

초피 과피의 성숙정도에 따른 향기성분의 변화

최영환^{1*} · 이영근² · 김근기³ · 신동수⁴ · 안철진⁴ · 주우홍⁵ · 강점순¹ · 손길우¹ · Ken C. Sink⁶

¹밀양대학교 원예학과, ²밀양대학교 식품과학과, ³밀양대학교 생물공학과,
⁴창원대학교 화학과, ⁵창원대학교 생물학과, ⁶Michigan State University 원예학과

Changes of Volatile Compounds in the Pericarp of Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC.) During Maturation

Young-Whan Choi^{1*}, Young-Guen Lee², Keun-Ki Kim³, Dong-Soo Shin⁴, Chul-Jin Ahn⁴,
Woo-Hong Joo⁵, Jum-Soon Kang¹, Gil-Woo Son¹ and Ken C. Sink⁶

¹Department of Horticulture, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

²Department of Food Science, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

³Department of Biotechnology, Miryang National University, Miryang 627-702, Korea

⁴Department of Chemistry, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

⁵Department of Biology, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

⁶Department of Horticulture, Plant and Soil Sciences Building, Michigan State University,
E. Lansing, MI 48824, USA

Abstract

This study was conducted to estimate volatile compounds in pericarp of *Zanthoxylum piperitum* DC (Chopi). Chopi which harvested on June 2, July 14 and September 11 in 2001 was dried at room temperature for one week. Fifty-two, 47, and 44 volatile compounds were analyzed with GC-MS in pericarp harvested on June 2, July 14 and September 11, respectively. Eight terpenes including myrcene, γ -terpinene, α -terpinolene, α -phellandrene and β -caryophyllene were detected in pericarp harvested on June 2 and July 14, but not α -phellandrene and β -caryophyllene in pericarp harvested on September 11. Thirteen alcohols or terpene alcohols including linalool L and citronellol were detected in pericarp harvested on June 2, and added cis-linalool oxide and piperitol isomer in pericarp harvested on July 14 and September 11. Three aldehydes or terpene aldehydes were not affected by degree of maturation, but citronellal was increased in pericarp harvested on September 11. Five volatile compounds of ketones containing cryptone and piperitone were detected, and their concentration was changed during maturation. Six esters including lavandulyl acetate and α -terpinenyl acetate were detected in pericarp harvested on June 2, and [(E)-6,7-epoxy-3,7-dimethyl-2-octenyl]ester of acetic acid was added in pericarp harvested on July 14 and September 11. Seven hydrocarbons including δ -cadinene and neopentylidene cyclohexane were detected in pericarp harvested on June 2 and α -muurolene was newly added in pericarp harvested on July 14 and September 11. We suggest that kinds and concentration of volatile compounds in pericarp were remarkably different from those in mature stage.

Key words – volatile compounds, maturation, pericarp, *Znathoxylum piperitum* DC, GC-MS

*To whom all correspondence should be addressed

Tel : 055-350-5394, Fax : 055-350-5394

E-mail : ywchoi@mnu.ac.kr

서 론

초피나무는 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등지에서 널리 자생하는 운향과 (Rutaceae)의 산초나무속 (*Zanthoxylum*)에 속하는 낙엽관목으로 각종 매운 맛, 정유성분 및 유지가 함유되어 있어 동북아시아에서 가장 오래된 전통적인 조미료일 뿐만 아니라[7,20], 의약품, 살충제 및 곤충의 섭취방해제로서 사용되기도 하였으며[1,5], 항균활성도 있는 것으로 보고되어[9] 최근 관심을 끌고 있는 식물이다.

초피 (*Z. piperitum* DC)에는 특이하면서 강한 향이 있는데, 이 향이 사람의 눈에 자극성을 나타내는 물질이라고[4] 알려져 왔다. 이 특유한 향은 limonene, α -terpineol, linalool, citral, citronellal, cineol dipentene과 geraniol 등으로서 과피의 주요 향기성분이라고 하였으나[18], Kojima 등[15]은 citronellol과 citronellal이 향기특성을 나타내는 주 성분이라고 하였다. 한국산 초피의 정유성분을 분석한 결과, 과피에서는 1,8-cineol, limonene, geraneol acetate과 myrcene이, 잎에서는 citronellal, 1,8-cineol과 citronellol이 주요 향기물질이라고 하였다[8]. 한편, 초피에는 향기 화합물 외에도 차가운 맛과 함께 혀의 감각을 마비시키는 자극성 물질인 α -HO-sanshool[2]과 어독성 성분인 L-asarinin[13] 및 각종 항암물질 등이 함유되어 있어[11], 앞으로 활용 가치가 높은 자원식물로 인식되고 있다.

