

산초의 휘발성 향미성분 분석 및 향신료로서의 관능적 평가

이미순·정미숙*

덕성여자대학교 식품영양학과, *덕성여자대학교 교양학부

Analysis of Volatile Flavor Components from *Zanthoxylum schinifolium* and Sensory Evaluation as Natural Spice

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

Volatile flavor components in the fruits of dried *Zanthoxylum schinifolium* were extracted by supercritical fluid extraction method using diethyl ether as solvent. Essential oils were analyzed by gas chromatography (GC) and combined gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Identification of volatile flavor components was based on the RI of GC and mass spectrum of GC-MS. A total of 30 components, including 6 hydrocarbons, 4 aldehydes, 8 alcohols, 5 esters, 4 acids and 3 miscellaneous components were identified in the essential oils. Geranyl acetate, β -phellandrene, D-limonene and citronellal were found to be major volatile flavor components in fruits of dried *Zanthoxylum schinifolium*. The masking effects of *Zanthoxylum schinifolium* on meaty and fishy flavor were measured by sensory evaluation to investigate the usefulness of *Zanthoxylum schinifolium* as a natural spice. Meaty flavor was significantly reduced with the addition of 0.05% and 0.1% *Zanthoxylum schinifolium*. And the addition of 0.1% powdered *Zanthoxylum schinifolium* also reduced the fishy flavor of mackerel.

Key words: *Zanthoxylum schinifolium*, volatile flavor components, meaty & fishy flavor, sensory evaluation, natural spice

I. 서 론

산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*)는 우리나라, 중국 및 일본에서 자라는 방향성 식물자원으로 높이 3 m 정도의 운향과의 관목이며 9월에 연한 녹색의 꽃이 피고 열매가 성숙되는데 이 열매를 산초라고 한다. 속명으로 천초 및 제피나무 등으로도 부른다. 산초의 삭과는 녹색색이고 길이가 4 mm이며 흑색 종자가 들어 있다. 독특한 향기를 지닌 산초는 식용하며 나무껍질은 한방과 민간에서 복통, 설사, 감기, 이뇨, 황달 및 편두염에 약재로 사용한다^{1,2)}.

산초나무 껍질에 대한 연구로는 coumarin 분석³⁾ 및 anti-HBV DNA replication의 활성물질⁴⁾ 등이 있다. 고등⁵⁾은 head space 방법으로 산초의 정유를 추출하여 분석한 결과 산초 과피에 myrcene, β -phellandrene, cineol 및 citronellol 등이 함유되었으며, 산초 종자에는 myrcene, citronellol 및 β -phellandrene 등이 주요 성분

이었다고 보고하였다. 산초의 과피에는 유기산으로 α -ketoglutaric acid가 0.475% 있었으나, 종자에는 유기산이 확인되지 않았다고 하였다. 또한 중성지질은 산초 종자에 61.2%, 과피에 36.1% 함유된 것으로 보고하였다. 문 등⁶⁾에 따르면 산초 종자의 메탄올 추출물에서 DPPH radical 소거 효과가 강하게 나타났으며, 종피에서 항산화 활성성분인 quercitrin과 hyperoside가 분리되었는데 이들은 L-ascorbic acid보다 황산화 효과가 다소 높았다고 보고하였다. 산초의 클로로포름 분획은 *B. subtilis*, *E. coli*, *L. plantarum* 및 *S. aureus* 등 4종의 균주에 대해 1000 μ g/ml에서 가장 큰 저해능을 보였고, 에틸아세트 분획에서도 *B. subtilis*는 1000 μ g/ml에서 *E. coli*는 500 μ g/ml에서 각각 성장이 억제되었으며 클로로포름층에서 hexadecanoic acid를 활성물질로 분리하였다⁷⁾.

예로부터 우리민족은 산초 열매 가루를 생선요리 및 추어탕 등에 비린내를 제거하기 위한 향신료로 사용하여

왔다. 이처럼 산초를 향신료로 활용하기 위한 연구가 일부 이루어져 있다. 발효소시지 제조시 기존의 외국산 향신료 대신 산초, 칩, 썬, 솔잎분말 등의 향신료를 다양하게 복합적으로 사용할 경우 물리적, 화학적 및 미생물학적으로도 우수할 뿐만 아니라 관능적 특성도 뛰어난 좋은 품질의 발효소시지의 제조가 가능한 것으로 박 등⁸⁾이 보고하였다. 문 등⁹⁾은 즉석 추어탕용 냉동 건조미꾸라지의 저장성 연구에서 산초의 에탄올 추출물이 미꾸라지육 중의 지질 산화를 억제하였다고 하였다.

