethyl-adamantan-2-ol					
6,10-Dimethyl-dodeca-1,6-dien-12-ol		6-Methyl-1-heptanol	trans-2-Butene-1,4-diol	trans-2-Hexen-1-ol					
7-Isopropenyl-4,4,8,8-tetramethylbicyclo[2,2,2]octa-2,5-diol		Buthoxybutanol	Diisopropyl carbinol	Diphenyl methanol	Ethoxy-1-dodecanol	Ethylhexanol	4-methoxyphenol	N-Hexoxy-1-butanol	Tetradecanol
Aldehydes (6 compounds)		3,5-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methoxy-benzaldehyde	4-Nonanal	Decanal	Isobutyraldehyde	Nonanal			
Tetradecanal									
Ketones (7 compounds)	2,2-Dimethyl-3-heptanone	2-Methyl-1,3-dioxacycloheptane	Acetophenone	2,6-Dimethyl-7-octen-3-one					
	3,4-Dihydro-2,2-dimethylfuran-2,5-dione	2-Methyl-3-(2-methylpropoxy)-2-cyclohexen-1-one							
	3,3,4,4-Tetramethyl-cyclopentanone								
Esters (25 compounds)	(E)-Ethyl-2-heptenoate	1,2-Benzenedicarboxylic acid	cis(2-methoxyethyl)ester						
	2-Acetyl-2-methyl-g-butyloactone	2,2,4-Trimethyl-3-hydroxypentyl	isobutyrate						
	1,3-Di(isobutoxycarbonyl)-2,4,4-trimethylpentane	Amylbutyrate	Butylstearate	2-Propenoic acid					
	3-(4-methoxyphenyl)-2-ethylhexyl ester	Butyrolactone							
	3-Hydroxy-2,2,4-trimethylpentyl ester of isobutanoic acid	Allyl butyrate	cis-3-Hexenyl butyrate						
	Cyclohexanecarboxylic acid cyclohexyl ester	Decanoic acid	decyl ester	Diisopropyl adipate					
	Ethoxyethyl acrylate	Hexyl acetate	Isobutyl isobutyrate,	Methyl-2,5-di(t-butyl)-dithobenzoate					
	Methyl palmitate	Methyl-2-butyrate	Methyl-3-hydroxyhexanoate						
2,4,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	sec-Butyl glycolate								
2,2-Dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl) propyl isobutyrate									
Acids (6 compounds)	8,11,14-Eicosatrienoic acid	Benzoic acid	Octanoic acid	Diphenyl-4-morpholinebutyric acid					
	Ethylhexoic acid	Malonamic acid							
Ethers (10 compounds)	1,1-Dibutoxybutane	1,4-Dibutoxybutane	3,5-Di-tert-butyl-1-methoxybenzene	2,4,6-Tripropyl-1,3,5-trioxane					
	Butyraldehyde dibutyl acetal	Dimethyl carbitol	2-Isopropyl-5,5-dimethyl-1,3-dioxane-2-ethanol						
	2-Methyltetrahydrofuran	Tetrahydrofuran	trans-2-(Chloromethyl)-2,5-dimethyltetrahydrofuran						
The others (20 compounds)	1,3-Dihydro-1-methyl-2H-benzimidazol-2-one	2-(N-Methyl)imino-3-pentanone							
	5,5,5-Trifluoro-1,2-pentadien-4-one	2-Methyl-5,6,7,8-tetrahydroquinoxaline							
	2,4-Dimethyl-6,7-dihydro-5H-cyclopenta[d]pyrimidine	3,5-Dimethylpyrazole							
	4-Methyl-4-nitroso-2,2-dideuteropentanenitrile	5-Methylbenzimidazolone							
	5-(Acetyloxy)dihydro-5-methyl-2(3H)-furanone	Acetylphenylalanine							
	5-Formyl-3,4-dimethyl-pyrrole-2-carbonitrile	Acetylpyrrole	Ammonium carbamate	Carbitol acetate					
	Dihydro- β -agarofuran	Dimethyl N-tetradecylamine	N,N-Dimethyl -1-tetradecanamine						
N,N-Dimethyl-heneicosanylamine	Toluylene-2,4-diisocyanate	Ethylloxirane							