따라서 본 연구에서는 아시아의 전통적인 향신료로서 생리적 기능이 뛰어난 한국산 초피의 성숙중에 휘발성 정유성분의 변화를 조사하고자, 성숙 시기별로 채취한 초피과육의 정유를 SDE추출장치 (Simultaneous Steam Distillation-Extraction Apparatus)로 포집하여 GC-MS로 분석하였다.

재료 및 방법

초피 (*Zanthoxylum piperitum* DC)의 채취 시기별 향기성분의 변화를 관찰하기 위하여 밀양시 단장면 국전에 있는 지배 농가에서 2001년 미숙시기인 6월 2일, 크기가 최대에 도달하고 과피가 적색을 나타내기 전인 7월 14일과 과피가 인어서 선명한 붉은 색을 나타내고, 열개하기 전인 9월 11일에 채취하여 음건한 것을 시료로 하였다. 향기성분의 분석은 장 등의 방법[6]에 준하였는데, 초피의 과피 30 g을 취하여 증류수 150 ml를 함께 넣고 SDE연속추출장치 (Sim-

ultaneous Steam Distillation-Extraction Apparatus)로 3시간 동안 diethyl ether에 포집하였다. SDE장치로 포집하여 농축한 휘발성 정유는 GC-MS (HP 6890GC+HP 5970 MSD)에서 Table 1과 같은 조건으로 분석하였다. 각 화합물의 동정은 Willey, REVE 및 REVF NBS library 및 표준물질을 이용하였다. 분리된 각 화합물의 정량은 각 피크의 면적을 내부표준물질 (4-decanol)의 피크면적과 비교하여 아래의 계산식으로 산출하였으며, 이때의 response factor를 1로 가정하였다.

휘발성화합물의 농도(μg) =

$$\frac{\text{휘발성화합물의 피크면적} \times \text{내부표준물질의 양}(\mu\text{g})}{\text{내부표준물질의 피크면적}}$$

결과 및 고찰

초피 과육의 성숙 시기별 향기성분의 변화를 관찰하기 위하여 2001년 6월 2일, 7월 14일 및 9월 11일에 채취하여 음건한 다음 향기성분을 추출하여 각 화합물의 mass spectrum을 해석하여 동정한 향기성분의 종류를 Fig. 1~6 및 Table 2에 나타내었다.

초피가 완전히 성숙하기 전인 6월 2일에 채취한 과피에서는 α -pinene, myrcene, γ -terpinene, α -terpinolene, 등 8종의 terpene류, α -amorphene, δ -cadinene, 8-heptadecene,

Table 1. GC-MS conditions for analysis of volatile compounds from the pericarp of *Zanthoxylum piperitum* DC.

Column	HP-5 (5% Phenyl Methyl Siloxane; Size: 30 m×250 μm , film thickness 0.25 μm)
Carrier gas	Helium, 20.0 ml/min.
Split ratio	15:1
Temperature program	Initial temp.: 70 $^{\circ}\text{C}$ Initial time : 3 min. Rate : 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Final temp. : 250 $^{\circ}\text{C}$ Final time : 5 min.
Injection port temp.	220 $^{\circ}\text{C}$
Ionization voltage	70 eV

Table 2. Concentrations of volatile compounds isolated from *Zanthoxylum piperium* DC. as affected by mature stage

