

# Antimicrobial Activity of Essential Oils and Single Fragrance Ingredients for Cosmetic Applications

Yerin Kim<sup>1</sup>, Hye Won Kim<sup>1</sup>, Bora Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, The Graduate School of Mokwon University, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Cosmetics Engineering, Mokwon University, Daejeon, Korea

\*Corresponding author: Bora Kim,

Department of Cosmetics Engineering,  
Mokwon University, 88 Doanbuk-ro, Seo-gu,  
Daejeon 35349, Korea  
Tel.: +82 42 829 7565  
Fax: +82 42 829 7560  
Email: bora0507@mokwon.ac.kr

Received July 13, 2022

Revised October 29, 2022

Accepted November 09, 2022

Published December 30, 2022



## Abstract

**Purpose:** Plant-derived essential oils are widely used as pharmacological drugs and fragrances. In this study, 16 natural essential oils and 14 single fragrance ingredients were investigated for their potential as antimicrobial agents. **Methods:** Paper disk diffusion assays were performed to assess the antimicrobial activities of the essential oils and single fragrance ingredients against *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, and *Malassezia furfur*. **Results:** Cinnamon bark and neroli essential oils, which contain linalool, exhibited significant antimicrobial activities against *S. aureus* and *C. albicans*. The single fragrance ingredients citral, D-limonene, and hydroxycitronellal exhibited antibacterial effects against *S. aureus* and *C. albicans*. Cinnamon bark oil also showed good antifungal effects against *A. niger* and *M. furfur*. Clove essential oil, which contains eugenol as the main ingredient, showed antifungal effects against *M. furfur*, and aurantiol also exhibited antibacterial effects against *M. furfur*. *S. aureus*, *E. coli*, and *P. aeruginosa*, which are regulated in distributed cosmetics, were susceptible to the effects of cinnamon bark oil and phenylethyl alcohol. Bergamot and lavender oils exerted good antibacterial effects against *S. aureus*, but not *S. epidermidis*. In addition, rosemary oil, rose absolute, and phenylethyl alcohol, which showed good antifungal effects against *C. albicans*, had no or little antibacterial effect on *S. epidermidis*. **Conclusion:** Our results suggest that essential oils can be used as alternative preservatives and antimicrobial agents for atopic dermatitis and dandruff.

**Keywords:** Fragrance, Essential oil, Antimicrobial effect, Preservative, Cosmetics

## Introduction

화장품은 다량의 물 탄소 및 질소를 공급하는 영양소 등이 포함되어 있기 때문에 미생물 오염에 취약하다. 화장품 제조 과정 중 발생하는 1차 오염과 소비자가 사용 중 발생할 수 있는 2차 오염이 존재하며 장기간 사용 중 화장품 제형의 변질과 미생물 오염을 방지하기 위해 보존제가 필요하다(Lee *et al.*, 2012). 화장품에 사용되는 합성 보존제는 피부 자극 및 알레르기를 유발하여 부작용이 나타나 사용이 지양되고 있다(Kim *et al.*, 2006a).

본 연구는 유통화장품에 불검출되어야 하는 1차 오염 관련 미생물과 2차 오염을 방지하기 위한 방부력 평가에 사용되는 미생물 및 피부와 두피 질환 관련 균주 총 8종 미생물에 대해서 항료 30종의 항균

효과를 비교 평가하였다. *Staphylococcus aureus*는 통성혐기성 그람 양성 구균으로 화장품에서 절대 검출되어서는 안 되는 규제 대상 병원성 균으로 감염 시 고름을 생성한다. 아토피 피부염(atopic dermatitis)에서 황색포도상구균 분포에 관한 연구에 따르면 아토피 피부염 환자의 병변 부위 중 진물이 나는 사람의 병변 부위의 89.2% (139명 중 124명)에서 *S. aureus*가 검출된다는 보고가 있다(Kim *et al.*, 2006b). *Staphylococcus epidermidis*는 조건부 혐기성 그람 양성 피부 상재균으로 유해균에 대한 생장 조절을 직접적으로 조절하며 바이오필름 생성을 유도하는 신호를 조절하기도 한다(Sugimoto *et al.*, 2013). *Escherichia coli*는 통성혐기성 그람 음성 간균으로 공기 중에 흔히 존재하며 식중독을 일으킬 수 있고 화장품 제조 후 검출되어서는 안 되는 규제 대상 병원성 균이다(Choi *et al.*, 2004).