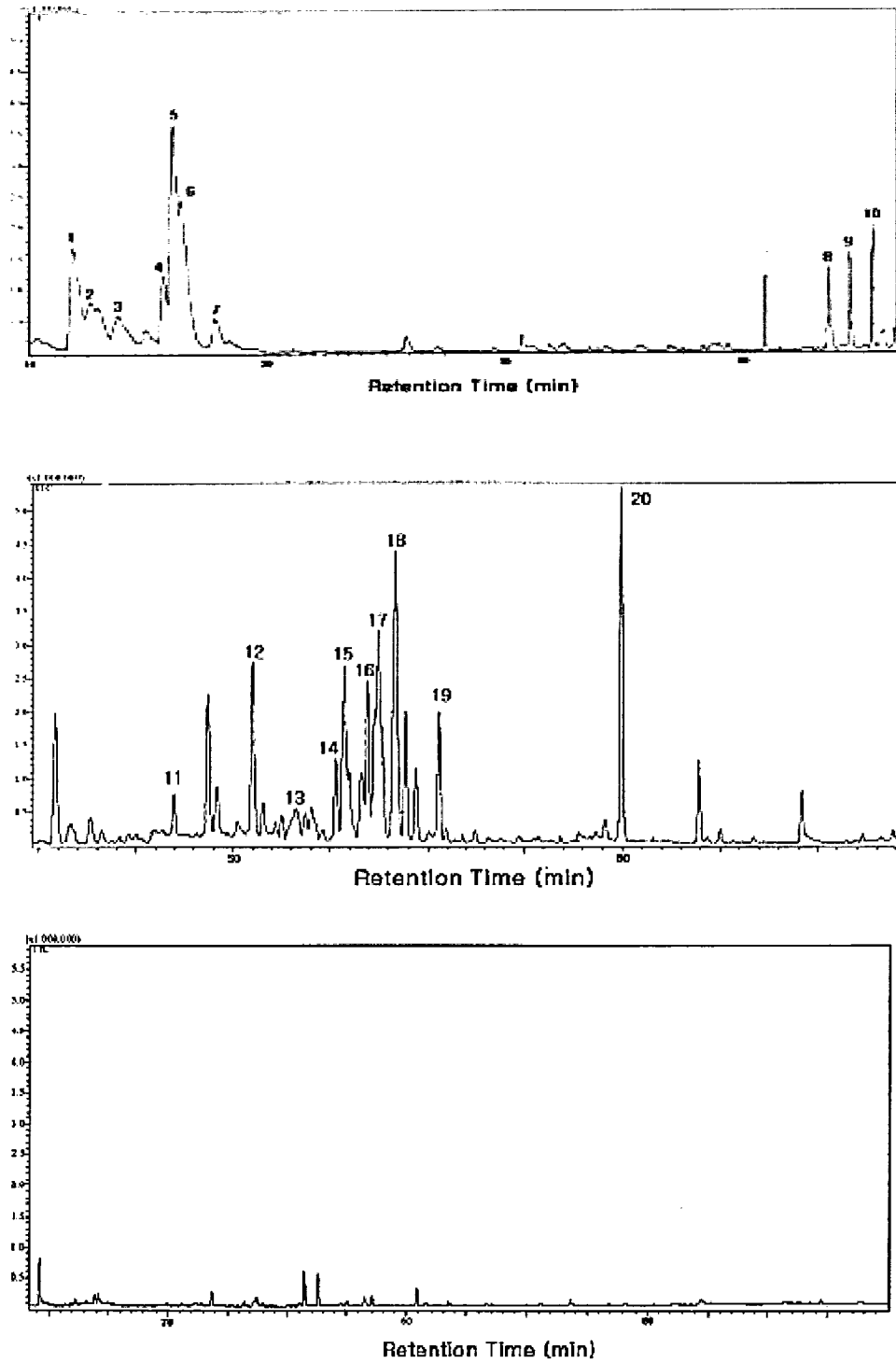


Fig. 1. Gas Chromatogram of the volatile flavor components from *Codonopsis lanceolata*

