

SAFE(Solvent Assisted Flavor Evaporation)를 이용하여 분리한 질경이 (*Plantago asiatica* L.)와 개망초(*Erigeron annuus* L.)향기추출물의 향기성분 분석

장혜원 · 정재욱 · 이광근
동국대학교 식품공학과

Analysis of Volatile Constituents in *Plantago asiatica* L. and *Erigeron annuus* L. Isolated by SAFE (Solvent Assisted Flavor Evaporation) Apparatus

Hae-Won Jang, Jae-Ook Jung and Kwang-Geun Lee

Department of Food Science and Technology, Dongguk University

Abstract

Plantago asiatica L. and *Erigeron annuus* L. having their own aromas were reported to have many biological activities such as antioxidant, nitrite scavenging, antimicrobial, antitumoral, and anti-inflammatory activity. Aroma extracts of *Plantago asiatica* L. and *Erigeron annuus* L. that might have the allelopathy were analyzed quantitatively and qualitatively. Volatile compounds of the plants were isolated by SAFE (Solvent Assisted Flavor Evaporation) apparatus and identified by gas chromatography (GC) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). The major aroma compounds of the extract from *Plantago asiatica* were 1-propanol, linalool, 2-propamode, and 1-octadecanol. The main aroma constituents in *Erigeron annuus* were 2-ethyl-2,3-dihydro-1,3,2-benzoxaborole, 3-methylpyrazole, 1-octanol and 2,7-dimethyloctanol. It is expected that these aromatic extracts could be used for developing functional foods and natural food preservatives.

Key words: *Plantago asiatica*, *Erigeron annuus*, aroma, volatiles, allelopathy

서 론

식물 등 농산물 및 관련 생물에서 산업적으로 유용한 신소재를 찾아내는 일은 화학합성체에서 생산되는 기존의 소재에 비하여 보다 환경 친화적이며 많은 경우 적은 시설 투자비를 소요함으로써 경제적인 이점도 크다. 식물체 유래의 항암, 항콜레스테롤, 항알레르기 등 건강을 위협하는 각종 질병에 치료효과를 보이는 물질 및 기능성 식품개발은 농업 신기능 물질 연구 분야에서 가장 부가가치가 높은 분야라고 할 수 있다. 특히, 식물의 향기성분은

아로마세라피에서 전통적으로 많이 이용되어 왔으나 정확한 기작은 모른 채 효능만 알려져 있는 경우가 대부분이었다(Hoffmann, 1987). 더구나 식물의 향기 성분을 이용한 천연 향산화제의 연구 및 개발은 최근까지만 해도 주로 향미화학이나 향장학에서 상품의 향을 제공하기 위한 도구로만 연구되어 왔다. 하지만 향기 성분의 유용한 효능이 밝혀지면서 향신료, 식물성 허브, 커피, 그리고 각종 콩에서 유래한 향기 성분들의 향산화 효과 및 기작에 대한 연구가 최근 주목을 끌고 있다 (Hettiarachchy *et al.*, 1996; Frankel *et al.*, 1996). 이용가능한 아로마 중 대부분은 필수 오일의 증기를 흡입하거나 그 오일을 피부에 바름으로써 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 어떤 아로마들은 피부나 모발에 효과적이라고 주장되고 있으며, 심지어는 마음상태와 압과 같은 특정 질환의 증상에 모두 건강한 효과를

Corresponding author: Kwang-Geun Lee, Department of Food Science and Technology, Dongguk University, Pil-dong, Chung-gu, Seoul, 100-715, Korea.
Phone: +82-2-2260-3370, Fax: +82-2-2260-3370
E-mail: kwglee@dongguk.edu

갖는다고까지 알려져 있다. 이러한 아로마 중 다수는 가벼운 거담제로 작용하거나 기침을 완화시키는 데 도움을 줄 수 있지만 이들이 기질적 질환에 상당한 치료효과가 있다는 충분한 증거는 없다(Tisserand, 1988). 전체적으로 보아 다수의 연구들이 계피, chamomile, thyme, basil, sandalwood, rosemary, lavender, ylang ylang, peppermint 등을 사용하였다(Mok *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2002; Foote *et al.*, 2005).

