

산초와 초피 잎의 화학성분

김 정 · 정창호 · 배영일 · 심기환
경상대학교 식품공학과

Chemical Components of *Zanthoxylum schinifolium* and *Zanthoxylum piperitum* Leaves

Jeong Kim, Chang-Ho Jeong, Young-Il Bae and Ki-Hwan Shim
Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

Abstract

To study the potential of the *Zanthoxylum schinifolium* and *Z. piperitum* leaves, as raw materials for functional food and medicine, apart from male and female, chemical components were carried out. Among general components of sancho and chopi leaves, moisture and crude protein were higher sancho leaf than chopi leaf, but total sugar and crude fat were higher chopi leaf than sancho leaf and the components of major minerals were K, Ca, Mg and Na. Among free sugars, glucose(0.24% and 0.21%) and sucrose(0.19% and 0.27%) were the highest contents in sancho and chopi leaves(male and female), respectively. The organic acid were isolation and identification as malic acid and citric acid, citric acid is higher than malic acid. The total amino acid of sancho and chopi leaves contained proline and glutamic acid in male and female sancho and female chopi leaves, glutamic acid and aspartic acid in male chopi leaf highly in order. The fatty acid contents of four samples were high 15.16%, 9.76%, 8.78% and 9.29% of linolenic acid, respectively. Among many volatile compounds, limonene(13.25% and 19.16%) and citronellal(34.37% and 29.66%) were predominant flavor compounds in sancho and chopi leaves(male and female), respectively.

Key words : *Zanthoxylum schinifolium*, *Zanthoxylum piperitum*, mineral, sugar, amino acid, fatty acid, volatile compounds

서 론

산초나무와 초피나무는 이름은 비슷하지만 서로 조금씩 다른 나무로서 산초잎은 가시가 서로 어긋나게 달리고, 초피잎은 가시가 두 개씩 마주 달리는 것이 유사하다(1). 우리 나라를 비롯하여 중국, 일본 등 동북아시아에 널리 자생하는 운향과(Rutaceae)의 산초나무(*Zanthoxylum*)에 속하는 낙엽관목으로 이들 수종에는 각종 매운맛, 정유성분 및 유지가 함유되어 있어 옛부터

동북아시아에서 가장 오래된 전통적인 향신료, 약용, 제유용으로 널리 사용되어 왔다(2). 옛문헌에 우리나라에서는 조선시대 초기부터 김치에 고추 대신 초피를 사용하였다는 기록이 있으며, 현재에는 중부 이남의 가정에서 김치에 넣거나, 민물고기국 등에 넣어 사용하고 있으며, 씨를 뺀 초피의 파피를 고추와 함께 사용하면 맛이 더욱 좋아진다고 하였으며, 오늘날의 고추장에 고추대신 초피를 사용하였고, 일본에서도 이와 같이 만든 산초미소된장이 있었다. 초피와 산초의 새 잎은 국에 넣어 먹고, 종실은 빵아 추어탕에, 일본에서는 장어구이의 향신료로서 사용하였으며, 특히 산초종자는 기름을 짜서 먹고, 열매는 성숙하기 전에 따서 먹기도 하였다(3-4). 또한 산초와 초피에는 limonene,

Corresponding author : Ki-Hwan Shim, Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea
E-mail : kshim@nongae.gsnu.ac.kr

citronellal, phellandrene, sanshool 및 flavonoid계 성분이 많이 함유되어 있어 방향성 건위, 소염, 이뇨, 구충제로서 사용되었으며, 위장을 자극하여 신진대사를 향진시키고 위하수증, 위확장 등에 이르기까지 용도가 다양하다(5).

따라서 본 연구에서는 여러 가지 생리적 기능성이 뛰어난 한국산 산초와 초피잎을 이용하여 새로운 기능성 식품 소재로써 활용하기 위하여 산초와 초피 잎을 압수로 구분하여 화학성분을 비교·분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 산초(*Zanthoxylum schinifolium*)와 초피(*Zanthoxylum piperitum*) 잎은 1998년 10월에 경남 진주 근교 야산에서 채취하여 냉동보관하면서 실험재료로 사용하였다.

