

Streptococcus mutans 대한 Lavender와 Peppermint Oil의 항균효과

박충무¹, 윤현서²동의대학교 ¹임상병리학과, ²치위생학과

Anti-bacterial effects of lavender and peppermint oils on *Streptococcus mutans*

Chung Mu Park¹, Hyun Seo Yoon²Departments of ¹Clinical Laboratory Science, ²Dental Hygiene, Dong-Eui University, Busan, Korea

Received: October 2, 2018
Revised: October 20, 2018
Accepted: November 22, 2018

Corresponding Author: Hyun Seo Yoon
Department of Dental Hygiene, Dong-Eui University, 176 Eomgwang-ro, Busanjin-gu, Busan 47340, Korea
Tel: +82-51-890-2688
Fax: +82-50-5-182-6878
E-mail: yoonhs@deu.ac.kr

Objectives: The main objectives of this study were to verify the antibacterial activity of two essential oils, lavender and peppermint, against dental caries and to review their synergistic effect when used in combination. Our results provide basic data for the evaluation of the use of these two substances towards the prevention and cure of dental caries.

Methods: The sample solutions of lavender and peppermint oils were prepared in three different concentrations (30%, 50%, and 70% (v/v)) by diluting them with third-distilled water and Tween 20. *Streptococcus mutans* was selected as the bacterial species for testing. The disk diffusion method was used to measure the antibacterial activity of the sample solutions. For generating growth curves and measuring the number of clusters of the bacterial, the liquid medium-dilution method was used; the absorbance of the medium was measured at 600 nm after 3, 6, 12 and 24 hours.

Results: When the antibacterial activity of the oils was tested via the disk diffusion method, the activity improved with increasing concentrations of all the sample solutions of peppermint, lavender, and the blend, but there was no significant difference between them with respect to the type of oil. In the growth curves of *S. mutans*, growth inhibition was observed after 12 hours. The inhibitory effect of 30% lavender oil on growth was 64.9% and 80.1% after 12 and 24 hours of treatment, respectively whereas that of peppermint oil was 71.3% and 80.1% after 12 and 24 hours of treatment, respectively. The inhibitory effect of the blended oil was 71.9% and 81.0% after 12 and 24 hours of treatment, respectively.

Conclusions: Further research is still required in order to determine the efficacy of lavender and peppermint oils, as well as other essential oils, for wider use in preventing dental caries.

Key Words: Anti-bacterial effects, Essential oil, Lavender, Peppermint, *Streptococcus mutans*

서론

치아 맹출에서 상실에 이르기까지 지속적으로 발생하게 되는 치아우식증은 구강질환 중 가장 대표적인 질환으로¹⁾, 이를 예방하기 위하여 칫솔질을 비롯한 불소도포 및 치면열구전색 등의 다양

한 노력을 기울이고 있다²⁻⁴⁾. OECD에서 2017년 발표한 자료에 의하면 우식경험연구치지수는 OECD 평균 1.2개였고, 덴마크가 0.4개로 가장 작았으며, 우리나라는 1.8개로 여전히 높았다⁵⁾.

치아우식증을 예방하기 위한 가장 기본적인 방법은 구강 내에서 치아우식증을 유발하는 균의 생성과 성장을 억제하여 치면세균

막의 형성을 막거나 제거하는 것이다⁶⁾. 치면세균막을 제거하는 방법으로 칫솔질이 물리적 제거법의 가장 대표적인 방법이고²⁾, 항균 효과가 있는 용액을 사용하는 것은 화학적 방법이다. 특히, 화학적 방법 중 항균효과가 있는 물질로 현재 치과에서 사용되고 있는 클로로헥시딘(Chlorhexidine)은 항균효과는 높은 반면 착색과 구강 점막 손상 등의 부작용이 발생하여 이를 대체할 수 있는 새로운 항균물질에 대한 관심이 증대되고 있다⁷⁾.