식물은 일반적으로 allelochemicals라는 특정 화합물을 생성하여 다른 식물의 종자 발아와 생장 그리고 광합성 등의 생육에 영향을 미치는 allelopathy라는 생화학적 작용을 가진다(Macias *et al.*, 2004; Kato-Noguchi와 Ino, 2005). 이러한 맥락에서 최근에는 타감작용(allelopathy)이라는 용어로서 식물학은 물론 다양한 분야의 많은 연구가 진행되었다(Seal *et al.*, 2004; Kong *et al.*, 2004). 특히 식물이 함유한 휘발성 물질이 식물의 종자발아와 생장에 장애를 일으키거나 억제한다는 연구들이 보고되었다(정과 권, 1991; Tomita-Yokotani *et al.*, 2003).

본 연구에서 사용된 식물 재료는 질경이, 개망초로서 고유의 독특한 향을 지닌다는 공통점을 가진다. 또한 전통적인 민간요법에 두 식물이 동물의 호흡에 영향을 주어 기운을 북돋운다고 알려져 있다(Kim, 1996). 질경이(*Plantago asiatica* L.)는 질경이과(Plantaginaceae)의 다년생 초본으로 도로와 건물 주변의 귀화식물로서 인가식물이다. 한방 및 생약학에서는 차전초가 청열(淸熱), 양혈(涼血), 열독(熱毒)에 의한 옹종(癰腫)의 해독제로, 혈림뇨혈(血淋尿血)

) 및 이뇨제, 위장약, 부인병, 늑막염 및 변비에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Samuelsen, 2000). 질경이의 전초에는 iridoid 배당체인 geniposidic acid, aucubin, flavone 배당체인 acetoside, plantagoside, plantagin, honoplantagin, ursolic acid 등의 성분과 그 외 β -sitosterol, choline, palmitic acid, stigmasterol, vitamin B₁₃ 및 vitamin C 등의 성분이 함유되어 각종 함염증, 항균 및 항종양 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Park, 1996). 개망초(*Erigeron annuus* L.)는 국화과에 속하는 북아메리카 원산의 귀화식물로서, 우리나라의 전국 각처의 산야지를 뒤덮고자라는 잡초이다. 월동시에도 근생엽이 살아있다가 이듬해 봄에 다른 식물보다 일찍 생장을 시작하여 높이 30~100m의 키에 6~8월에 백색 또는 연한 자줏빛의 꽃이 피는 식물이다(Kim, 1996; Bennington and Stratton, 1998).

본 연구에서는 위에서 언급한 두 가지 식물재료에 함유된 향기 성분을 SAFE(Solvent Assisted Flavour Evaporation)장비를 이용하여 정량, 정성 분석하였다. 즉, 질경이, 개망초를 SAFE 장치로 추출하여 분리된 향기 성분은 gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)와 gas chromatography-flame ionization detector (GC-FID)를 이용하여 정성 및 정량 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 한국산 질경이(*Plantago asiatica*

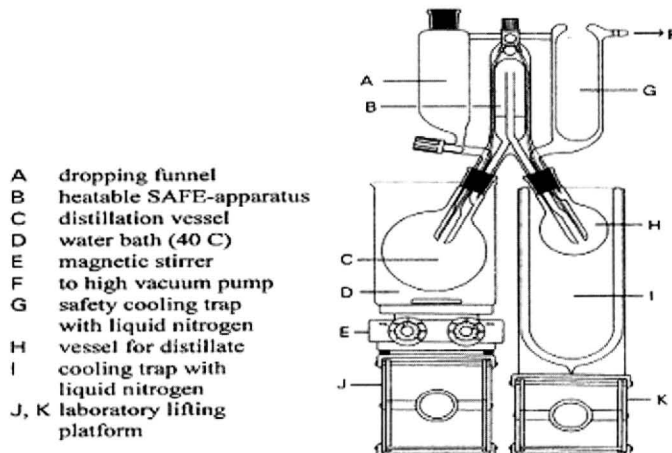


Fig. 1. SAFE apparatus used for the isolation of aroma constituents in plants (Engel *et al.*, 1999).