Table 4. Major 20 volatile components of fresh *Codonopsis lanceolata* and their attributes

Peak No. ¹⁾	Compound	Retention time (min)	Attributes		Peak area (%)
			Aroma characteristic	functional group	
1	2,2,6-Trimethyloctane	11.8	Aldehydic	Hydrocarbons	8.6
2	2,2,3-Trimethylnonane	12.5	Aldehydic & bitter	Hydrocarbons	3.6
3	3-Methyl-5-propylnonane	13.8	Aldehydic & bitter	Hydrocarbons	3.1
4	2,2,5-Trimethyldecane	15.7	-	Hydrocarbons	2.9
5	dl-Limonene	16.2	Fresh	Terpene & terpene alcohols	10.2
6	Hexadecane	16.5	Aldehydic	Hydrocarbons	8.0
7	2,2,6-Trimethyldecane	17.9	-	Hydrocarbons	1.3
8	Tricyclo[4.4.0.0(3,9)]decane	43.6	-	Hydrocarbons	1.4
9	Isoledene	44.5	Bitter	Terpene & terpene alcohols	1.5
10	1,2,3,6-Tetramethyl-bicyclo[2.2.2]octa-2,5-diene	45.4	-	Terpene & terpene Alcohols	1.9
11	2-Methyl-2-dodecanol	48.4	-	Alcohols	2.1
12	α -Humulene	50.5	Woody	Terpene & terpene Alcohols	2.7
13	Longicyclene	51.6	-	Terpene & terpene Alcohols	1.1
14	Dihydro- β -agarofuran	52.6	Woody	The others	1.2
15	β -Selinene	52.8	Bitter	Terpene & terpene alcohols	3.9
16	Ledene	53.5	Bitter	Terpene & terpene alcohols	3.1
17	α -Guaiene	53.6	Earthy	Terpene & terpene alcohols	9.0
18	Isolongifolan-8-ol	54.3	Earthy	Terpene & terpene alcohols	4.2
19	δ -Cadinene	55.3	Bitter	Terpene & terpene alcohols	1.6
20	2,4,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate	60.1	Fruity	Ester	4.1
Total					75.5

1) peak No. refer to Fig. 1.

hexenal(24.9%), cis-3-hexen-1-ol(5.6%), *n*-hexanol(19.8%), *n*-hexane(7.3%), ethanol(2.7%), hexadecanoic acid(1.4%), 1,8-cineole(1.1%) 등 8개 성분이 전체 성분의 85.0%를 차지한다고 하여 본 실험 결과와 큰 차이를 보였다. Kim JH 등(1992)은 GCD(gas co-distillation), SEF(solvent extraction/fractionation), HSS(head-space sampling) 방법을 이용하여 더덕의 뿌리로부터 35 종의 휘발성 향기 성분들을 동정하고 확인된 성분들 중 trans-2-hexenal, cis-3-hexen-1-ol, trans-2-hexen-1-ol, 1-hexanol은 더덕의 꽃내를, 1-octen-3-ol은 신선한 풍미를, 그리고 amyl propionate 등의 에스테르 화합물은 달콤한 향을 내는 것으로 추정하였다. Lee SP 등(1995)은 야생더덕과 재배더덕의 향기성분을 비교 분석한 결과, cyclic terpene류 8종, aromatic hydrocarbon류 12종, aliphatic alcohol류 3종, carboxylic acid류 20종, phenolic compound류 3종, ketone류 4종, aldehyde류 1종, aromatic alcohol류 1종, 기타 14종 등 총 66 종의 향기성분을 동정 및 분류하였으며, 이들 중 D-limonene, cis-3-hexenol, hexadecene 등을 주요 향기성분으로 제시하였다. 재배더덕과 야생

더덕은 향기성분의 종류와 함량에서 차이를 보였는데, benzaldehyde, methylhexadecenoate, 3-ethyl-5,2-(ethylbutyl) octadecane, dimethylbenzene 및 14,14-dimethyl-hexadecanoate 등 5가지 성분은 야생더덕에서만 확인되었고, 재배더덕에서는 검출되지 않았다고 하였다.