Identified Compounds		Concentration ($\mu\text{g/g}$ dry weight of sample) ¹⁾		
		June 2	July 14	Sept. 11
<i>Terpenes</i>	α -Pinene	13.49	15.24	4.02
	Myrcene	278.48	292.24	322.79
	α -Phellandrene	14.38	14.54	tr ²⁾
	γ -Terpinene	951.01	984.73	996.83
	δ -3-Carene	6.93	6.07	9.38
	α -Terpinolene	32.32	41.89	tr
	β -Caryophyllene	3.94	tr	tr
	Caryophyllene oxide	2.12	4.56	2.07
<i>Alcohols and Terpene alcohols</i>	<i>cis</i> -Linalool oxide	tr	tr	2.23
	Linalool	tr	58.27	42.23
	Linalool L	13.22	tr	93.43
	Terpinene-4-ol	7.02	15.24	9.18
	Piperitol isomer	tr	tr	16.88
	1- α -Terpineol	5.05	319.02	tr
	<i>cis</i> -Piperitol	8.65	8.36	tr
	<i>trans</i> -(+)-Carveol	3.03	4.14	tr
	Citronellol	13.78	14.37	22.50
	Cuminic alcohol	11.22	1.62	tr
	4-Vinyl-methoxy-phenol	tr	2.42	tr
	<i>trans</i> -Nerolidol	1.55	tr	1.66
	Stathulenol	tr	3.51	tr
	T-Muurolol	2.79	5.02	5.14
	Farnesol isomer B	1.34	2.60	tr
	<i>Aldehydes and Terpene aldehydes</i>	Citronellal	114.35	5.31
Cuminic aldehyde		8.12	6.93	tr
Phellandral		31.33	14.33	tr
<i>Ketones</i>	Pinocarvone	2.48	9.84	tr
	<i>trans</i> --Decalone-1	2.90	26.27	8.51
	Cryptone	43.07	92.80	25.81
	Piperitone	35.80	71.55	385.67
	Caran-2-one	1.56	tr	tr
<i>Esters</i>	Methyl geranate	1.07	tr	13.09
	α -Terpinenyl acetate	22.09	4.52	11.43
	Geranyl acetate	3.16	1.80	tr
	Lavandulyl acetate	117.81	2.63	tr
	Cinnamyl acetate	1.79	tr	7.21
	[(E)-6,7-Ephoxy-3,7-dimethyl-2-octenyl]ester of acetic acid	tr	tr	5.49
	Geraniol propionate	tr	tr	tr

¹⁾Pericarps of Chopi were harvested at June 2, July 14, and September 11,

²⁾Less than 1.0 $\mu\text{g/g}$

Table 2. Continued

The identified and the mass spectral data of the unidentified		Concentration($\mu\text{g/g}$ of sample)		
		June 16	July 14	Sept. 11
<i>Hydrocarbons</i>	3--Nonen-5-yne, 4-ethyl-, (E)-	1.08	7.31	tr
	4,7,10-cycloundecatriene	1.19	tr	1.03
	α -Muurolene	tr	tr	1.81
	α -Amorphene	1.62	2.37	4.19
	δ -Cadinene	3.10	5.75	11.93
	8-Heptadecene	1.13	3.40	2.61
	n-Heptadecane	tr	tr	1.26
	Neopentylideneclonexane	5.54	10.36	7.24
<i>Others</i>	Rose oxide trans	2.89	tr	tr
	cis-Rose oxide	tr	7.52	tr
<i>Unidentified compounds</i>	139(100), 93(85), 111(78), 79(75), 71(67), 121(61), 55(40), 154(22)	21.22	520.62	25.95
	109(100), 84(39), 139(19), 67(15), 55(13), 96(12), 152(8)	tr	tr	28.04
	69(100), 55(43), 81(42), 95(41), 109(26), 123(21), 138(9), 156(8)	tr	tr	46.07
	79(100), 150(84), 107(77), 121(62), 91(51), 135(22)	9.50	923.10	tr
	81(100), 59(63), 96(49), 119(23), 152(21), 134(14), 178(4)	1.60	1.73	tr
	109(100), 69(94), 161(59), 82(36), 95(34), 134(19), 204(13)	tr	1.05	tr
	69(100), 84(37), 122(10), 108(9), 150(6), 136(3)	tr	1.07	1.99
	81(100), 123(15), 161(13), 207(10), 105(6), 146(4), 189(2)	tr	tr	1.83
121(100), 69(44), 93(23), 136(18), 81(17), 109(15), 207(12), 187(10)	tr	tr	1.20	
177(100), 109(92), 138(88), 96(85), 67(82), 123(50), 220(28), 205(11)	tr	tr	1.21	

등 7종의 hydrocarbon류, linalool, 1- α -terpineol, citronellol 등의 alcohol류, citronellal 등 3종의 aldehyde류, piperitone 등 5종의 ketone류, α -terpinenyl acetate, lavandulyl acetate 등 4종의 ester류 및 rose oxide trans 등 2종의 oxide가 검출되었으며, 밝혀지지 않은 물질도 수 중 검출되었다.

