

잣나무 정유의 소취효과 및 구강균에 대한 항균활성 평가

황현정, 유정식, 이하연, 권동주, 한 응, 허성일, 김선영*

(재)홍천메디칼허브연구소

Evaluations on Deodorization Effect and Anti-oral Microbial Activity of Essential Oil from *Pinus koraiensis*

Hyun Jung Hwang, Jung-Sik Yu, Ha Yeon Lee, Dong-Joo Kwon, Woong Han, Seong-Il Heo and Sun Young Kim*

Hongcheon Institute of Medicinal Herb, Hongcheon-gun 250-930, Korea

Abstract - Essential oils of various plants have been known for potential biological effects such as antibacterial, antifungal, spasmolytic, antiplasmodial activities and insect-repellent property. Recently, the essential oils have attracted considerable interest in oral disease therapy. This essential oil has been known as being effective on easing sick house syndrome, giving forest aroma therapy effect and acting as repellent against pest. The essential oil of *Pinus koraiensis*, a native plant from Hongcheon-gun, Gangwon-do, was obtained by hydrodistillation. In light of its medicinal importance, in this study its composition, antibacterial activity and the reducing effect of offensive odor have been analyzed. The composition of essential oil was determined by GC and GC-MS. We have identified 14 compounds, of which 1*R*- α -pinene (19.38 %), 3-carene (10.21 %), camphene (9.82 %), limonene (9.00 %), bicyclo[2,2,1] heptan-2-ol (8.76 %) and β -phellandrene (7.98 %) were the main components. Essential oils from *P. koraiensis*, *Chamaecyparis obtusa*, *Abies holophylla* and *Pinus densiflora* were compared in terms of alleviating effect of malodors caused from formaldehyde, ammonia, trimethylamine and methylmercaptan. *P. koraiensis* essential oil was found to decrease the amounts of ammonia and trimethylamine by 75.17 % and 77.36 %, respectively. Antibacterial activity against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*, which were known as oral cavity inducer, was investigated using the paper disc agar diffusion method. The inhibition zone was observed against *S. mutans* (5.97 mm) and *S. sobrinus* (1.40 mm), respectively. *P. koraiensis* essential oil shown effective deodorization and inhibitory activity against oral cavity in this study might be potential material in oral sanitary industry.

Key words - *Pinus koraiensis*, Essential oil, Antibacteria, Deodorization effect

서 언

소화기관의 첫 번째 관문인 구강은 인체의 여러 기능들 중에서 생명유지에 필요한 영양분의 섭취라는 일차적이고도 직접적인 기능을 담당하고 있으며, 음식물의 저작뿐만 아니라 언어기능은 물론 심리적 기능에까지 영향을 끼치므로 대단히 중요한 신체기관이라고 볼 수 있다(Jengal and Cho, 2012). 음식물을 통해 섭취되는 단백질을 구강 내 박테리아가 분해하면서 불쾌한 냄새, 즉 구취의 원인인 휘발성 황화합물(volatile sulfur compound)을 발생한다. 구취는 구강 내적 요인, 생리적 요인,

심리적 요인, 병리학적 요인 등이 복합적으로 작용하여 나타나는 질환이며, 이는 현대 사회생활을 영위하는데 있어서 큰 장애 요인으로 나타나고 있다(Quirynen *et al.*, 2002). 구취의 주요 성분은 대부분 황화수소(hydrogen sulfide), 메틸메르캡탄(methylmercaptan), 디메틸설파이드(dimethyl sulfide)와 같은 휘발성 화합물이며, 그 외에도 부틸산(butylic acid), 카다베린(cadaverine) 등과 같은 아민(amine) 류, 인돌(indole), 피리딘(pyridine) 등과 같은 페닐 화합물(polyphenolic compound) 들을 포함하고 있다(Goldberg *et al.*, 1994).

또한 구강 내 충치는 *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* 등 구강내 미생물에 의해 야기되며, 특히 *Streptococcus*

*교신저자(E-mail) : wiscsyk@naver.com

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Sp.*가 원인으로 상아질이 파괴되면서 치아 조직이 결손되는 질환이라고 알려져 있다(Kora and Inoue., 1979). 충치예방 및 구취제거용 양치액의 항균물질로는 주로 클로르헥시딘(chlorhexidine), 트리클로산(triclosan), 세틸피리디늄클로라이드(CPC; cetylpyridinium chloride) 등의 합성물질들이 사용되고 있으며, 이들의 물질은 장기간 사용시 정상 균총에 영향을 미치고 내성균이 출현하는 등 안전성 측면에서 많은 문제를 가지고 있다(Morita *et al.*, 2001). 따라서 체내에 부작용을 유발하지 않고 구강 병원균에 대해 선택적 항균력이 우수한 기능성 소재의 연구가 활발히 진행되고 있으며(Choi *et al.*, 2005; Choi *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2005), 특히 오미자 추출물의 구강병원균에 대한 항균효과 및 구취억제 효과(Heo *et al.*, 2013), 편백나무 정유의 소취효과 및 항균력 평가(Kim *et al.*, 2009) 등의 연구를 통해 천연물을 이용한 소재 개발 가능성이 지속적으로 제시되고 있다.

식물의 정유(essential oil)는 꽃, 잎, 줄기, 뿌리, 수지로부터 얻어지는 휘발성 오일을 말하며, 오래 전부터 의약, 농약, 향료, 새집증후군 처리제 등의 형태로 여러 방면에 사용되어 왔다(Lee *et al.*, 2006). 소나무의 정유 성분은 아이소프렌(isoprene)의 중합체인 테르펜(terpene)류 및 그 유도체를 주성분으로 하는 화합물로 구성되어 있는데, 이러한 terpene 계 화합물과 혼합물은 크게 케톤(ketone), 에테르(ether), 에스테르(ester), 유기산(organic acid) 등으로 나눌 수 있다. terpene 계 화합물의 작용기들은 악취 중의 암모니아(ammonia), amine 류 등과 반응하여 무취의 염기성 물질로 변화시킨다고 보고되었다(Moon and You, 2005).