*Pseudomonas aeruginosa*는 호기성 그람 음성 간균으로 우리 주변에서 흔하게 오염이 일어나며, 주로 1차 오염 과정인 제조 설비 과정 중 바이오피름을 형성하기 쉬우며 상처를 통해 피부에 염증을 일으키고 심한 경우 괴사까지 일어나게 되며 건선 피부에서 나타난다(Kim et al., 2020). *Bacillus subtilis*는 통성혐기성 그람 양성 간균으로 불리한 조건에서 저항성이 크고 포자의 내열성이 강하다. 화장품의 알로에 베라, 점토 등 화장품 원료에 의해서 오염되거나 포자 오염 시 흡에 기인하기 때문에 제조 공정상 오물 유입으로 표시되기 때문에 화장품 내 존재하는 것은 바람직하지 않다. 병원성은 아니지만 결막염 등을 유발 한다는 보고가 있다(van Bijsterveld & Richards, 1965). *Candida albicans*는 효모 형태의 진균으로 유럽 화장품 협회에서는 규제 대상 미생물에 속하며 이 균은 사람의 피부, 인후, 점막 등에 기생하여 칸디다증을 일으키기도 하며(Kwon et al., 2017) 피부의 각질층 손, 발톱과 같은 곳에도 기생하며 피부 병변이 발생하기도 한다(Park et al., 2017). *Aspergillus niger*는 곰팡이(fungi)에 속하며 햇빛에 내성이 있다. 균이 오염된 음식을 섭취하거나 균의 포자를 흡입했을 때 국균증을 일으키는 경우도 있다(Kim et al., 2014; Kim, 2019). 1차 오염인 제조 공정상 유입되는 공기를 통해 오염되거나, 분말 원료들에 의해 오염될 수 있다. 또 점도가 높은 크림이나, 입구가 큰 용기일 경우 사람 손에 의해 미생물 오염이 가능한 제품들은 2차 오염 가능성도 크다(Cho et al., 2010). *Malassezia furfur*는 효모균으로 정상 피부에서는 상재균으로 존재하지만, 환경적인 문제 또는 피부 장벽 방어력이 약해지면 개체수가 많아져 병원성을 가해하는 기회감염성 병원균이다(Um et al., 2020). 비듬균은 탈모를 유발할 수 있고 찔레 모양으로 노화된 각질이 탈락하는 비듬을 생성한다. 또, 지루성 피부염을 일으켜 탈모를 유발할 수 있는 원인균이다(Kang & Ryu, 2021; Park & Ryu, 2019). 피부에는 다양한 병원성, 비병원성 세균들이 존재하며 일차적으로 피부 장벽이 세균을 방어하지만 장벽의 기능이 이상이 발생하여 상처가 있을 경우 감염이 발생할 수 있다(Kang & Ryu, 2021).

천연 에센셜 오일(essential oil)이 화장품 처방에 등장하는 이유는 천연화장품 개발 추세에서 합성향료에서 찾아볼 수 없는 피부 및 인

체에 유익한 살균, 진정, 이완을 하는 약리적인 물질이 존재하고 있으며, 적극적으로 활용하여 개인의 피부 고민을 해결하려는 시도가 다. 에센셜 오일은 단일 식물성 및 식물종이 만들어낸 향이 나는 식물 재료를 물리적인 방법으로 얻어낸 휘발성 물질을 말한다(Shin et al., 2012). 에센셜 오일은 테르페노이드(terpenoid)에 해당하는 모노테르펜(monoterpene)과 분자량이 작은 방향성 및 지방족 화합물이 함유되어 있다. 화장품 향료는 필수적인 부분으로 소비자들이 선택하는데 가장 중요한 요소이며, 화장품 제형 내에서 다른 원료 냄새의 마스킹 효과와 보존제 역할을 한다. 천연 에센셜 오일은 향료 역할과 더불어 다양한 약리적 기능으로 높게 평가받고 있지만 고가의 원료이기 때문에 아직은 혼합사용 또는 합성 단일성분이 더 많이 사용되고 있다(Sharmeen et al., 2021).

본 연구는 향료로 많이 사용되는 에센셜 오일과 단일 향료 물질을 기존 보존제와 더불어 화장품과 관련되는 8종의 미생물의 항균효과를 비교하여 화장품 소재로서 응용 가능성을 확인하고자 한다.

## Methods

### 1. 실험 재료

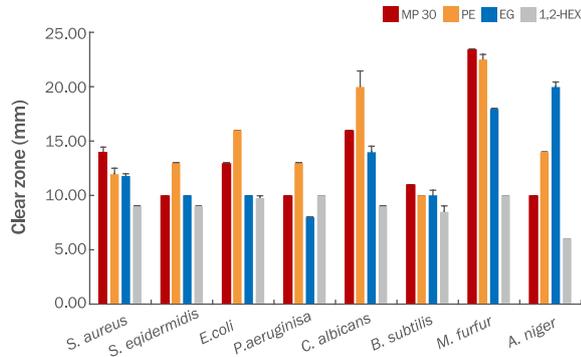
#### 1) 시료

본 실험에서 사용한 향료 30종은 아로마 बैं크에서 제공받았고 Table 1에 정리하였다. 실험에 사용한 30가지 향료 중 에센셜 오일 향료는 16개, 단일물질 향료(합성)는 14개이다. Camphor는 고체 형태이기 때문에 dimethyl sulfoxide (DMSO; Sigma-Aldrich, USA)에 50%로 희석해 사용하였고, 이를 제외한 에센셜 오일은 시료 그대로 사용하였다. 고시 보존제 methylparaben (Cosnet, Korea), phenoxyethanol (Galaxy surfactants Ltd, India)과 대체 보존제로서 ethylhexylglycerin (Sigma-Aldrich), 1,2-hexandiol (Sigma-Aldrich)을 양성 대조군으로 사용하였다.

