

두충잎의 휘발성 향기성분 분석

이미순 · 정미숙*

덕성여자대학교 식품영양학과 · *덕성여자대학교 교양학부

Analysis of Volatile Flavor Compounds from the Leaves of *Eucommia ulmoides*

Mie-Soon Lee, Mi-Sook Chung*

Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University

*Department of General Education, Duksung Women's University

Abstract

This study was performed to analyze the volatile flavor compounds of *Eucommia ulmoides* leaves as influenced by harvesting time and drying method. Essential oils of fresh, air-dried and freeze-dried leaves of *Eucommia ulmoides* were extracted by SDE(simultaneous steam distillation and extraction) method using pentane and diethyl ether(1:1), and their volatile flavor compounds were analyzed by GC and GC-MS. Total 51 components, including 10 hydrocarbons, 15 alcohols, 12 aldehydes, 4 ketones, 4 esters and 6 acids were identified in fresh *Eucommia ulmoides* harvested in July. In fresh samples harvested in September, 15 hydrocarbons, 10 alcohols, 5 aldehydes, 4 ketones, 4 esters and 3 acids were identified. In fresh *Eucommia ulmoides*, aldehydes(8.25ppm) were the most abundant compounds in July samples and alcohols(18.87ppm) in September ones. Seventy one components, including 21 hydrocarbons, 12 alcohols, 12 aldehydes, 9 ketones, 5 esters, 8 acids and 4 miscellaneous ones were identified in air-dried samples harvested in July. In air-dried samples harvested in September, 10 hydrocarbons, 9 alcohols, 3 aldehydes, 3 ketones, 4 esters, 4 acids and 1 miscellaneous one were identified, and the most abundant compounds in July and September samples were hydrocarbons at 5.06ppm and 15.11ppm, respectively. A total of 41 components, including 13 hydrocarbons, 9 alcohols, 5 aldehydes, 3 ketones, 6 esters and 5 acids were identified in freeze-dried samples harvested in July. Freeze-dried samples harvested in August also contained 41 components but with different types, and the ones of September 26 compounds. In freeze-dried ones, hydrocarbons were the most abundant compounds in July sample and esters in August and September samples.

Key words : *Eucommia ulmoides*, volatile flavor compounds, harvesting time, drying method

1. 서 론

두충과에 속하는 두충나무(*Eucommia ulmoides*)는 우리나라 전국에서 재배하고 있으며 껍질과 잎을 약용 및 식용으로 이용하고 있다¹⁾. 두충나무의 껍질은 항고혈압 등의 약리작용이 확인되어 의약 및 차류의 재료로 이용되는데 그 생산량이 충분하지 못하여 활용에 어려움이 많다. 두충잎은 혈압강하, 이뇨, 혈관확장, 혈당상승억제, 항산화 등의 활성이 보고되어 있고 이를 강장, 진정, 진통, 신경통 및 고혈압

등에 약재 및 차로 사용하고 있다²⁻⁷⁾.

두충잎을 차류로 가공하여 음용 할 때는 그 향기가 매우 중요하며, 차의 향기는 차잎의 생산지, 채취시기 및 가공방법에 크게 영향을 받는다⁸⁾. 장 등⁹⁾은 자연건조한 두충엽의 휘발성 성분 분석에서 alcohol류 7종, aldehyde류 3종, ketone류 4종, ester류 2종, hydrocarbon류 18종 및 phenol 1종의 총 35개 성분을 확인하였으며, 2-ethyl furyl acrolein이 전체 휘발성 성분의 31.4%를 차지한다고 보고하였다. 또한 두충껍질에서는 acid류 4종, alcohol류 11종, aldehyde류 9종, ketone류 3종, ester류 4종, hydrocarbon류 16종 및 lactone 1종을 포함한 49개 성분이 확인되었으며, caproic acid가 가장 많이 함유된 성분이라고 보고하였다¹⁰⁾. 시판되는 두충차에서는 alcohol류 17종, aldehyde류 16종, ketone류 15종,

Corresponding author: Mi-Soon Lee, Duksung Women's University, 419 Ssangmun-dong, Tobong-ku, Seoul, 132-714, Korea
Tel: 02-901-8373
Fax: 02-901-8372
E-mail: mslee@center.duksung.ac.kr

acid류 8종, hydrocarbon류 3종, hetero 고리화합물 8종 및 phenol 2종의 총 77종의 향기성분이 확인되었다¹¹⁾. 또한 두충잎을 차류로 개발하기 위한 연구로 한국산 두충차의 품질에 관한 연구¹²⁾ 및 액상 두충차 개발을 위한 최적 추출 조건¹³⁾이 보고되어 있다.