생활속에서 발생하는 대표적인 악취물질로는 ammonia, hydrogen sulfide, trimethylamine, methylmercaptan 등의 화합물이 있으며, 이는 전체 악취물질 중 80% 이상을 차지하고 있다. 특히 이러한 화합물들은 유기물이 부패할 때 발생되므로 항균 작용을 통해 부패를 방지함으로써 악취의 원인을 제거할 수 있다(Park *et al.*, 2007).

잣나무(*Pinus koraiensis*)는 소나무과에 속하는 상록목으로 일명 홍송이라고도 불리며 해발고도 1,000 m 이상에서 높이 30 m, 지름 1 m 정도까지 자란다. 잣나무 관련 선행연구로는 천연물화학 분야와 생리활성평가 분야로 나뉘는데, 성분연구로는 5-hydroxy-7-methoxyflavone, 크리신(chrysin), 피노셉브린(pinocembrin), galangin, 3-hydroxy-5-methoxystillbene, 피노실빈(pinosylvin) 등이 목부에 함유되어 있고(Lee *et al.*, 2003), 갈산(gallic acid), 프로토키테쿠산(protocatechuic acid),

바닐릭산(vanillic acid), syringic acid, 파라-쿠마린산(*p*-coumaric acid), (+)-카테킨((+)-catechin) 등이 잎에 함유되어 있다고 보고되었다(Bae and Kim, 2003). 생리활성에 관한 연구로는 잣나무 잎의 에틸아세테이트(ethyl acetate) 분획물이 *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, *Pityrosporum ovale* 및 *Escherichia coli*에 항균활성을 나타내었으며, 아글리콘(aglycone) 분획물은 자유라디칼(free radical, DPPH)에 대한 높은 항산화 효과를 보였다(Kim *et al.*, 2010). 또한 잣나무 구과(毬果, cone) 정유는 아질산염 소거능 평가에서도 농도의존적으로 그 효능이 증가하였으며, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albican*에 대하여 99.9% 이상의 높은 살균력을 나타내었다(You, 2010).

본 연구에서는 잣나무 잎 정유의 성분분석을 통해 그 특이성분을 알아보고 악취물질에 대한 소취능과 구강균에 대한 항균력을 평가하여 구강용 항균소재 및 기능성 향장품 소재로서의 가능성을 예측하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

잣나무(*Pinus koraiensis*) 잎은 2011년 10월 강원도 홍천군 두촌면에서 채취하였다. 잔가지를 제거하고 세척한 후 상온에서 3주간 건조시켰으며, 기타 불순물을 완전히 제거한 잣나무 잎 3 kg를 선별하여 정유 추출용 시료로 사용하였다. 정유성분은 105°C에서 5시간 동안 수증기 증류장치(SDE; steam distillation-extraction)를 이용하여 추출하였다.

대조군으로는 시중에 판매되고 있는 편백나무(*Chamaecyparis obtusa*) 정유(주숲에서, Korea), 전나무(*Abies holophylla*) 정유(Ecomist, Korea), 소나무(*Pinus densiflora*) 정유(Ecomist, Korea)를 사용하였으며, 모든 정유는 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 실험에 이용하였다.

성분 분석

잣나무 잎 정유의 성분은 GC-MS HP-7890A/5975C (Agilent Co., USA)를 이용하여 정성분석 하였으며 분석조건은 Table 1과 같다. Column은 HP-5MS (30 m × 25 m × 0.25 µm, Agilent Tech-nologies, USA)을 장착하였으며, 50°C에서 5분간 유지한 후 분당 5°C씩 승온하여 220°C까지 상승시키고 이 온도에서 20분간 유지하였다. 주입구의 온도는 250°C로 설정 하였고 carrier gas는 He gas (1 mL/min)를 이용하였다. 화합물의 동정

Table 1. Operating condition of GC-MS

Instrument	HP-7890/5975C (USA, Agilent Co.)
Column	HP-5MS (30 m × 20 m × 0.25 μm)
Injector temperature	250°C
Detector temperature	250°C
Oven temperature	50°C(hold 5 min) → 5°C/min → 220°C(hold 20 min)
Carrier gas	He gas
Flow rate	1 mL/min

은 GC-MS로 얻는 mass spectrum을 Wiley 275L data base로 검색하였다(Jeong *et al.*, 2012).

약취물질 제조

본 연구에서 사용된 약취물질은 총 4종으로, ammonia (25%, Wako, Japan), formaldehyde (40%, Duksan, Korea), trimethylamine (30%, Junsei, Japan)은 각각 3차 증류수로 희석하여 시험액을 제조하였으며 methylmercaptan (standard solution, Wako, Japan)은 원액을 사용하였다. 약취 잔류가스를 측정하는 검지관으로는 ammonia 검지관(No. 3La, Gastec, Japan, 측정범위 : 0~100 ppm, 측정시간 30 sec/pump stroke, 색 변화 : purple → yellow), formaldehyde 검지관(No. 91, Gastec, Japan, 측정범위 : 5~100 ppm, 측정시간 1 min/pump stroke, 색 변화 : white → brown), trimethylamine 검지관(No. 180, Gastec, Japan, 측정범위 : 5~100 ppm, 측정시간 : 1 min/pump stroke, 색 변화 : yellow → brown), methylmercaptan 검지관(No. 71, Gastec, Japan, 측정범위 : 2.5~70 ppm, 측정시간 : 2 min/pump stroke, 색 변화 : white → yellow)을 사용하였다.