식품의 향기성분추출은 수증기증류법과 용매추출법 등이 이용되고 있으나 열처리에 의한 향기성분의 변화 및 용매제거시의 일부 향기의 손실 등이 문제점으로 지적되고 있어 최근 초임계유체추출법이 자생식물 등의 휘발성 향기성분 추출에 적용되고 있다¹⁰⁾.

현재 우리 국민의 식생활 향상 및 음식의 세계화로 맛의 고급화에 대한 요구가 급증하고 있으며 서양에서도 입맛에 알맞은 한국산 향신료의 개발 및 보급이 시급한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 방향성 식용작물인 산초의 종자를 어육류의 한국산 향신료로 개발하기 위하여 초임계유체추출법으로 산초 열매의 정유성분을 추출하여 분석하고, 산초가루의 누린내 및 비린내 제거효과를 관능검사 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

시료로 사용된 산초는 경상북도 의성에서 재배된 것으로 1999년 5월에 경동시장에서 구입하여 -70°C 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 휘발성 정유성분 추출

휘발성 정유 성분은 초임계유체추출(Supercritical Fluid Extraction ; SFE) 방법으로 추출하였으며, 사용된 장치(Isco, Inc. SFX 3560)는 최대압력이 10,000 psi까지 가능한 연속 유통형이다. 음전한 산초열매를 마쇄한 후 1g을 취하여 9ml의 추출조에 각각 3개씩 충전하였다. 탄산가스는 탱크로부터 5°C의 냉각조를 통과한 후 check valve를 거쳐 고압 실린더펌프에 의하여 가압되었다. 가압된 초임계 이산화탄소는 추출조에서 5분간 일정 압력(1500 psi)과 온도(40°C)에서 정상상태로 유지된 후, 70°C로 가온된 restrictor를 통하여 분리조에서 감압 팽창되면서 탄산가스와 추출물로 분리되었다. 이산화탄소의 유속은 1 ml/min였고, 추출시간은 10분이었으며 추출물은 에탄올에 포집하였다.

Table 1. Conditions of GC and GC/MS for volatile flavor components

GC condition	
GC : HP 5890 Series II	
Column : INNOWAX (60 m×0.32 mm×0.5 μm)	
Split vent : 180 ml/min	
Oven temp : 85°C	→ 196°C ^{2°C/min} → 240°C ^{4°C/min}
Injector temp : 260°C	
Detector temp : 280°C	
Carrier gas : He(Flow rate : 3 ml/min)	
GC/MS Condition	
GC/MS : HP 5890 Series II / HP 5970	
Column : FFAP (50 m×0.2 mm×0.3 μm)	
Injector temp : 250°C	
Interface temp : 250°C	
Ionization voltage : 70 eV	
Carrier gas : He(Flow rate : 0.8 ml/min)	

3. 정유성분의 분석

산초의 정유성분 추출물에 함유된 에탄올을 제거하기 위하여 에테르와 물을 첨가하여 강하게 흔든 다음, 물층을 제거하고 무수황산나트륨으로 잔류 수분을 흡수시켜 여과한 후 농축하였다. 이와 같은 과정을 거친 산초의 정유성분은 GC 및 GC/MS를 사용하여 분리·확인하였으며 그 분석조건은 Table 1과 같다. 정유성분 0.2 μl를 GC에 주입하여 gas chromatogram을 얻었으며 각 peak를 확인하기 위하여 GC/MS를 분석하였다. Wiley/NBS library¹¹⁾와 기타 mass spectral data books에 나타난 mass spectrum¹²⁾과의 비교 및 표준품의 GC에서 retention index¹³⁾를 비교하여 각 peak를 확인하였다.

