

Major Compound Analysis and Assessment of Natural Essential Oil on Anti-Oxidative and Anti-Microbial Effects

Yu-Hyeon Shin^{1,2}, Hyun-Jung Kim^{1,2}, Jin-Young Lee³, Young-Je Cho⁴ and Bong-Jeun An^{1*}

¹Department of Cosmeceutical Science, Daegu Haany University, Gyeongbuk 712-715, Korea

²Herbnoori, Daegu 702-062, Korea

³Department of Herbal Cosmetic Science, Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea

⁴School of Food Science & Biotechnology, Food & Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Received July 20, 2012 / Revised October 10, 2012 / Accepted October 27, 2012

We studied the physical, chemical, biological, and antimicrobial effects of eight types of essential oils used in the cosmetics industry: lavender, tea tree, rosemary, juniper berry, *Chamaecyparis obtusa*, cypress, cedar wood, and pine. Lavender oil had a linalyl acetate (an ester chemical compound) content of 48% and radical scavenging activity of 22.36% at 5,000 ppm. Tea tree oil had radical scavenging activity of 43.94% at 5,000 ppm and antimicrobial activity against *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. mutans*, and *C. albicans* in each 6, 3.5, 6.5, and 5 mm, respectively. *Chamaecyparis obtusa* oil had the highest acidity (pH 2.64) compared with the other oils, and sesquiterpene compounds were found to have 19.20%. Cedar wood oil had the highest specific gravity and refractive index compared to the other oils and had a sesquiterpene content of 99.73%. The radical scavenging activity of cedar wood essential oil exceeded 39.68% at 5,000 ppm. The clear zone, indicating antimicrobial activity against *P. acnes*, *P. ovale*, and *C. albicans*, was 3.5, 6, and 6 mm, respectively, at a concentration of 1% cedar wood oil. Results showed that with a high sesquiterpene content, the antioxidant effect was generally, but not always, high, suggesting that this is determined according to composition of the compound rather than presence of each antioxidant. The results indicate that antimicrobial activity is determined by the existence of each antimicrobial ingredient rather than terpene composition.

Key words : Natural essential oil, anti-oxidative, anti-microbial, compound analysis

서 론

최근 들어 웰빙 열풍을 타고 천연비누 및 천연화장품 만들기가 많이 소개되고 있으며, 일부 화장품제조사에서는 합성향료를 배제하고 천연 에센셜 오일을 이용한 처방으로 대체하고 있는 실정이다. 천연 에센셜 오일이 처방에 등장하는 이유는 합성향료에서 찾아볼 수 없는 피부 및 인체에 유익한 물질이 존재하고 있으며, 이러한 물질들을 적극적으로 활용하여 개개인이 고민하고 있는 피부문제를 해결하려는 시도로 사료된다.

에센셜 오일(essential oil)은 1개의 단일 식물형 및 식물종이 만들어낸 향이 나는 식물 재료를 물리적인 방법으로 얻어낸 휘발성 물질을 말한다[2]. International standards organization (ISO)에서는 에센셜 오일을 물 또는 수증기 증류법으로 천연 그대로의 원료에서 또는 기계적인 압착법 또는 건식 증류법으로 얻어진 산물로 물리적인 방법으로 수용상으로부터 분리된 오일이라고 언급했다[4]. Salvatore에 따르면 에센셜 오일의 정확한 근원은 알려져 있지 않으나, 생화학 실험에

의하면 기름 분비선의 주변 세포들의 광합성 작용 부위에서 에센셜 오일이 합성되며, 이때 이들 에센셜 오일은 세포벽을 통과하여 분비선 내부로 전달된다고 말한다[6]. 에센셜 오일은 성분은 거의 모든 분자가 탄소, 수소와 산소로 이루어져 있는 탄소화합물이며, 에센셜 오일의 화학성질은 대개 추출과정과 식물에 의한 구성분자의 생합성 과정에서 결정된다고 알려져 있다[7]. 거의 100%에 가까운 에센셜 오일의 성분들이 기본적인 2개의 생합성 경로에 의해 생성되며 테르펜, 세스퀴테르펜, 디테르펜, 트리테르펜은 모두 테르페노이드나 메발로게닉 (mevalogenic) 생합성 경로에 의해 생성된다. 그리고 나머지는 페닐 프로페노이드(phenyl propanoid)로 분류할 수 있다. 페닐 프로페노이드는 아미노산 대사의 부산물이며 생합성의 출발점이 공통적으로 아미노산 페닐 알라닌(amino acid phenyl alanine)이다[1].