일반성분 분석

수분은 105°C 건조 후 항량을 측정하여 산출하였으며, 조단백질은 Auto-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였고, 환원당은 DNS법으로, 총당은 산가수분해 후 환원당을 측정하였으며, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였다(6).

무기성분 분석

시료에 함유된 K, Na, Mg, Mn, Fe, Ca, Cu 및 Zn의 무기성분 분석은 각 시료 1 g에 분해용액(HClO₄ : H₂SO₄ : H₂O₂ = 9 : 2 : 5) 25 ml을 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할때까지 분해한 후 100 ml로 정용하여 여과(동양 여지 No. 2)한 후 배와 심의 방법(7)과 동일한 조건으로 Inductively coupled plasma(Aton scan 25, Thermo Jarrell Ash Co., France)로 분석하였다.

유리당 분석

유리당 분석은 각 시료를 마쇄한 후 Choi 등(8)의 방법으로 유리당 획분을 얻은 다음 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 Sep-pak C₁₈로 색소 및 단백질 성분을 제거하고 HPLC(Waters 486, U.S.A)로 분석하였으며, column은 Aminex Carbohydrate HPX 42-A를 사용하였고, solvent와 flow rate는 distilled water와 0.6 ml/min, detector는 RI로 하였으며, injection volumn은 5 μl였다.

유기산 분석

각 시료를 60°C에서 일정하게 건조시킨 후 20 mesh로 분쇄한 다음 5 g을 평취하여 Court와 Hendel의 방법(9)에 준하여 GLC(Hewlett packard 5890 series, U.S.A)로 분석하였으며, 분석조건 중 column은 Supelcowax 10(60 m × 0.32 mm ID)을 사용하였고, column oven 온도와 detector의 FID 온도는 각각 100°C와 240°C로 하였으며, carrier gas는 N₂를 사용하였고, split ratio는 40 : 1로 하였다.

아미노산 분석

각 시료를 일정량 취하여 6 N-HCl 용액을 가하여 가수분해시킨 후 여액을 sodium citrate buffer(pH 2.2)로 용해한 후 정과 심의 방법(10)에 따라 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biochrom, 20)를 이용하여 분석하였으며, 분석조건 중 column은 ultrapac 11 cation exchange resin(11 μm ± 2 μm)를 사용하였고, flow rate와 buffer exchange는 ninhydrin 25 ml/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column 온도와 reaction 온도는 각각 46°C와 8°C로 하였고, analysis time은 44 min.으로 하였다.

지방산 분석

지방산 분석은 지방추출물 약 200 mg을 취한 다음 Metcalf 등(11)의 방법에 준하여 GC(Hewlett packard GC 5890)로 분석하였으며, column은 Fused silica capillary (30 cm × 0.25 mm I.D)를 사용하였고, injector 온도와 column oven 온도는 각각 250°C와 200°C로 하였으며, detector의 FID 온도와 carrier gas는 250°C와 N₂로 하였고, split ratio는 30 : 1로 하였다.

향기성분 분석

향기성분은 Maarse와 Kepner의 방법(12)에 따라 Likens와 Nikerson의 연속증류장치법(13)으로 추출하여 GC 및 GC-MS(Shimadzu QP 1000, Japan)로 분석하였다. 즉, 시료 플라스크에 마쇄시료 30 g과 증류수 200 ml을 혼합·교반하여 100°C로 유지하고, 또 다른 용매 플라스크는 에테르를 넣은 후 40°C로 유지하여 2시간 동안 향기성분을 포집한 뒤 에테르층을 농축하여 배와 심의 방법(7)과 동일한 조건으로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

산초와 초피잎을 암, 수로 구분하여 일반성분을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 즉, 산초와 초피잎의 수잎과 암잎 모두 총당이 높게 나타났으며, 조단백질은 산초잎에서 높게 나타났고, 조지방은 초피잎에서 높게 나타났다. 허 등(14)은 초피의 과피와 종자의 일반성분을 분석한 결과 과피의 경우 수분 11.81%, 단백질, 12.07%, 섬유소 16.20%로 나타났으며, 종자의 경우 수분 14.54%, 단백질 15.72%, 섬유소 15.78%가 함유되어 있다고 보고하였다.