이와 같이 보고된 더덕의 향기성분들은 연구자마다 종류와 조성에서 크게 차이를 보였으며, 이는 재배지 혹은 재배조건의 차이에 따라 더덕에 함유된 휘발성 향기성분 조성이 다를 뿐 아니라, 동일 시료라 할지라도 향기성분의 농축방법과 사용한 GC column의 종류에 따라 확인된 휘발성 향기성분의 종류가 다르다고 한 Kim JH 등(1992)의 보고에 의해 설명이 가능할 것이다.

2. 더덕의 향기성분에 대한 관능적 평가

식품의 관능적 품질에 대한 기계적 평가는 객관성 및 재현성 측면에서 우수성은 인정되지만 여러 요인들의 효과를 종합적으로 판단하는 것은 인간의 감각을 이용한 관능평가를 대신할 수 는 없다. 실제로 식품의 향기성분은 각 종류마다 사람이 인식하는 역치의 세기가 다르기

때문에 기계적 분석결과 얻어지는 조성 비율은 큰 의미를 갖지 못하는 경우가 많다. 전문 조향사들의 도움을 받아 확인한 신선 더덕의 주요 향취는 풋냄새, 흙냄새, 우유발효냄새 및 장뇌냄새 등이었다. 신선더덕에서 확인된 휘발성 성분들 α -cedrene, α -guaiene, β -guaiene, δ -guaiene, isolongifolan-8-ol 등은 흙냄새를 갖는 대표적인 것들이며, 1-hexanol, 2-methylhexan-3-ol, 3-hexen-1-ol, cis-3-hexenyl butyrate, ethylhexanol, hexyl acetate, trans-2-hexen-1-ol 등은 풋냄새와 관련 있는 성분들이다. 또한 장뇌냄새는 camphor 외에 longiborneol, menthol 등에 의해 느끼게 되는 것이며, 4-nonanal, decanal, nonanal, tetradecanal 등은 더덕의 우유발효 냄새와 밀접한 관련이 있다 (<http://www.cropwatch.org/agarchem.htm>, Denis AC 1982, Green C 등 2004, <http://www.thegoodscentcompany.com/data/rw1027221.html>, Arctander S 1969, Lee SP 1995, Kim JH 등 1992).

Table 4의 속성 설명에서도 알 수 있는 바와 같이, GC/MS에 의해 확인한 20대 주요 휘발성 성분들 중 dl-limonene은 풋냄새 성분이며, α -guaiene과 isolongifolan-8-ol은 흙냄새를, 2,2,6-trimethyloctane, hexadecane, 3-methyl-5-propyl-nonane, 2,2,3-trimethyl-nonane 등은 우유발효취(혹은 aldehyde 취)를 내는 성분들이다. 또한 향긋한 과일 향을 내는 2,4,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate와 쓴 냄새 성분인 β -selinene, ledene, isoledene, δ -cadinene 및 나무 냄새를 갖는 α -humulene, dihydro- β -agarofuran 등이 포함되었다. 이에 반해 사향냄새(혹은 장뇌취)를 내는 것으로 알려진 camphor, longiborneol, menthol 등은 20대 주요 휘발성 성분에 포함되지 않아 함유량이 상대적으로 적은데도 불구하고 전문조향사들은 장뇌취를 강하게 인지하였다.

기 보고된 연구결과 및 본 조사 결과를 통해서 확인할 수 있는 바와 같이 GC/MS를 통한 정량분석 결과는 여러 조건에 의해 영향을 받을 뿐 아니라 미량성분이라도 조성비율이 큰 휘발성 성분들보다 훨씬 강하게 인지할 수 있으며 향기는 여러 휘발성 성분들의 작용 결과임을 감안할 때, 식품 특유의 향기성분을 특징짓기 위해서 기계적 분석 결과인 휘발성 성분의 종류 및 조성비율 만을 활용하는 것은 바람직하지 않다(Ha JH 1997)는 지적은 매우 타당하다 할 수 있다.