본 연구에서는 화장품산업 등에서 이용되고 있는 천연 에센셜 오일 중에 비교적 많이 알려져 있는 오일인 라벤더(lavender), 티트리(tea tree), 로즈마리(rosemary) 오일 3종과 침엽수종에서 추출되어진 편백(*chamaecyparis obtusa*), 주니퍼베리(juniper berry), 싸이프러스(cypresses), 시더우드(cedar wood), 파인(pine) 오일 5종을 가지고 물리적 측정과 더불어

*Corresponding author

Tel : +82-53-819-1429, Fax : +82-53-819-1429

E-mail : anbj@dhu.ac.kr

GC-MS 이용한 화학적 분석으로 주요 구성 물질을 확인해 보고 항산화 및 항균 활성을 검증하여 좀 더 체계적인 품질평가를 해보고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 에센셜 오일은 총 8가지로 라벤더 (lavender), 티트리(tea tree), 로즈마리(rosemary), 주니퍼베리 (juniper berry), 편백(*Chamaecyparis obtusa*), 싸이프러스 (cypresses), 시더우드(cedar wood), 파인(pine) 오일이고 모두 수증기증류법으로 추출된 오일이며, 화장품관련 산업에 공급하고 있는 허브누리 회사에서 제공받아 실험에 사용하였다. 에센셜 오일의 원산지과 학명은 Table 1에 나타내었다.

항산화 및 생육저해환 측정 시약

항산화능 실험에 사용된 시약인 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma, USA)와 ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt]와 potassium persulfate 그리고 대조군으로 사용된 L-ascorbic acid는 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. 에센셜 오일의 농도 희석에는 ethanol 99%를 사용하였다. 생육저해환 측정을 위한 고체 배지로는 tryptic soy agar (TSA), nutrient agar (NA), Difco Lab. (Sparks, USA)에서 구입하였으며, brain heart infusion (BHI), YM broth (YMB), sabouraud dextrose broth (SDB)에 agar powder를

Table 1. List of essential oil used in assay

Essential oil	Scientific name	Origin
Lavender	<i>Lavandula angustifolia</i>	Bulgaria
Tea tree	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Australia
Rosemary	<i>Rosemarinus officinalis</i>	Australia
Juniper Berry	<i>Juniperus communis</i>	India
<i>C. obtusa</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	Korea
Cypress	<i>Cupressus sempervirens</i>	Australia
Cedar wood	<i>Cedrus deodora</i>	Germany
Pine	<i>Pinus sylvestris</i>	Australia

Table 2. Condition of GC-MS analysis

Instrument	Gas chromatography: Agilent Co Ltd. 6890N Mass spectrometer: JEOL JMS 700
Column	DB-5 [30 m (length) x 0.25 mm (I.D) x 0.25 μm (film thickness)]
Oven temp.	40°C (2 min) → 10°C/min → 230°C (10 min)
Carrier gas	He (1 ml/min)
Electron Voltage	70 eV
Ion source temp.	230°C
Injection	1 μl (Split ratio 50:1)

2% 첨가 각각 BHIA, YMA, SDA를 만들고 고체 배지용으로 사용하였다. Gifu anaerobic medium (GAM, Nissui Co. Japan)도 agar powder 2%를 첨가하여 GAMA를 만들어 사용하였다. 에센셜 오일의 농도희석을 위해 사용된 액체배지는 letheen broth (LB)를 Difco Lab. (Sparks, USA)으로부터 구입하여 사용하였다.

물리적(pH, 비중, 굴절률) 실험 측정

각 에센셜 오일을 pH meter (Metrohm 691, Metrohm UK Ltd. Herisau, Switzerland)와 digital density meter (DMA 38, Antor paar, Germany)를 이용하여 기포가 생기지 않도록 충분히 밀어 넣어 pH와 비중을 측정하였으며, 굴절률은 refractometer (Atago, Japan)를 이용하여 굴절계 렌즈에 각 에센셜 오일을 1~2방울을 떨어뜨려 측정하였다.

성분 분석

화학적 분석을 위해 사용된 기기는 gas chromatography (Agilent Co Ltd., 6890N, USA)와 mass spectrometer (JEOL JMS 700, Japan)를 이용하여 각 에센셜 오일의 성분을 분석하였다. 분석 조건은 Table 2에 나타내었다.

전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability: EDA)은 Blois의 방법 [3]을 변형하여 측정하였다. 각 시료용액 2 ml에 0.2 mM의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 1 ml 넣고 교반한 후 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었다. 샘플의 백탁 현상을 방지하게 위해 99% 에탄올을 이용하여 5,000, 1,000, 100, 10 ppm 순으로 농도 희석하여 사용하였다.

2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical cation decolorization 측정

ABTS radical cation decolorization의 측정은 Pellegrin 등 [11]의 방법에 의해 측정하였다. 즉, 7 mM ABTS와 140 mM K₂S₂O₈을 5 ml : 88 μl로 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치

시킨 후, 이를 absolute ethanol과 1:88 비율로 섞어 734 nm 에서 대조구의 흡광도 값이 0.7±0.002가 되도록 조절한 ABTS solution을 사용하였다. 시료 용액과 positive control 로서 butylated hydroxy toluene (BHT) 각각 50 µl와 ABTS solution 1 ml를 30초 동안 섞은 후 2.5분간 incubation하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical cation de-colorization은 시료용액의 첨가군과 무첨가군의 흡광도 감소율로 나타내었다. 샘플의 백탁 현상을 방지하게 위해 99% 에탄올을 이용하여 5,000, 1,000, 100, 10 ppm 순으로 농도 희석하여 사용하였다.