소취력 시험

4종의 대표적인 약취물질을 대상으로 잣나무 정유를 비롯해 편백나무, 전나무, 소나무 정유를 이용하여 ASTM D1988-06의 Standard test method (ASTM D1988-06., 2011)를 응용한 가스검지관법을 통해 소취력을 측정하였다. 먼저 500 mL 삼각플라스크에 밀폐가 가능하도록 고무마개를 끼운 후 검지관의 출입이 가능하도록 구멍을 뚫어 준비하였으며 각각의 약취 시험액을 플라스크 안으로 주입하여 약취를 유발시켰다. 약취물질의 초기농도는 매 실험마다 일정하게 유지시켜 검지관의 측정범위 내에서의 변화를 확인하였으며, 이를 위해 적정 농도에 맞

게 증류수로 희석해 사용하였다. 약취 발생 30분 후 약취물질과 동일한 양의 정유를 각각 주입하고 10분, 20분, 30분, 1시간 단위로 가스검지기(GV-100S, Gastec, Japan)를 이용해 잔류가스를 비교·분석하였다. 실험은 모두 흡후드(Fume hood, GHI-180, Jeio Tech, Korea)안에서 진행되었고, 온도와 습도의 조건은 21~23°C, 40~55% 로 설정하였다.

사용균주

항균활성 실험에 사용된 구강 내 세균은 *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* (KCTC 3165), *Staphylococcus aureus* (KCTC 1916), *Enterococcus faecalis* (KCTC 2011), *Streptococcus mutans* (KCTC 3065), *Streptococcus sobrinus* (KCTC 3288)으로 총 5종이며, 한국생명공학연구원 미생물자원센터(Korea Collection for Type Cultures, KCTC, Daejeon, Korea)에서 분양 받아 사용하였다.

항균력 시험

잣나무 정유의 항균력을 평가하기 위하여 디스크 확산법(disc diffusion method)을 이용하였다(Piddock., 1990). *L. paracasei*는 Lactobacilli MRS broth (BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA), *S. aureus*는 Trypticase soy broth (MB cell, Korea), *E. faecalis*는 5% seep blood (MB cell, Korea)가 포함된 Trypticase soy broth, *S. mutans*와 *S. sobrinus*는 Luria bertani media broth (BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA) 배지를 이용하였고, 37°C, 160 rpm 조건으로 진탕배양기(Shaking incubator WIS-10R wisecube, Daihan-Sci, Korea)를 사용해 호기배양 하였으며, *S. mutans*와 *S. sobrinus*는 Gas-pak (GasPack^{ES}, EZ Anaerobe Gas Generating Pouch System with Indicator, BD, USA)을 이용하여 37°C에서 혐기 배양하였다.

전배양된 균주가 600 nm에서 흡광도가 1.0이 될 때 13,200 rpm에서 1분간 원심분리하여 세포를 회수하였다. 회수한 세포는 멸균수로 2회 세척한 후 흡광도가 0.5가 되도록 멸균수로 희석하여 시험균액으로 사용하였다. *L. paracasei*는 Lactobacilli MRS agar (BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA), *S. aureus*는 Trypticase soy agar (BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA), *E. faecalis*는 5% seep blood가 포함된 Trypticase soy agar (MB cell, Korea), *S. mutans*와 *S. sobrinus*는 Brain heart infusion agar (BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA) 에 각각 전배양된 시험균액을 200 μl씩 분주하여 도말하

였다. Paper disc를 배지에 밀착시킨 후 0.45 µm membrane filter로 제균시킨 정유를 25 µL씩 점적하였으며 paper disc가 정유를 충분히 흡수하도록 30분 동안 실온에서 건조시킨 다음 37°C에서 48시간 배양하였다. *S. mutans*와 *S. sobrinus*는 Gas-pak (GasPack^{BS}, EZ Anaerobe Gas Generating Pouch System with Indicator, BD, USA)을 이용하여 37°C에서 48시간 동안 혐기성 조건에서 배양하였다.

디스크 주변에 형성된 저해환의 크기(clear zone, mm)는 현미경(Leica KL 200, Leica Microsystem, USA)으로 관찰한 후 Leica Application suite program V4.2 를 이용하여 측정하였다.

통계분석

모든 측정값은 3회 이상 반복 실험한 결과의 평균값과 표준편차(mean ± SD)로 표시하였고, 각 실험의 통계학적 분석은 windows용 SPSS (Statistical Package for Social Science,

version 12.0, SPSS Inc, Chigago, IL, USA)을 이용하였다. 각 군간의 유의적 차이를 알아보기 위해 Duncan's multiple range test를 시행하였으며, 유의성은 신뢰구간 $p < 0.05$ 수준으로 검증하였다.

결과 및 고찰

잣나무 정유의 성분분석

잣나무 정유를 GC-MS로 분석한 결과는 Fig. 1과 같으며 그 중 전체 함량의 1%이상을 차지한 성분들은 Table 2에 나타내었다. 분석 결과 잣나무 정유의 화학성분 중 α-pinene이 19.38%로 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 이는 Lee et al. (Lee et al., 2008)의 연구에서 α-pinene (20.52%)의 비중과 유사한 결과를 나타냈다. 다음으로는 3-carene (11.16%), camphene (10.57%), limonene (9.79%), bicyclo [2.2.1]heptan-

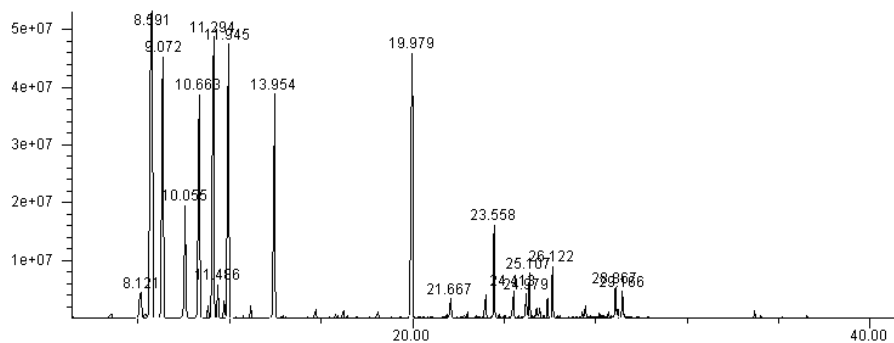


Fig. 1. GC-MS spectrum of essential oil from leaves of *P. koraiensis*.