또한 이 성분들 중에서 γ -terpinene, myrcene, citronellal 및 piperitone 4종은 100 $\mu\text{g/g}$ 이상 검출되어 초피의 향 발현에 주요한 역할을 하는 것으로 추정되었으며, 특히 citronellal은 최종 채취시기인 완숙기에 1,000 $\mu\text{g/g}$ 에 이르러 α -pinene이 최대량으로 검출되었다는 보고[3]와는 상이한 결과였다.

초피의 향기성분 중 가장 많은 종류는 terpene 및 ter-

pene alcohol 등의 terpenoid류이며, 타 식물체에서도 검출되고 있는 β -myrcene, α -pinene, α -terpinene 및 α -terpinolene 등이 검출되었다. Terpenoid는 쑥[14,16], 들깨잎[16], 살구와 매실[17], 카모밀[10] 및 미나리[19] 등의 식물체에 존재하며, 식물종류에 따라 다양한 조성을 이루므로서 고유의 향을 발현하는 것으로 알려져 있다. 이 중 초피에서 검출된 pinene과 terpinolene은 향긋한 솔향, myrcene은 풀향, 그리고 terpinene과 terpene alcohol은 꽃과 과일의 주요 향으로 알려져 있어[6], 이 화합물들이 초피의 전체 향 발현에 가장 주요한 역할을 하는 것으로 추정되었다. 또한 꽃과 과일의 향으로서 알려진 geraniol, fenesol, terpineol, terpinene-4-ol 등의 terpene alcohol함량이 다소 검출되어

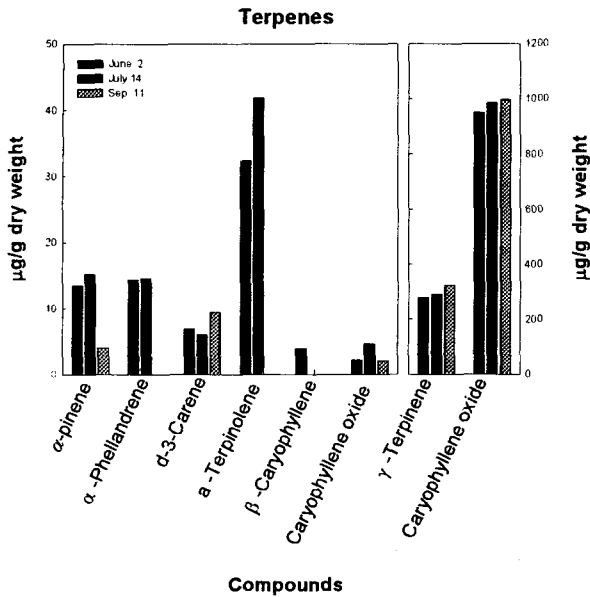


Fig. 1. Effects of mature stage on terpenes content ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). Pericarps of Chopi were harvested on June 2, July 14, and Spetember 11.

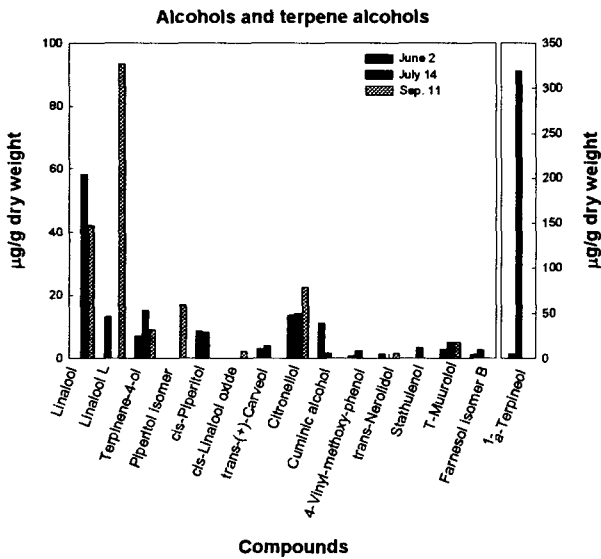


Fig. 2. Effects of mature stage on alcohols and terpene alcohols content ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). Pericarps of Chopi were harvested on June 2, July 14, and Spetember 11.