균 배양

전 배양 및 본 배양을 위한 액체배지로는 *Staphylococcus aureus*균은 tryptic soy broth (TSB)을 사용하였고, *Staphylococcus epidermidis*균과 *Escherichia coli*균은 nutrient broth (NB)를 사용하였으며, *Propionibacterium acnes*균은 gifu anaerobic medium (GAM)을, *Streptococcus mutans*균은 brain heart infusion (BHI)를, *Pityrosporum ovale*균은 sabouraud dextrose broth (SDB)를, *Candida albicans* 균은 YM broth (YMB)를 각각 계대 배양하여 사용하였다. 상기 액체배지에 agar를 첨가하여 본 실험에 사용하였으며, 각 균주를 BOD incubator와 CO₂ incubator에서 37°C로 배양하였다.

생육 저해환(Clear zone) 측정

항균력 측정은 paper disc법[5]을 이용하여 측정하였다. 즉, 평판 배지에 배양된 각 균주를 1 백금이 취해서 액체 배지 10 ml에서 18~24시간 배양하여 활성화시킨 후 다시 액체 배지 10 ml에 균액을 0.1 ml 접종하여 3~6시간 본 배양한 후 평판배지 1개당 균수가 약 1×10⁷ cells이 되게 접종하여 멸균 면봉으로 균일하게 도말 하였다. 멸균된 filter paper disc (8 mm, Tokyo, Japan)를 고체 평판배지에 올려놓은 다음 0.05 ml/disc가 되도록 시료를 농도 별로 흡수시켜 37°C에서 18~24시간 배양하여 disc 주위의 clear zone (mm)의 직경을 측정

하였다.

결과 및 고찰

물리적(pH, 비중, 굴절률) 측정 결과

물리적 측정은 공식적인 기준에 오일을 비교할 수 있게 만들어 주며, 구체적인 기준에 적합한지 유무를 측정할 수 있으므로, 3가지 공식적인 방법을 많이 사용하고 있다[6]. 에센셜 오일의 물리적 기준을 측정한 결과 Table 3과 같이 나타났다. pH 측정 결과 모든 에센셜 오일의 pH가 4.5 이하의 산성을 나타내었다. 그 중 편백(*Chamaecyparis obtusa*)이 2.64로 실험 시료 중 가장 높은 산성도를 나타내었다. 비중 측정 결과 시더우드(cedar wood) 오일이 0.9348로 실험 시료 중 가장 높은 비중을 나타내었으며, 굴절률의 경우 시더우드 오일(cedar wood)이 1.5112로 가장 높은 굴절률을 나타내었다. 에센셜 오일의 굴절률 측정은 명시된 범위 안에 나타나지 않았을 경우 오일이 혼합되었을 가능성과 질 낮은 오일일 수도 있다는 보고가 있는데, 8가지 오일은 대부분 정제가 잘 된 오일임을 확인할 수 있었다[6].

성분 분석 결과

라벤더(lavender) 오일의 peak date와 전체 성분 중 1% 이상 함량의 성분과 비율을 Table 4에 나타내었다. 라벤더(lavender) 오일의 성분 분석 결과 에스테르 성분인 linalyl acetate (48.00%)와 모노테르펜 알코올 성분인 linalool (18.60%)이 가장 많은 구성 비율을 차지하고 있었으며, car-yophyllene (3.10%), farnesene (2.01%)과 같은 세스퀴테르페노이드 성분도 함유하고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 1.8-cineole (1.59%)과 같은 옥사이드 성분도 미량 함유하고 있음을 분석을 통해 확인할 수 있었다.

티트리(tea tree) 오일에서는 모노테르펜 알코올 성분인 4-terpineol (35.22%)이 가장 많은 구성 비율을 차지하였으며, γ-terpinene (19.63%)과 α-terpinene (10.73%)도 함유량이 높

Table 3. Result of physical assay of essential oils

Sample	Method	pH	Density	Specific gravity	Refraction index
Lavender		4.43	0.8878	0.8895	1.4135
Tea tree		3.3	0.8990	0.9007	1.4762
Rosemary		4.32	0.8983	0.8999	1.4661
Juniper		3.7	0.8630	0.8648	1.4060
<i>C. obtusa</i>		2.64	0.8864	0.8880	1.4794
Cypress		4.17	0.8660	0.8675	1.4705
Cedar wood		4.41	0.9331	0.9348	1.5112
Pine		3.63	0.8695	0.8711	1.4663

*Temperature: density & specific gravity : 20.0°C

Refraction index: 25.3°C

Table 4. Major compounds of lavender oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
linalyl acetate	48.00	11.97
linalool	18.60	9.61
β -ocimene	6.87	8.59
β -myrcene	4.46	12.46
δ -3-carene	4.17	8.76
4-terpineol	3.80	10.89
trans-caryophyllene	3.10	14.41
trans- β -farnesene	2.01	14.72
1,8-cineole	1.59	8.51
β -terpinene	1.00	8.48

Table 5. Major compounds of teatree oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
4-terpineol	35.22	10.9
γ -terpinene	19.63	9.01
α -terpinene	10.73	8.26
α -terpinolene	4.95	9.48
p-cymene	4.77	8.39
δ -3-carene	3.92	6.81
1,8-cineole	3.70	8.51
dl-limonene	2.29	8.48
ledene	2.09	15.37
1- α -terpineol	2.07	11.09
δ -cadinene	1.93	15.65
aromadendrene	1.77	14.67
1-phellandrene	1.26	1.68

았다. 또한 옥사이드 성분인 1,8-cineole (3.70%)도 일부 함유하고 있는 것을 확인할 수 있었으며, ledene (2.09%), δ -cadinene (1.93), aromadendrene (1.77)과 같은 세스퀴테르페노이드 성분도 함유되어 있음을 확인할 수 있었다(Table 5).