부작용은 적으면서도 항균성을 가지는 물질을 찾기 위한 방법으로 천연물에 대한 연구들이 이루어지고 있다. 이와 정⁸⁾의 연구에서 매실추출물이 충치 유발균에 항균효과가 있었고, 녹차잎, 뽕잎, 마테잎 추출물에서도 *streptococcus mutans*의 성장억제 효과가 있는 것으로 보고되었다⁹⁾. 또한 이 등¹⁰⁾의 연구에서 한약재 중 *S. mutans*에 황금(*Scutellaria baicalensis*)과 소목(*Caesalpinia sappan*)에서 항균력이 있는 것으로 나타났다. 이외에도 천연물을 이용한 연구들은 이루어지고 있으나 에센셜 오일(Essential Oil, E.O)을 이용하는 연구들이 일부에 지나지 않는다^{11,12)}. 에센셜 오일을 이용한 연구로는 2006년 이 등¹³⁾의 연구에서 10가지 오일 중 *S. mutans*에 thyme와 oreganum oil에서 항균력이 있었고, 김¹⁴⁾의 연구에서 편백나무 에센셜오일(*Chamaecyparis obtusa* E.O)은 *S. mutans*에 대하여 항균력을 보였으며, 최근 연구결과 에센셜 오일 6종과 구강상재균 4종을 이용한 항균소재 적합성조사에서 구강세균 관련 항균소재로 활용 가능한 것으로 입증되었다¹⁵⁾.

Lavender (*Lavendula angustifolia*)는 불안과 우울 등의 심리적 안정을 위한 치료효과와 상처치료를 위한 소염효과 그리고 항산화효과가 있는 것으로 보고되었다^{16,17)}. 이러한 이유들로 화장품이나 향료 등으로 사용되었고, 이 등¹⁸⁾의 연구에서는 동물을 대상으로 한 통증관련 실험에서도 효과가 있는 것으로 보고되었다.

Peppermint (*Mentha piperita*)는 식용 및 약용으로 사용되어 항균, 항바이러스, 항알레르기 등에 효과가 있는 것으로 보고되었고¹⁹⁾, 국소 도포 시에는 피부자극을 통한 모세혈관 확장과 근육 이완효과가 있는 것으로 알려졌다²⁰⁾. 최근 연구에서는 비듬균에 항균력이 있고 모발성장에도 도움을 주는 것으로 보고되었다²¹⁾. 또한 페퍼민트가 가지고 있는 특유의 향으로 인하여 구취 등을 예방할 목적으로 치약, 가글, 세치제 등 다양하게 활용되고 있다²²⁾.

이에 본 연구에서는 항균 및 항염효과가 있는 것으로 알려진 라벤더와 페퍼민트 오일을 이용하여 치아우식증의 대표 유발균인 *S. mutans*에 대한 항균효과를 검증하고자 한다. 또한 최근 연구에서 한 종류의 오일 보다 두 종류 이상 혼합한 오일이 보다 높은 항균효과가 있는 것으로 보고되어²³⁾, 본 연구에서는 lavender와 peppermint oil을 각각 분석하고 두 가지를 혼합한 오일에 대한 활성상승효과 여부를 함께 검증하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

Lavender essential oil (*L. angustifolia*)은 프랑스 남부 해발 1,100미터 이상의 고산지대에서 재배된 꽃 선단부에서, pep-

permint essential oil (*M. piperita*)은 헝가리에서 재배된 잎에서 수증기증류법(Steam distilled)으로 추출된, 독일 Neumond사 (Raisting, Germany)의 유기농 인증을 받은 제품을 구입하여 분석에 사용하였다. Blending oil은 lavender와 peppermint oil을 각각 50%씩 혼합하여 사용하고, Tween 20 (Anatrace Products, Maumee, OH, USA)과 3차 증류수를 희석하였다. 또한 원액 상태의 Essential oil(E.O)을 다양한 농도에서 활성을 검증하여 활용도를 높이기 하여 30%, 50%, 70% (v/v)로 만들어 시료로 사용하였다.

2. 연구방법

2.1. 실험균주 및 배양조건

구강질환 중 충치원인균인 *streptococcus mutans* KCTC 3065의 항균효과를 측정하기 위하여 한국생명공학연구원 생물자원센터(Daejeon, Korea)로부터 분양받아 사용하였다. 균주는 brain heart infusion (Difco Laboratories Inc., Detroit, MI, USA) broth 배지에 실험 직전 37°C shaking incubator (200x rpm)에서 24시간 배양하여 사용하였다.

2.2. 디스크 확산법을 이용한 항균활성 측정

*S. mutans*에 대한 lavender와 peppermint essential oil의 항균활성은 디스크 확산법을 이용하여 측정하였다²⁴⁾. *S. mutans*를 고체배지에 접종하고 일회용 spreader를 이용하여 도말한 후, 직경 8 mm의 멸균된 paper disk (Advantec, Toyo Roshi, Ltd., Tokyo, Japan)를 배지의 표면에 밀착시켰다. lavender와 peppermint, blending oil을 30%, 50%, 70% (v/v)의 농도별로 각각 15 µl 씩 점적하고 37°C의 배양기에서 24시간동안 배양 후 생성된 투명한 직경(mm)를 측정하였으며, 모든 실험은 3회 반복하여 시행하였다.