저장조건에 따라 야산재배더덕의 향기성분의 변화를 조사한 바 있으며, 그 결과 저장에 의해 풋냄새와 장

뇌취는 크게 약해지는 반면, aldehyde 취와 흙냄새는 비교적 잘 유지되는 것으로 나타났다(Oh HS 등 2005). 이로써 신선 더덕의 향기는 비교적 조성비율이 낮은 풋냄새와 장뇌취가 더덕의 신선도를 판정하는 하나의 지표가 된다고 할 수 있다.

GC/MS에 의해 기계적으로 확인된 성분 및 조성 비율은 여러 조건에 의해 영향을 받을 뿐 아니라, 각 성분마다 향기를 인식하는 역치의 세기 및 강도가 크게 다르며 여러 휘발성 성분들의 상호작용 결과 식품 특유의 향기성분을 생성하므로 향기 전문가의 관능평가 결과를 연관시키는 노력은 필요하다 하겠다. 아울러 더덕의 신선도 판정을 위해서는 흙냄새나 우유발효취보다 풋냄새와 장뇌취의 강도가 하나의 지표가 될 수 있을 것으로 기대하며, 이 경우 전자코의 이용이나 훈련된 유통관계자의 양성은 유용한 방안이 될 수 있을 것이다.

IV. 요약

갯 채취한 야산재배 더덕의 휘발성 향기성분을 Head space sampling 방법으로 추출하고 GC/MS로 분석한 결과 terpene 및 terpene alcohol류 28종, hydrocarbon류 34종, alcohol류 31종, aldehyde 및 ketone류 13종, ester류 25종, acid류 6종, ether류 10종 등 총 167 종의 휘발성 향기성분을 확인하였다.

크로마토그램 상에서 차지하는 면적 비율이 큰 10대 주요 휘발성 성분은 dl-limonene(10.2%), α -guaiene(9.0%), 2,2,6-trimethyl-octane(8.6%), hexadecane(8.0%), isolongifolan-8-ol(4.2%), 2,4,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate(4.1%), β -selinene(3.9%), 2,2,3-trimethyl-nonane(3.6%), 3-methyl-5-propyl-nonane(3.1%), 및 ledene(3.1%) 등으로 주로 20분 이내와 40~60분 범위에서 나타났으며, 전체의 58%를 차지하였다.

식품의 향기는 기계적 분석 결과만으로 설명하기 어려우므로 전문 조향사들의 도움을 받아 관능평가를 실시하였으며, 그 결과 신선 더덕의 향기 특성으로 풋냄새, 흙냄새, 우유발효 냄새 및 장뇌냄새 등이 묘사되었다. 이러한 향기 특성을 GC/MS에서 확인된 20대 주요 휘발성 성분들과 관련시켜 보면, dl-limonene은 풋냄새 성분이며, α -guaiene과 isolongifolan-8-ol은 흙냄새를, 우유발효취를 내는 성분들에는 2,2,6-trimethyloctane, hexadecane, 3-

methyl-5-propylnonane, 2,2,3-trimethylnonane 등이 속하였다. 이 외에 과일향을 내는 2,4,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate와 쓴냄새 성분인 β -selinene, ledene, isoledene, δ -cadinene 및 나무 냄새를 갖는 α -humulene, dihydro- β -agarofuran 등도 식품의 향기와 관련이 있는 것들이다. 이에 반해 풋냄새와 관련 있는 성분들 즉, 1-hexanol, 2-methylhexan-3-ol, 3-hexen-1-ol, cis-3-hexenyl butyrate, ethylhexanol, hexyl acetate, trans-2-hexen-1-ol이나 camphor, longiborneol, menthol 등 장뇌냄새의 원인 물질은 함유량이 상대적으로 적은데도 불구하고 전문조향사들은 신선 더덕의 특징적인 향기로 풋냄새와 장뇌취를 선정하였다. 따라서 유통업자를 중심으로 향기 특성 및 강도를 판정할 수 있는 훈련이 이루어진다면 향기는 더덕의 신선도를 판정하는 지표로 활용될 수 있다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 농림기술개발과제 연구비 지원으로 수행된 과제의 일부입니다. 또한 관능평가에 도움을 주신 한국아로마(주)의 조향사들에게 감사드립니다.

