

섬쭈부쟁이의 휘발성 향미성분 분석

이미순 · 정미숙*

덕성여자대학교 식품영양학과, *덕성여자대학교 교양학부

Analysis of Volatile Flavor Components of *Aster glehni*

Mie-Soon Lee and Mi-Sook Chung*

Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University

*Department of General Education, Duksung Women's University

Abstract

Essential oils in leaf of fresh *Aster glehni* were extracted by SDE (simultaneous steam distillation and extraction) method using diethyl ether as solvent. The yield of the essential oils was 0.05%. And their volatile flavor components were analyzed by gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and identified by the RI of GC and mass spectrum of GC-MS. A total of 31 components, including 17 hydrocarbons, 2 aldehydes, 7 alcohols, 3 esters, 1 acid and 1 oxide were identified. The major volatile flavor components of fresh *Aster glehni* were α -pinene, limonene, δ -elemene, β -pinene, cis-3-hexenol and myrcene. Volatile flavor patterns of fresh and dried *Aster glehni* were analyzed using an electronic nose. Sensor PA2 that was sensitive to alcohols showed the highest resistance for fresh and dried *Aster glehni*. Resistance of six metal oxide sensors was decreased in fresh sample compared with dried one.

Key words: *Aster glehni*, volatile flavor components, wild plant, electronic nose

1. 서 론

우리 국민의 생활수준 향상과 이에 따른 소비자의 다양한 기호에 의하여 새롭고 신선한 감각을 주는 향신채 및 향신료가 절실히 요구되고 있다. 향신료와 향신채는 미각 등의 여러 감각신경을 자극하여 음식의 맛을 증가시키고 향미에 변화를 주어 식욕을 돋우어 준다. 우리나라에 자생하고 있는 방향성 식용식물자원은 계절의 진미로 불릴만큼 향미가 우수하므로 우리 입맛에 알맞은 향신료, 신선한 향신채 또는 식품첨가물로서 개발할 가치가 매우 크다.

방향성 식용식물자원의 하나인 섬쭈부쟁이(*Aster glehni* Fr. SCHM.)는 국화과의 여러해 살이 식물로 부지깅이 나물로 불려지고 있으며, 전국의 산기슭이나 수림지대에 군락을 형성하여 자생하고 있으나 주로 울릉도의 양지바른 산에 자생한다. 줄기는 1 m 정도의 높이로 자라며 온몸에 잔털이 있어서 깔깔하다. 잎은 마디마다 서로 어긋나게 자라며 긴 잎자루를 가지고 있어 모양이 넓은 피침꼴처럼 생겼으며, 밑동과 끝이 뾰족하고 가장자리에는 거칠고 날카로운 생김새의 톱니가 규칙적으로 배열되어 있다. 섬쭈부쟁이의 잎의 양

쪽면에 잔털이 많고, 모양이 참깨잎과 비슷하여 호마채(胡麻菜)라고도 한다^{1,2)}.

섬쭈부쟁이는 봄에 어린 잎을 무치거나 튀겨서 먹기도 하며 국에 넣어 식용하기도 하고 묵나물로 저장하면서 이용하기도 한다. 이 식물은 다른 쭈부쟁이류와 마찬가지로 약간 쓰고 짠 맛이 나므로 데친 뒤 한참동안 우려낸 다음 먹는 것이 부드럽다. 섬쭈부쟁이는 칼슘과 철분이 풍부하여 시금치 대용으로도 사용할 수 있다. 또한 쭈부쟁이의 전초는 기침, 이뇨 및 천식에 대한 약리작용이 있다³⁾.