4. 향신료로 사용하기 위한 관능검사

누린내 및 비린내의 제거효과를 확인하기 위하여 건조된 산초의 열매를 분쇄하여 30 mesh의 체에 통과시켜 산초가루를 만들었다. 돼지고기와 닭고기는 살코기만을 선택하여 1.5 cm×1.5 cm 정도 크기로 잘라 0.05%, 0.1% 및 0.2%의 산초가루를 첨가하여 혼합한 후 향신료가 스며들도록 10분간 방치하였다. 이를 강한 불에서 기름을 첨가하지 않고 2분간 볶은 후, 따뜻한 상태에서 누린내의 강도, 향신료 향의 강한 정도, 아린 맛 및 전체적인 선호도를 조사하였다. 비린내의 제거효과를 조사하기 위하여 고등어의 살코기를 잘게(약 1.5 cm×1.5 cm) 잘라 위와 같은 과정을 거친 후 관능검사하였다. 관능검사원은 덕성여자대학교 식품영양학과 대학원생 12명으로 구성되었으며 평균 연령은 27세였다. 관능검사의 결과는 SAS program을 이용하여 ANOVA분석을 하였고, 각 처리간의 유의성 검정은 LSD로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 정유성분의 분석

초임계유체추출법으로 건조된 산초 열매의 정유를 추출한 후 GC/MS로 분석한 결과 30가지의 휘발성 향미 성분이 확인되었다(Table 2). 가장 많이 함유된 성분은 geranyl acetate로 23.90%를 차지하였고, β -phellandrene 8.06%, D-limonene 4.61% 및 citronellal 4.00%이었다. 탄화수소류는 6종이 확인되었으며 전체 peak area의

Table 2. Volatile flavor components from dried *Zanthoxylum schinifolium*

Component	Peak no.	Peak area(%)	Molecular Formula	Formula Weight
Hydrocarbons(6)				
Myrcene	1	1.02	C ₁₀ H ₁₆	136
α -Phellandrene	2	0.03	C ₁₀ H ₁₆	136
D-Limonene	3	4.61	C ₁₀ H ₁₆	136
β -Phellandrene	4	8.06	C ₁₀ H ₁₆	136
α -Terpinolene	5	0.32	C ₁₀ H ₁₆	136
β -Caryophyllene	12	0.48	C ₁₅ H ₂₄	204
Aldehydes(4)				
Citronellal	6	4.00	C ₁₀ H ₁₈ O	154
Benzaldehyde	7	0.26	C ₇ H ₆ O	106
ρ -Cuminaldehyde	19	0.35	C ₁₀ H ₁₂ O	148
L-Perillaldehyde	20	2.40	C ₁₀ H ₁₄ O	150
Alcohols(8)				
Linalool	8	0.70	C ₁₀ H ₁₈ O	154
1-Octanol	9	0.10	C ₁₀ H ₁₈ O	154
α -Terpineol	15	0.19	C ₁₀ H ₁₈ O	154
Geraniol	22	1.25	C ₁₀ H ₁₈ O	154
ρ -Cymen-7-ol	23	0.16	C ₁₀ H ₁₄ O	150
Benzyl alcohol	24	0.22	C ₇ H ₈ O	108
Cumic alcohol	28	0.32	C ₁₀ H ₁₄ O	150
Isopulegol	11	0.35	C ₁₀ H ₁₈ O	154
Acids(4)				
Caproic acid	21	1.86	C ₆ H ₁₂ O ₂	116
Heptanoic acid	25	0.35	C ₇ H ₁₄ O ₂	130
Octanoic acid	27	1.28	C ₈ H ₁₆ O ₂	144
Nonanoic acid	29	1.41	C ₉ H ₁₈ O ₂	158
Esters(5)				
Linalyl acetate	10	0.42	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	196
Citronellyl acetate	13	0.77	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	198
Terpinyl acetate	16	0.42	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	196
Geranyl acetate	18	23.90	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	196
Diethyl phthalate	30	0.48	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	222
Miscellaneous components(3)				
2-Isopropylcyclohexanone	14	1.86	C ₉ H ₁₆ O	140
Piperitone	17	0.32	C ₁₀ H ₁₆ O	152
Caryophyllene oxide	26	0.06	C ₁₅ H ₂₄ O	220

14.52%를 차지하였다. 이 가운데 5종은 식물의 향기성분에 주요 역할을 하는 휘발성이 강한 monoterpenes이었으며 higher-boiling fraction에서 확인되는 sesquiterpenes류는 β -caryophyllene 한 가지였다^{14,15}. 탄화수소류에서는 β -phellandrene, limonene 및 myrcene의 순서로 그 함량이 많았는데 β -phellandrene은 peppery-minty향을 내는 물질로 알려져 있다¹⁶.