Table 2. Main components identified from leaves oils of *P. koraiensis*

No.	Compounds	R.T. (min)	Content (%)
1	α-Pinene	8.59	19.38
2	3-Carene	11.29	11.16
3	Camphene	9.07	10.57
4	Limonene	11.95	9.79
5	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol	19.98	8.91
6	β-Myrcene	10.63	8.36
7	(+)-4-Carene	13.95	6.95
8	β-Pinene	10.06	4.35
9	Caryophyllene	23.56	2.45
10	Tricyclo[2.2.1.0 (2,6)]heptane	8.12	1.49
11	Naphthalene	26.12	1.34
12	1,6-Cyclodecadiene	25.11	1.19

2-ol (8.91%), β -myrcene (8.36%), (+)-4-carene (6.95%) 등의 성분들이 높은 비중을 차지하고 있었으며, terpene hydrocarbon 류가 대부분을 구성하고 있었다. 잣나무 잎 정유의 화학성분 중 알파-피넨(α -pinene)과 베타-피넨(β -pinene)은 소나무 (coniferous) 향, 박하(minty) 향을 나타내는 것으로 알려져 있으며, 3-카렌(3-carene)은 D-리모렌(D-limonene)과 유사한 coniferous, 오렌지(citrus) 향, 달콤한(sweet) 향, 허브(herbal) 향취를, 베타-펠란드렌(β -phellandrene)은 citrus, 후추(pepper) 향취를 나타내어 전반적으로 이들 향취의 조합으로 인해 잣나무 정유만의 상쾌하고 독특한 향취를 가지는 것으로 판단된다.

하지만 식물의 정유성분은 개체의 유전적 요인 및 환경에 따라 구성 함량이 달라질 수 있으므로 잣나무 정유 구성 성분 및 비율은 채취 시기, 개체에 따라 다소 다르게 나타날 수 있을 것으로 예상된다(Kim *et al.*, 2001).

잣나무 정유의 소취력 평가

가스 검지법을 이용하여 4종의 악취물질을 대상으로 잣나무, 편백나무, 전나무, 소나무 정유의 소취력을 평가하였다.

각각의 정유를 처리하여 시간에 따른 ammonia 농도 변화를 측정하는 값은 Fig. 2와 같으며, 이를 소취율로 계산한 값은 Fig. 3과 같다. 밀폐된 삼각플라스크에 악취를 유발시킨 뒤 잣나무 정유를 주입한 10분 후부터 51.57%의 높은 소취력을 나타냈으며, 시간이 경과함에 따라 점차 증가하여 1시간 후에는 75.17%로 나타나 4종의 정유 중 가장 높은 소취력을 보였다. 편백나무 정유 또한 10분 후 49.53%, 1시간 후 74.77%로 잣나무 정유와 유사한 활성을 나타내었다. Ammonia에 대한 소취율은 잣나무 > 편백나무 > 전나무 > 소나무 정유 순으로 높게 나타났다. Formaldehyde에 대한 농도의 변화는 Fig. 4와 같으며, 이를 소취율로 계산한 값은 Fig. 5와 같다. 정유 주입 1시간 후의 변화를

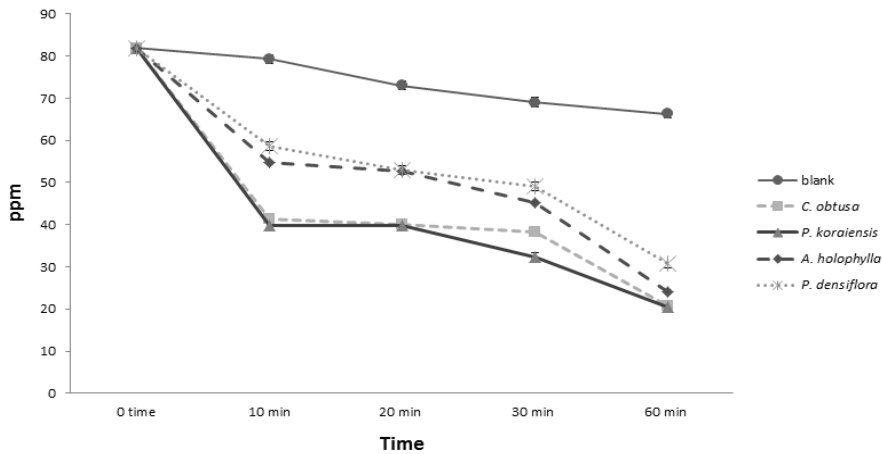


Fig. 2. Change of ammonia concentration by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

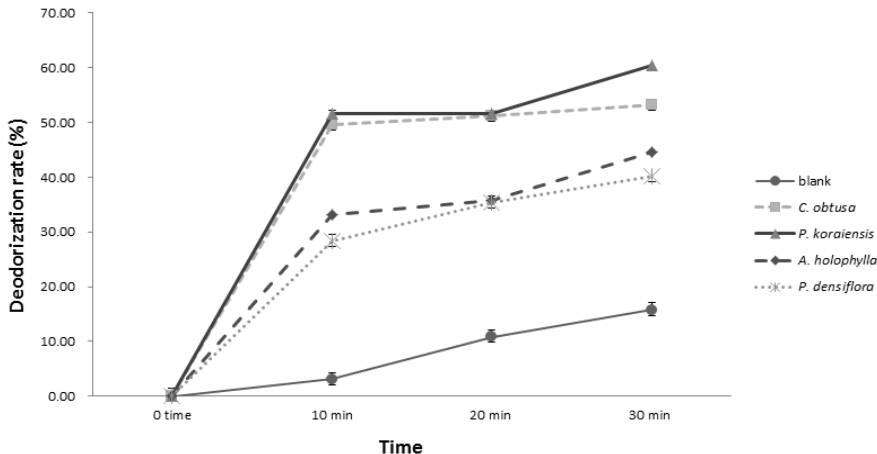


Fig. 3. Deodorization rate of ammonia by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