최근 방향성 식용식물 가운데 생리활성이 있는 식물을 선별하여 기능성식품 등의 신소재로 활용하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있으나, 두충잎을 식품의 신소재로 활용하기 위한 연구는 매우 미흡한 상태이다. 따라서 본 실험에서는 다양한 약리작용이 있는 두충나무잎을 시료로 하여 다음과 같은 분석을 하고자 한다. 채취시기를 달리한 두충잎의 휘발성 향기성분을 신선, 자연건조 및 동결건조 상태로 나누어 GC 및 GC-MS로 분석하여 향기성분이 풍부한 두충잎의 채취시기와 건조방법을 확인하여 이를 두충차 개발에 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

수원시 화성군 장암면 조암리에서 2000년 7, 8 및 9월에 각각 채취한 두충을 시료로 하였으며, 이를 이물질이 없도록 세척하여 물기를 제거한 후 신선한 시료는 $-68 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 deep freezer에 보관하면서 정유성분을 추출하였다. 두충잎을 바람이 잘 통하는 실내에서 건조시켜서 자연건조두충시료를 만들었으며, 동결건조기(주 일신랩, Model FD-5505P)를 이용하여 건조하여 동결건조시료를 얻은 후, 두 가지 시료를 deep freezer에 보관하면서 정유성분 추출에 사용하였다.

2. 휘발성 정유성분 추출 및 분석

신선한 두충잎 100g 또는 자연건조 및 동결건조한 시료는 30g과 internal standard(dodecanol) 2 μl 을 증류 플라스크에 넣고, 정제수 약 1 l를 혼합하여 연속수증기증류추출(simultaneous steam distillation and extraction, SDE) 장치로 2시간동안 수증기 증류하였다. 효과적인 증류를 위하여 refrigerated circulated bath를 통하여 $0 \sim -1^\circ\text{C}$ 의 냉각수를 공급하였다. 재증류시킨 diethyl ether와 pentane(1:1)에 포집된 정유성분에 anhydrous Na_2SO_4 를 넣고 탈수시킨 후 여과하였으며, 여과액에 함유된 diethyl ether와 pentane은 회전 농축기 및 질소 가스로 제거시켜 기 분석에 사용할 정유성분을 얻었다. 정유의 GC

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

GC condition	
GC : HP 5890 Series II	
Column : INNOWax (polyethylene glycol 60m \times 0.32mm \times 0.5 μm)	
Oven temp. : $50^\circ\text{C} \xrightarrow{3^\circ\text{C}/\text{min}} 170^\circ\text{C} \xrightarrow{3^\circ\text{C}/\text{min}} 220^\circ\text{C}$	
Injector temp. : 250°C	
Detector temp. : 280°C	
Carrier gas : He	
GC/MS condition	
GC/MS : Agilent 6890GC 5973MSD	
Column : INNOWax (Polyethylene glycol 60m \times 0.32mm \times 0.5 μm)	
Injector temp. : 250°C	
Interface temp. : 300°C	
Ionization voltage : 70eV	
Carrier gas : He(Flow rate : 0.8 ml/min)	
Split : split ratio(10:1)	

및 GC/MS 분석 조건은 Table 1과 같다. 정유성분 0.1 μl 를 GC에 주입하여 gas chromatogram을 얻었으며 각 peak를 확인하기 위하여 GC/MS로 분석하였다. 두충잎의 각 향기성분의 함량은 다음 식에 의해 내부표준물질(internal standard)과 각 성분의 면적비에 의하여 계산하였다.

$$\text{ppm} = \frac{\text{Area of each component} \times \text{Amount of internal standard}}{\text{Area of internal standard} \times \text{Amount of sample}/10^6}$$

III. 결과 및 고찰

1. 신선한 두충잎의 정유성분의 분석

신선한 두충잎의 정유성분을 연속수증기증류추출 장치로 증류하여 얻은 후, GC 및 GC-MS로 분석하여 Table 2와 같은 결과를 얻었다. 수확시기가 7월 인 신선한 두충잎에서는 총 51가지의 휘발성 향기성분이 확인되었는데, 10종의 hydrocarbon류 3.69 ppm, 15종의 alcohol류 5.21ppm, 12종의 aldehyde류 8.25ppm, 4종의 ketone류 0.29ppm, 4종의 ester류 1.80ppm 및 6종의 acid류 1.73ppm이었다. 또한 9월에 채취한 시료에서는 hydrocarbon류 15종 7.30ppm, alcohol류 10종 18.87ppm, aldehyde류 5종 7.88ppm, ketone류 4종 2.93ppm, ester류 4종 9.68ppm 및 acid류 3종 8.86ppm의 총 41종의 휘발성 향기성분이 확인되었다.