L.), 개망초(*Erigeron annuus* L.)는 화원에서 구입하였고, 신선한 식물의 향기성분을 취하기 위해 화원에서 채취한 직후 실험하였다. 식물의 동정은 동국대학교 한의과대학 연구진의 도움으로 이루어졌다. 향기 성분 추출용 용매인 methanol과 수분 건조용 sodium sulfate는 Junsei사 (Japan) 제품을 사용하였다.

향기성분 분리

향기 성분 추출을 위한 추출방법은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 감압 하에 SAFE(Solvent Assisted Flavor Evaporation) 추출장치를 사용하였다(Engel *et al.*, 1999). 각 20 g의 질경이와 개망초를 액체질소로 완전히 얼린 후 homogenizer(Omni, U.S.A)로 분쇄하였다. 분쇄된 식물체를 SAFE 장치에 넣기 전 500 ml 메탄올로 3시간동안 교반기를 이용하여 추출하였다. 그 추출액의 200ml을 SAFE장치의 distillation flask에 넣고 water bath상에서 40~45°C로 가열한다. 감압가열에 의해 휘발성분은 distillate flask에서 외부 액체질소에 의해 포집되어 비휘발성분과 분리된다. Distillate flask에서 냉각, 포집된 휘발성분을 상온에서 녹인 후 그 추출액에 sodium sulfate 25 g을 가하여 냉동고에서 12시간동안 방치한다. 탈수한 추출액을 rotary flash evaporator (BUCHI, Switzerland)를 사용하여 약 1 mL로 농축하고, 0.4 mL가 될 때까지 질소 (N₂)로 농축하였다.

GC/MS에 의한 향기 성분의 정성

식물체에서 분리한 휘발성 향기 성분의 정성은 GC(model 5890, Hewlett-Packard, USA)에 mass selective detector (MSD, model 5972, Hewlett-Packard, USA)을 부착한 GC-MSD system을 사용하였다. 향기 성분 정성과 정량을 위한 GC의 분석조건으로 column은 DB-WAX bonded-phase fused-silica capillary column(0.32 mm I.D. × 60 m length, 0.25 μm film thickness, J & W Scientific, CA, USA)을 사용하였고, injector 온도는 250°C, Oven 온도는 50°C에서 2분간 유지한 다음 분당 3°C로 200°C까지 올린 후 200°C에서 30분간 유지하도록 하였다. 운반기체는 헬륨을 사용하였고, 평균 유속은 44 cm/s로 고정하였으며 splitless mode로 1 μL 주입하였다.

한편 향기 성분 정성을 위한 MS의 분석 조건으로 MS ionization voltage는 70 eV, source temperature는 200°C, interface temperature는 280°C, mass spectrum scan range는 50-550 m/z 로 하였다. 향기 성분은 Kovats gas chromatographic retention index I(15)와 실제 화합물과 비교한 후 각 성분의 Mass Spectrometry(MS) fragmentation, Willy 6th edition MS spectra library와 실제 성분과 비교하여 정성 분석하였다.

향기 성분 정량

식물체에서 분리한 휘발성 향기 성분 정량은 GC(model 6890, Hewlett-Packard, USA)를 사용하였다. injector 온도는 250°C, Oven 온도는 50°C에서 2분