권 등⁴⁾에 의하면 울릉도 내 산채 재배면적 220 ha 중에서 섬쭈부쟁이가 65.4 ha로써 약 30%를 차지하고 있다. 그러나 해마다 섬쭈부쟁이의 수요량이 증가하고 있으며, 농촌 노동력의 감소로 채취량이 수요량을 따를 수 없으므로 재배화를 서둘러야 하는 실정이다. 섬쭈부쟁이는 울릉도에서 주로 자생하는 식물이므로 내륙지역에서 적응성을 높일 수 있는 다수확 재배기술을 경북지역에서 연구하고 있다^{3,5,6)}. 임 등⁷⁾에 의하면 섬쭈부쟁이는 노지재배 보다 양액재배시 수량이 더 높다고 하였으며, 수집자생식물 중 월동 및 생육상태가 양호한 식물로 확인되었다⁸⁾. 그리고 섬쭈부쟁이

에 추비를 사용하였을 때 다른 산채류에 비하여 수량성이 크게 증가되었다⁹⁾는 결과가 보고되었으며 섬쭉부쟁이의 재배시 차광정도가 낮을수록 수량이 증가하였고 차광정도별 식물체 무기성분 함량의 변화는 차광보다 무차광에서 인을 제외한 무기성분 함량이 낮은 경향을 보였다¹⁰⁾. 또한 시설재배시 노지재배 보다 섬쭉부쟁이의 수확횟수는 2.7배, 수량성은 31% 높았으며, 섬쭉부쟁이는 저온 적응력이 강하여 동계생산이 가능하며 연중 수확이 가능한 장점을 가지고 있다고 확인되었다.

최근 식품의 휘발성 향미성분 분석에 전자코(electronic nose) 시스템을 이용하고 있다^{12,13)}. 전자코 시스템은 headspace에 의해 생성된 휘발성 성분을 사용한 sensor들이 감지하여 각 물질의 방향적 지문(odor fingerprint) 및 패턴을 만들고, 이때 만들어진 신호는 통계처리방법 및 ANN(artificial neural network)을 통하여 향미성분을 정량 및 정성적으로 구분하고 예측하는 첨단 장비이다. 정량, 정성분석 및 비교기능이 있는 전자코 시스템은 각종 식품의 향미성분 분석, 과일 등의 신선도 및 등급 결정, 식품의 품질관리 뿐만 아니라 식품의 원산지 확인 등의 여러 분야에 활용이 가능하다.

본 실험에서는 섬쭉부쟁이를 신선한 향신채로 사용하기 위하여 신선한 섬쭉부쟁이 잎의 휘발성 향미성분을 GC, GC-MS로 분석하고, 전자코를 사용하여 신선한 섬쭉부쟁이와 건조된 시료의 향미성분의 패턴을 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용된 섬쭉부쟁이는 울릉도에서 자생하는 섬쭉부쟁이를 강원도 춘천의 산림개발연구원의 채종포에 옮겨 심어 재배된 것으로 1998년 5월에 채취하였다. 섬쭉부쟁이의 식용부위인 잎을 4°C에서 신선한 상태로 저장하면서 분석에 이용하였다. 건조된 시료는 음지의 바람이 잘 통하는 곳에서 자연건조시켜서 만들었다.

2. 휘발성 향미성분의 추출

신선한 섬쭉부쟁이의 잎을 약 1 cm 길이로 잘게 자른 후 3 l 종류 플라스크에 세절된 시료 200 g과 종류수 약 1 l를 혼합하여 연속증류추출(simultaneous steam distillation and extraction, SDE) 장치로 2시간 동안 수증기 증류를 하였고 사용된 시료는 3.6 kg이었다. Diethyl

Table 1. Operating conditions of GC and GC/MS analysis for volatile flavor components

GC condition	
GC: HP 5890 Series II	
Column: INNOWAX (60 m × 0.32 mm × 0.5 μm)	
Flow rate : 3 ml/min	
Split vent: 180 ml/min	
Oven temp: 70°C $\xrightarrow{3^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 170°C $\xrightarrow{5^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 240°C	
Injector temp: 260°C	
Detector temp: 280°C	
Carrier gas: He	
GC/MS Condition	
GC/MS: HP 5890 Series II/HP 5970	
Column: FFAP (50 m × 0.2 mm × 0.3 μm)	
Flow rate : 0.8 ml/min	
Injector temp: 250°C	
Interface temp: 250°C	
Ionization voltage: 70 eV	
Carrier gas: He	

ether에 포집된 정유성분에 anhydrous Na₂SO₄을 넣고 탈수시킨 다음 여과하였다. 여과액을 40°C 수욕상에서 회전 농축기로 농축하여 ether를 제거시킨 후 얻어진 정유성분을 GC-MS로 분석하였다.