Table 2. Comparison of volatile flavor compounds from fresh *Eucommia ulmoides* by harvesting time

Chemical class	Compounds	Quantification(ppm) ¹⁾	
		July	September
Hydrocarbons	n-pentane	0.15	- ²⁾
	3-methyl-1-pentene	1.40	-
	ethane	1.01	-
	4-cis-3-heptene	0.04	-
	2-heptene	0.07	-
	1-propene	0.08	-
	3-ethyl-1,5-octadiene	0.31	-
	4,8-dimethylnon-1,7-diene	0.08	-
	benzofuran	0.19	-
	octacosane	0.33	-
	cyclohexane	-	0.14
	7-oxabicyclo[4,1,0]heptane	-	1.32
	n-dodecane	-	0.17
	heneicosane	-	0.19
	heptacosane	-	0.29
	hexacosane	-	0.39
	eicosane	-	0.33
	heptadecane	-	0.19
	docodane	-	0.42
	tricosane	-	0.65
	tetracosane	-	1.17
	pentacosane	-	0.75
	1-octadecene	-	0.37
	nonacosane	-	1.55
	Alcohols	3-hexanol	0.11
1-penten-3-ol		1.01	1.09
<i>p</i> -methyl-benzyl alcohol		0.08	-
2-penten-1-ol		-	1.53
cyclopentanol		0.06	-
n-hexanol		0.06	-
<i>cis</i> -3-hexenol		1.26	5.99
cyclohexenol		-	0.64
2-hexen-1-ol		1.49	-
<i>l</i> -linalool		0.23	0.67
furan-3-methanol		0.20	0.45
α -terpineol		0.05	0.13
<i>trans</i> -geraniol		0.05	0.16
<i>p</i> -cymen- δ -ol		0.04	-
benzenemethanol		0.21	-
benzyl alcohol	-	7.39	
benzothiazole	-	0.82	
borneol	0.09	-	
phytol	0.27	-	
Aldehydes	n-hexanal	0.35	0.22
	3-hexanal	1.01	-
	2-pentenal	-	1.05
	<i>trans</i> -2-hexenal	5.30	-
	nonanal	0.08	-
	2-hexenal diethyl acetal	-	0.53
	<i>trans</i> -2,4-hexadienal	0.38	-
	2,4-heptadienal	0.14	0.29

(continued Table 2)

	β -cyclocitral	0.10	-
	benzeneacetaldehyde	0.27	-
	phenylacetaldehyde	0.05	0.05
	2,4-octadienal	0.07	-
	4-ethylbenzaldehyde	0.06	-
	cinnamic aldehyde	0.44	-
Ketones	1-penten-3-one	0.12	-
	β -damascenone	0.11	1.05
	3-buten-1-one	-	0.22
	β -ionone	-	0.18
	bicyclo[5,1,0]octan-2-one	0.03	-
	7-phenyl-2-azafluoren-9-one	-	1.46
	α -ionone	0.06	-
Esters	ethyl formate	0.11	0.65
	ethyl acetate	0.68	5.00
	methyl formate	0.37	-
	ethyl E-3 hexenoate	-	1.41
	3-furylmethyl acetate	0.64	2.61
Acids	octanoic acid	0.06	-
	butanoic acid	0.03	-
	3-hexenoic acid	0.04	-
	hexadecanoic acid	0.16	4.06
	hexanedioic acid	1.28	3.61
	octadecanoic acid	-	1.19
	9,12,15-octadecatrienoic acid	0.16	-

$$1) \text{ ppm} = \frac{\text{Area of each compound} \times \text{Amount of internal standard}}{\text{Area of internal standard} \times \text{Amount of sample} / 10^6}$$

2) not detected

신선한 두충잎에서 확인된 성분함량은 7월 시료 가 55.52ppm으로 9월의 20.97ppm 보다 많았다. 7월 시료는 *trans*-2-hexenal, 2-hexen-1-ol 및 3-methyl-1-pentene이 주요 성분이었으며 aldehyde류가 휘발성 향기성분의 39.34%를 차지하였다(Fig. 1). 9월 시료

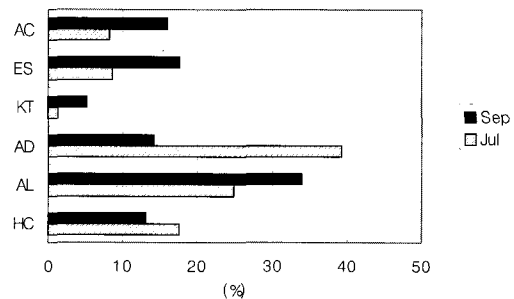


Fig. 1. Relative concentrations by functional groups in fresh *Eucommia ulmoides* as influenced by harvesting time(AC: acids, AD: aldehydes, AL: alcohols, ES: esters, KT: ketones, MC: miscellaneous).

는 benzyl alcohol, *cis*-3-hexenol 및 ethyl acetate가 주 성분이었으며 alcohol류가 전체 향기성분의 33.99% 이었다. 이 가운데 benzyl alcohol은 녹차에 비교적 많이 함유된 성분으로 보고되어 있다^{14, 15}. 신선한 풋내음에 관여하여 leaf alcohol로 불리는 *cis*-3-hexenol은 7월 시료에 1.26ppm, 9월 시료에 5.99ppm 함유되었으며 linalool은 7월 시료에 0.23ppm, 9월 시료에 0.67ppm, α -terpineol은 7월 시료에 0.05ppm, 9월 시료에 0.13ppm 및 *trans*-geraniol은 7월 시료에 0.05ppm, 9월 시료에 0.16ppm 포함되어 있었다. Aldehyde류인 2,4-heptadienal은 7월 시료에 0.14ppm, 9월 시료에 0.29ppm, β -damascenone은 7월 시료에 0.11ppm, 9월 시료에 1.05ppm 함유되어 있었다. 즉, 7월 및 9월 시료에서 동시에 확인된 휘발성 향기성분은 채취시기가 늦은 9월 시료에 그 함량이 더 높게 나타났다. 이러한 경향은 ethyl formate, ethyl acetate, 3-furylmethyl acetate, hexadecanoic acid 및 hexanedioic acid에서도 확인되었다. β -Damascenone은 삶은 사과 향이 나는 물질로 홍차와 가루 및 끓인 녹차에서도 확인된 성분이다⁸). Phytol이 7월시료에 0.27ppm 함유되어 있는데 이 물질은 식물의 녹색 색소인 chlorophyll의 분해산물로 알려져 있다¹⁴).