Table 1. Proximate compositions of sancho and chopi leaves

		(Unit : %)				
Sample		Moisture	Total sugar	Crude protein	Crude fat	Ash
Sancho	Male	76.39	7.71(1.14) ¹⁾	5.43	1.47	2.39
	Female	73.53	8.75(1.20)	4.29	1.42	2.35
Chopi	Male	67.93	11.34(5.07)	3.85	2.90	2.42
	Female	64.23	11.58(5.91)	3.59	2.97	2.48

¹⁾Reducing sugar.

무기성분 함량

산초와 초피잎의 무기성분 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 즉, 산초잎과 초피잎 모두 K과 Ca이 높게 나타났으며, 그 함량은 산초 수잎과 암잎에서 K이 각각 3,090.7 ppm와 2,926.1 ppm으로 높게 함유되어 있었다. 초피 수잎에는 K이 4,650.5 ppm으로 높게 나타났으며, 암잎에서는 Ca이 2,916.8 ppm으로 높게 나타났고, Mg, Na 및 Mn 순으로 나타났다. 정과 심(10)은 헛개나무잎의 무기성분을 분석한 결과 K이 5,914.7 ppm으로 가장 높게 나타났으며, Ca > Mg > Na > Mn 순으로 함유되어 있다고 보고하였다.

Table 2. Contents of minerals of sancho and chopi leaves

		(Unit : ppm)							
Sample		Na	Mg	K	Ca	Mn	Zn	Cu	Fe
Sancho	Male	393.8	2,136.4	3,090.7	1,090.4	170.3	8.5	ND ¹⁾	55.9
	Female	371.4	2,256.5	2,926.1	941.9	95.1	6.6	ND	53.1
Chopi	Male	380.4	885.4	4,650.5	2,512.7	99.8	7.6	ND	56.1
	Female	352.6	742.2	771.2	2,916.8	24.3	7.5	ND	59.3

¹⁾Not detected.

유리당 함량

유리당은 식품 가공과정 중 가열에 의해 향기생성 및 갈변반응에 관여하여 품질에 미치는 영향이 크고 향미 생성에도 관여하는 것으로 알려져 있다. Table 3은 산초와 초피 잎에 함유되어 있는 유리당 함량을 분

석한 결과이다. 즉, 산초잎에서는 glucose가 수잎과 암잎에서 각각 0.24%와 0.21%로 함유되어 있었으며, 초피잎에서는 sucrose가 수잎과 암잎에서 각각 0.19%와 0.27%로 높게 나타났다. 배와 심(7)은 비파잎의 유리당을 분석한 결과 sucrose 0.87%, rhamnose 0.15%가 함유되어 있다고 보고하였다.

Table 3. Contents of free sugars of sancho and chopi leaves

		(Unit : %)					
Sample		Sucrose	Glucose	Fructose	Maltose	Rhamnose	Xylose
Sancho	Male	0.01	0.24	0.07	ND ¹⁾	ND	ND
	Female	0.04	0.21	0.06	ND	ND	ND
Chopi	Male	0.19	0.08	0.17	ND	ND	ND
	Female	0.27	0.10	0.18	ND	ND	ND

¹⁾Not detected.

유기산 함량

식품의 품질인자 중 신맛을 결정하는 성분으로서 산초와 초피잎에 함유되어 있는 유기산 함량을 분석한 결과는 산초와 초피잎의 유기산은 malic acid 및 citric acid 두 종류가 동정되었으며, 모든 시료에서 citric acid가 각각 324.58 mg%, 386.67 mg%, 307.76% 및 340.58 mg%로 높게 나타났고, malic acid는 52.27 mg%, 33.48 mg%, 155.88 mg% 및 182.58 mg%로 나타났다. 고와 한(15)은 초피와 산초의 과피와 종자의 유기산을 분석한 결과 citric acid와 α-ketoglutaric acid 2종류가 함유되어 있다고 보고하였다.