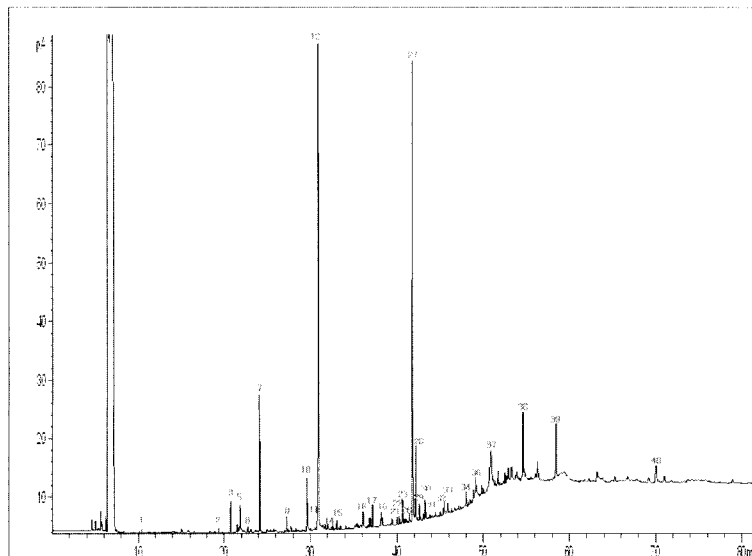


Fig. 2. Typical gas chromatogram of aroma extract isolated from *Plantago asiatica* L. by SAFE.

Table 1. Volatile components identified in the extracts of *Plantago asiatica* L.

Peak No.	I ¹⁾	Concentration ²⁾ ppm ³⁾	Possible compound
1	1123	1.94	methylcyclohexane
2	1493	3.21	N,N-dimethylformamide
3	1509	20.52	2,4,5-trimethyl pyridine
5	1542	14.23	2,4,6-trimethyl pyridine
6	1550	1.85	furfural
7	1606	103.04	1-propanol
8	1674	11.96	benzaldehyde
10	1749	47.51	1-fluoro-1-propene
11	1795	18.56	α-terpinolene
12	1814	399.08	linalool
14	1831	7.66	2-(2-ethoxyethoxy)-ethanol
15	1842	6.96	ethylem glycol
16	1880	1.81	3-hexanol
17	1885	13.75	dimethyl sulfoxide
18	1922	5.25	thiazole
21	1964	19.54	hexanoic acid
22	2015	6.22	2-methyl-2,3,-pentanediol
23	2018	21.45	benzenethanol
26	2059	6.21	2-methyl-1-propanamine
27	2070	418.07	2-propamide
28	2082	50.5	1,4-pentadiene
29	2115	11.87	1-octadecanol
30	2185	10.91	2,3-dicyclohexyl-butane
31	2271	11.72	3-amino-2-methyl-2-cyclopentenone
32	2308	9.34	3-octennone
33	2331	11.12	1-octadecane
34	2383	24.09	2-methylbutylamine
36	2438	12.29	N-ethyl-N-hydroxy-ethanamine
37	2452	45.74	7-methyl-1-octene
38	2492	83.96	1-octadecanol
39	2541	78.8	1-(ethenyloxy)-octadecane
40	2748	347.57	2,7,-dimethyloctanol

¹⁾I mean Kovats retention index on DB-WAX.

²⁾Solvent peak excluded.

³⁾Values are on dried weight of *Plantago asiatica* in µg/g.

간 유지한 다음 분당 3°C로 200°C까지 올린 후 200°C에서 20분간 유지하도록 하였다. 운반기체는 헬륨을 사용하였고, split ratio는 20:1로 1 µL 주입하였고 각 실험은 두 번 반복되었다.

추출물은 분석 저울을 사용하여 질량을 측정하였다. 향기 성분과 용매의 전체 피크 면적 백분율(peak area percentage)을 측정하기 위해 GC를 사용하였으며, total ion chromatogram상의 피크 면적(peak area)는 컴퓨터에 내장된 프로그램 (GC Chemstation,

Hewlett-Packard, USA)에 의해 계산하였다. 향기 성분의 전체 질량은 각 추출물의 질량에 향기 성분의 전체 peak area percentage를 곱하여 계산되었다. 각 향기 성분의 양은 계산에서 구한 전체 향기 성분 질량에 각 성분의 백분율을 곱하여 얻었다.