2. 자연건조한 두충잎의 정유성분의 분석

두충잎을 바람이 잘 통하는 실내에서 건조시킨 후 휘발성 향기성분을 분석하여 그 결과를 Table 3에 제시하였다. 총 71가지의 휘발성 향기성분이 7월에 수확된 두충잎에서 확인되었으며, 21종의 hydrocarbon류 5.06ppm, 12종의 alcohol류 2.83ppm, 12종의 aldehyde류 4.98ppm, 9종의 ketone류 2.63ppm, 5종의 ester류 1.48ppm, 8종의 acid류 1.55ppm 및 4종의 기타성분이 1.39ppm 포함되어 있었다. 또한 9월에 채취한 시료에서는 hydrocarbon류 10종 15.11ppm, alcohol류 9종 3.41ppm, aldehyde류 3종 1.25ppm, ketone류 3종 1.28ppm, ester류 4종 2.15ppm, acid류 4종 1.16ppm 및 기타 1종 0.13ppm의 총 34종이 확인되었다. 함량을 관능기별로 비교하였을 때(Fig. 2) 7월 시료는 hydrocarbon류가 전체 향기성분의 25.40%를 차지하였고 9월 시료도 hydrocarbon류가 61.69%이었다.

자연건조 두충잎 중 7월에 수확된 두충잎에는 ethane, 2-furanacetaldehyde, β -ionone이 많았으며 coffee에 많이 함유되어 있는 furan-3-methanol과 celery seed oil의 주성분인 β -selinene⁹)도 확인되었다. 9월 시료에는 ethane, nonacosane, ethyl acetate가 다

Table 3. Comparison of volatile flavor compounds from air dried *Eucommia ulmoides* by harvesting time

Chemical class	Compounds	Quantification(ppm) ¹⁾	
		July	September
Hydrocarbons	pentane	0.07	1.30
	ethane	1.99	6.07
	β -myrcene	0.05	- ²⁾
	sabinene	0.07	0.13
	limonene	0.51	0.50
	2-pentyl furan	0.04	-
	γ -terpinene	0.11	-
	ρ -cymene	0.08	0.09
	tridecane	0.04	-
	heptacosane	-	0.73
	<i>trans</i> -2-furan	0.05	-
	heneicosane	-	0.09
	nonacosane	-	5.81
	n-tetradecane	0.06	-
	calarene	0.05	-
	β -elemene	0.64	0.28
	β -caryophyllene	0.21	-
	<i>trans</i> - β -farnesene	0.39	-
	benzofuran	0.03	0.18
	α -terpinolene	0.06	-
	δ -3-carene	0.11	-
β -selinene	0.14	-	
α -selinene	0.18	-	
α -farnesene	0.09	-	
Alcohols	1-penten-3-ol	0.10	0.14
	<i>cis</i> -2-pentenol	0.07	-
	1-hexanol	0.07	-
	<i>cis</i> -3-hexenol	0.27	0.23
	cyclohexanol	0.08	-
	2-ethyl hexanol	0.15	-
	<i>l</i> -linalool	0.43	0.21
	furan-3-methanol	0.31	-
	geraniol	0.34	0.44
	ρ -cymen-8-ol	0.29	-
	3-phenylpro-2-yn-1-ol	-	0.77
	methyl eugenol	0.59	0.12
	nerolidol	-	0.18
spathulenol	0.13	0.07	
benzyl alcohol	-	1.25	
Aldehydes	2-pentenal	0.06	-
	n-heptanal	0.06	-
	2-ethyl hexanal	0.55	-
	<i>trans</i> -2-hexenal	0.42	1.08
	benzaldehyde	-	0.30
	2,4-heptadienal	-	0.87
	nonanal	0.22	-
	furfural	0.19	-
	2,4-heptadienal	0.58	-
	β -cyclocitral	0.24	-
	perillaldehyde	0.13	-
benzaldehyde	0.47	-	

(continued Table 3)