건조된 산초 열매의 휘발성 향미 성분 중 알데히드류는 citronellal을 포함한 4종이 확인되었으며 전체 peak area의 7.01%를 차지하였다. 매운맛에 관여하는 ρ -cuminaldehyde는 0.35%를 차지하였는데, 이 물질은 정유에 1% 이하 함유되었을 때 좋은 warm-spicy향을 내는 물질로 알려져 있다. 본 실험의 관능검사원들은 산초가 매우면서 짙은 듯한 맛을 지니고 있다고 평가하였는데, 이러한 매운맛에 ρ -cuminaldehyde가 관여한 것으로 여겨진다. 확인된 알콜류는 8종으로 3.19%를 차지하였는데 dillseed 또는 caraway에서 oily-spicy odor를 내는 cumic alcohol과 달콤한 장미향을 내는 geraniol이 포함되어 있다¹⁶. 산류는 4종으로 4.90%를 차지하였으며 짙은 신맛에 관여하는 caproic acid가 1.86% 함유되었는데 이 성분이 산초의 짙은 맛에 일부 기여하는 것으로 보인다.

건조된 산초 정유에서 확인된 에스터류는 geranyl acetate를 포함하여 5종이었으며 25.99%를 차지하였고 달콤한 장미향을 내는 geranyl acetate는 산초 열매 향기의 주성분으로 추정된다. Linalool의 에스터인 linalyl acetate도 확인되었는데 본 시료에서 확인된 citronellyl acetate 및 geranyl acetate와 함께 감귤류 정유의 신선한 향을 보충해주는 역할¹⁶을 하므로 산초 열매의 향기에서도 신선함을 줄 것으로 기대된다. 이 외에도 강한 신선한-민트-장뇌 향을 내는 piperitone을 포함한 기타 물질이 3종 확인되었으며 peak area는 2.24%로 나타났다.

고 등³은 head space방법으로 정유를 추출하여 산초 과피에서 myrcene, β -phellandrene, cineol 및 citronellol이 확인되었고, 산초 종자에서는 myrcene, citronellal 및 β -phellandrene이 주요성분으로 확인되었다고 보고하였는데 이러한 성분은 본 연구에서도 확인되었다. 본 실험에서는 정유 전체 peak area의 57.85%만이 확인되었는데, 이는 retention time 90분 이상에서 나타난 미확인된 고비점 화합물이 차지하는 peak area가 많기 때문이며, 이러한 고비점 화합물은 식물체의 휘발성 향기성분에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 여겨진다.

2. 향신료로 사용하기 위한 관능검사

산초가루가 육류의 누린내 및 생선의 비린내에 미치는

Table 3. Sensory characteristics of pork

	Pork	Added with pepper 0.1%	Added with <i>Zanthoxylum schinifolium</i>			P-value
			0.05%	0.1%	0.2%	
Meaty flavor	6.42±0.50 ^a	5.20±1.54 ^b	3.42±1.61 ^c	2.58±1.50 ^c	2.65±1.35 ^c	0.0001
Acrid taste	3.00±1.56 ^b	2.55±1.28 ^b	3.04±1.65 ^b	2.96±2.14 ^b	4.70±2.54 ^a	0.0046
Characteristic flavor of spice	2.13±1.08 ^b	3.55±1.79 ^b	5.13±2.25 ^b	6.83±2.14 ^a	7.35±1.60 ^a	0.0001
Overall acceptance	4.04±1.20 ^b	4.90±1.29 ^a	5.33±1.25 ^a	5.54±1.28 ^a	4.10±1.65 ^b	0.0001

Mean ± standard deviation (n=22).

1 : weak extremely or dislike extremely, 9 : strong extremely or like extremely

Means within rows with different superscripts are significantly different(P-value).

Table 4. Sensory characteristics of chicken

	Chicken	Added with pepper 0.1%	Added with <i>Zanthoxylum schinifolium</i>			P-value
			0.05%	0.1%	0.2%	
Meaty flavor	5.95±1.29 ^a	3.80±1.64 ^b	3.38±1.41 ^b	3.73±1.82 ^b	3.45±1.88 ^b	0.0001
Acrid taste	2.36±1.26 ^b	2.30±0.98 ^b	2.79±1.56 ^a	3.77±2.08 ^a	3.30±2.15 ^a	0.0156
Characteristic flavor of spice	2.18±1.05 ^b	3.00±1.30 ^b	5.08±2.17 ^a	5.85±2.38 ^a	6.75±1.77 ^a	0.0001
Overall acceptance	3.59±1.05	4.75±1.48	4.67±1.81	4.62±1.77	4.60±1.64	0.0663

Mean ± standard deviation (n=22).