이들 화합물도 초피의 향에 기여할 것으로 추정되었다.

초피의 성숙 진행에 따른 향기성분의 변화를 보면, terpene류 (Fig. 1)인 α -phellandrene, α -terpinolene과 ester

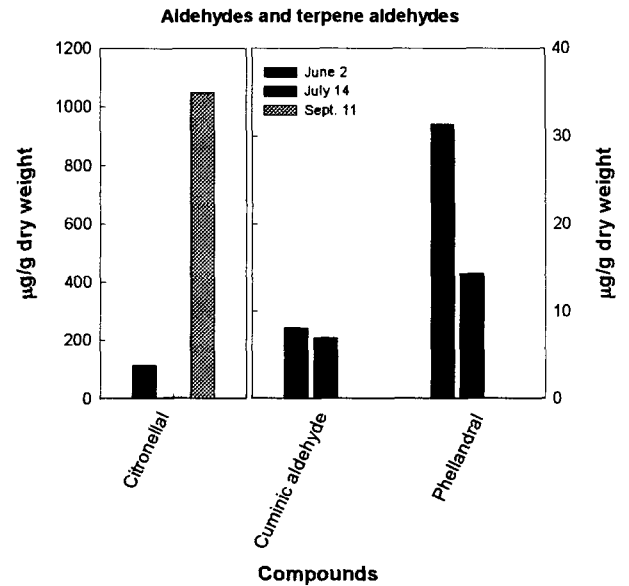


Fig. 3. Effects of mature stage on aldehydes and terpene aldehydes content ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). Pericarps of Chopi were harvested on June 2, July 14, and Spetember 11.

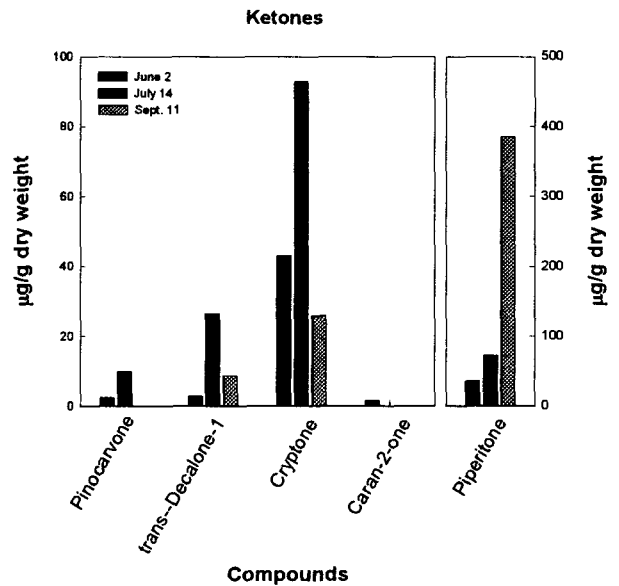


Fig. 4. Effects of mature stage on ketones content ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). Pericarps of Chopi were harvested on June 2, July 14, and Spetember 11.

류인 lavandulyl acetate 등은 감소하는 반면에 linalool, citronellal, piperitone 등의 alcohol류, aldehyde류 및 ketone류의 함량이 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다.

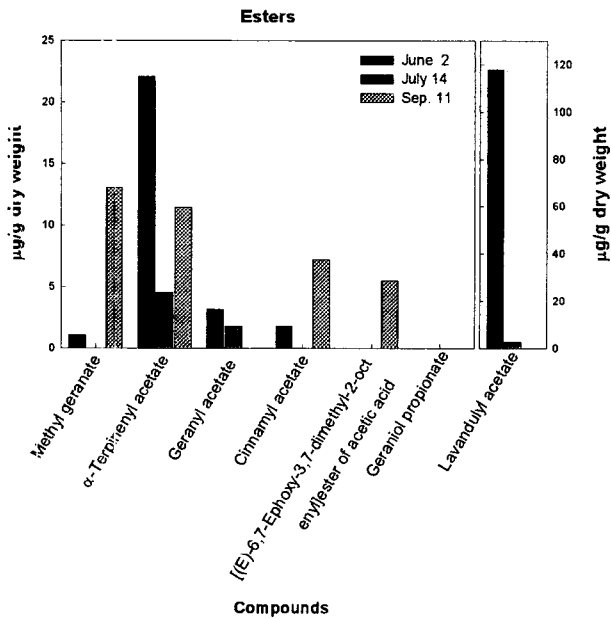


Fig. 5. Effects of mature stage on esters content ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). Pericarps of Chopi were harvested on June 2, July 14, and Spetember 11.