3. 정유성분의 분석

섬쭉부쟁이에서 분리된 정유성분의 분석을 위하여 Table 1과 같은 조건에서 GC를 실시하였다. GC에서 나타난 peak를 확인하기 위하여 0.2 μl의 정유성분을 GC/MS에 주입하여 분석하였다. 각 peak는 mass spectral data books¹⁴⁾ 및 Wiley/NBS library¹⁵⁾의 mass spectrum과 비교하거나 GC에서 표준품과 retention index¹⁶⁾의 비교에 의해 확인하였다.

4. 전자코의 분석

본 실험에 사용된 전자코는 프랑스 Alpha-MOS사의 제품이며 장착된 metal oxide sensor는 알코올과 같은 극성화합물을 감지하는 T30/1과 PA2 sensor, 탄화수소류를 감지하는 P10/1과 P10/2 sensor, 천연방향물의 알코올류를 감지하는 T70/2 sensor 및 알데히드류를 감지하는 P40/1 sensor의 6가지 이었다. Sampling chamber 720의 120 ml vial에 신선한 시료는 15 g, 건조된 시료는 2 g을 각각 넣고 50°C에서 headspace방법으로 300초 동안 휘발성 향미성분을 발생시킨 후, 15초 동안 향미성분을 전자코에 주입시켜 200초 동안 sensor로 측정하여 건조 및 신선한 시료의 향미성분 패턴을 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. GC/MS에 의한 휘발성 향미성분

신선한 섬쑥부쟁이 잎을 연속수증기증류추출 장치로 수증기 증류하였을때 정유성분 수득률은 0.053%이었다. 섬쑥부쟁이의 휘발성 향미성분을 GC 및 GC-MS로 분석하여 Fig. 1과 같은 gas chromatogram을 얻었으며 이 가운데 31개의 peak가 확인되었다(Table 2). 확인된 휘발성 향미성분에서 탄화수소류가 17종으로 peak area 58.90%로 가장 많았으며 알코올류 7종 8.51%, 에스테르류 3종 2.10%, 옥사이드류 1종 2.10%, 산류 1종 1.65% 및 알데히드류 2종 0.48%의 순서로 함유되어 있었다.

정유성분에 풍부하게 함유되어 있는 terpenoids는 isoprene이 2개 이상 결합되어 있는 물질로 주로 monoterpenes(C₁₀H₁₆)과 sesquiterpenes(C₁₅H₂₄)이 휘발성 향미의 주요 성분이다¹⁷⁾. 섬쑥부쟁이의 휘발성 향미성분에서 확인된 monoterpenes에는 α-pinene을 포함한 13종으로 peak area 47.41%를 차지하였으며 sesquiter-

penes은 10종으로 16.49%를 나타내었다. 탄화수소류 가운데 가장 많은 비율을 차지한 성분은 α-pinene으로 peak area 16.96%였으며 limonene 11.56%, δ-elemene 7.68%, β-pinene 6.46%, myrcene 4.72%가 함유되어 있었다. α-Pinene은 소나무향을 가진 물질이며, 마른 나무냄새와 약한 송진 냄새를 가진 β-pinene은 열분해되어 myrcene이 되는데 수증기 증류된 섬쑥부쟁이 정유에서도 이 두가지 성분이 함께 확인되었다. Limonene은 신선한 오렌지 및 citrus 계통 과일의 주요 향미성분으로 알려져 있다¹⁸⁾. 이 물질은 섬쑥부쟁이와 같은 국화과 식물인 곰취의 주요 향미성분으로 확인되었다¹⁹⁾. 그리고 소량이긴 하나 r-cadinene이 확인되었는데 이 성분은 cumin-thyme 계통의 향신료와 유사한 향을 지니고 있다.