#### 2) 시약 및 기기

Table 1. 30 fragrances for test samples

Sample	Category						
	Citrus	Camphor	Rose	Spicy	Floral	Mint	Woody
Essential oil	Lemon oil	Lavender oil	Rose absolute	Cinnamon bark oil	Neroli oil	Peppermint oil	Sandalwood oil
	Bergamot oil	Rosemary oil		Clove oil	Ylang ylang oil	Spearmint oil	Cedarwood oil
	Grapefruit oil	Eucalyptus oil					Patchouli oil
Single substance	Citral	Camphor	Phenylethyl alcohol		Hydroxycitronellal		Iso E Super
	D-Limonene	Eucalyptol	Geraniol		Hexyl cinnamic aldehyde		Bacdanol
			Citronellol		Aurantiol		
			Damascone		Benzyl acetate		



**Figure 1. The antimicrobial effect of positive controls.** MP 30, methylparaben 30%; PE, phenoxyethanol; EG, methylhexylglycerin; 1,2-HEX, 1,2-hexandiol. The results are presented as the mean±S.D. of three independent measurements.

미생물의 배양을 위해 shaking incubator (VS-8480SF; Vision Scientific Co., Korea)를 사용하였다. 균의 성장 정도를 측정하기 위해 spectrophotometer (JASCO-760; JASCO, Japan)를 사용하여 600 nm에서 측정하였다.

3) 사용 균주 및 배양배지

항균 및 항진균 활성에 사용된 균주 및 배양 실험에 사용된 미생물 균주는 국립농업과학원 미생물은행(KACC, Korea), 한국미생물보존센터(KCCM, Korea)에서 분양 받았다. 실험에 사용한 각 미생물 균주, 배지 및 배양조건은 Table 2에 정리하였다.

2. 실험 방법

1) 디스크 확산검사법(paper disk diffusion assay)에 의한 항균력 평가

시료들의 항균력 평가를 위해 디스크 확산검사법을 이용하여 생육저해환 길이를 측정하였다. 각 균수가  $5 \times 10^5$  CFUs/mL이 되도록

45-50°C로 식혀둔 고체배지에 균액을 접종하여 현탁하였다. 각 균이 현탁된 고체배지를 bottom agar 표면에 균질하게 부어 굳힌 후 밀착시킨 멸균된 6 mm paper disk (6 mm; Advantec, Japan)에 시료를 10 µL를 흡수시켜 배양하였다(Table 2). 생육저해환은 disk 주위로 균증식이 저해된 투명한 clear zone (mm)의 크기를 총 3회 측정 후 평균값으로 나타내어 항균 활성을 비교하였다.

Results and Discussion

1. 양성대조군 보존제의 항균력 시험 결과

Methylparaben 30% (w/v, DMSO에 용해), phenoxyethanol, 1,2-hexandiol, ethylhexylglycerin의 항균력 결과는 Table 3과 Figure 1에 나타내었다.

2. 30종 향료의 항균력 시험 결과

*S. aureus*을 기준으로 clear zone 지름이 큰 순서로 나열하고 항균력이 높은 수치에 따라 음영 처리하였다(Table 4, 5). 미생물로 인한 화장품의 오염은 제조과정부터 소비자가 사용하는 과정에도 일어날 수 있고 제품의 품질 저하 및 제품 사용자가 미생물로부터 감염될 수 있기 때문에 주의해야 한다(Chung *et al.*, 2015). 다양한 미생물의 증식을 억제하기 위해 보존제가 화장품에 배합되어 정균작용을 한다(Cho *et al.*, 2010). 화장품의 제형은 미생물로부터 오염이 되기 쉬운 특징을 가지고 있으며, 따라서 제품 변질을 방지하기 위해 보존제는 필수적이다. 화장품의 대표적인 고시 보존제 methylparaben과 phenoxyethanol 등 화장품에 사용되고 있는 화학적 합성 보존제들은 대부분 피부에 자극 및 알레르기를 유발하여 부작용이 나타나는 사례가 많이 발생하고 있다(Ryu *et al.*, 2015). 인체에는 다양한 마이크로바이옴들이 존재하며 피부에 존재하는 미생물 군집 불균형은 피부 상태와 연관이 있다. 대표적으로 병원균 *S. aureus*와 피부 상재균 *S. epidermidis*를 대조하여 설명된다(Callewaert *et al.*, 2021). 아토피 피부염에서 *S. aureus* 분포에 관한 연구에 따르면 피부 배양 검사

**Table 2. Culture media and condition of test microorganisms**

Test strains (abbreviation, No.)		Media	Culture condition	
<i>Staphylococcus aureus</i> (SA, KCCM 11335)	Gram positive cocci	NA <sup>1)</sup> , NB <sup>2)</sup>	24 h	37 °C
<i>Staphylococcus epidermidis</i> (SE, KACC 13234)	Facultative anaerobe Gram positive cocci	TSA <sup>3)</sup> , TSB <sup>4)</sup>	24 h	37 °C
<i>Escherichia coli</i> (EC, KCCM 40271)	Gram negative cocci	NA <sup>1)</sup> , NB <sup>2)</sup>	24 h	37 °C
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (PA, KACC 10259)	Gram negative bacilli	NA <sup>1)</sup> , NB <sup>2)</sup>	24 h	37 °C
<i>Bacillus subtilis</i> (BS, KACC 117047)	Facultative anaerobe Gram positive bacilli	NA <sup>1)</sup> , NB <sup>2)</sup>	24 h	37 °C
<i>Candida albicans</i> (CA, KACC 30004)	Yeast	PDA <sup>5)</sup> , PDB <sup>6)</sup>	24 h	25 °C
<i>Malassezia furfur</i> (MF, KCCM 11894)	Fungi	MA <sup>7)</sup> , MB <sup>8)</sup>	96 h	37 °C
<i>Aspergillus niger</i> (AN, KACC 40280)	Fungi	PDA <sup>5)</sup> , PDB <sup>6)</sup>	120 h	25 °C