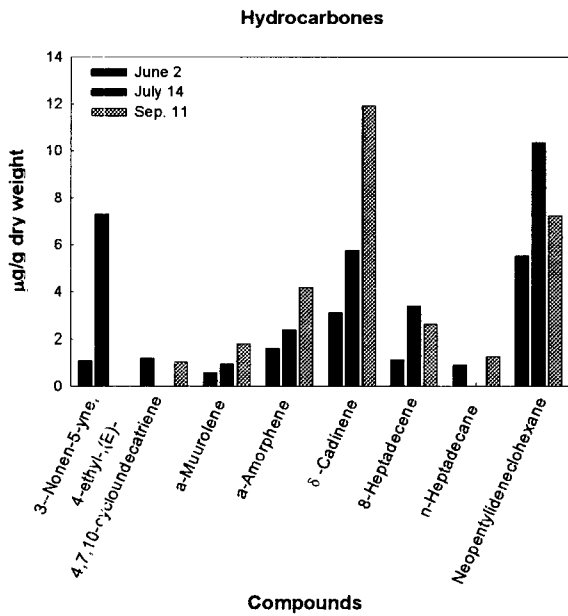


Fig. 6. Effects of mature stage on hydrocarbons content ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). Pericarps of Chopi were harvested on June 2, July 14, and Spetember 11.

그리고 alcohol 및 terpene alcohol류 (Fig. 2)는 6월 2일

에는 13종류, 7월 14일과 9월 11일에는 15종류로서 같았으나, 구성물질의 종류는 채취시기에 따라서 달랐는데, 6월 2일 채취한 재료에서는 cis-linalool oxide, linalool, piperitol isomer, 4-vinyl-methoxy-phenol, stathulenol이, 7월 14일 재료에서는 cis-linalool oxide, linalool L, piperitol isomer, trans-nerolidol이, 9월 11일 채취 재료에서는 1- α -terpineol, cis-piperitol, trans-(+)-carveol, cuminic alcohol, 4-vinyl-methoxy-phenol, stathulenol 및 farnesol isomer B가 소량 또는 관찰되지 않아서 시기별로 상당한 차이가 있었다. Aldehyde 및 terpene aldehyde류 (Fig. 3)는 9월 11일 채취 재료에서 cuminic aldehyde와 phellandral이 관찰되지 않았다. Ketone류 (Fig. 4)는 채취시기가 늦어질수록 물질의 수가 감소하였는데, 7월 14일 채취시에는 caran-2-one이, 9월 14일 채취시에는 pinocarvone과 caran-2-one이 관찰되지 않아서 생육후기로 갈수록 감소하는 경향이였다. Ester류 (Fig. 5)는 6월 2일 채취시에 [(E)-6,7-epoxy-3,7-dimethyl-2-octenyl]ester of acetic acid과 geraniol propionate이, 7월 11일 채취시에는 cinnamyl acetate과 [(E)-6,7-epoxy-3,7-dimethyl-2-octenyl]ester of acetic acid이, 9월 11일 채취시에는 geranyl acetate, lavandulyl acetate 및 geraniol propionate이 관찰되지 않아 채취시기에 따라 성분물질의 생성 또는 분해에 의한 차이가 있었을 것으로 추측된다. Hydrocarbon류 (Fig. 6)는 6월 2일에 채취하였을 때에는 7종류가 있었으나, 7월 14일 채취 재료에서는 4,7,10-cycloundecatriene과 n-heptadecane이, 9월 11일에 채취 재료에서는 [3-nonen-5-yne, 4-ethyl-, (E)-]이 관찰되지 않아 각각 7종과 8종의 물질이 확인되었다.