각각의 향기성분 농도(µg/ml)

$$= \frac{\text{weight of condensed sample} \times \text{GC peak area \%}}{\text{weight of fresh sample plant} \times 100} \times 10^6$$

결과 및 고찰

식물체와 식품의 향기성분은 다른 어떤 성분보다 다양하고 복잡하다. 따라서 이러한 향기성분을 분석하기 위한 방법도 다양하게 발전되어 왔는데 static(dynamic) headspace extraction, 용매추출, simultaneous steam distillation/solvent extraction, high vacuum stripping, solid phase microextraction, 그리고 초임계추출 등이 그것이다(김, 2001). 그중 최근에 개발된 SAFE 방법은 복잡한 매트릭스를 가진 과실류를 포함한 식품에서 향기성분을 빠르고 정확히 분석한다고 보고 되고 있다(Engel *et al*, 1999). 본 실험의 재료인 질경이와 개망초와 같은 식물류의 향기성분도 이 SAFE 방법으로 효율적으로 향기성분을 추출할 수 있었다. SAFE 장비를 이용하여 추출한 질경이, 개망초(각 20 g) 향기성분의 질량은 각각 24.9, 80.6 mg이었다. 질경이의 향기 성분은 GC chromatogram에서 40개의 향기성분 중 32개의 성분이 동정되었는데 질경이의 주요 향기 성분과 함량은 Table 1에 나타내었다. 또한 질경이 향기성분의 기체크로마토그램은 Fig. 2에 나타내었다. 정성된 향기 성분은 2개의 terpenoids, 2개의 aldehyds, 2개의 ketones, 5개의 hydrocarbons, 9개의 alcohols, 1개의 acids, 1개의 benzen, 4개의 질소화합물, 4개의 기타화합물이었다. 주된 향기성분은 1-propanol (103.04ppm), linalool(399.08ppm), 2-propamide(418.07 ppm), 7-methyl-1-octene(45.74ppm), 1-octadecanol (83.96ppm), 그리고 2,7-dimethyloctanol(347.57ppm)이었다. 정과 권(1991)에 따르면 수증기 증류 추출법을 이용하여 질경이에서 향기성분을 분석하였는데 질경이의 향기를 이루는 주성분은 1-octen-3-ol, 3-octanol 및 linalool로 알려졌다. 여기서 linalool, 1-octen-3-ol은 이번 실험의 결과와 동일하였다. 질경이는 중국 등의 전통대체의학에서 호흡기, 소화기

Table 2. Volatile components identified in the extracts of *Erigeron annuus* L.

Peak No.	I ¹⁾	Concentration ²⁾ ppm ³⁾	Possible compound
1	1120	0.04	pyrrolidine
2	1468	0.08	but-3-en-1-ol
4	1583	1.68	methylethyl ether
6	1713	5.06	N-methyl-2-propanamine
9	1794	0.09	2-fluoro-1-propene
10	1929	0.15	thiazole
11	1958	1.04	toluene
12	2018	0.19	2-oct-en-1-ol
13	2028	0.76	benzenethanol
14	2034	0.13	dodecanal
15	2081	0.11	tetradecanol
16	2115	0.66	2-nonen-1-ol
17	2155	1.42	1-octyne
18	2186	0.09	3-octane
19	2237	0.16	cyclooctane
20	2279	0.08	methyl-3-butenyl ether
21	2372	281.45	2-ethyl-2,3-dihydro-1,3,2-benzoxaborole
23	2433	6.03	N-methylthioacetamide
25	2484	0.64	decanol
26	2492	7.66	2,4,-dimethyl-pentanediol
27	2516	9.8	1,1,1,2-tetrafluoro-2-tridecene
28	2688	30.63	3-methyl-pyrazole
29	2750	2.88	1-octanol
30	2884	1.44	2,7,-dimethyloctanol

¹⁾I mean Kovats retention index on DB-WAX.

²⁾Solvent peak excluded.

³⁾Values are on dried weight of *Erigeron annuus* in µg/g.