1 : weak extremely or dislike extremely, 9 : strong extremely or like extremely

Means within rows with different superscripts are significantly different(P-value)

Table 5. Sensory characteristics of mackerel

	Mackerel	Added with pepper 0.1%	Added with <i>Zanthoxylum schinifolium</i>		P-value
			0.1%	0.2%	
Fishy flavor	6.71±0.46 ^a	3.52±1.27 ^b	3.97±1.45 ^b	3.68±1.59 ^b	0.0001
Acrid taste	3.32±2.16 ^b	2.93±1.75 ^b	3.00±1.65 ^b	4.29±2.24 ^a	0.0400
Characteristic flavor of spice	2.75±1.65 ^c	3.34±1.45 ^c	5.00±1.69 ^b	6.46±1.99 ^a	0.0001
Overall acceptance	3.36±1.03 ^c	5.59±1.52 ^a	4.68±1.28 ^b	3.75±1.71 ^c	0.0001

Mean ± standard deviation (n=22).

1 : weak extremely or dislike extremely, 9 : strong extremely or like extremely

Means within rows with different superscripts are significantly different(P-value).

효과를 관능검사 하였다. 돼지 살코기에 아무것도 첨가하지 않은 돼지고기대조군, 후추를 0.1% 첨가한 후추첨가군 및 산초가루를 첨가한 산초첨가군의 누린내를 평가하였을 때(Table 3), 산초 0.05%, 0.1% 및 0.2%첨가군이 돼지고기고기군과 후추 0.1%첨가군에 비하여 누린내가 유의적으로 낮았으며, 산초 특유의 아린 맛은 산초 0.2%첨가군에서 심하게 나타났다. 산초의 독특한 향기는 산초 0.1% 및 0.2%첨가군에서 유의적으로 강하게 느껴졌고, 전체적인 선호도는 후추 0.1%첨가군, 산초 0.05% 및 0.1%첨가군이 좋게 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 볼 때, 돼지고기에 0.05%의 산초를 첨가하면 산초의 아린 맛과 특유한 향기가 없는 상태에서 효과적으로 누린내를 제거할 수 있다고 판단된다.

닭고기의 누린내에 미치는 효과를 관능검사 하였을 때 (Table 4) 닭고기대조군에 비하여 후추 0.1%첨가군과 산초 0.05%, 0.1% 및 0.2%첨가군 모두 누린내가 유의적으로 감소되었다. 산초의 아린 맛과 독특한 향기는 3가지 산초첨가군이 닭고기대조군 및 후추 0.1%첨가군에 비하여 강하였다.

산초가루가 생선의 비린내 제거에 미치는 영향을 조사하기 위하여 비린내가 많이 나는 생선인 고등어를 대상으로 관능검사를 하였다. Table 5에 나타난 바와 같이 후추 0.1%첨가군과 산초 0.1% 및 0.2%첨가군의 비린내가 유의적으로 감소되었으며, 아린 맛은 산초 0.2% 첨가군에서 확인되었고 산초의 독특한 향기는 산초 0.1% 및 0.2%첨가군에서 강하게 느껴졌다. 전체적인 선호도는

후추 0.1%첨가군이 가장 좋았고, 산초 0.1%첨가군이 두 번째였으며 산초 0.2%첨가군과 고등어대조군은 동일하게 나타났다. 따라서 산초 0.1%를 고등어에 첨가하면 비린내를 효과적으로 감소시킬 수 있다고 여겨진다. 야생식용 산채류 중 참나물은 멸치국물의 비린내를 감소시킨다고 보고되어 있다¹⁷⁾.

이상과 같은 결과를 미루어 볼 때 산초 가루는 육류의 누린내 및 어류의 비린내 제거에 효과적으로 사용할 수 있는 한국산 향신료로 판단되며, 이를 널리 보급할 수 있는 조리법 개발이 시급한 과제로 여겨진다.