로즈마리(rosemary) 오일에는 옥사이드 성분의 1,8-cineole (24.59%)과 모노테르펜 성분인 δ -3-carene (23.11%), camphene (14.49%)이 많이 함유되어 있었다. 또한 camphor (12.59%)와 같은 케톤 성분도 많은 함유량을 보였으며, caryophyllene (1.34%)와 같은 세스퀴테르펜도 소량 확인할 수 있었다(Table 6).

주니퍼베리(juniper berry) 오일의 경우 모노테르펜 성분인 α -pinene (49.50%)이 절반 가량 함유하고 있었으며, 주요 성분은 대부분 β -pinene (10.61%), dl-limonene (6.77%), β -myrcene (6.14%), sabinene (5.69%)과 같은 모노테르펜 성분이었고, 세스퀴테르펜 성분인 caryophyllene (2.75%)도 있음을 확인할 수 있었다(Table 7).

편백(*Chamaecyparis obtusa*) 오일의 분석 결과 모노테르펜 성분인 dl-limonene (20.45%), γ -terpinene (14.36%), α -terpinene (7.62%), p-cymene (6.41%) 등 모노테르펜 성분이 약

Table 6. Major compounds of rosemary oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
1,8-cineole	24.59	8.53
δ -3-carene	23.11	6.81
camphene	14.49	7.08
camphor	12.59	10.4
dl-limonene	6.35	8.48
β -pinene	5.90	7.58
β -myrcene	2.86	7.80
M-cymene	1.59	8.39
trans-caryophyllene	1.34	14.41
1-borneol	1.23	10.73

Table 7. Major compounds of juniper berry oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
α -pinene	49.50	6.85
β -pinene	10.61	7.60
dl-limonene	6.77	8.48
β -myrcene	6.14	7.80
p-cymene	5.82	8.39
sabinene	5.69	7.53
γ -terpinene	3.37	8.98
trans-caryophyllene	2.75	14.41
camphene	2.57	7.08
α -terpinene	1.17	9.48

68.63% 정도의 함량 비율을 차지하고 있었으며, 세스퀴테르펜 성분으로 elemol (5.23%), epizonarene (2.57%), widdrene (2.46%), α -eudesmol (1.44%), δ -cadinene (1.25%), α -cedrane (1.22%), γ -eudesmol (1.14%) 등도 약 15.31% 정도 검색되었다. 그리고 에스테르 성분이라고 여겨지는 C₁₂의 endobornyl acetate (6.4%)과 α -terpinenyl acetate (2.97%)도 함께 검색되었다(Table 8).

싸이프러스(cypresses) 오일 분석 결과 α -pinene 성분이 38.12%를 가장 많은 함유량을 보였으며, δ -3-carene (12.39%), dl-limonene (10.37%) 등 대부분의 성분이 모노테르펜으로 구성되어 있음을 확인할 수 있었다. 세스퀴테르펜 성분으로 δ -cadinene (4.64%), epibicyclosesqui-phellandrene (1.99%) 등이 확인되었으며, 모노테르펜 중 케톤 성분인 piperitone이 5.89%로 검색되었다. 에스테르 성분으로 endobornyl acetate (2.57%)도 소량 확인되었다(Table 9).

시더우드(cedar wood) 오일의 성분 분석 결과 β -himachalene과 α -himachalene이 각각 39.73%와 19.34%로 가장 많은 함유량을 보였으며, β -selinene, α -atlantone 등 주요 성분 모두 세스퀴테르펜으로 구성되어 있음을 확인할 수 있었다. 또한 미백 기능성 성분으로 식약청에서 인정된 성분인 α -bisabolol도

Table 8. Major compounds of *C. obtusa* oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
dl-limonene	20.45	8.48
γ-terpinene	14.36	8.98
α-terpinene	7.62	8.28
p-cymene	6.41	8.39
endobornyl acetate	6.40	12.49
α-Terpinolene	6.32	9.48
β-myrcene	5.88	7.81
elemol	5.23	15.99
δ-3-carene	5.20	6.81
α-terpinenyl acetate	2.97	13.36
epizonarene	2.57	15.37
widdrene	2.46	14.59
4-terpineol	1.88	10.91
α-eudesmol	1.44	17.29
δ-cadinene	1.25	15.67
1-phellandrene	1.25	8.06
α-cedrane	1.22	14.34
α-thujene	1.14	6.70
γ-eudesmol	1.14	17.02

Table 9. Major compounds of cypress oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
α-pinene	38.12	6.85
δ-3-carene	12.39	8.18
dl-limonene	10.37	8.48
β-pinene	7.69	7.81
piperitone	5.89	12.02
δ-cadinene	4.64	15.67
camphene	3.81	7.10
β-pinene	2.96	7.60
endobornyl acetate	2.57	12.49
epi-bicyclosesquiphellandrene	1.99	15.34

1.75% 검색되었으며, vulgarone B 성분도 1.76% 검색되었다 (Table 10).