아미노산 함량

산초잎과 초피잎의 아미노산 함량을 분석한 결과 총 17종의 아미노산이 동정되었는데 조성을 살펴보면 Table 4와 같다. 즉, 산초의 경우 proline과 glutamic acid가 주요 아미노산으로 나타났으며, 함량은 수잎에서는 각각 361.98 mg%와 336.67 mg%로, 암잎에서는 590.73 mg%와 420.28 mg%로 높게 함유되어 있었다. 초피의 경우에도 proline과 glutamic acid가 주요 아미노산으로 나타났는데 수잎의 경우 proline 369.60 mg%, 암잎의 경우에는 glutamic acid가 278.84 mg%로 높게 함유되어 있었다. 고와 한(15)은 산초와 초피의 과피와 종자속에 함유되어 있는 총 15종의 아미노산을 확인한 결과, 그 중 초피 과피에는 aspartic acid 함량이 높게 나타났으며, 초피 종자, 산초 과피 및 종자에서는 glutamic acid의 함량이 높게 나타났다고 보고하였고, 김 등(16)은 녹차 생엽에 총아미노산 함량이 15,850 mg%라고 보고하였다.

Table 4. Contents of total amino acids in sancho and chopi leaves

Components	Sancho		Chopi	
	Male	Female	Male	Female
	(Unit : mg%)			
Aspartic acid	282.69	221.13	251.39	231.71
Threonine	182.07	225.74	152.14	142.29
Serine	168.46	200.61	147.62	137.92
Glutamic acid	336.67	420.28	292.81	278.84
Proline	361.98	590.73	369.60	214.99
Glycine	165.34	203.99	148.19	138.68
Alanine	223.81	269.38	197.67	177.95
Cystine	50.03	88.07	53.67	33.73
Valine	171.19	209.93	151.71	143.70
Methionine	77.97	72.44	53.99	57.33
Isoleucine	155.94	204.01	136.64	130.51
Leucine	251.67	298.16	215.52	202.62
Tyrosine	160.73	223.86	135.55	109.37
Phenylalanine	237.08	289.94	208.49	183.79
Histidine	98.08	137.58	76.17	73.69
Lysine	220.75	266.28	194.62	187.97
Arginine	261.06	353.70	223.19	191.97
Total A.A	3,405.52	4,275.83	3,008.97	2,637.06
Total E.A.A ¹⁾	1,394.75	1,704.08	1,189.28	1,121.90

¹⁾E.A.A. : essential amino acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).

지방산 조성

산초와 초피잎의 지방산 조성을 GC로 분석한 결과 Table 5와 같다. 즉, 산초 암잎을 제외한 3개의 시료에서는 linolenic acid의 함량이 산초 숫잎에서는 15.16%, 초피 숫잎에서는 8.78%, 초피 암잎에서는 9.29%로 나타났으며, 산초 암잎에는 arachidic acid가 주요 지방산으로 나타났고, 그의 palmitic acid와 stearic acid순으로 나타났다. 고와 한(15)은 한국산 초피와 산초의 과피와

Table 5. Fatty acid compositions of sancho and chopi leaves

Components	Sancho		Chopi	
	Male	Female	Male	Female
	(Unit : %)			
Myristic acid	1.32	0.89	2.85	3.60
Palmitic acid	5.98	9.27	7.35	5.86
Stearic acid	4.49	1.28	2.19	1.76
Oleic acid	1.40	3.60	1.67	0.75
Linoleic acid	2.35	6.63	2.52	3.05
Linolenic acid	15.16	9.75	8.78	9.29
Arachidic acid	0.51	12.73	0.63	0.46
Eicosadienoic acid	0.46	0.37	0.51	ND
Behenic acid	0.76	1.61	1.07	0.86
Docosenoic acid	ND ¹⁾	0.58	0.57	0.81
Lignoceric acid	1.80	1.69	1.37	1.12
Others	65.77	51.60	70.49	82.44

¹⁾Not detected.