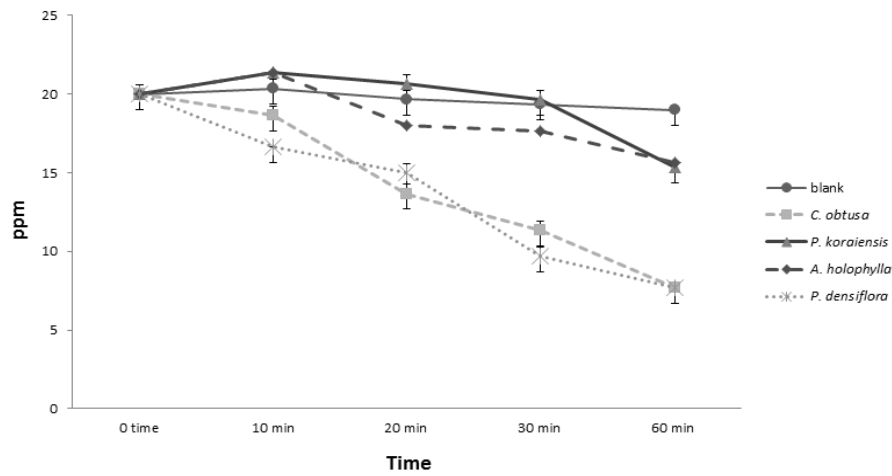


Fig. 4. Change of formaldehyde concentration by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

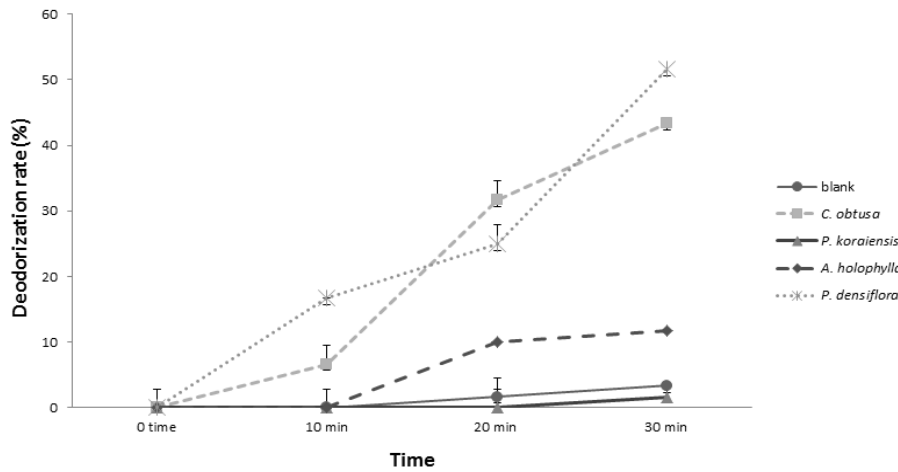


Fig. 5. Deodorization rate of formaldehyde by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

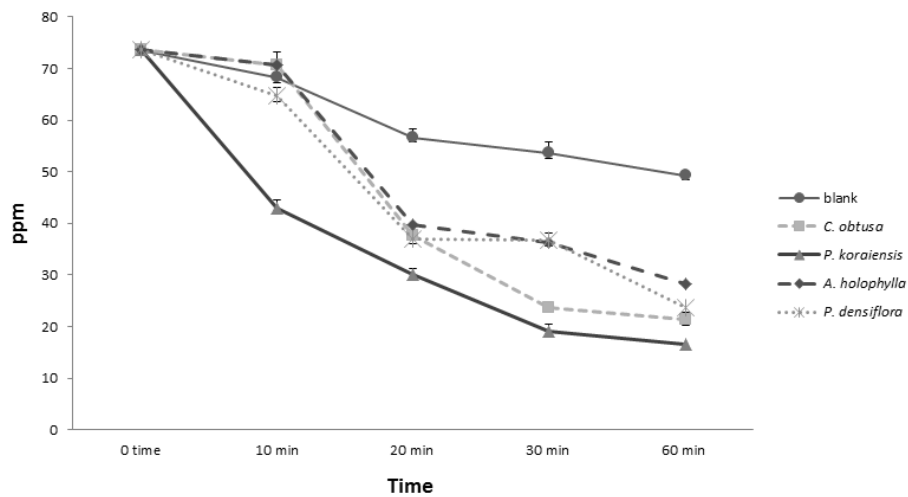


Fig. 6. Change of trimethylamine concentration by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

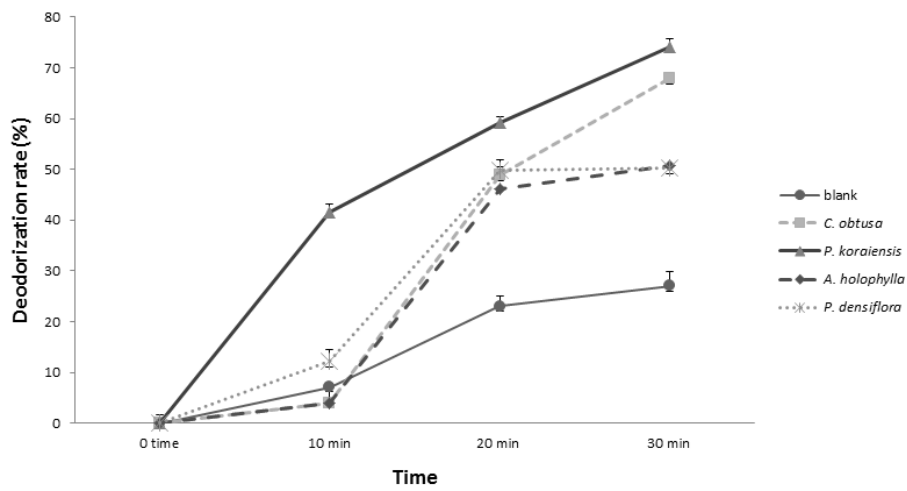


Fig. 7. Deodorization rate of trimethylamine by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