IV. 요약

건조된 산초 열매의 정유를 초임계유체추출법으로 추출한 후 GC/MS로 분석한 결과 탄화수소류 6종, 알데히드류 4종, 알코올류 8종, 산류 4종, 에스터류 5종 및 기타 3종을 포함한 30가지의 휘발성 향미성분이 확인되었다. 가장 많이 함유된 성분은 geranyl acetate로 23.90%를 차지하였고, β -phellandrene 8.06%, D-limonene 4.61% 및 citronellal 4.00%이었다. 산초가루가 누린내 및 비린내의 억제에 미치는 효과를 관능검사 하였다. 돼지고기대조군, 후추 0.1%첨가군 및 산초첨가군의 누린내를 평가하였을 때, 산초 0.05%, 0.1% 및 0.2%첨가군이 돼지고기대조군과 후추 0.1%첨가군에 비하여 누린내가 유의적으로 감소되었으며, 닭고기의 누린내 제거 효과에서는 닭고기대조군에 비하여 후추 0.1%첨가군과 산초 0.05%, 0.1% 및 0.2%첨가군 모두 누린내가 유의적으로 낮게 평가되었다. 산초가루가 생선의 비린내 제거에 미치는 영향에서는 후추 0.1%첨가군과 산초 0.1% 및 0.2%첨가군의 비린내가 유의적으로 감소되었다. 따라서 돼지고기에 0.05%의 산초를 첨가하면 산초의 아린 맛과 특유한 향기가 없는 상태에서 효과적으로 누린내를 제거할 수 있으며, 산초의 특유한 향기와 아린 맛을 즐길 수 있는 사람은 닭의 누린내 제거에 산초를 0.05% 사용할 수 있고, 산초 0.1%를 고등어에 첨가하면 비린내를 효과적으로 감소시킬 수 있다고 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 덕성여자대학교 자연과학연구소 연구비 지원에 의하여 수행된 것이며 이에 감사를 드립니다. 또한 분석에 도움을 주신 제주대학교의 임상빈교수님께도 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 이창복 : 대한식물도감, 향문사, 502, 1980
2. 김태정 : 한국의 자원식물II. 서울대학교출판부, 266, 1998
3. Chen, I. S., Lin, Y. C., Tsai, I. L., Teng, C. M., Ko, F. N., Ishikawa T. and Ishii, H. : Coumarins and antiplatelet aggregation constituents form *Zanthoxylum schinifolium*. *Phytochemistry*, **39**(5):1091, 1995
4. Chang, C. T., Doong, S. L., Tsai, I. L. and Chen, I. S. : Coumarins and anti-HBVconstituents form *Zanthoxylum schinifolium*. *Phytochemistry*, **45**(7):1419, 1997
5. 고영수, 한희자 : 한국산 초피와 산초의 화학성분. 한국식품과학회지, **28**(1):19, 1996
6. 문숙임, 류홍수, 이희정, 최재수 : 식용식물의 항산화 효과 검색과 산초의 항산화 성분. 한국영양식품학회지, **23**(3):466, 1994
7. 김순임, 한영실 : 산초로부터 항균성 화합물의 분리 및 동정. 한국조리과학회지, **13**(1):56, 1997
8. 박우문, 최원희, 유익중, 전기홍, 정동효 : 국내산 향신료로 제조한 발효소시지의 특성. 한국축산식품학회지, **18**(1):81, 1998
9. 문숙임, 이수정, 류홍수, 문갑수 : 즉석추어탕용 냉동 건조미꾸라지의 저장성. 한국식품영양과학회지, **28**(1):153, 1999
10. 이소영, 이미순 : 수증기중류추출과 초임계유체추출에 의한 곰취의 휘발성 향기성분 비교. 덕성여자대학교 자연과학논문집, **6**:49, 2000.
11. Wiley J. and Sons : The Wiley/NBS Registry of mass spectral data. A Wiley Interscience Pub., 1988
12. Robert P. A. : Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured publishing corporation, USA, 1995
13. Sadtler, Sadtler Research Laboratories, The Sadtler standard gas chromatography retention index library, USA, 1986
14. Ikan R. : Natural products-A laboratory guide. Academic press, Inc., 1991
15. Hisara, K. and Takemasa, M. : Spice science and technology. Marcel Dekker, Inc., 7, 1998
16. Arcander S. : Perfume and flavor chemicals. Montclair, N. J., USA, 1969
17. 송희순, 최향숙, 이미순 : 관능검사를 통한 참나물의 향신료로서의 유용성. 한국조리과학회지, **13**(5):669, 1997

(2000년 4월 21일 접수)