	2-furanacetaldehyde	1.55	-
	octadecanal	0.51	-
Ketones	cryptone	0.09	-
	β -damascone	0.28	-
	3,5-octadiene-2-one	0.09	-
	geranyl acetone	0.12	-
	α -iso-methyl ionone	0.56	0.25
	β -ionone	1.23	-
	cis-jasmone	0.10	-
	β -damascenone	-	0.16
	6-methyl- γ -ionone	-	0.87
	farnesyl acetone C	0.07	-
2(4H)-benzofuranone	0.18	-	
Esters	ethyl acetate	0.59	1.38
	3-furylmethyl acetate	0.16	0.24
	chrysanthenyl acetate	0.07	-
	geranyl acetate	0.35	0.16
	ethyl linoleolate	0.31	-
Acids	isobutyl salicylate	-	0.36
	hexanoic acid	0.25	0.26
	propanoic acid	0.37	-
	trans-2-hexenoic acid	0.09	-
	1,2-benzenedicarboxylic acid	0.30	0.31
	tetradecanoic acid	-	0.49
	nonanoic acid	0.13	-
	hexadecanoic acid	0.14	0.10
	hexaenoic acid	0.19	-
	dodecanoic acid	0.08	-
Miscellaneous	trans- β -ionon-5,6-epoxide	0.37	-
	butylidene phthalide	0.65	0.13
	8-isobutylidenphthalide	0.23	-
	3-n-butyl phthalide	0.14	-

$$^{11)} \text{ ppm} = \frac{\text{Area of each compound} \times \text{Amount of internal standard}}{\text{Area of internal standard} \times \text{Amount of sample} / 10^6}$$

¹²⁾ not detected

량 함유되어 있었다.

식물성 식품의 향미성분에 관여하는 monoterpene 류¹⁶⁾인 β -myrcene, sabinene, limonene, γ -terpinene, l-linalool 및 geraniol과 isoprene units이 3개 모여서 만들어진 sesquiterpene류인 β -caryophyllene, trans- β -farnesene, α -farnesene 및 nerolidol이 자연건조한 두충잎에서 확인되었다. 채취시기가 7월인 자연건조 두충잎에 0.48ppm 함유된 farnesene류는 2,6,10-trimethyl-2,6,9,11-dodecatetraene으로 acetic anhydride와 nerolidol을 열처리하여 대량생산하며 온후하고 부드러운 향기성분으로 알려져 있다¹⁴⁾. Farnesene류는 산형과 식물인 누룩치에서 43.02%의 peak area를 차지하였으며¹⁷⁾, 신선한 참나물에 peak area 5.61%, 음건한 참나물 17.74% 및 증자후 음건한 참나물에

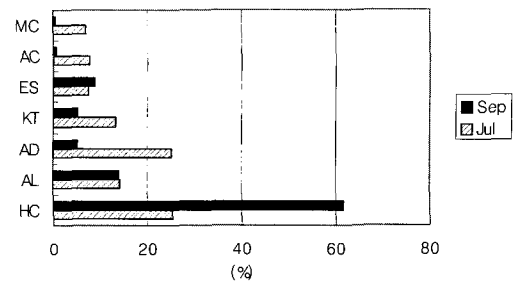


Fig. 2. Relative concentrations by functional groups in air dried *Eucommia ulmoides* as influenced by harvesting time(AC: acids, AD: aldehydes, AL: alcohols, ES: esters, KT: ketones, MC: miscellaneous).

21.77% 포함되어¹⁸⁾ 누룩치와 참나물의 주요한 휘발성 품미성분으로 확인되어 있다.

β -Caryophyllene이 7월 시료에 0.21ppm 함유되었는데 이 물질은 강한 나무냄새와 향료냄새를 가지는 물질로 알려져 있다¹⁴⁾. l-Linalool은 가벼운 꽃향기에 관여하는 물질인데 7월 시료에 0.43ppm 함유되어 있으나 9월 시료에는 0.21ppm으로 감소하였으며 홍차와 녹차에서 중요한 향기성분으로 확인된 물질이다⁸⁾. Limonene은 7 및 9월 시료에 각각 0.51, 0.50 ppm 함유되어 있으며, sabinene은 7월 시료에 0.07 ppm 및 9월 시료에 0.13ppm 함유되어 있었다. 알코올류 가운데 cis-3-hexenol은 7 및 9월 시료에 각각 0.27, 0.23ppm 포함되어 있었으며 야생식용식물인 섬쑥부쟁이의 주요 향미성분의 하나로 추정되는 물질이다¹⁹⁾. 이 성분은 매우 강한 풀내음을 내는 물질이나, 이성질체인 trans-3-hexenol보다 일반적으로 상쾌한 냄새를 낸다. 오이의 향미성분으로 알려져 있는 trans-2-hexenal이 7월 시료에 0.42ppm, 9월 시료에 1.08ppm 함유되어 있는데 이 물질은 강한 풀내음, 과일냄새 및 매운맛을 내는 채소의 향미와 유사한 성분¹⁴⁾이므로 자연건조한 두충잎의 강한 향미에 기여할 것으로 사료된다.