파인(pine) 오일의 성분에는 β-ocimeneyne 성분이 58.97%로 파반수 이상을 차지하고 있음이 확인되었으며 β-ocimeneyne (11.74%), camphene (7.20%) 등 거의 대부분의 성분이 모노테르펜 성분으로 확인되었다. 에스테르 성분인 endobornyl acetate는 5.63% 정도 함유하고 있는 것으로 분석에서 확인되었다(Table 11).

각 오일 별 성분조성 비율 비교

GC-MS를 통하여 분석된 각 오일 성분 중 C₈과 C₁₀인 모노테르펜류 등의 비교적 작은 분자와 C₁₀ 이상의 에스테르 성분

Table 10. Major compounds of cedarwood oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
β-himachalene	39.73	15.45
α-himachalene	19.34	14.82
β-selinene	14.30	15.17
α-atlantone	8.86	18.52
α-tumerone	2.55	17.74
trans-α-bisabolene	2.05	15.84
ar-tumerone	1.87	17.60
vulgaroneB	1.76	17.84
α-bisabolol	1.75	17.24
guaial	1.04	17.39

Table 11. Major compounds of pine oil identified by GC-MS

Compound	Peak area (%)	Retention time (min)
β-ocimeneyne	58.97	6.90
piperitone	11.74	12.06
camphene	7.20	7.11
2-β-pinene	5.64	7.60
endobornyl acetate	5.63	12.51
dl-limonene	3.16	8.49
δ-3-Carene	2.15	8.18

Table 12. The ratio of compounds with essential oils by carbon number (unit: %)

Essential oil	A	B	C
Lavender	46.52	48.00	5.47
Tea tree	90.81	-	9.10
Rosemary	97.55	1.04	2.45
Juniper berry	93.36	-	6.64
<i>C. obtusa</i>	71.44	9.37	19.20
Cypress	85.62	2.57	11.82
Cedar wood	-	0.25	99.73
Pine	94.13	5.63	0.24

*Carbon number - A: C₈~C₁₀, B: C₁₂~C₁₄, C: C₁₅~C₂₀

그리고 C₁₅의 세스퀴테르펜류와 그 이상의 디테르펜성분 등 3가지 탄소 분자 크기 별로 성분비율이 얼마나 되는지를 비교·분석하여 Table 12에 나타냈다. 그 결과 모노테르펜류 등과 같은 비교적 작은 분자가 가장 많은 구성을 하고 있는 오일은 로즈마리(rosemary)로 97.55%을 차지하고 있었으며, 에스테르 등 모노테르펜류 보다는 크고 세스퀴테르펜류 보다는 작은 탄소분자를 가진 성분이 가장 많은 오일은 라벤더(lavender)로 48%의 함량을 구성하고 있었다. 세스퀴테르펜류의 구성이 가장 많은 오일로는 시더우드(cedar wood)로 전체 성분중의 99.73%가 세스퀴테르펜류 이상의 성분이었다.

DPPH 전자공여능 측정 결과

8가지 에센셜 오일을 백탁 현상의 방지를 위해 99% 에탄올에 용해시켜 전자공여능을 측정한 결과 Fig. 1과 같이 나타내었다. 실험 결과 대조군으로 사용된 L-ascorbic acid는 10 ppm에서 60% 이상의 활성을 보인 반면, 대부분의 에센셜 오일은 1,000 ppm에 이르기까지 활성이 거의 없었다. 5,000 ppm에서 라벤더(lavender) 오일의 경우 6.2%, 티트리(tea tree)와 편백(*Chamaecyparis obtusa*)의 경우 각각 4.6%, 4.1%의 활성을 나타내어 미미한 결과를 보였다.

ABTS 전자공여능 측정 결과

8가지 에센셜 오일의 ABTS 전자공여능을 측정한 결과 Fig. 2와 같이 나타냈다. 대조군으로 사용된 L-ascorbic acid 10 ppm에서 73.6%의 소거능을 나타내었으나, 에센셜 오일의 경우 티트리(tea tree) 오일이 100 ppm에서 3.71%의 활성을 나타내었으며, 5,000 ppm에서 편백(*Chamaecyparis obtusa*)이 43.94%로 에센셜 오일 중 가장 높은 소거능을 보였고, 티트리(tea tree) 오일이 39.68%, 시더우드(cedar wood) 오일이 31.48%의 활성을 나타내었다.