휘발성 향미성분의 알데히드류에서 확인된 성분은 hexanal과 trans-2-hexenal이다. Hexanal은 매우 강한 풀내음을 내는 성분으로 매우 낮은 농도에서는 신선하게 자른 풀냄새 또는 덜익은 사과냄새를 낸다. trans-2-Hexenal은 강한 풀내음, 과일냄새 및 매운맛을

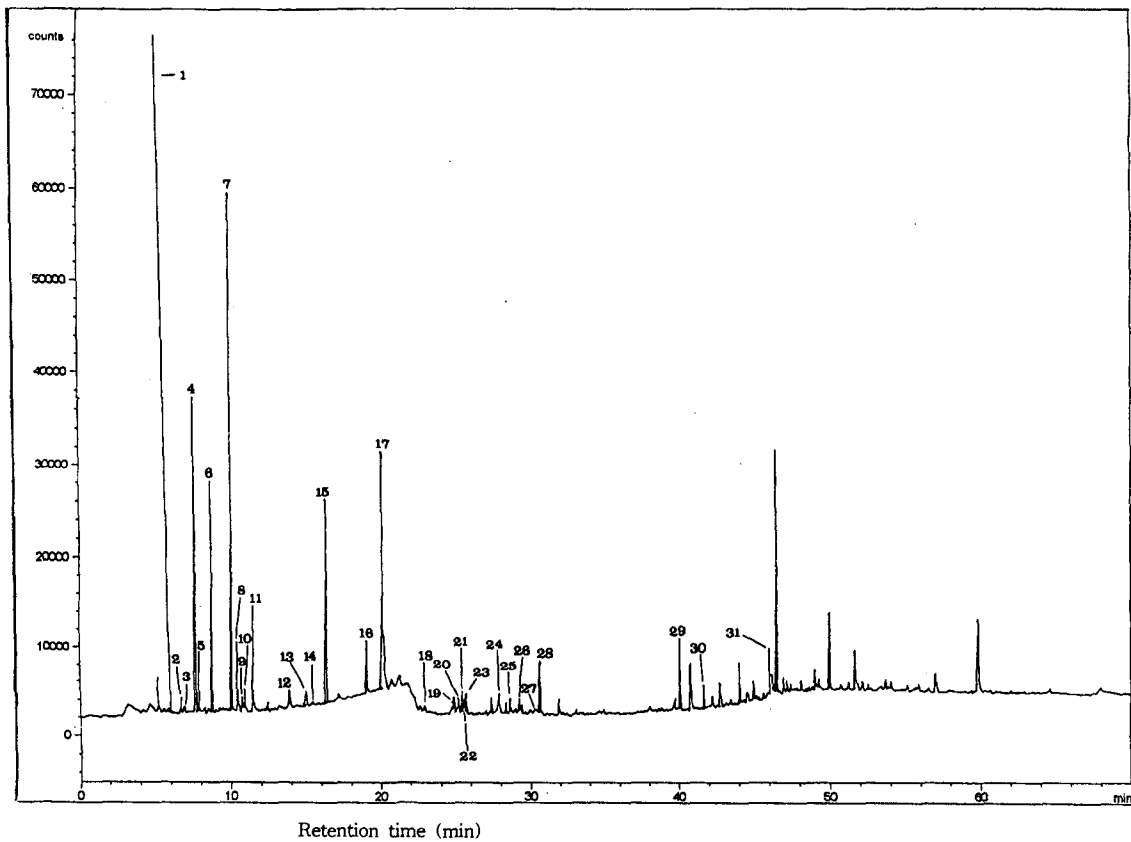


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile flavor components from fresh *Aster glehni*.