<sup>1)</sup>Nutrient agar; <sup>2)</sup>Nutrient broth; <sup>3)</sup>Trypticase soy agar; <sup>4)</sup>Trypticase soy broth; <sup>5)</sup>Potato dextrose agar; <sup>6)</sup>Potato dextrose broth; <sup>7)</sup>Malt extract agar; <sup>8)</sup>Malt extract broth. All media used are from the BD Difco™ (USA).

## Antimicrobial Activity of Fragrances

시 아토피 피부염 환자에서는 *S. aureus*가 60–90%로 많은 양이 검출되며, 피부감염에 대한 감수성이 높아 미생물 감염률이 크다(Kim *et al.*, 2006a). 건강한 피부에 많이 분포되어 있는 *S. epidermidis*는 coagulase-negative staphylococci (CoNS) 계열의 구성원이며 피부 상재균으로써 항균 펩타이드인  $\beta$ -defensin을 유도하여 피부에 미생물 군집 균형에 유익한 영향을 미친다는 보고가 있다(Brown & Horswill, 2020; Kim *et al.*, 2020). 아토피 피부염에 대표적인 치료제인 스테로이드제의 부작용으로 인해 최근에는 흡수되기 쉽도록 크기가 작고, 보습, 항염증, 항균력 등 다양한 기능을 가진 에센셜 오일을 활용하여 아토피피부염 완화 효과와 함께 치료제 연구도 활발하게 진행하고 있다(Jeong *et al.*, 2021). 또한, 다양한 합성 보존제들과 항생제의 과도한 사용은 피부에 대한 안전성에 대한 문제가 커지고 있어 지속적인 사용을 지양하고 있다(Ha *et al.*, 2009).

### 1) 16종 에센셜 오일의 항균력 시험 결과

16종 에센셜 오일의 항균효과는 총 8가지 균주에서 양성 대조군보다 대부분의 오일들에서 항균 효과가 우수하게 나타났다(Table 4). 특히 cinnamon bark oil이 전체적으로 항균력이 좋게 나타났는데 (E)-cinnamaldehyde이 항균 성분으로 보고되었다(Dhara & Tripathi, 2013). 아토피 피부염 관련 균주인 *S. aureus*와 *C. albicans*에서 linalool이 공통적으로 들어가는 cinnamon bark oil과 neroli oil에서 항균 활성이 크게 나타났다(Guo *et al.*, 2021). 그러나 cinnamon bark oil은 spicy 계열로 달고 매워 자극적이기 때문에 실제로는 잘 사용되지 않는다. *Staphylococcus* 두 균주를 비교해 보았을 때 대부분의 에센셜 오일들은 *S. aureus*에 뛰어난 효과가 있고 *S. epidermidis*는 상대적으로 항균 효과가 낮아 피부에 이롭다. 특히 linalyl acetate, limonene,  $\alpha$ -terpinene 등이 함유한 bergamot oil에 *S. aureus*에 효과가 좋으나 *S. epidermidis*에는 항균력이 상대적으로 낮다(Sharmeen *et al.*, 2021; Alves-Silva *et al.*,

**Table 3. The clear zone diameter of positive controls**

(mm)

Strain	SA	SE	EC	PA	BS	CA	MF	AN
MP 30	14.0	10.0	13.0	10.0	11.0	16.0	23.5	10.0
PE	12.0	13.0	16.0	13.0	10.0	20.0	22.5	14.0
EG	12.0	10.0	10.0	8.0	9.5	14.0	18.0	20.0
1,2-HEX	9.0	9.0	9.8	10.0	8.5	9.0	9.0	6.0
DMSO	-	-	-	-	-	-	-	-

MP 30, methylparaben 30%; PE, phenoxyethanol; EG, ethylhexylglycerin; 1,2-HEX, 1,2-hexandiol, DMSO, dimethyl sulfoxide; -, no detection (6 mm); SA, *Staphylococcus aureus*; SE, *Staphylococcus epidermidis*; EC, *Escherichia coli*; PA, *Pseudomonas aeruginosa*; BS, *Bacillus subtilis*; CA, *Candida albicans*; MF, *Malassezia furfur*; AN, *Aspergillus niger*.

**Table 4. The clear zone diameter of 16 essential oils**

(mm)

Sample	SA	SE	EC	PA	BS	CA	MF	AN
Cinnamon bark oil	37	29	34	17	14	36	21.17	57
Clove oil	31	17	15	8	14	10	25	50
Eucalyptus oil	26	12	12	13	17	11	16	10
Neroli oil	20	13	11	7	17	16	9	17
Bergamot oil	17	8	9	11	9	10	-	-
Lavender oil	16	10	9	8	15	13	8	13
Spearmint oil	15	10	10	7	10	15	10	40
Lemon oil	15	8	17	9	13	10	9	9
Grapefruit oil	15	8	8	8	12	12	15	13
Rosemary oil	14	8	14	9	16	14	13	-
Cedarwood oil	13	-	-	8	10	-	-	-
Peppermint oil	13	8	10	-	12	15	10	38
Rose absolute	13	10	11	8	9	13	10	15
Patchouli oil	11	10	7	9	12	10	-	10
Sandalwood oil	9	-	-	8	10	-	-	-
Ylang ylang oil	8	-	-	-	8	9	-	15

SA, *Staphylococcus aureus*; SE, *Staphylococcus epidermidis*; EC, *Escherichia coli*; PA, *Pseudomonas aeruginosa*; BS, *Bacillus subtilis*; CA, *Candida albicans*; MF, *Malassezia furfur*; AN, *Aspergillus niger*.