자연건조한 두충잎에서 확인된 휘발성 향기성분의 함량은 채취시기에 따른 뚜렷한 증가 또는 감소 경향을 보이지 않았다. 장 등⁹⁾은 자연건조한 두충엽에서 peak area 1% 이상 확인된 성분으로 furyl methyl acetate, benzyl alcohol, 3-furan methanol, β -selinene 등을 보고 하였는데 이 성분은 본 실험의 자연건조 시료에서도 확인되었다. 또한 시판 두충차¹¹⁾의 향기 성분 연구에서 furfural이 보고되어 있는데 자연건조한 7월 시료에서도 furfural이 0.19ppm 확인

되었다.

3. 동결건조한 두충잎의 정유성분의 분석

수확시기가 다른 동결건조 두충잎의 휘발성 향기 성분은 Table 4와 같다. 동결건조 두충잎 가운데 7월에 수확한 시료에는 13종의 hydrocarbon류 0.94 ppm, 9종의 alcohol류 0.48ppm, 5종의 aldehyde류 0.56ppm, 3종의 ketone류 0.08ppm, 6종의 ester류 0.75ppm 및 5종의 acid류 0.28ppm의 총 41종의 휘발성 향기성분이 포함되어 있었다. 또한 8월 시료에서는 41종의 휘발성 향기성분이 확인되었으며 hydrocarbon류 10종 7.77ppm, alcohol류 10종 16.38 ppm, aldehyde류 4종 11.84ppm, ketone류 4종 2.54 ppm, ester류 7종 24.16ppm, acid류 3종 2.10ppm 및 기타 3종 3.06ppm이 포함되어 있다. 구월시료에는 hydrocarbon류 13종 36.44ppm, alcohol류 3종 20.44 ppm, aldehyde류 2종 13.62ppm, ketone류 3종 4.27 ppm, ester류 2종 44.17ppm, acid류 2종 12.88ppm 및 기타 1종 2.35ppm의 26종의 휘발성 향기성분이 확인되었다.

채취시기가 7월인 시료에서는 ethane, ethyl formate, *trans*-2-hexenal의 순서로 그 함량이 많았으며, hydrocarbon류가 가장 많은 전체성분의 30.42%를 차지하였다(Fig. 3). Monoterpene류로는 limonene, sabinene, l-linalool 및 geraniol, sesquiterpene류로는 β -caryophyllene, *trans*- β -farnesene 및 nerolidol이 포함되어 있었다. 팔월시료에는 benzyl alcohol, ethyl formate 및 *trans*-2-hexenal의 순서로 함량이 높았으며 관능기별로는 ester류가 전체 향기성분의 35.60%를 차지하였다. 또한 9월 시료에도 ester류가 32.92%를 차지하였으며 ethyl acetate, benzyl alcohol, ethane 및 *trans*-2-hexenal 순서로 함량이 많았다.

동결건조시료에서도 ethyl formate를 제외한 limonene, benzyl alcohol, nerolidol, spathulenol, *trans*-2-hexenal, β -damascone, β -ionone 및 hexadecanoic acid는 채취시기가 늦을수록 그 함량이 증가하여 9월 시료에 이들 성분이 가장 많이 함유되어 있음을 확인하였다. 또한 강한 풀내움에 관여하는 *trans*-2-hexenal이 동결건조한 7, 8, 9월 시료에 그 함량이 높아 동결건조 두충잎의 강한 풀내움에 기여할 것으로 여겨진다. Aldehyde류인 2,4-heptadienal은 녹차를 저장할 때 생성되는 off-flavor로 알려져 있는데 시판 두충차의 향기 성분에서도 보고되어¹¹⁾ 있으며 본 실험의 7·9월 신선한 시료, 7월 자연건조 및 7·8월 동결건조 시료에서 확인되었다.

Table 4. Comparison of volatile flavor compounds from freeze dried *Eucommia ulmoides* by harvesting time

Chemical class	Compounds	Quantification(ppm) ¹⁾		
		July	August	September
Hydrocarbons	ethane	0.52	3.34	12.81
	butane	- ²⁾	0.34	3.60
	1-propene	-	-	4.65
	pentane	-	-	1.77
	hexadecane	-	-	1.46
	limonene	0.06	0.90	2.85
	7-oxabicyclo[4,1,0]heptane	0.01	0.43	-
	sabinene	0.02	-	-
	benzene	-	0.19	-
	pentadecane	-	0.54	-
	ρ -cymene	0.01	-	-
	β -elemene	0.04	1.11	-
	β -caryophyllene	0.02	0.21	-
	<i>trans</i> - β -farnesene	0.02	-	-
	β -selinene	0.01	-	-
	allo-aromadendrene	-	0.20	-
	n-docosane	0.03	-	2.32
	heptacosane	-	-	1.81
	n-octacosane	0.14	-	0.83
	benzofuran	-	0.50	-
	heneicosane	0.05	-	-
	octadecane	-	-	1.37
tricosane	-	-	1.15	
γ -gurjumene	0.02	-	-	
pentacosane	-	-	1.83	
Alcohols	1-penten-3-ol	0.03	-	-
	benzenemethanol	-	0.54	-
	<i>l</i> -linalool	-	0.62	-
	<i>cis</i> -2-pentenol	0.02	-	-
	5-nonanol	0.14	-	-
	<i>cis</i> -3-hexenol	0.13	1.34	-
	2-hexen-1-ol	0.01	-	-
	furan-3-methanol	-	0.46	-
	2,5-dimethylcyclohexanol	-	0.46	-
	benzylalcohol	0.13	11.52	17.25
	nerolidol	0.01	0.33	1.60
	spathulenol	0.01	0.54	1.60
geraniol	0.01	0.21	-	
Aldehydes	n-hexanal	0.02	-	-
	<i>trans</i> -2-hexenal	0.42	9.39	12.63
	nonyl aldehyde	0.02	-	-
	2-hexenal	-	0.62	-
	2,4-heptadienal	0.06	1.55	-
	3-phenyl-2-propenal	-	-	0.98
	β -cyclocitral	0.02	0.28	-
Ketones	β -damascone	0.01	0.30	1.79
	α -ionone	0.02	-	1.69
	methylethylketone	-	0.99	-
	6-methyl- γ -ionone	-	0.66	-
	β -ionone	0.05	0.58	0.79
Esters	ethyl formate	0.49	10.91	7.35