이상의 항산화 활성 결과는 Lee 등[8]이 보고한 제라늄(geranium) 및 팔마로사(palmarosa) 에센셜 오일의 항산화 연구에서 제라늄 10% 농도에서 대조군인 L-ascorbic acid보다 높은 DPPH radical 소거능을 보였다는 결과와 비교하여 비슷한 경향을 나타내었다. 또한 Woo[13]는 국내외 유통 중인 4가지 에센셜 오일로 항산화 효과를 측정한 결과 다음과 같은

결과를 얻었다. 라벤더(lavender)의 경우 linalool과 linalyl acetate 함량이 대체로 많은 정유가 53~94%의 높은 항산화 활력을 보였으며, 로즈마리(rosemary)는 국내 오프라인에서 수집된 정유와 스위스 원산으로 하는 정유가 높은 항산화 활력을 나타내었다. 유칼립투스(eucalyptus)는 유럽의 오프라인에서 수집된 정유와 호주 원산 정유가 높은 항산화 활력을 보였으며, 페퍼민트(peppermint)는 국내 오프라인에서 수집된 정유와 영국 원산의 정유가 높은 항산화 활성이 있었다고 보고하였다. 이러한 결과로 미루어 보아 에센셜 오일은 0.5% 이상의 많은 양을 첨가할수록 항산화 효과가 우수하다는 것을 확인할 수 있었으며, 인체에 무해한 에센셜 오일의 장점을 살려 많은 양을 첨가한다면 향과 효능면에서 우수한 화장품 소재가 될 것으로 판단된다. 또한 성분조성과 항산화능과의 연관성을 볼 때, ABTS 항산화 실험에서 편백(*Chamaecyparis obtusa*), 티트리(tea tree), 시더우드(cedar wood)가 각각 43.94%, 39.68%, 31.48%의 라디칼소거능을 나타내었다. Park 등[10]의 보고에 의하면 모노테르펜 성분보다는 세스퀴테르펜 성분에서 더 높은 항산화 활성이 나타난다는 것에 비추어 편백(*Chamaecyparis obtusa*) 등의 성분조성을 확인해 보니, 편백(*Chamaecyparis obtusa*)은 elemol 5.23%으로 전체적으로 세스퀴테르펜의 함유량이 19.20%이고, 티트리(tea tree)는 ledene 2.09% 등 총 9.10%, 시더우드(cedar wood) 총 99.73%로 세스퀴테르펜의 함량이 높은 오일이 대체로 항산화 활성이 뛰어난 결과를 확인할 수 있다. 그러나 라벤더(lavendar)의 경우 세스퀴테르펜 성분이 5.47%에 비해 싸이프러스(cypresses)는

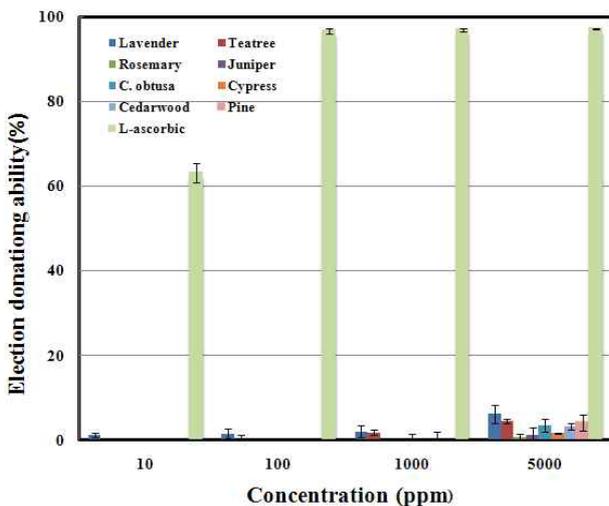


Fig. 1. DPPH electron donating ability of essential oils. Lavender: *Lavandula angustifolia*, Tea tree: *Melaeuca alternifolia*, Rosemary: *Rosmarinus officinalis*, Juniper berry: *Juniperus communis*, *C. obtusa*, *Chamaecyparis obtuse*, Cypress: *Cupressus sempervirens*, Cedar wood: *Cedrus deodora*, Pine: *Pinus sylvestris*, L-ascorbic acid. Values are means of 3 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

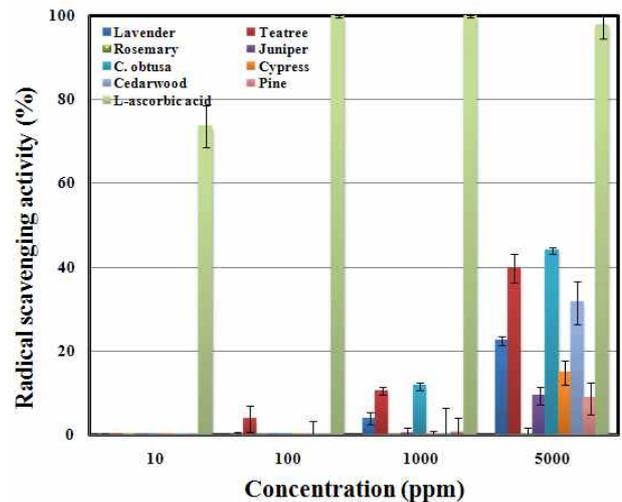


Fig. 2. ABTS radical cation scavenging activity of essential oils. Lavender: *Lavandula angustifolia*, Tea tree: *Melaeuca alternifolia*, Rosemary: *Rosmarinus officinalis*, Juniper berry: *Juniperus communis*, *C. obtusa*, *Chamaecyparis obtuse*, Cypress: *Cupressus sempervirens*, Cedar wood: *Cedrus deodora*, Pine: *Pinus sylvestris*, L-ascorbic acid. Values are means of 3 replicates and those with different alphabet letters are significantly different at $p < 0.05$.