종자의 지방산 조성을 분석한 결과 산초 과피의 주성분은 linolenic acid와 oleic acid가 주성분을 이루었으며, 나머지 시료에서는 oleic acid와 palmitic acid가 주성분을 이루고 있다고 보고하였다.

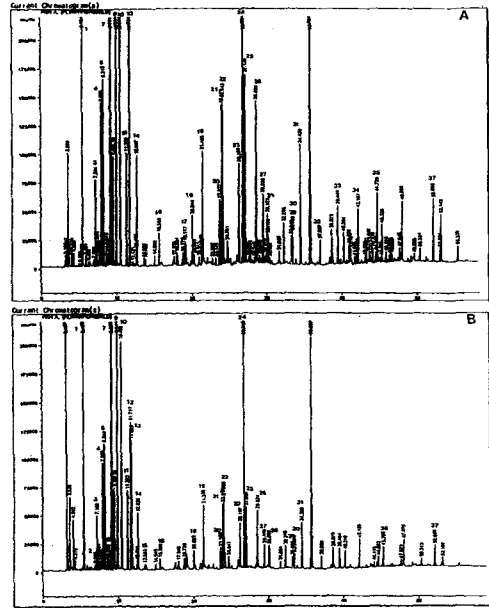


Fig. 1. Chromatogram of volatile compounds in male(A) and female(B) leaves of sancho.

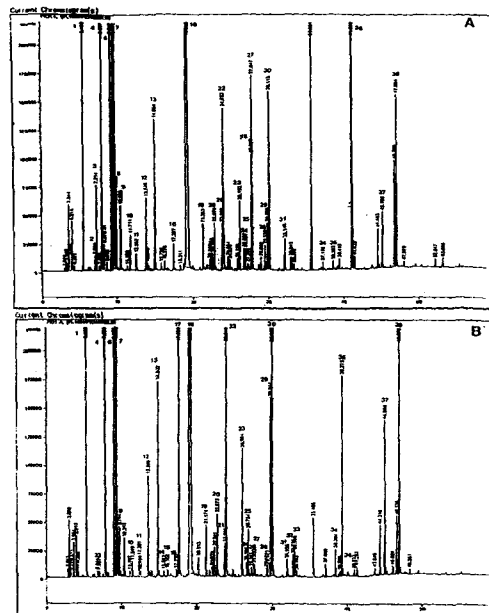


Fig. 2. Chromatogram of volatile compounds in male(A) and female(B) leaves of chopi.

향기성분 특성

산초와 초피 잎을 성별로 구분하여 SDE법으로 추출한 향기성분을 GC 및 GC-MS로 분리·동정한 결과는 Fig 1, 2와 Table 6 및 7과 같다. 즉, 산초 숫잎의 경우 총 32종의 향기성분이 분리·동정되었는데 alcohol류 9종, ketone류 3종, aldehyde류 1종, hydrocarbon류 15종, heterocyclic compound류 1종, ester류 2종 및 기타 1종이 동정되었으며, 암잎에서는 alcohol류 6종, ketone류 3종, aldehyde류 1종, hydrocarbon류 17종, heterocyclic compound류 1종, ester류 3종 및 기타 1종이 동정되었는데, 그 중 limonene이 각각 13.25%와 19.16%로 높게 나타났다. 초피 숫잎에서는 alcohol류 11종, ketone류 3

종, aldehyde류 1종, hydrocarbon류 11종, heterocyclic compound류 1종, ester류 5종 및 기타 1종이 동정되었으며, 암잎에서는 alcohol류 14종, ketone류 3종, aldehyde류 1종, hydrocarbon류 11종, heterocyclic compound류 1종, ester류 5종 및 기타 1종이 동정되었는데, 그 중 citronellal이 각각 29.65%와 32.37%로 높게 나타났다. 김 등(17)은 초피잎에서 limonene의 7 hydrocarbon들, citronellol의 7 alcohol들, cumin aldehyde의 1 aldehyde, carvone, 그리고 estragole의 1 oxide를 확인하였으며, 그 중 citronellal(23.11%), 1,8-cineol(18.38%), citronellol(6.04%), methyl cinnamate(4.08%) 등이 주성분이라고 보고하였다.