그리고 순환기 질환의 치료약으로 사용되어 왔고 항산화, 항미생물, 항염증 및 간보호 활성이 있다고 보고되었다(Samuelsen, 2000). Samuelsen의 연구결과에 따르면 질경이는 다양한 생리활성물질을 지니고 있는데 대표적인 것들은 다당류, 지질, caffeic acid 유도체들, 플라보노이드, iridoid 배당체 그리고 terpenoids이다. 기타 알카로이드, 알코올류, 탄화수소류와 유기산들도 검출되었다고 보고되고 있다(Samuelsen, 2000). 이중 향기성분들은 terpenoids, 알코올류, 탄화수소류와 유기산 등이 있는데 본 실험에서 검출된 linalool, 2-propamide, 7-methyl-1-octene, 1-octadecanol 그리고 2,7-dimethyloctanol 등이 일치한다고 볼 수 있다. 최근에 질경이가 우울증에 좋은 치료약이라는 보고도 있는데(Xu *et al.*, 2004) 질경이의 petroleum 추출물이 terpenoids 등 essential oil이 가지는 휘발성분과 지용성인 iridoid가 이러한 항우울증 작용을 한다고 보고되고 있다(Xu *et al.*, 2004; Ringbom *et al.*, 1998).

개망초(*Erigeron annuus* L.)의 주요 향기 성분은 Table 2에 나타내었고, 향기성분의 기체크로마토그램은 Fig. 3에 표시하였다. 총 24개의 향기 성분이 동정되었는데, 1개의 terpenoids, 10개의 alcohols, 1개의 benzen, 1개의 aldehyds, 5개의 hydrocarbons, 1개의 황화합물, 2개의 질소화합물, 그리고 3개의 기타화합물로 구성되어 있다. 주요향기성분은 2-ethyl-2,3-dihydro-1,3,2-benzoxaborole(281.45ppm), 3-methylpyrazole(30.63ppm), 1-octanol(2.88ppm)그리고 2,7-dimethyloctanol(1.44)이었다. 개망초의 경우 향산

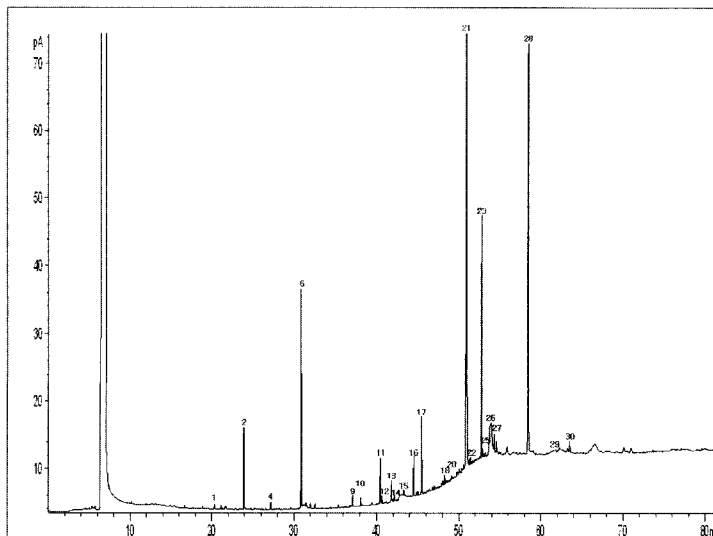


Fig. 3. Typical gas chromatogram of aroma extract isolated from *Erigeron annuus* L. by SAFE.

화작용(Kim and Kim, 2003), 항혈전작용(Kim *et al.*, 2005) 그리고 발아억제 작용(Oh *et al.*, 2002)을 한다고 보고되었다. 또한 Lee *et al.*(2002)에 의하면 개망초의 용매(EtOAc) 분획물로부터 제조 활성 물질을 분리동정한 결과 잎, 줄기, 꽃에서 강한 제조 활성을 보였다. 잎, 줄기로부터 이 활성을 보인 주된 원인 화합물이 4-hydroxy-cinnamic acid, 3,4-dihydroxy cinnamic acid methyl ester 이며, 꽃에서 3-hydroxy-pyran-4-one, (5-butyl-3-oxo-2,3-dihydrofuran-2-yl)-acetic acid라고 설명되었다. Takeyoshi *et al.* 의 연구에 따르면 개망초의 주된 향기성분은 sesquiterpenoid인 6-beta-14-epoxyeudesm-4(15)-en-1 beta-ol, diterpenoid인 philadelphinone이 검출되었다고 보고했다(Takeyoshi *et al.*, 2003). 하지만 본 연구에서는 pyrazole, pyrrolidine 과 같은 이중환형성 화합물들이 분석되었다.