Table 13. The comparison of antimicrobial activity with essential oils in strains (unit: mm)

Strains	Concentration (%)			Lavender			Tea tree			Rosemary			Juniper			<i>C. obtusa</i>			Cypress			Cedar wood			Pine		
	0.1	1	10	0.1	1	10	0.1	1	10	0.1	1	10	0.1	1	10	0.1	1	10	0.1	1	10	0.1	1	10			
<i>S. aureus</i>	- ^a	1.5	7	-	-	6	-	-	3	-	-	-	-	1.5	5	-	-	1	-	2	2.5	-	-	-			
<i>S. epidermidis</i>	-	-	5	-	-	3.5	-	-	2	-	-	-	-	2.5	-	-	-	-	2	2	-	-	-				
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>P. acnes</i>	-	-	4	-	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3.5	5	-	-	-				
<i>S. mutans</i>	-	-	2	-	1.5	6.5	-	-	1.5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
<i>P. ovale</i>	-	-	7	-	-	2.5	-	-	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	6	10	-	-	2				
<i>C. albicans</i>	-	-	9.5	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	6	5 ^b	-	-	-				

^a: no inhibition ^b: inhibition zone : radius (From end of disk paper to end of clear zone)

11.82%로 반드시 일치하지는 않는 것으로 보아 세스퀴테르펜 이라 하더라도 각각의 성분 중 항산화 활력을 갖는 성분의 유무에 따라 결과가 달라질 것이라 사료된다.

항균력 평가 결과

각 에센셜 오일의 항균력 평가 결과를 Table 13에 나타내었다. 라벤더(lavender)의 경우 *E. coli*를 제외한 실험 균주 모두에서 항균효과가 나타났으며, 특히 1% 농도에서 *S. aureus*에 1.5 mm의 항균력이 있었고, 10% 농도에서 *S. aureus*와 *S. epidermidis*, *P. acnes*, *P. ovale*, *C. albicans* 균에서 4 mm 이상의 clear zone이 측정되어 매우 우수한 항균활성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 티트리(tea tree)의 경우 모든 실험 균주에서 항균효과가 발휘되었으며, 다른 시료에서 확인되지 않았던 *E. coli* 균주에서도 10% 농도에서 항균활성을 나타내었다. 로즈마리(rosemary)의 경우 1% 농도에서는 항균효과를 보이지 않았으며, *S. aureus*균에서 3 mm의 항균효과가 확인되었으나, 대체로 타 에센셜 오일에 비해 항균력이 미약하였다. 편백(*Chamaecyparis obtusa*)의 경우 *S. aureus* 균 1%에서 1.5 mm, 10%에서 5 mm의 항균력을 보여 상기 균에 가장 항균력이 우수하였다. 시더우드(cedar wood)의 경우 1% 농도에서도 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *P. acnes*, *P. ovale*, *C. albicans*에서도 항균력을 보였으며, 특히 *P. ovale*, *C. albicans* 균에서 6 mm의 매우 우수한 항균력을 보였다. 반면 주니퍼베리(juniper berry)는 모든 균주에 10% 이하의 농도에서 항균력이 측정되지 않았고, 싸이프러스(cypresses)는 *S. aureus*균에 10% 농도에서 1 mm의 미미한 항균력을 제외하면 모든 균주에서 항균력이 측정되지 않았다. 파인(pine)은 *P. ovale* 균에서 10% 농도에서 2 mm의 미약한 항균력을 제외한 모든 균주에서 항균력을 보이지 않았다.

이 같은 결과는 성분조성과 항균력의 관계를 비교하여 볼 때, 항균력이 우수하다고 판단되는 라벤더(lavender), 티트리(tea tree), 편백(*Chamaecyparis obtusa*), 시더우드(cedar wood) 에센셜 오일이 성분 조성에서 라벤더(lavender)의 경우 특히 linalyl acetate가 48.0%가 있으며, 10%의 농도에서도 *S. aureus*와 진균인 *P. ovale*, *C. albicans*에 효과가 뛰어남을 확인하였는

데, 이는 Moon [9]이 연구한 바 있는 에스테르가 항진균성을 갖는 내용과 일치하는 결과이다. 티트리(tea tree)의 경우 10% 농도에서 모든 균주에 대해 항균력이 있었으며 티트리(tea tree)의 성분조성은 모노테르펜 성분인 4-terpineol 35.22%와 γ -terpinene 19.63%, α -terpinene 10.73%로 세가지 성분이 65.64%를 차지하는 등 총 모노테르펜 성분이 90.81%로 높았다. 이는 주니퍼베리(juniper berry)의 모노테르펜 성분이 총 93.36%로 서로 엇비슷하지만, 주니퍼베리(juniper berry)의 성분은 pinene과 limonene 성분이 전체 구성 성분 중 66.88%를 차지하고 있는 것에 견주어 보면 모노테르펜 성분이라 하더라도 성분간의 차이에 의해 항균력의 유무가 결정됨을 의미하는 것으로 판단된다. 시더우드(cedar wood)는 특히 *P. acnes*와 진균인 *P. ovale*과 *C. albicans*에서 강한 항균력을 나타내었는데 himachalene이라는 sesquiterpene 성분이 전체의 59.07%로 이 성분과의 상관관계가 있다고 여겨지며 또한 강력한 살균효과 있다고 알려진 vulgarone B도 1.76%를 구성하고 있어[12], 이 물질과의 상관관계가 높다고 판단된다.