Table 6. Volatile compounds of sancho leaves

No.	Compounds ¹⁾	Peak area(%)	
		Male	Female
1	α -Pinene	4.67	6.48
2	β -Pinene	ND ²⁾	0.13
3	Sabinene	1.18	1.29
4	Myrcene	2.32	2.60
5	1-Phellandrene	3.35	3.59
6	Dodecane	ND	0.36
7	Limonene	13.25	19.16
8	β -Phellandrene	1.75	2.27
9	cis-Ocimene	6.97	7.13
10	γ -Terpinene	5.35	6.18
11	p-Cymene	1.85	2.21
12	Tridecane	ND	4.21
13	α -Terpinolene	4.90	5.07
14	2-Methyl-2-butenol	1.99	1.73
15	6-Methyl-5-hepten-2-one	ND	0.16
16	2-Nonanone	0.62	0.34
17	Citronellal	1.10	ND
18	2,4-Heptadienal	1.19	0.71
19	Linalool	2.12	2.22
20	γ -Cadinene	1.98	0.89
21	2-Tridecanone	3.81	2.42
22	Caryophyllene	5.34	3.54
23	Citronellyl acetate	2.31	1.65
24	Estragole	11.33	13.31
25	α -Humulene	5.11	3.54
26	Germacrene-D	4.63	2.22
27	Bicyclogermacrene	1.73	0.98
28	Citronellol	1.10	1.10
29	Geraniol	0.90	0.56
30	p-Cymen-8-ol	0.70	0.54
31	Benzyl alcohol	2.67	1.77
32	β -Ionone	0.51	ND
33	Nerolidol	1.32	ND
34	Spathulenol	1.04	ND
35	T-muurolol	1.37	ND
36	Farnesyl acetate	ND	0.65
37	Methyl Linolenate	1.54	0.99

¹⁾Compounds isolated from water extract by SDE method.

²⁾Not detected.

Table 7. Volatile compounds of chopi leaves

No.	Compounds ¹⁾	Peak area(%)	
		Male	Female
1	α -Pinene	2.73	2.38
2	β -Pinene	0.07	0.13
3	Sabinene	0.06	0.70
4	Myrcene	2.53	2.95
5	2-Methyl-2-pentenal	ND ²⁾	0.25
6	Limonene	4.59	5.20
7	β -Phellandrene	12.45	27.05
8	trans-2-Hexenal	0.59	0.79
9	γ -Terpinene	ND	0.57
10	α -Terpinolene	0.19	0.34
11	2-Pentenal	0.25	0.15
12	Hexanol	1.28	0.75
13	cis-3-Hexenol	2.55	1.61
14	trans-2-hexenol	0.08	ND
15	2,4-Hexadienal	0.11	ND
16	1-Octen-3-ol	0.09	0.27
17	1,4-Dichloro benzene	6.74	ND
18	Citronellal	34.37	29.66
19	Linalool	0.67	0.46
20	Isopulegol	0.94	0.56
21	2-Undecanone	0.49	0.57
22	Caryophyllene	6.55	2.74
23	Citronellyl acetate	2.14	0.88
24	Estragole	0.21	0.28
25	α -Humulene	0.87	0.23
26	α -Terpineol	0.12	1.22
27	Terpinyl acetate	0.24	2.64
28	Piperitone	0.21	0.33
29	Geranyl acetate	3.38	0.56
30	Citronellol	4.75	2.40
31	2-Tridecanone	0.31	0.46
32	Geraniol	0.34	ND
33	p-Cymen-8-ol	0.40	ND
34	Caryophyllene oxide	0.42	0.09
35	Nerolidol	2.89	0.11
36	Methyl cinnamate	0.09	11.21
37	Farnesyl acetate	2.18	0.68
38	Farnesol	4.12	1.78

¹⁾Compounds isolated from water extract by SDE method.