한편 한국산 초피 (*Z. piperitum* DC)로부터 정유성분을 분석한 몇가지 연구결과[8]를 보면, 과피에서는 1,8-cineol, limonene, geraneol acetate, and myrcene이, 잎에서는 citronellal, 1,8-cineol과 citronellol이 주요 방향성물질이라고 하였으며, 초피잎에서 limonene와 7 hydrocarbon류들, citronellol 7와 alcohol류들, cumin aldehyde와 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. 또한 일본의 Kojima 등[15]은 일본산 초피의 필수오일에는 주요 방향성물질이 2-tridecanone, (Z)-3-hexenol과 2-undecanone이라고 하였으며, aroma extract dilution anal-

ysis (AEDE) 방법을 이용하여 분석한 또 다른 결과에서는 citronellol과 citronellal이 주요한 향기활성을 나타내는 물질이라고 하여[12], 일본산과의 비교는 물론 국내산들의 비교에서도 초피의 향기성분 조성은 연구자에 따라서 차이가 있었다. 이러한 결과와 본 연구의 결과를 종합하면 초피의 향기성분은 채취시기, 또는 기후 풍토에 따라 향기의 조성이 달라지기 때문일 것으로 추측되며, 더구나 우리나라와 일본에서 생산한 초피 향기성분 조성의 차이는 채취시기는 물론 품종 또는 식물생장기의 기후와 밀접하게 관계하고 있을 것으로 생각된다.

요 약

초피의 성숙과정중 향기성분을 조사하고자, 경상남도 밀양시 제약산 일대에서 2001년 6월 2일, 7월 14일 및 9월 11일에 채취한 초피 과피의 향기성분을 GC-MS로 분석한 결과, 6월 2일에는 52종, 7월 14일에는 47종 및 9월 11일에는 44종이 확인되었다. 각각의 채취시기에 대한 구성성분의 종류를 비교하면 terpene류는 6월 2일과 7월 14일에는 myrcene, γ -terpinene, α -terpinolene, α -phellandrene, β -caryophyllene 등 8종이 검출되었으나, 9월 11일에는 α -phellandrene과 β -caryophyllene이 검출되지 않았다. Alcohol류는 6월 2일 채취시에는 linalool L, citronellol 등 13종이, 7월 14일과 9월 11일에는 cis-linalool oxide와 piperitol isomer가 추가되어 15종이 검출되었다. Aldehyde류는 채취시기에 관계없이 citronellal 등 3종이 검출되었으나, 9월 11일에는 citronellal의 함량이 현저히 증가하였으며, ketone류도 cryptone, piperitone 등 5종이 검출되었는데 구성성분의 종류는 채취시기에 관계없이 동일하였으나, 함량의 차이는 있었다. Ester류는 6월 2일에 채취하였을 경우에는 lavandulyl acetate, α -terpinenyl acetate 등 6종이 검출되었으나, 7월 14일과 9월 11일에 채취한 과피에서는 [(E)-6,7-epoxy-3,7-dimethyl-2-octenyl]ester of acetic acid가 새로이 검출되어 7종이었다. Hydrocarbon류는 δ -cadinene, neopentylideneclonexane 등 7종이었는데, 7월 14일과 9월 11일에는 α -muurolene이 추가되어 8종이 검출되었다. 초피 과피의 향기성분은 채취시기에 따라서 구성성분의 종류는 물론 농도의 변화가 현저하였다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 경남 생명공학산업화과제 연구비지원으로 수행된 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Bower, W. S., F. Ortego, X. You and P. H. Evans. 1993. Insect repellents from the Chinese prickly ash *Znathoxylum buganeum*. *J. Nat. Prod.* **56**, 935-938.
2. Bryant, B. P. and W. L. Mezzine. 1999. Alkylamides that produce tingling paresthesia activate tactile and thermal trigeminal neurons. *Brain Res.* **842**, 452-460.
3. Cho, M. G., C. S. Chang and Y. A. Chae. 2002. Variation of volatile composition in the leaf of *Zanthoxylum schinifolium* Siebold et Zucc. & *Zanthoxylum piperitum* DC. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **10(3)**, 162-166.
4. Doty, R. L., W. E. Brugger, P. C. Jurs, M. A. Orndorff, P. J. Snyder and L. D. Lowry. 1978. Intranasal trigeminal stimulation from odorous volatiles: Psychometric responses from anosmic and normal humans. *Physiol. Behav.* **20**, 175-185.
5. Dube, S., A. Kumar and S. C. Tripathi. 1990. Antifungal and insect-repellent activity of essential oil of *Zanthoxylum piperitum*. *Ann. Botany* **65**, 457-459.
6. Kang, J. M., I. H. Cha, Y. K. Lee and H. S. Ryu. 1997. Identification of volatile essential oil and flavor characterization and antibacterial effect of fractions from *Houttuynia cordata* Thunb. I. Identification of volatile essential oil compounds from *Houttuynia cordata* Thunb. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26(2)**, 209-213.
7. Kashiwada, Y., C. Ito, H. Katagiri, I. Mase, K. Komatsu, T. Namba and Y. Ikeshiro. 1997. Amides of the fruit of *Zanthoxylum* spp. *Phytochemistry* **44(6)**, 1125-1127.
8. Kim, J. H., K. S. Lee, W. T. Oh and K. R. Kim. 1989. Flavor components of the fruit peel and leaf oil from *Zanthoxylum piperitum* DC. *Korea J. Food. Sci. Technol.* **21(4)**, 562-568.
9. Kim, K. K., H. J. Son, H. S. Kim, Y. G. Kim, K. Y. Kang, B. G. Son and Y. W. Choi. 1998. Antimicrobial activity of the solvent extract from *Zanthoxylum piperitum*. *J. of Agri. Tech. and Develop. Inst. of Miryang Natl Univ.* **2**, 58~64.