2021). 그람 음성 세균인 *E. coli*와 *P. aeruginosa*에서는 전체적으로 다른 균주보다 항균 효과가 낮게 나타났지만 공통적으로 cinnamon bark oil과 eucalyptus oil, rosemary oil이 항균효과가 좋게 나타났다. Eucalyptus oil, rosemary oil에서는 1,8-cineole,  $\alpha$ -pinene이 공통적으로 함유되어 있는데 이 두 성분은 *S. aureus*, *E. coli* 등에서 항균 효과가 있다고 알려져 있다(Simsek & Duman, 2017; de Sousa Eduardo *et al.*, 2018). *B. subtilis*는 불리한 환경에서도 저항성이 크고 포자의 내열성이 강한 세균으로 neroli oil, eucalyptus oil, rosemary oil이 항균력이 크게 나타났고 이들의 성분에서는 공통적으로  $\alpha$ -pinene이 함유되어 있다. 3종의 진균 *C. albicans*, *A. niger*, *M. furfur*에서는 공통적으로 cinnamon bark oil에서 항균 효과가 크게 나타났고 (E)-cinnamaldehyde, eugenol, linalool이 주요 성분이다(Dhara & Tripathi, 2013). 그 중 비듬과 모낭염의 원인균인 *M. furfur*는 상대적으로 clove oil에서 가장 항균효과가 크게 나타나며 eugenol,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -caryophyllene이 주요 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Sharmeen *et al.*, 2021; Alves-Silva *et al.*, 2021). 또한, *A. niger*에서는 spearmint oil과 peppermint oil에서 우수한 항균력을 나타냈다.

2) 14종 단일 성분 향료의 항균력 시험 결과

전체적인 균주에서 citral, damascene, D-limonene, phenylethyl alcohol, hydroxycitronellal이 우수한 항균력을 나타냈다(Table 5). *S. aureus*와 *C. albicans*에서는 citral, D-limonene, hydroxycitronellal에서 우수한 항균 효과가 있었다. 유통 화장품에서 규제 대상 균주 *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*에서 phenylethyl alcohol이 공통적으로 항균 효과가 우수하게 나타났다. 또한, *C. albicans*에서 항균 효

과가 좋게 나타난 phenylethyl alcohol은 피부상재균 *S. epidermidis*에는 항균 효과가 거의 없는 것으로 나타났다. *M. furfur*에서는 aurantiol이 *A. niger*에서는 geraniol, benzyl acetate가 매우 우수한 항진균 효과가 있었다.

본 연구에서 paper disk에 액체로 된 시료만 사용할 수 있으므로 실험에 사용되는 용매에 녹지 않아 석출되는 시료나 점성이나 휘발성이 큰 시료는 항균력을 측정하기 어려운 문제점이 있어 추후 minimal inhibitory concentration (MIC) 방법으로 수행할 필요성이 있다.

Conclusion

아토피 피부염 관련 균주인 *S. aureus*와 *C. albicans*에서 linalool이 공통적으로 들어가는 cinnamon bark oil과 neroli oil에서 항균 활성이 크게 나타났고, 단일물질에는 citral, D-limonene, hydroxycitronellal에서 유사한 항균효과가 있었다. *C. albicans*, *A. niger*, *M. furfur* 진균 3종에서 cinnamon bark oil이 공통적으로 항균효과가 좋게 나타났다. 그리고 *M. furfur*는 clove oil이 항균효과가 좋게 나타났다.

유통화장품 규제 균주 *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*는 에센셜 오일 중 cinnamon bark oil과 단일물질 중 phenylethyl alcohol이 공통적으로 항균효과가 좋게 나타났다. *S. aureus*에서는 bergamot oil과 lavender oil이 항균 효과가 크게 나타났지만 *S. epidermidis*에는 항균효과가 작게 나타나 두 오일은 피부 상재균에는 유해하지 않으며 병원균에는 항균 효과를 보여주는 것으로 나타났다.

Table 5. The clear zone diameter of 14 single substances (mm)

Sample	SA	SE	EC	PA	BS	CA	MF	AN
Citral	48	51	10	8	22	30	12	38
Damascone	24	14	9	9	14	11	10	28
D-Limonene	19	13	15	11	19	16	18	17
Phenylethyl alcohol	17	12	23	13	11	17	10	10
Hydroxycitronellal	17	21	18	11	16	15	20	13
Bacdanol	17	9	8	7	13	-	-	8
Geraniol	16	14	17	9	14	16	14	34
Citronellol	15	15	11	8	12	14	13	21
Aurantiol	13	9	11	-	10	9	23	20
Benzyl acetate	11	7	11	8	9	9	10	33
Iso E Super	10	7	7	-	11	-	-	8
Hexyl cinnamic aldehyde	8	-	-	8	-	-	-	-
Eucalyptol	8	-	9	8	10	-	-	-
Camphor	-	-	-	-	8	-	-	-

SA, *Staphylococcus aureus*; SE, *Staphylococcus epidermidis*; EC, *Escherichia coli*; PA, *Pseudomonas aeruginosa*; BS, *Bacillus subtilis*; CA, *Candida albicans*; MF, *Malassezia furfur*; AN, *Aspergillus niger*.