Table 2. Volatile flavor components from fresh *Aster glehni*

Compound	Peak no.	Peak area (%)	MF	FW
Hydrocarbons				
<i>α</i> -Pinene	1	16.96	C ₁₀ H ₁₆	136
Camphene	2	0.32	C ₁₀ H ₁₆	136
<i>β</i> -Pinene	4	6.46	C ₁₀ H ₁₆	136
Sabinene	5	1.25	C ₁₀ H ₁₆	136
Myrcene	6	4.72	C ₁₀ H ₁₆	136
Limonene	7	11.56	C ₁₀ H ₁₆	136
Phellandrene	8	1.68	C ₁₀ H ₁₆	136
cis-Ocimene	10	0.58	C ₁₀ H ₁₆	136
trans-Ocimene	11	2.54	C ₁₀ H ₁₆	136
p-Cymene	12	0.52	C ₁₀ H ₁₆	134
<i>δ</i> -Elemene	17	7.68	C ₁₅ H ₂₄	204
<i>β</i> -Elemene	20	0.55	C ₁₅ H ₂₄	204
Caryophyllene	21	0.79	C ₁₅ H ₂₄	204
(E)- <i>β</i> -Farnesene	24	0.74	C ₁₅ H ₂₄	204
<i>α</i> -Humulene	25	0.58	C ₁₅ H ₂₄	204
<i>γ</i> -Cadinene	27	0.08	C ₁₅ H ₂₄	204
<i>α</i> -Murolene	28	1.89	C ₁₅ H ₂₄	204
Aldehydes				
Hexanal	3	0.10	C ₆ H ₁₂ O	100
trans-2-Hexenal	9	0.38	C ₆ H ₁₀ O	98
Alcohols				
Hexanol	14	0.11	C ₆ H ₁₄ O	102
cis-3-Hexenol	15	5.50	C ₆ H ₁₂ O	100
Linalool	18	0.09	C ₁₀ H ₁₈ O	154
Terpinene-4-ol	22	0.25	C ₁₀ H ₁₈ O	154
<i>α</i> -Terpineol	26	0.48	C ₁₀ H ₁₈ O	154
Nerolidol	30	0.79	C ₁₅ H ₂₆ O	222
<i>α</i> -Cedrol	31	1.29	C ₁₅ H ₂₆ O	222
Esters				
cis-3-Hexenyl Acetate	13	0.46	C ₈ H ₁₄ O ₂	142
Bornyl Acetate	19	0.46	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	196
Lavandulyl formate	23	1.18	C ₁₁ H ₁₈ O ₂	182
Acid				
Acetic acid	16	1.65	C ₂ H ₄ O ₂	60
Oxide				
Caryophyllene oxide	29	2.10	C ₁₅ H ₂₄ O	220

MF: Molecular Formula

FW: Formula weight

내는 채소의 향미와 유사한 성분이다. 이 물질은 오이 향미에서 천연 알데히드 부분의 주요성분으로 밝혀져 오이향의 향수나 로션에 첨가하고 있다¹⁹⁾. 섬쭉부쟁이에서 확인된 알데히드류는 이 식물의 풀냄새에 기여

하는 것으로 여겨진다.

알코올류 가운데 cis-3-hexenol은 peak area 5.50%를 차지하여 섬쭉부쟁이의 주요 향미성분의 하나로 여겨진다. 이 성분은 매우 강한 풀내음을 내는 물질이나, 이성질체인 trans-3-hexenol 보다 일반적으로 상쾌한 냄새를 낸다. 에스테르류인 cis-3-hexenyl acetate는 신선한 식품체의 잎, 토마토 등에서 다량 발견되는 성분으로 꽃내의 주요 원인 물질로 알려져 있다.

2. 전자코에 의한 향미성분 패턴

전자코 시스템은 1980년대 영국의 Warwick 대학에서 처음 개발되었으며, 코의 후각세포에 해당하는 센서와 인간 뇌의 후각정보 처리 방식을 모방한 패턴 인식 소프트웨어를 이용해 냄새를 감별하는 전자처리 장치이다. 전자코에 의한 향미의 측정은 향이 유발하는 전기저항 변화에 기초한다¹²⁾.