References

1. An, M. S., Won, J. Y. and Choi, T. H. 2010. Medical aromatherapy: healing with essential oils. pp. 12-15, The Certification Academy for Holistic Aromatherapy.
2. Arctander, S. 1994. Perfume and flavour materials of natural origin, pp. 10-16, Allured Publishing, USA.
3. Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**, 1958.
4. Brud, W. 1993. Blending and compounding: Where is the true essential oil? AROMA '93 Conference Proceeding, pp. 3-6, Aromatherapy Publications, UK.
5. Conner, D. E. and Beuchat, L. R. 1984. Sensitivity of heat-stressed yeasts to essential oils of plants. *Appl. Environ. Microbiol.* **47**, 229-233.
6. Kwon, S. Y., Kim, S. E., Kim, E. J., Kim, J. H. and Yoo, K. M. 2008. The complete guide to aromatherapy of Salvatore battaglia, pp. 23-31, Hyunmoonsa publishers, Seoul, Korea.
7. Lavabre, M. 1990. Aromatherapy workbook. Healing Art

- Press, USA.
8. Lee, E. J., Lee, S. H. and Lim, M. H. 2012. Antimicrobial and antioxidative activities of essential oil-focused on Palmarosa (*Cymbopogon martini*) and Geranium (*Pelargonium graveolens*). *J. Kor. Soc. Cosm*18, 136-143.
 9. Moon, S. J. 2005. Influence of the improvement on acne skin with the essential oils: Clinical demonstration with lavender, teatree, chamomile roman oil on treatment of skin. M. S. Thesis, Chung-Ang University, Seoul, Korea.
 10. Park, M. J., Choi, W. S., Min, B. C., Kim, H. Y., Kang, H. Y. and Choi, I. G. 2008. Antioxidant activities of essential oils from *Chamaecyparis obtuse Mokchaekonghak* **36**, 159-167.
 11. Pellegrin, N., Re, R., Yang, M., and Rice-Evans, C. 1998. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol.* **299**, 379-389.
 12. United States Department of Agriculture Research Service. <http://www.ars.usda.gov/>.
 13. Woo, J. H. 2010. Antioxidant and antimicrobial activities from functional components of major commercial herb essential oil products in Korea and foreign countries. *Korean Soc. Hort. Sci.* **28**, 38-39.

초록 : 천연 에센셜 오일의 주요 구성물질 분석과 항산화 및 항균 효과에 관한 연구

신유현^{1,2} · 김현정^{1,2} · 이진영³ · 조영제⁴ · 안봉전^{1*}

(¹대구한의대학교 화장품약리학과, ²허브누리, ³호서대학교 한방화장품과학과, ⁴경북대학교 식품공학부 & 식품생물산업 연구소)

본 연구에서는 화장품산업에 이용 중인 천연 에센셜 오일 8종(라벤더, 티트리, 로즈마리, 주니퍼베리, 편백, 싸이프러스, 시더우드, 파인)을 가지고 물리 화학적 분석과 생리활성 및 항균효과를 실험하였다. 라벤더오일의 경우 에스테르 성분인 linalyl acetate가 48% 함유되어 있었으며, 5,000 ppm의 농도에서 22.36%의 항산화능을 보였다. 티트리 오일의 경우 0.5% 농도에서 43.94% 항산화능을 보였으며 항균효과 또한 뛰어났다. *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. mutans*, *C. albicans* 균에 각각 6, 3.5, 6.5, 5 mm의 저해환이 측정되어 매우 우수한 품질의 에센셜 오일임이 확인되었다. 편백 오일의 경우 pH가 2.64로 가장 산성도가 높았으며, 세스퀴테르펜 성분이 19.20%로 확인되었다. 시더우드 오일의 경우 샘플 중 비중과 굴절률이 가장 높았으며 전체성분의 99.73%가 세스퀴테르펜으로 구성되어 있었다. 또한 5,000 ppm 농도에서 39.68% 항산화능을 보였다. 특히 1% 농도에서 *P. acnes*, *P. ovale*, *C. albicans* 균에 각각 3.5, 6, 6 mm의 저해환이 측정되어 매우 탁월한 항균효과를 보였다. 반면 세스퀴테르펜 함량이 증가할수록 비교적 항산화능도 높게 나오는 경우도 있지만 그렇지 않은 경우도 있어서 성분조성보다는 각각의 항산화 성분 유무에 따라 항산화능이 결정된다고 판단되며, 마찬가지로 항균력 또한 테르펜의 성분조성보다는 각각의 항균성분의 유무에 따라 항균력이 결정된다고 사료된다.