참고문헌

- 김명국. 2001. 건강과 풍요의 과학. 식품과학과 산업 34(1) : 12-15
- 이재석, 김순동, 노홍균. 1996. 우리농산물과 수입농산물의 식별도감 : 산채류; 더덕. 농업특정연구 완결보고서. 대구효성카톨릭대학교 식품과학연구소. pp. 83-84
- 허상선, 이준호, 최용희. 1996. 중국산 수입 농산물의 국내 유통실태와 한국농업의 대응방안. 식품과학과 산업 29(3) : 77-83
- Arctander S. 1969. Perfume and flavor chemicals(aroma chemicals) I & II. The Author. Montclair N.J. USA
- Chung BS, Na DS. 1977. Studies of the terpenoid component of the roots of *Codonopsis lanceolata* Bent. et Hook. Kor J Pharmacog 8 : 47-49
- Denis AC 1982. Techniques of analysis of flavours. In Food Flavours Part A. Introduction. Morton ID, Macleod AJ(ed). Elsevier. New York NY. USA. pp. 27-30
- Green C, Pucarelli F, Marikoo A, Manley C. 2004. Recreating Flavors from Nature. Food Technol 58(11) : 28-34
- Ha JH. 1997. Characteristics of the volatile Flavor compounds in the oil from roasted sesame seed. Korean J. Food Sci. Technol 29(6) : 1101-1104
- Han BH, Kang SS, Woo WS. 1976. Triterpenoids from *Codonopsis lanceolata*. J Pharm Soc Korea 20 : 79-84
<http://www.cropwatch.org/agarchem.htm>
http://www.foa.go.kr/2003_forest/kor/info/cir/info_cir010_010_040.htm
<http://www.knrda.go.kr/ares/market/m43.htm#1>
<http://www.thegoodscentcompany.com/data/rw1027221.html>
- Kim HY, Kim JH. 2003. General trends of food flavors. Food Sci Ind 36(2) : 79-84
- Kim JH, Kim KR, Kim JJ, Oh CH. 1992. Comparative sampling procedures for the volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata*. Korean J Food Sci Technol 24(2) : 171-176
- Kim SK, Kang DK, Min GG, Chung SH, Lee SP, Lee SC, Choi BS. 1999. Aromatic constituents and essential oil content of *Codonopsis lanceolata* Trautv cultivated at different altitudes. Korean J Medicinal Crop Sci 7(1) : 58-62
- Lee SP, Kim SK, Choi BS, Lee SC, Kim KU. 1995. Growth and aromatic constituents of wild and domesticated *Codonopsis lanceolata* grown at two different regions. Korean J Crop Sci 40(5) : 587-593
- Lee SP, Kim SK, Choi BS, Lee SC, Yeo SK. 1998. Effects of organic matter applications on general components and essential oils in *Codonopsis lanceolata*. Korean J Medicinal Crop Sci 6(1) : 21-27
- Lee SP, Kim SK, Chung SH, Choi BS, Lee SC. 1998. Changes of crude components and essential oil content by shading treatment in *Codonopsis lanceolata* Trautv. Korean J Medicinal Crop Sci 6(2) : 149-153
- Lee SP, Kim SK, Min GG, Cho JH, Choi BS, Lee SC, Kim KU. 1996. Agronomic characteristics and aromatic compositions of Korean wild *Codonopsis lanceolata* collections cultivated in field. Korean J Crop Sci 41(2) : 188-199
- Lee SP, Kim SK, Nam MS, Choi BS, Lee SC. 1996. Effects of shading and organic matter applications on growth and aromatic constituents of *Codonopsis lanceolata*. Korean J Crop Sci 41(4) : 496-504
- Oh HS, Kim JH, Choi MY. 2005. Change of Volatile Flavor Components of *Codonopsis lanceolata* Cultivated on a wild hill and Stored at Various Conditions, Korean J. Community Living Science 16(4) : 15-23
- Oh SM. 1997. Studies on increase of aroma and establishment of processing system in *Codonopsis lanceolata*. ARPC final report
- Park JY, Kim YH, Kim KS, Kwag JJ. 1989. Volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* Traut.(Bentb. et Hook.). J Korean Agric Chem Soc 32(4) : 338-343

(2006년 7월 14일 접수, 2006년 11월 23일 채택)