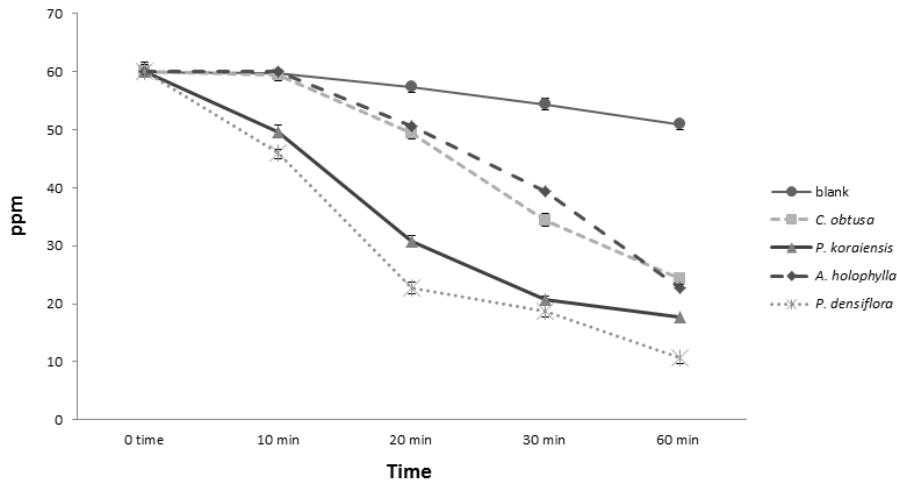


Fig. 8. Change of methylmercaptan concentration by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

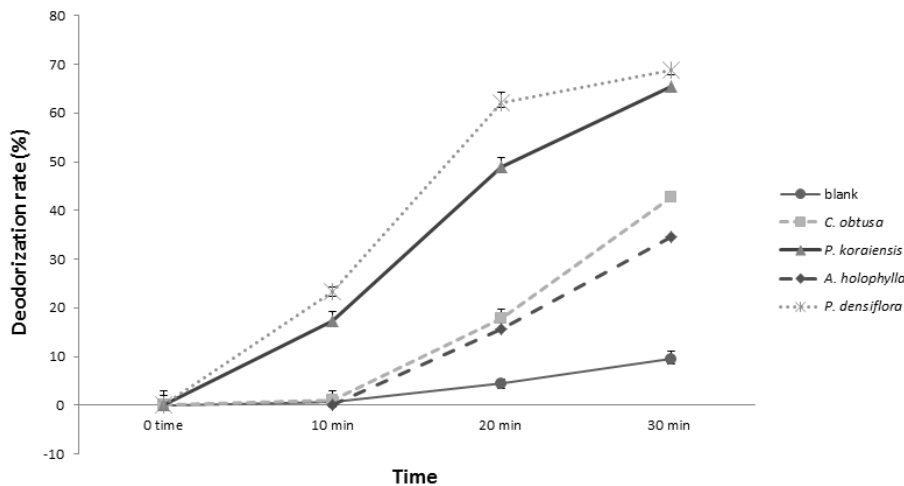


Fig. 9. Deodorization rate of methylmercaptan by essential oil. Data are the mean \pm SD of three independent experiments.

측정하였을 때 편백나무와 소나무 정유가 61.67%로 가장 높은 소취력을 나타냈고 잣나무 정유가 23.33%, 전나무 정유가 21.67%로 다소 낮은 소취력을 나타냈다. Trimethylamine에 대한 농도의 변화는 Fig. 6과 같으며, 이를 소취율로 계산한 값은 Fig. 7과 같다. 정유 주입 10분 후 편백나무, 전나무, 소나무 정유가 평균 6.70%로 낮은 소취력을 보인 반면, 잣나무 정유를 주입함으로써 41.58%의 매우 높은 소취력을 보였으며 반응 1시간 후 trimethylamine에 대한 변화에서는 잣나무(77.36%) > 편백나무(71.01%) > 소나무(67.84%) > 전나무(61.50%) 정유 순으로 소취효과가 나타났다. Methylmercaptan에 대한 농도의 변화는 Fig. 8과 같으며, 이를 소취율로 계산한 값은 Fig. 9와 같다. 정유 주입 1시간 후 측정 결과 소나무(82.22%), 잣나무(70.56%), 전나무(62.22%), 편백나무(59.44%) 정유 순으로 높은 소취력을 나타냈다. 선행연구로 진행된 편백나무, 레몬그라스, 정향 잎 정유의 소취효과 비교(Kim *et al.*, 2009)에서 methylmercaptan에 대한 활성을 비교한 결과, 가장 높은 소취력을 나타낸 레몬그라스 정유(67.78%) 보다 잣나무 정유(70.56%)가 더욱 높은 소취력을 나타내었으므로 이를 활용하여 고부가가치 천연 기능성 소재의 개발이 가능 할 것으로 사료된다. 특히 웰빙 열풍으로 삼림육에 대한 관심이 고조됨에 따라 침엽수 잎과 줄기로부터 얻어지는 정유 성분을 이용한 새집증후군 처리제, 악취제거용 천연향료, 구강 탈취제 등에 관한 개발이 지속적으로 이루어지고 있으므로 잣나무 정유의 소취력을 활용한 기능성 향장품 개발이 가능할 것으로 기대된다.