전체적으로 spicy 계열의 cinnamon bark oil이 공통적으로 가장 뛰어난 항진균 및 항균력이 나타났고, 에센셜 오일과 향료성분들을 활용하여 화장품의 보존제 시너지 효과와 아토피 피부염 원인균과 지루성 피부염과 비듬 원인균에 대한 비듬 제어와 피부 질환을 개선하는 항균효과에 도움을 주는 화장품 원료로서 활용될 수 있을 것을 기대한다.

### Author's contribution

K.B. designed, K.Y. and K.H.W. performed experiments and analyzed data, K.Y. wrote the manuscript. All figures are created by K.H.W.

### Author details

Yerin Kim (Graduate Student)/Hye Won Kim (Graduate Student), Department of Chemistry, The Graduate School of Mokwon University, 88 Doanbuk-ro, Seo-gu, Daejeon 35349, Korea; Bora Kim (Professor), Department of Cosmetics Engineering, Mokwon University, 88 Doanbuk-ro, Seo-gu, Daejeon 35349, Korea.

## References

- Alves-Silva JM, Zuzarte M, Girão H, Salgueiro L. The role of essential oils and their main compounds in the management of cardiovascular disease risk factors. *Molecules*, 26: 3056, 2021.
- Brown MM, Horswill AR. *Staphylococcus epidermidis*-skin friend or foe?, *PLOS Pathogens*, 16: e1009026, 2020.
- Callewaert C, Knödseder N, Karoglan A, Güell M, Paetzold B. Skin microbiome transplantation and manipulation: current state of the art. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 19: 624-631, 2021.
- Cho WG, Lee YH, Hwang SJ. Effects of cosmetic pigments on the bactericidal activities of parabens. *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, 27: 501-507, 2010.
- Choi HS, Sin YM, Chung SH, Park YM, An WK. Isolation and purification of lipopolysaccharide derived from *Escherichia coli* O157:H7 for the specific antibody production. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 33: 571-575, 2004.
- Chung SJ, Hwang SH, Choi MC, Park AS, Kim SU, Kim HJ, Kim JH, Jung K. Examination and quantification of preservatives in cosmetics for children. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 41: 219-227, 2015.
- Dhara L, Tripathi A. Antimicrobial activity of eugenol and cinnamaldehyde against extended spectrum beta lactamase producing enterobacteriaceae by *in vitro* and molecular docking analysis. *European Journal of Integrative Medicine*, 5: 527-536, 2013.
- de Sousa Eduardo L, Farias TC, Ferreira SB, Ferreira PB, Lima ZN, Ferreira SB. Antibacterial activity and time-kill kinetics of positive enantiomer of  $\alpha$ -pinene against strains of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 18: 917-924, 2018.
- Guo F, Chen Q, Liang Q, Zhang M, Chen W, Chen H, Yun Y, Zhong Q, Chen W. Antimicrobial activity and proposed action mechanism of linalool against *Pseudomonas fluorescens*. *Frontiers in Microbiology*, 12: 1-11, 2021.
- Ha YM, Lee BB, Bae HJ, Je KM, Kim SR, Choi JS, Choi IS. Antimicrobial activity of grapefruit seed extract and processed sulfur solution against human skin pathogens. *Journal of Life Science*, 19: 94-100, 2009.
- Jeong JH, Nguyen TKN, Choi MJ, Nguyen LTH, Shin HM, Yang IJ. A study on the activities of five natural plant essential oils on atopic dermatitis. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 47: 23-30, 2021.
- Kang BH, Ryu MJ. Physiological activities of the neem and the comfrey extracts as cosmetic ingredients. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 19: 223-234, 2021.
- Kim BA. Development of cosmetics preservatives using natural essential oil. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 5: 445-450, 2019.
- Kim CS, Kim YA, Jung I, Ryu JY. The influence of aromatherapy to relieve stress. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 12: 331-337, 2014.
- Kim H, Myoung K, Lee HG, Choi EJ, Park T, An S. *Lactobacillus plantarum* APsulloc 331261 fermented products as potential skin microbial modulation cosmetic ingredients. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 46: 23-29, 2020.
- Kim MJ, Jung TK, Hong IG, Yoon KS. Comparison of antimicrobial oils as natural preservatives. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 32: 99-103,