(continued Table 4)

	methyl formate	0.18	4.94	-
	<i>cis</i> -3-hexenyl-2-methylbutyrate	-	0.52	-
	ethyl acetate	-	-	36.83
	ethyl E-2-hexenoate	-	0.57	-
	3-furylmethyl acetate	0.01	1.10	-
	geranyl acetate	0.03	0.57	-
	pentan-1,3-dioldiisobutyrate	0.01	-	-
	isobutyl salicylate	0.03	-	-
Acids	propanoic acid	-	0.87	-
	butanoic acid	0.08	-	2.10
	benzoic acid	0.01	1.00	-
	hexadecanoic acid	0.01	0.23	10.79
	hexaedienoic acid	0.04	-	-
Miscellaneous	<i>trans</i> -anethole	-	0.26	-
	butylidene phthalide	-	1.97	2.35
	3-n-butylphthalide	-	0.83	-

$$1) \text{ ppm} = \frac{\text{Area of each compound} \times \text{Amount of internal standard}}{\text{Area of internal standard} \times \text{Amount of sample}} / 10^6$$

⁴⁾ not detected

이와같이 채취시기를 달리한 두충잎을 건조방법을 다르게하여 휘발성 향기성분을 비교하였을 때, 신선한 두충잎에는 신선한 풀냄새에 관여하는 *cis*-3-hexenol과 hexanol의 함량이 자연건조 및 동결건조시료보다 많았다. Terpene alcohol인 linalool은 가벼운 꽃향기에 기여하는 성분인데¹⁴⁾ 신선한 시료와 자연건조한 시료에 비교적 많이 함유되어 있었다. 또한 두충잎의 채취시기가 늦을수록 향기성분의 함량이 증가하는 경향이 있음을 확인하였다. 따라서 두충차 개발시 향미가 약한 차와 농후한 차를 구분하여 두충잎의 채취시기를 달리하는 것이 바람직하다고 여겨진다.

IV. 요약

신선한 두충잎을 연속수증기증류추출 장치로 증류하여 얻어진 경유성분을 GC 및 GC-MS로 분석하였다. 수확시기가 7월인 신선한 두충잎에서는 총 51가지의 휘발성 향기성분이 확인되었는데 10종의 hydrocarbon류, 15종의 alcohol류, 12종의 aldehyde류, 4종의 ketone류, 4종의 ester류 및 6종의 acid류 등이 포함되어 있었다. 또한 9월 시료에는 hydrocarbon류 15종, alcohol류 10종, aldehyde류 5종, ketone류 4종, ester류 4종 및 acid류 3종을 합하여 총 41종이 확인되었다. 향기성분의 함량은 7월 시료가 55.52ppm으로 9월의 20.97ppm 보다 많았으며 7월 시료는 *trans*-2-hexenal, 2-hexen-1-ol 및 3-methyl-1-pentene이 주요

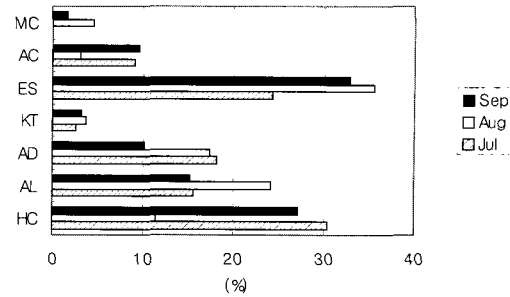


Fig. 3. Relative concentrations by functional groups in freeze dried *Eucommia ulmoides* as influenced by harvesting time(AC: acids, AD: aldehydes, AL: alcohols, ES: esters, KT: ketones, MC: miscellaneous).

성분이며 aldehyde류가 전체 휘발성 향기성분의 39.34%를 차지하였다. 9월 시료는 benzyl alcohol, *cis*-3-hexenol 및 ethyl acetate가 주성분이며 alcohol류가 가장 많은 33.99%이었다.