잣나무 정유의 항균력 평가

구강 내 세균인 *L. paracasei*, *S. aureus*, *E. faecalis*, *S. mutans* 및 *S. sobrinus*에 대한 잣나무 정유의 항균력을 편백나무, 전나무, 소나무 정유와 비교 평가하였으며 생육저해율을 측정한 값은 Table 3과 같다.

잣나무 정유(2.90 ± 0.15 mm)는 *L. paracasei*에 대하여 전나

무(1.83 ± 0.18 mm)와 소나무(1.54 ± 0.09 mm) 정유보다 강한 항균력을 나타내었으며, *S. aureus*에 대한 잣나무 정유(2.86 ± 0.08 mm)의 항균활성 또한 전나무(1.15 ± 0.20 mm)와 소나무(1.85 ± 0.08 mm) 정유 보다 높게 나타났다. 특히 *S. sobrinus*에 대한 항균활성은 편백나무(1.42 ± 0.01 mm)와 잣나무(1.40 ± 0.01 mm) 정유를 처리함으로써 강하게 나타났으며, *S. mutans*에 대한 항균력은 편백나무 > 전나무 > 잣나무 > 소나무 정유 순으로 나타났다. *E. faecalis*에 대해서는 소나무(0.79 ± 0.05 mm)를 제외한 나머지 정유에 의해 항균력이 나타나지 않았다. 실험결과 *E. faecalis*을 제외한 모든 구강균에 대한 항균활성은 편백나무 정유가 가장 높게 나타났는데, 이는 편백 피톤치드에 대한 치아유식균의 살균효과 및 항생제 감수성 증가에 관한 연구(Kang *et al.*, 2007)와 유사한 결과로, 편백나무 정유성분이 식물유래 정유 성분 중 비교적 강한 항균작용을 가지고 있다는 것을 나타낸다.

한편 선행연구로 진행된 잣나무 잎 추출물의 피부 상재균에 대한 항균 활성평가(Kim *et al.*, 2010)에서는 *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus* 및 *Pityrosporum ovale*에 대한 ethyl acetate 분획의 MIC가 각각 0.06%, 0.25%, 0.13%로 비교적 높은 활성을 나타냈다. 잣나무 정유의 구강세균에 대한 항균력을 평가한 본 연구 결과와 종합하여 볼 때 잣나무 잎의 항균력이 각종 병원균에 대하여 유효하게 작용하고 있는 것으로 판단되며 이를 활용한 기능성 항균소재로의 개발을 기대할 수 있다.

적 요

본 연구에서는 잣나무 정유를 대상으로 GC-MS를 이용한 성분분석, 악취물질에 대한 소취효과 및 구강균에 대한 항균활성을 평가하였다.

잣나무 정유를 GC-MS를 이용하여 정성분석한 결과 α-pinene이 19.38%로 가장 높은 구성을 차지하였고, 다음으로

Table 3. Antimicrobial activities of each essential oils

Sample (25 µL)	Clear zone (mm)				
	<i>L. paracasei</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>S. mutans</i>	<i>S. sobrinus</i>
<i>Chamaecy paris obtusa</i>	3.45 ± 0.17c ²	4.49 ± 0.15d	-	9.01 ± 0.46d	1.42 ± 0.01c
<i>Pinus koraiensis</i>	2.90 ± 0.15b	2.86 ± 0.08c	-	5.97 ± 0.17b	1.40 ± 0.01c
<i>Abies holophylla</i>	1.83 ± 0.18a	1.15 ± 0.20a	-	7.43 ± 0.16c	1.33 ± 0.02b
<i>Pinus densiflora</i>	1.54 ± 0.09a	1.85 ± 0.08b	0.79 ± 0.05a	1.86 ± 0.04a	0.29 ± 0.02a

²Values with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

3-carene (11.16%), camphene (10.57%), limonene (9.79%) 등의 terpene hydrocarbon류가 대부분을 차지하고 있었으며 이들 특유의 향취 조합으로 인해 잣나무 정유 고유의 향취를 나타내는 것으로 사료된다.

악취물질 4종에 대한 소취력 평가에서는 잣나무 정유를 주입한 1시간 후 75.17%의 ammonia 소취능을 나타내어 4종의 정유 중 가장 높은 활성을 나타냈다. Formaldehyde에 대한 소취력 평가에서는 편백나무와 소나무 정유가 61.67%로 가장 높은 활성을 보였고 잣나무 정유는 23.33%를 나타내었다. Trimethylamine에 대해서는 정유 주입 10분 후 편백나무, 전나무, 소나무 정유가 평균 6.70%로 낮은 활성을 나타낸 반면, 잣나무 정유를 주입함으로써 41.58%의 매우 높은 소취력을 나타내었다. Methylmercaptan에 대해서는 정유 주입 1시간 후 소나무(82.22%), 잣나무(70.56%), 전나무(62.22%), 편백나무(59.44%) 정유 순으로 소취력을 나타냈다.

구강균에 대한 정유 별 항균력 평가에서는 잣나무 정유(2.90 ± 0.15 mm)는 *L. paracasei*에 대하여 전나무(1.83 ± 0.18 mm)와 소나무(1.54 ± 0.09 mm) 정유보다 강한 항균력을 나타내었으며, *S. aureus*에 대한 잣나무 정유(2.86 ± 0.08 mm)의 항균활성 또한 전나무(1.15 ± 0.20 mm)와 소나무(1.85 ± 0.08 mm) 정유보다 높게 나타났다. 특히 *S. sobrinus*에 대한 항균활성은 편백나무(1.42 ± 0.01 mm)와 잣나무(1.40 ± 0.01 mm) 정유를 처리함으로써 강하게 나타났으며 *S. mutans*에 대한 항균력은 편백나무 > 전나무 > 잣나무 > 소나무 정유 순으로 활성이 나타났다. *E. faecalis*에 대해서는 소나무(0.79 ± 0.05 mm) 정유만 항균활성을 나타내었다.