이번 연구를 토대로 두 식물체가 가지는 생리활성을 보다 더 구체적으로 밝히는 연구가 진행될 예정이다. 아로마세라피와 연계하여 향기성분만이 가질 수 있는 신속한 물질전달을 특징으로 하는 다양한 생리활성 연구가 시행되어야 할 것이다. 이러한 선행연구가 진행되면 질경이와 개망초를 이용한 다양한 상품개발 응용연구가 가능할 것이다. 예를 들면 오염물질 제거 및 공기정화용 실내용 화초개발 그리고 우울증 등의 정신질환을 예방 치료 할 수 있는 방향제의 개발과 같은 것들이다.

요 약

타감작용을 가진 식물체로 향기적 특성이 강한 질경이와 개망초의 향기추출물을 정성 및 정량분석하였다. 질경이와 개망초는 항산화효과, 아질산염 소거효과 및 항균, 함염증, 항균 및 항종양 활성을 지닌다고 보고되었다. 식물체의 향기 성분은 SAFE 장비를 이용하여 추출되었고, 추출된 향기 성분의 정성 및 정량 분석은 gas chromatography (GC) 와 gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)에 의해 측정되었다. 실험결과 질경이와 개망초는 고유한 향기 성분을 가진다는 것이 확인되었다. 질경이의 주된 향기성분은 1-propanol(103.04ppm), linalool(399.08ppm), 2-propamode(418.07ppm), 7-methyl-1-octene(45.74ppm), 1-octadecanol(83.96ppm), 그리고 2,7-dimethyloctanol (347.57ppm)이었고 개망초의 주요 향기성분은 2-ethyl-2,3-dihydro-1,3,2-benzoxaborole(281.45ppm), 3-methylpyrazole(30.63

ppm), 1-octanol(2.88ppm) 그리고 2,7-dimethyloctanol (1.44ppm)이었다. 이러한 향기성분의 생리활성을 입증하면 기능성식품소재에 이용, 천연식품보존제 개발, 여러 질환에 대한 예방 및 치료와 같은 약리학적인 연구 및 응용연구가 가능하리라 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 동국대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

- 김영석. 2001. Analysis of Flavors in Foods- How to approach and how use? 식품과학과 산업. 34(3): 73-79
- 정태영, 권선진. 1999. 질경이의 휘발성 flavor 성분에 관한 연구. 한국농화학회. 34: 210
- Bennington, C.C. and D.A. Stratton 1998. Field tests of density and frequency dependent selection in *Erigeron annuus*(Compositae). *American Journal of Botany*. 85: 540-545
- Hoffmann, D., 1987. Aromatherapy, in: *The Herbal Handbook*. Healing Arts Press, Rochester, VT, USA.
- Engel, W., W. Bahr and P. Schieberle. 1999. Solvent assisted flavour evaporation - a new versatile technique for the careful and direct isolation of aroma compounds from complex food matrices. *Food Research Technology*. 209: 237-241
- Foote, J.C., L.D. Thompson and D.B. Wster. 2005. Microbiological quality of chamomile. *Journal of American Dietetic Association*. 105: 3
- Frankel, E.N. 1996. Antioxidant in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chemistry*. 57: 51-55
- Hettiarachchy, N.S., K.C. Glenn, R. Gnanasambandam and M.G. Johnson. 1996. Natural Antioxidant Extract from fenugreek for ground beef patties. *Journal of Food Science*. 61: 516-519
- Kato-Noguchi, H. and T. Ino. 2005. Possible involvement of momilactone B in rice allelopathy. *Journal of Plant Physiology*. 162(6): 718-721
- Kim, D.H., S.J. Jung, I.S. Chung, Y.H. Lee, D.K. Kim, S.H. Kim, B.M. Kwon, T.S. Jeong, M.H. Park, N.S. Seoung and N.I. Baek. 2005. Ergosterol peroxide from flowers of *Erigeron annuus* L. as an anti-atherosclerosis agent. *National Library of Medicine*. 28(5): 541-545
- Kim, H.Y. and K. Kim. 2003. Protein glycation inhibitory and antioxidative activities of some plant extracts in vitro. *National Library of Medicine*. 51(6): 1586-1591
- Kim, T.J. 1996. *Resource plant of the Korea*. Publishing center of Seoul National University, Seoul.