자연건조 두충잎의 7월 시료에서 21종의 hydrocarbon류, 12종의 alcohol류, 12종의 aldehyde류, 9종의 ketone류, 5종의 ester류, 8종의 acid류 및 4종의 기타성분을 합하여 총 71가지 휘발성 향기성분이 확인되었다. 또한 9월 시료에는 34종의 휘발성 향기성분, 즉 hydrocarbon류 10종, alcohol류 9종, aldehyde류 3종, ketone류 3종, ester류 4종, acid류 4종 및 기타 1종이 확인되었다. Hydrocarbon류가 가장 많아 7월 시료의 경우 전체 향기성분의 25.40%, 9월 시료는 61.69%를 차지하였다.

동결건조된 두충잎 가운데 7월 시료에는 13종의 hydrocarbon류, 9종의 alcohol류, 5종의 aldehyde류, 3종의 ketone류, 6종의 ester류 및 5종의 acid류의 총 41종의 휘발성 향기성분이 확인되었다. 또한 8월에 채취한 시료에서는 41종의 휘발성 향기성분인 hydrocarbon류 10종, alcohol류 10종, aldehyde류 4종, ketone류 4종, ester류 7종, acid류 3종 및 기타 3종이 포함되어 있었다. 또한 9월 시료에서는 hydrocarbon류 13종, alcohol류 3종, aldehyde류 2종, ketone류 3종, ester류 2종, acid류 2종 및 기타 1종의 26가지 휘발성 향기성분이 확인되었다. 7월 시료에는 ethane, ethyl formate, *trans*-2-hexenal의 순서로 그 함량이 많았으며, hydrocarbon류가 전체성분의 30.42%를 차지하였다. 8월 시료는 benzyl alcohol, ethyl formate 및 *trans*-2-hexenal의 순서로 많이 함유되어 있었으며, ester류가 35.60%를 차지하였다. 또한 9월 시료에도 ester류가 32.92%를 차지하였으며 ethyl

acetate, benzyl alcohol, ethane 및 *trans*-2-hexenal의 순서로 함량이 높았다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 덕성여자대학교 자연과학연구소 연구비 지원에 의하여 수행된 것이며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- 김태정 : 한국의 자원식물 II. 서울대학교 출판부, 107, 1998
- 정명현, 박정완 : 혈압강하제 국산 자원생약의 개발에 관한 연구(I). 생약학회지, 6(1):29, 1975
- 정명현, 박정완 : 혈압강하제 국산 자원생약의 개발에 관한 연구(III). 생약학회지, 6(1):39, 1975
- 홍남두, 노영수, 김종우, 원도희, 김남재, 조보선 : 두충 나무의 일반약리활성연구. 생약학회지, 19(2):102, 1988
- Namba, T., Hattori, M., Yie, J., Ma, Y., Nomura, Y., Katamura, K. and Lu, W. : Studies on Tu-Chung leaves (I). J. Med Pharm. Soc. for Wakan-Yaku, 3:89, 1986
- Ma, Y., Hattori, M., Kaneko, S., Nomura, Y., Wakaki, K. and Namba, T. : Studies on Tu-Chung leaves(II). J. Med Pharm. Soc. for Wakan-Yaku, 4:26, 1987
- Yen, G.C. and Hsieh, C.L. : Inhibitory effect of Du-Zhong(*Eucommia ulmoides* Oliv.) extracts toward low density lipoprotein oxidative modification, 11th World congress of food science and technology, 2001
- Belitz, H.D. and Grosch, W. : Food chemistry. Springer, Germany, p.890, 1999
- 장희진, 김옥찬 : 두충엽의 휘발성 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22(3):261, 1990
- 장희진, 나도영, 김옥찬, 박준영 : 두충겉질의 휘발성 성분. 한국농화학회지, 33(2):116, 1990
- 최성희 : 두충차와 감잎차의 향기성분. 한국식품과학회지 22(4):405, 1990
- 김영배, 강명희, 이서래 : 한국산 두충차의 품질에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8(2):70, 1976
- 김만배, 이기동, 정용진, 이명희, 이성태, 권중호 : 두충차의 관능적 품질에 대한 최적 추출조건의 예측. 한국식품영양과학회지, 27(5):914, 1998
- Arctander, S. : Perfume and flavor chemicals. Montclair, NJ, USA, 1969
- Maarse, H. and Visscher, C.A. : Volatile compounds in food Vol. II. TNO-CIVO Food Analysis Institute, Netherlands, 1989
- Ikan, R.: Natural products-A laboratory guide. Academic press, Inc., USA, 1991
- 정미숙, 이미순 : 누룩치의 휘발성 향미성분 분석. 한국조리과학회지, 14(5):541, 1998
- 송희순, 최향숙, 이미순 : 참나물의 휘발성 향기성분 분석. 한국조리과학회지, 13(5):674, 1997
- 이미순, 정미숙 : 섬썩부쟁이의 휘발성 향미성분 분석. 한국조리과학회지, 14(5):547, 1998

(2001년 6월 11일 접수)