- 2006a.
- Kim MR, Woo SE, Shin SO, Hong SM, Wang SY. Study on the distribution of *Staphylococcus aureus* in atopic dermatitis. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 32: 93-97, 2006b.
- Kwon K, Kim CY, Lee DJ, Seo HS. The analysis on trend of articles about fungus in Journal of Korean Medicine. *The Journal of Korean Medicine Ophthalmology & Otolaryngology & Dermatology*, 30: 43-73, 2017.
- Lee JY, Lee JN, Lee GT, Lee KK. Development of antimicrobial plant extracts and its application to cosmetics. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, 38: 171-179, 2012.
- Park BY, Ryu MJ. Assessment on the biological activities of mint, cinnamon and mixed extract and stability of the shampoo. *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, 17: 247-256, 2019.
- Park SH, Kim KBWR, Kim MJ, Choi JS, Cho YJ, Ahn DH. Antimicrobial activity of extracts from different parts and essential oil from *Pinus densiflora* on skin pathogens. *Journal of Life Science*, 27: 646-651, 2017.
- Ryu YH, Kim DG, Yeon IK, Huh CS, Ryu JA, Jo WS, Park SJ, Lee YS. Screening for inhibition activity of plant extracts on microorganism contaminating in cosmetics. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 23: 57-76, 2015.
- Sharmeen JB, Mahomoodally FM, Zengin G, Maggi F. Essential oils as natural sources of fragrance compounds for cosmetics and cosmeceuticals. *Molecules*, 26: 666, 2021.
- Simsek M, Duman R. Investigation of effect of 1,8-cineole on antimicrobial activity of chlorhexidine gluconate. *Pharmacognosy Research*, 9: 234-237, 2017.
- Shin YH, Kim HJ, Lee JY, Cho YJ, An BJ. Major compound analysis and assessment of natural essential oil on anti-oxidative and anti-microbial effects. *Journal of Life Science*, 22: 1344-1351, 2012.
- Sugimoto S, Iwamoto T, Takada K, Okuda K, Tajima, Iwase T, Mizunoe Y. *Staphylococcus epidermidis* Esp degrades specific proteins associated with *Staphylococcus aureus* biofilm formation and host-pathogen interaction. *Journal of Bacteriology*, 195: 1645-1655, 2013.
- Um JY, Jin BM, Cho YK. Isolation and identification of antifungal compounds against *Malassezia* species from *Cinnamomum cassia* Blume. *Korean Society of Cosmetics and Cosmetology*, 10: 331-344, 2020.
- van Bijsterveld OP, Richard RD. Bacillus infections of the cornea. *Archives of Ophthalmology*, 74: 91-95, 1965.

## 국문초록

## 화장품 응용을 위한 에센셜 오일과 단일 성분 향료에 대한 항균력 비교 연구

김예린<sup>1</sup>, 김혜원<sup>1</sup>, 김보라<sup>1,2\*</sup><sup>1</sup>목원대학교 대학원 화학과, 대전, 한국<sup>2</sup>목원대학교 화장품공학과, 대전, 한국

**목적:** 천연 식물성 에센셜 오일은 여러 가지 약리적 효능 물질과 향료로서 많이 쓰인다. 본 연구에서는 에센셜 오일 16종과 단일 성분 향료 14종의 총 30종에 대해 항균 효과를 비교하여 화장품 보존제, 향균제로서의 활용 가능성을 확인하였다. **방법:** 총 8종의 미생물 *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *Malassezia furfur*에 대해 paper disk diffusion assay를 실시하여 항균 활성을 비교하였다. **결과:** 아토피 피부염 관련 균주인 *S. aureus*와 *C. albicans*에서 에센셜 오일 중 성분에 linalool이 공통적으로 들어가는 cinnamon bark oil과 neroli oil에서 항균 활성이 크게 나타났고, 단일물질에는 citral, D-limonene, hydroxycitronellal에서 우수한 항균 효과가 있었다. *C. albicans*, *A. niger*, *M. furfur* 진균 3종에서 cinnamon bark oil이 공통적으로 항균 효과가 좋게 나타났다. *M. furfur*는 에센셜 오일 eugenol이 주성분인 clove oil과, 단일성분 aurantiol의 항균 효과가 좋게 나타났다. 유통 화장품에서 규제 대상인 3종 균주 *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*도 에센셜 오일 중 cinnamon bark oil과 단일물질 중 phenylethyl alcohol이 공통적으로 항균 효과가 우수하게 나타났다. *S. aureus*에서는 bergamot oil과 lavender oil이 항균 효과가 크게 나타났지만 피부상재균인 *S. epidermidis*에는 항균효과가 상대적으로 낮게 나타났다. 또한, *C. albicans*에서 항균 효과가 좋게 나타난 rosemary oil, rose absolute, phenylethyl alcohol은 피부상재균 *S. epidermidis*에는 항균 효과가 거의 없는 것으로 나타났다. **결론:** 에센셜 오일을 제형에 조합 활용하여 대체 보존제와 아토피 피부염 원인균과 비듬균에 대한 항균 효과에 도움을 주는 화장품 원료로서 활용될 수 있을 것을 기대한다.