이상의 결과로 천연물 유래 잣나무 정유는 악취물질에 대한 소취효과 및 구강균에 대한 항균활성을 가지고 있다는 것으로 판단되며, 이를 활용한 구강탈취제, 구강청결제 등의 개발이 가능할 것으로 사료된다.

사 사

이 논문은 홍천군의 지원으로 수행한 홍천메디칼허브연구소 육성사업의 연구 결과입니다.

References

ASTM D1988-06. 2011. Standard Test Method for Mercaptans

in Natural Gas Using Length-of-Stain Detector Tubes, USA.

Bae, B.H. and Y.O. Kim. 2003. Effect of leaf aqueous extracts from some gymnosperm plant on the seed germination, seedling growth and transplant of *Hibiscus syriacus* varieties. Korean J. Ecol. 26:37-47.

Choi, H.D., Y.J. Koh, I.W. Cho, Y.S. Kim and Y.K. Park. 2007. Anticariogenic activity and glucosyltransferase inhibitory effects of extracts from pine needle and twing. Korean J. Food Sci. Technol. 39:336-341.

Choi, M.J., S.J. Hong, C.H. Choi and S.S. Jeong. 2005. Effects of dentifrice containing extract of *Galla Rhois* or *Psoralea corylifolia* on inhibition of plaque formation. J. Korean Acad. Dent. Health 29:141-151.

Goldberg, S., A. Kozlovsky, D. Gordon, I. Gelemeter, A. Sintov and M. Rosenberg. 1994. Cadaverine as a putative component of oral malodor. J. Dent. Res. 73:1168-1172.

Heo, J.S., S.M. Choi, Y.H. Choi and Y.G. Lee. 2013. Antimicrobial and anti-oral Malodor efficacy of *Schizandra chinensis* extracts against oral pathogens. J. Life Sci. 23:443-477.

Jengal, Y. and S.Y. Cho. 2001. Comparative research on the basic knowledge of oral health of parents of children living in rural and urban areas. J. Korean Soc. Hygienic Sci. 7:109-117.

Jeong, J.E., B.S. Shim, D.S. Oh, E.J. Yang, A.J. Whi and B.S. Yoo. 2012. Minerals and volatile flavor components in water and essential oil from *Chamaecyparis obtuse*. Jour. Korean For. Soc. 5:746.

Kang, S.K., M.K. Shin, Q.S. Auh, Y.H. Chun and P.J. Hong. 2007. Antibacterial effect on oral pathogenic bacteria of phytoncide from *Chamaecyparis Obtusa*. J. Korean Acad. Oral Med. 32:44-55.

Kim, B.I., S.N. Kim, S.Y. Chang, J.T. Moon, Y.S. Kim, J.K. Hwang, J.K. Jeong, S.H. Kim, M.Y. Kim, H.S. Kim and H.K. Kwon. 2005. A highly selective antibacterial effect of *Curcuma xanthorrhiza* extract against oral pathogens and clinical effectiveness of a dentifrice containing *Curcuma xanthorrhiza* extract for controlling bad breath. J. Korean Acad. Dent. Health 19:222-237.

Kim, J.E., W.Y. Kim, J.W. Kim, H.S. Park, S.H. Lee, S.Y. Lee, M.J. Kim, A.R. Kim and S.N. Park. 2010. Antibacterial, antioxidative activity and component analysis of *Pinus koraiensis* leaf extracts. J. Soc. Cosmet. Scientists Korea 36:303-314.

Kim, S.H., K.S. Han and J.Y. Mang. 2009. Evaluations on the

- deodorization effect and antibacterial activity of *Chamaecyparis obtuse* essential oil. Korean J. Odor Res. Eng. 8:111-117.
- Kim, Y.H., N.K. Kim, C.W. Hong and C.S. Kim. 2001. Composition of essential oils from the leaves and th fruits of *Chamaecyparis obtuse* and *Chamaecyparis pisifera*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 44:116-121.
- Kora, T and M. Inoue. 1979. Fractionation and properties of glucans produced by *Streptococcus mutans*. Infect. Immun. 25:912-929.
- Lee, J.M., S.E. Han, S.L. Lee, J.Y. Park and S.P. Lee. 2008. GC/MS Analysis of Volatile Constituents from *Zizyphus jujuba* var. *inermis*, *Zanthoxylum piperitum*, *Gardenia jasminoides* for. *grandiflora*, and *Pinus koraiensis*. J. Korean Hort. Sci. Technol. 26:338-343.
- Lee, S.S., Y.J. Choe, D.H. Choe and I.P. Hong. 2003. Extractives of *Pinus koraiensis* wood. J. Korean Wood Sci. Technol. 31:48-49.
- Lee, Y.S., K.H. Kim and S.M. Kim. 2006. Introduction to Essential Oil Chemistry. Shinil Books Co., Seoul, Korea. pp. 1-43 (in Korean).
- Moon, B.H and K.S. Yoo. 2005. Characterization of volatile essential oil from needle leaves by gas chromatography-mass spectrometry. J. of the Korean Society for Environmental Analysis 8:181-185.
- Morita, M and H. Wang. 2001. Relationship between sulcular sulfide level and oral malodor in subjects with periodontal disease. J. Periodontol. 72:79-84.
- Park, J.B., K.S. Auh, Y.H. Jeon, J.Y. Lee and J.P. Hong. 2007. The effect of the phytoncide in decreasing the mouse odor. J. Oral Maxillofac. Surg. 32:151-156.
- Piddock, L.J. 1990. Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. J. App. Bacteriol. 68:307-318.
- Quirynen, M., H. Zhao and D. Steenberghe. 2002. Review of the treatment strategies for oral malodour. Clin. Oral Invest. 14:1-10.
- You, D.Y. 2010. A study of anti-oxidation effect and anti-bacterial activation of *Pinus koraiensis* extract. Master Thesis, Kyung Hee Univ. pp. 44-47 (in Korean).

(Received 16 October 2013 ; Revised 22 November 2013 ; Accepted 9 December 2013)