- Kong, C., W. Liang, X. Xu, F. Hu, P. Wang and Y. Jiang. 2004. Release and activity of allelochemicals from allelopathic rice seedlings. *Agriculture Food Chemistry*. **52**(10): 2861-2865
- Lee, D.H., H.C. Oh, S.Y. Lee and T.O. Kwon. 2002. Identification of Natural Herbicidal Substances from *Erigeron annuus*. *Journal of Life Science & Natural Resources* **24**: 49-62
- Lee, K.G. and T. Shibamoto. 2002. Determination of antioxidant potential of volatile extract isolated from various herbs and spices. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. **50**: 4947-4952
- Macias, F.A., J.M. Molinillo, A. Oliveros-Bastidas, D. Marin and D. Chinchilla. Allelopathy. A natural strategy for weed control. *Communication Agriculture Applied Biological Science*. **69**(3): 13-23
- Mok, J.S., K.S. Song, N.J. Choi and H.S. Yang. 2001. Antibacterial effect of cinnamon bark extract against fish pathogenic bacteria. *Journal of Korean Fisheries Society* **34**: 545-549
- Oh, H.C., S.Y. Lee, H.S. Lee, D.H. Lee, S.Y. Lee, H.T. Chung, T.S. Kim and T.O. Kwon. 2002. Germination inhibitory constituents from *Erigeron annuus*. *Phytochemistry*. **61**: 175-179
- Park, C.H. 1996. *A taxonomic and systematic study of genus plantago in Korea*. MS Thesis. Korea University. **4**: 233-235
- Ringbom, T., L. Segura, Y. Noreen, P. Perera and L. Bohlin. 1998. Ursolic acid from plantago major, a selective inhibitor of cyclooxygenase-2 catalyzed prostaglandin biosynthesis. *Journal of Natural products*. **61**: 1212-1215
- Samuelsen, A.B. 2000. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review. *Journal of Ethnopharmacology*. **71**: 1-21
- Seal, A.N., J.E. Pratley, T. Haig and M. An. 2004. Identification and quantitation of compounds in a series of allelopathic and non-allelopathic rice root exudates. *Journal of Chemistry Ecology*. **30**(8): 1647-1662
- Tomita-Yokotani, K., Y. Fujii, S. Yoshida, H. Hashimoto and M. Yamashita. 2003. Volatile allelopathy in velvet bean (*Mucuna pruriens* [correction of pruriens] L.) and gravity. *Biological Science Space*. **17**(3): 212-213
- Takeyoshi, I., Y. Yasunori and K. Masao. 2003. Five New Sesquiterpenoids and a New Diterpenoid from *Erigeron annuus*(L.) pers., *Erigeron philadelphicus* L. and *Erigeron sumatrensis* Retz. *Chemical & pharmaceutical bulletin*. **51**(5): 545-549
- Tisserand, M. 1988. *Aromatherapy for Women*. Rochester, Vt.: Healing Arts Press: Rochester, VT, USA p. 87
- Xu, C., L. Lan and R. X. Tan. 2004. Antidepressant effect of three traditional Chinese Medicines in the learned helplessness model. *Journal of Ethnopharmacology*. **91**: 345-349