신선한 섬쭉부쟁이를 전자코로 분석한 결과 알코올과 같은 극성화합물을 민감하게 감지하는 PA2 sensor의 저항값이 가장 높게 나타났다. P40/1, T30/1 및 T70/2 sensor가 두 번째로 높은 저항을 보인 그룹으로 분류되며, 탄화수소류에 민감한 P10/1 및 P10/2 sensor가 가장 낮은 저항 값을 보였다. 그러나 수증기증류법에 의해 추출된 신선한 섬쭉부쟁이의 정유성분의 GC/MS 분석 결과에서는 탄화수소류가 확인된 성분의 58.9%를 차지하였다. 앞으로의 실험에서는 전자코시스템과 GC/MS에 의한 향미성분을 직접 비교하기 위하여 향미성분의 추출법을 동일하게 하고, GC chromatogram에 나타난 peak를 모두 확인해야 하겠다. 건조된 섬쭉부쟁이의 휘발성 향미성분의 패턴은 신선한 시료와 동일하였으나, 6개의 metal oxide sensor의 저항값은 신선한 시료 보다 모두 크게 나타났다(Table 3, Fig. 2). 즉, headspace 방법에 의해 추출된 향미성분은 신선한 섬쭉부쟁이 보다 건조된 섬쭉부쟁이의 향미가 강함을 의미하며 Fig. 3의 diagram에서 쉽게 확인할 수 있다. 실제로 2가지 시료의 향미 강도를 10명의 관능검사 패널에게 5점 척도법으로 관능검사한 결과, 건조된 시료(4.5점)가 신선한 시료(3.2점) 보다 강한 향미를 나

Table 3. Maximum resistance of electronic nose using metal oxide sensors

Used sensor ¹⁾		T30/1	P10/1	P10/2	P40/1	T70/2	PA2
Maximum Resistance	Dried	0.604244	0.301306	0.266105	0.651641	0.580840	0.717130
	Fresh	0.525121	0.231300	0.195371	0.541998	0.512960	0.609268

¹⁾T30/1, PA2 sensor sensitive to polar compound & alcohol.

P10/1, P10/2 sensor sensitive to hydrocarbon.

P40/1 sensor sensitive to aldehyde.

T70/2 sensor sensitive to natural aroma.

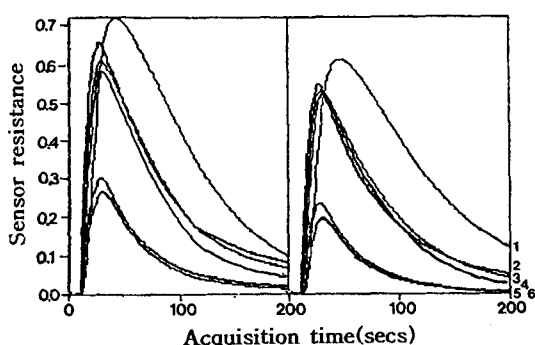


Fig. 2. Resistance by electronic nose for fresh *Aster glehni* (right) and dried *Aster glehni* (left). (1; sensor PA2, 2; sensor P40/1, 3; sensor T30/1, 4; sensor T70/2, 5; sensor P10/1, 6; sensor P10/2).

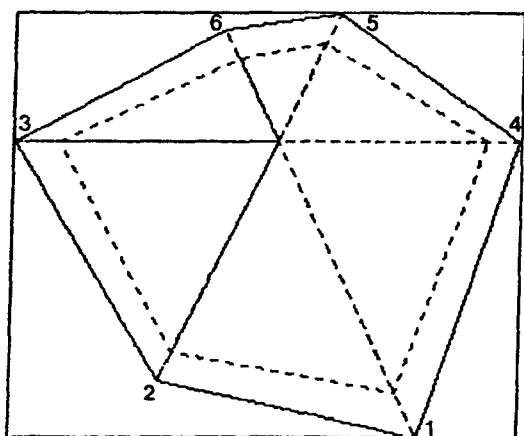


Fig. 3. Diagram of resistance by electronic nose for fresh and dried *Aster glehni* (1; sensor PA2, 2; sensor P40/1, 3; sensor T30/1, 4; sensor T70/2, 5; sensor P10/1, 6; sensor P10/2 : ——— dried, fresh).

타내었다. 이상과 같이 전자코 시스템에 의한 신선한 시료와 건조된 시료의 향미성분의 강도 비교는 관능검사와 일치함을 알 수 있다.