10. Kim, O. C., D. Y. Na, Y. T. Kim, H. J. Jang and Y. H. Kim. 1992. Volatile components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) cultivated in Korea. *J. Korean Agric. Chem.* **35(2)**, 122-125.
11. Kim, S. H. and K. Y. Park. 1993. Inhibitory effects of chinese pepper on the mutagenicity and the growth of MG-63 human osteosarcoma cells. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **21(6)**, 628-634.
12. Kim, T. H., T. H. Kim, J. H. Shin, E. J. Yu, Y. S. Kim and H. J. Lee. 2002. Characteristics of aroma-active compounds in the pectin-elicited suspension culture of *Zanthoxylum piperitum* (prickly ash). *Biotechnology Letters* **24(7)**, 551-556.
13. Kim, Y. D., S. K. Kang and M. R. Oh. 1993. A study on the ichthyotoxic constituents of Chopi (*Zanthoxylum piperitum* DC). *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22(5)**, 617-620.
14. Kim Y. S., J. H. Lee, M. N. Kim, W. G. Lee and I. O. Kim. 1994. Volatile flavor compounds from raw mugwort leaves and parched mugwort tea. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23(2)**, 261-267.
15. Kojima, H., A. Kato, K. Kubota and A. Kobayashi. 1997. Aroma compounds in the leaves of Japanese pepper (*Zanthoxylum piperitum* DC) and their formation from glycosides. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **61**, 491-494.
16. Lim S. U., Y. H. Seo, Y. G. Lee and N. I. Baek. 1994. Isolation of volatile allelochemicals from leaves of *Perilla frutescens* and *Artemisia asiatica*. *Agricultural chemistry and Biotechnology* **37(2)**, 115-123.
17. Park, J. C., Y. B. Yu, J. H. Lee and N. J. Kim. 1994. Studies on the chemical components and biological activities of edible plants in Korea (VI). *J. Korean Soc. Food Nutr* **23(1)**, 116-119.
18. Pfänder, H. J. and D. Frohne. 1987. Szechuan-Pfeffer. Die Früchte von (*Zanthoxylum piperitum* DC. Rutaceae). *Dtsch. Apoth. Ztg.* **127**, 2381-2384.
19. Rhee, H. J., M. S. Koh and O. J. Choi. 1995. A study on the volatile constituents of the water dropwort (*Oenanthe javanica* DC). *Korean J. Soc. Food Sci.* **11(4)**, 386-395.
20. Yasuda. I., K. Takeya and H. Itokawa. 1982. Evaluation of Chinese *Zanthoxyli fructus* commercial available in Japan by pungent principles and essential oil constituents. *Shoyakugaku Zasshi* **36(4)**, 301.

(Received January 22, 2003; Accepted April 15, 2003)