²⁾Not detected.

요 약

국내에서 자생하고 있는 산초와 초피잎을 기능성 식품 및 의약품 개발의 기초자료로서 그 이용성을 향상시킬 목적으로 암·수로 구분하여 각종 화학성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 즉, 산초와 초피잎의 일반성분을 분석한 결과 수분과 조단백질은 산초잎, 총당과 조지방은 초피잎에서 상대적으로 높게 나타났으며, 산초와 초피잎에 함유되어 있는 주요 무기성분은 K, Ca, Mg 및 Na 이었다. 유리당은 산초잎에서는 glucose가 0.24%와 0.21%, 초피잎의 경우 sucrose가 슷잎과 암잎에서 각각 0.19%와 0.27%로 높게 나타났으며, 유기산은 산초와 초피잎에서 malic acid와 citric acid가 분리·동정되었고, 그 중 citric acid가 malic acid에 비해 높게 나타났다. 산초와 초피잎의 아미노산은 산초 슷잎, 암잎과 초피 암잎에서는 proline, glutamic acid, 초피 슷잎에서는 glutamic acid, aspartic acid순으로 높게 함유되어 있었으며, 지방산 조성은 산초와 초피잎 모두에서 linolenic acid가 각각 15.16%, 9.76%, 8.78% 및 9.29%로 높게 나타났다. 산초와 초피잎의 주된 향기성분은 limonene(13.25%와 19.16%)과 citronellal(34.37%와 29.66%)로 나타났다.

참고문헌

- 이유리 (1995) 우리가 정말 알아야 할 우리나라 백가지. 현암사, p. 412-418
- 최영전 (1992) 한국민속식물. 아카데미서적, p. 191-193
- 이성우 (1984) 한국식품문화사. 교문사, p. 60
- 김재길 (1984) 원색천연약물대사전. 남산당. p. 358.
- 과학백과사전출판사 편. 1994. 약초의 성분과 이용. 일월서각, p. 371-372
- A.O.A.C. (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists., p. 1017-1918
- 배영일, 심기환 (1998) 한국산 비파의 부위별 영양 성분. 한국농산물저장유통학회지, 5(1), 57-63
- Choi, J.H., Jang, J.G., Park, K.D., Park, M.H. and Oh, S.K. (1981) High performance liquid chromatographic determination of free sugars in ginseng and its products. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 13(2), 107-113
- Court, W.A. and Handel, J.G. (1978) Determination of non-volatile organic acid and fatty acid in flue cured tabaco by gas-liquid chromatography. *J. chromatogr. Sci.*, 16, 314-318
- 정창호, 심기환 (1999) 헛개나무 잎과 과병의 화학 성분. 한국농산물저장유통학회지, 6(4), 469-474
- Metcalf, L.D., Schmits, A.A. and Pelka, J.R. (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, 38(3), 514-515
- Maarse, H. and Kepner, R.E. (1970) Changes in composition of volatile terpens in douglas fir during maturation. *J. Agric. Food Chem.*, 18(6), 1095
- Likens, S.T. and Nikerson, G.B. (1964) Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *Proc. Am. Soc. Brew. Chem.*, 5, 13-17
- 허상선, 배동호, 김상욱, 최용희 (1998) 초피 Oleoresin 제조시 용매에 따른 추출물특성과 추출조건에 따른 휘발성 성분 변화. 한국식품영양과학회지, 27(3), 406-412
- 고영수, 한희자 (1996) 한국산 초피와 산초의 화학 성분. 한국식품과학회지, 28(1), 19-27
- 김성수, 이미경, 한익, 오상룡, 이성우. 1990. 녹차 생엽의 자숙 및 튀김에 의한 화학성분의 변화. 한국식품과학회지, 5(2), 229-233
- 김정한, 이경석, 오원택, 김경례 (1989) 초피의 과피와 잎의 방향성분. 한국식품과학회지, 21(4), 562-568

(접수 2000년 2월 25일)