IV. 요 약

신선한 섬쭈부쟁이의 휘발성 향미성분을 분석하여 31가지의 peak를 확인하였다. 확인된 휘발성 향미성분은 탄화수소류가 17종으로 peak area 58.90%이었으며, 알코올류 7종 8.51%, 에스테르류 3종 2.1%, 옥사이드류 1종 2.10%, 산류 1종 1.65% 및 알데히드류 1종 0.48%로 나타났다. 섬쭈부쟁이의 주요 휘발성 향미성분은 α -pinene, limonene, δ -elemene, β -pinene, cis-

3-hexenol 및 myrcene으로 사료된다. 신선한 섬쭈부쟁이를 전자코로 분석한 결과 알코올과 같은 극성화합물을 민감하게 감지하는 PA2 sensor의 저항값이 가장 높게 나타났다. 건조된 섬쭈부쟁이의 휘발성 향미성분의 패턴은 신선한 시료와 동일하였으나, 6개의 metal oxide sensor의 저항값은 신선한 시료 보다 모두 크게 나타났다. 또한 전자코에 의한 신선한 시료와 건조된 시료의 향미성분의 강도 비교는 관능검사와 일치하였다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 덕성여자대학교 자연과학연구소 연구비 지원에 의하여 수행된 것이며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 이창복: 대한식물도감. 향문사, p. 737 (1985).
2. 윤국병, 장준근: 몸에 좋은 산야초. 석오출판사, p. 395 (1989).
3. 민기군, 김상국, 이승필, 남명숙, 최부술: 섬쭈부쟁이의 차광망 처리와 재식거리에 따른 생육 및 수량변화. 한국자연식물학회지, 9: 254 (1996).
4. 권태룡, 김상국, 민기군, 조지형, 이승필, 최부술: 울릉도 취나물의 내륙적용 재배기술 개발에 관한 연구. 농업과학논문집, 37: 367 (1995).
5. 권태룡, 조지형, 권명석, 이승필, 최부술: 유망 산채류 종자의 휴면타파 및 발아촉진 방법에 관한 연구. 농업과학논문집, 35: 416 (1993).
6. 최경배, 김동춘, 최순호, 장원철, 최부술, 이원식: 경북 지역 주요 산채류에 대한 경영성과 분석. 농업과학논문집, 37: 578 (1995).
7. 임재하, 최동진, 윤재탁, 김하규: 양액재배 기술개발에 관한 연구 - 양액재배 적응 유망 산채류 선발시험. 경상북도 농촌진흥원 농사시험연구보고서, 335 (1996).
8. 김창배, 이현숙, 김창길: 자생식물 수집 및 작물화에 관한 연구 - 평야지 적응 유망 자생식물의 수집 및 특성조사. 경상북도 농촌진흥원 농사시험연구보고서 I, 386 (1998).
9. 김창배, 김창길, 이현숙: 자생식물 수집 및 작물화에 관한 연구 - 유망 산채류 질소시비 개선효과시험. 경상북도 농촌진흥원 농사시험연구보고서 I, 391 (1998).
10. 민기군, 김상국, 황재문: 유망 산채류 재배기술 개발 연구 - 섬쭈부쟁이 표준재배법 확립시험. 경상북도 농촌진흥원 농사시험연구보고서 II, 746 (1996).
11. 민기군, 김상국, 황재문: 유망 산채류 재배기술 개발 연구 - 섬쭈부쟁이 표준재배법 확립시험. 경상북도 농촌진흥원 농사시험연구보고서 I, 852 (1997).

12. 김성란: 전자코(Electronic Nose)에 의한 식품의 향미 분석. 식품과학과 산업, **30**(4): 126 (1997).
 13. 노봉수, 양영민, 이택수, 홍형기, 권철한, 성영권: 휴대용 전자코에 의한 된장의 숙성 정도 예측. 한국식품과학회지, **30**(2): 356 (1998).
 14. Robert, P.A.: Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, USA (1995).
 15. Wiley, J.: The Wiley/NBS Registry of mass spectral data. A Wiley Interscience Pub, (1988).
 16. Sadtler: Sadtler Research Laboratories, The Sadtler standard gas chromatography retention index library, USA (1986).
 17. Ikan, R.: Natural products - A laboratory guide. Academic press, Inc. (1991).
 18. Arctander, S.: Perfume and flavor chemicals. Montclair, N. J., USA (1969).
 19. 이소영: 곰취의 휘발성 향기성분 분석 및 향신료로서의 관능적 평가. 덕성여자대학교 석사학위논문 (1998).
-
- (1998년 11월 9일 접수)