**핵심어:** 향료, 에센셜 오일, 항균력, 보존제, 화장품

## 참고문헌

- 강복희, 유민정. 님과 컴프리 추출물의 화장품 소재로써 생리활성 연구. *아시아뷰티화장품학술지*, 19: 223–234, 2021.
- 권강, 김철윤, 이득주, 서형식. 국내 한의학 학술지에 게재된 진균 관련 논문들의 경향성 분석. *한방안이비인후피부과학회지*, 30: 43–73, 2017.
- 김미례, 우승은, 신순오, 홍성미, 양시용. 아토피 피부염에서 황색포도상구균 분포에 관한 연구. *대한화장품학회지*, 32: 93–97, 2006.
- 김미진, 정택규, 홍인기, 윤경섭. 천연방부제로서 향균오일의 항균력 비교. *대한화장품학회지*, 32: 99–103, 2006.
- 김보애. 천연 에센셜 오일을 이용한 화장품 방부제 개발. *문화기술융합학회지*, 5: 445–450, 2019.
- 김창숙, 김윤아, 정인, 류지영. 아로마테라피가 스트레스 완화에 미치는 영향. *아시아뷰티화장품학술지*, 12: 331–337, 2014.
- 김한별, 명길선, 이현기, 최은정, 박태훈, 안수선. *Lactobacillus plantarum* APsulloc 331261 발효 용해물의 피부 미생물 조절 효과. *대한화장품학회지*, 46: 23–29, 2020.
- 류영현, 김동근, 연일권, 허창석, 류정아, 조우식, 박상조, 이윤수. 식물 추출물의 화장품 오염 미생물에 대한 생육억제 활성. *한국약용작물학회지*, 23: 57–76, 2015.
- 박선희, 김꽃봉우리, 김민지, 최정수, 조영제, 안동현. 소나무 부위별 추출물 및 essential oil의 피부상재균에 대한 항균 활성. *생명과학학회지*, 27: 646–651, 2017.
- 박보연, 유민정, 박하와 계피 그리고 혼합 추출물의 생리활성 및 샴푸의 안정성 평가. *아시아뷰티화장품학술지*, 17: 247–

256, 2019.

신유현, 김현정, 이진영, 조영제, 안봉전. 천연 에센셜 오일의 구성물질 분석과 항산화 및 항균 효과에 대한 연구. *생명과학회지*, 22: 1344-1351, 2012.

엄지영, 진방민, 조용권. 계피로부터 *Malassezia* 종에 대한 항균물질 분리 및 동정. *한국화장품미용학회지*, 10: 331-244, 2020.

이지영, 이정노, 이강태, 이건국. 항균활성을 갖는 천연물 개발과 화장품 응용에 관한 연구. *대한화장품학회지*, 38: 171-179, 2012.

조완구, 이용화, 황승진. 파라벤류의 방부력에 대한 화장품용 안료의 영향. *한국응용과학기술학회지*, 27: 501-507, 2010.

정삼주, 황영숙, 최채만, 박애숙, 김수연, 김현정, 김정현, 정권. 어린이용 화장품에 사용되는 보존제 및 함유량 조사. *대한화장품학회지*, 41: 291-227, 2015.

정정화, Thao Kim Nu Nguyen, 최민진, 응웬리, 신흥묵, 이병욱, 양인준. 자생식물 Essential Oil 5 종의 항 아토피피부염 활성 연구. *대한화장품학회지*, 47: 23-30, 2021.

최학선, 신영민, 정숙현, 박영민, 안원근. 병원성 *Escherichia coli* O157:H7의 특이 항체 생산을 위한 Lipopolysaccharide 분리 및 정제. *한국식품영양과학회지*, 33: 571-575, 2004.

하유미, 이보배, 배희정, 제경모, 김순래, 최재석, 최인순. 피부질환 원인균에 대한 자몽종자추출물과 법제유황수의 항균 효과. *생명과학학회지*, 19: 94-100, 2009.

## 中文摘要

# 用于化妆品应用的精油和单组分香料的抗菌活性的比较研究

金藝璘<sup>1</sup>, 金慧元<sup>1</sup>, 金寶羅<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>牧园大学大学院化学系, 大田, 韩国

<sup>2</sup>西牧园大学大学化妆品工学科, 大田, 韩国

**目的:** 植物精油广泛用作药理效能物质和香料。在这项研究中, 研究了16种天然精油和 14 种单一香料成分作为抗菌剂的潜力。**方法:** 采用纸片扩散法来评估精油和单一香料成分对金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、大肠杆菌、铜绿假单胞菌、枯草芽孢杆菌、白色念珠菌、黑曲霉和糠秕马拉色菌的抗菌活性。**结果:** 含有芳樟醇的肉桂皮和橙花精油对金黄色葡萄球菌和白色念珠菌表现出显著的抗菌活性。单一香料成分柠檬醛、D-柠檬烯和羟基香茅醛对金黄色葡萄球菌和白色念珠菌具有抗菌作用。肉桂皮油还显示出对黑曲霉和糠秕马拉色菌的良好抗真菌作用。以丁香酚为主要成分的丁香精油对糠秕杆菌具有抗真菌作用, 而橙皮醇对糠秕杆菌也具有抗菌作用。经销化妆品中受管制的金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和铜绿假单胞菌易受肉桂皮油和苯乙醇的影响。佛手柑和薰衣草油对金黄色葡萄球菌有良好的抗菌作用, 但对表皮葡萄球菌没有。此外, 迷迭香油、玫瑰纯油和苯乙醇对白色念珠菌表现出良好的抗真菌作用, 但对表皮葡萄球菌没有或几乎没有抗菌作用。**结论:** 我们的结果表明, 精油可用作特应性皮炎和头皮屑的替代防腐剂和抗菌剂。

**关键词:** 香料, 精油, 抗菌作用, 防腐剂, 化妆品