2.3. Essential oil의 종류와 농도에 따른 성장곡선 및 집락 수 측정

Lavender와 peppermint, blending essential oil의 성장억제 효과를 분석하기 위하여 액체배지희석법을 이용하였다²⁵⁾. *S. mutans*는 BHI broth에서 37°C, 24시간 동안 배양한 후 OD₆₀₀값이 0.4-0.6이 되도록 희석하여 사용하였다. 액체배지에 essential oil을 종류와 농도별로 각각 희석하고 *S. mutans*를 접종한 후 37°C shaking incubator (200x rpm)에서 배양하였다. 접종 후 3시간, 6시간, 12시간, 24시간이 되었을 때 600 nm에서 흡광도를 측정하였다, 모든 실험은 3회씩 반복하여 시행하였다.

$$\text{성장 저해율(\%)} = \frac{\text{대조균의 흡광도} - \text{추출물 함유균의 흡광도}}{\text{대조균의 흡광도}} \times 100$$

집락 수 측정은 고체배지에 *S. mutans*를 접종하고, lavender와 peppermint, blending essential oil을 농도별로 첨가한 후 24

시간 동안 배양하여 Colony Forming Unit (CFU)를 측정하였다. 모든 실험은 3회씩 반복하여 시행하였다.

3. 자료분석

통계분석은 SPSS ver. 25.0 (Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 3회 실시한 실험 결과의 평균±표준편차를 비교하기 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)를 실시하였으며, 사후분석은 Duncan 기법을 이용하였다. 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

연구 성적

1. 디스크 확산법을 통한 Lavender와 peppermint essential oil의 농도에 따른 항균활성

Lavender와 peppermint essential oil의 농도에 따른 *S. mutans*의 항균활성을 디스크 확산법으로 측정하였다. Lavender oil은 30%에서 5.77 mm, 50%에서 7.82 mm, 70%에서 9.64 mm였고($P=0.027$), peppermint oil은 30%에서 5.49 mm, 50%에서 7.66 mm, 70%에서 9.83 mm였으며($P=0.001$), 각 50%씩 혼합한 blending에서는 30%에서 5.35 mm, 50%에서 7.20 mm, 70%에서 9.63 mm ($P=0.005$)로 모든 oil에서 농도가 높아질수록 투멍환의 크기는 커져 항균력이 농도에 따라 유의한 차이를 보였다(Table 1). 그러나 oil의 농도에 따른 항균력 활성의 차이는 있었으나 oil의 종류에 따른 차이는 보이지 않았고, 30%와 50%에서는 lavender oil이, 70%에서는 peppermint oil이 높은 항균력을 보였다(Fig. 1).

2. Lavender, peppermint, blending essential oil의 *S. mutans*에 대한 성장억제효과

Lavender oil을 농도별로 *S. mutans*에 접종하고 3, 6, 12, 24 시간이 지난 후 흡광도를 측정하였고, 이때 600 nm에서 측정한 oil의 흡광도는 vehicle 값으로 계산하였다. 24시간 배양 후 대조군에서의 흡광도는 0.558이었고, 실험군은 30%에서 0.111, 50%에서 0.205, 70%에서 0.195로 실험군의 흡광도 값이 대조군의 값보다 낮아 유의한 차이를 보였다($P<0.05$) (Fig. 2A).

Peppermint oil에서는 24시간 배양 후 대조군에서의 흡광도는 0.558이었고, 실험군은 30%에서 0.114, 50%에서 0.132, 70%에서 0.142로 실험군의 흡광도 값이 대조군의 값보다 낮아 유의한 차이를 보였다($P<0.05$) (Fig. 2B).

Table 1. Antimicrobial activity of lavender and peppermint essential oils against *S. mutans* (unit; mm)

	Essential oil (% v/v)			P
	30	50	70	
Lavender	5.77±1.40 ^a	7.82±1.29 ^{ab}	9.64±1.08 ^b	7.034 (0.027)
Peppermint	5.49±0.97 ^a	7.66±0.51 ^b	9.83±0.45 ^c	30.153 (0.001)
Blending	5.35±0.95 ^a	7.20±0.49 ^a	9.63±1.30 ^b	14.676 (0.005)

Blending oil은 24시간 배양 후 대조군에서의 흡광도는 0.558이었고, 실험군에서는 30%에서 0.106, 50%에서 0.110, 70%에서 0.151로 대조군 흡광도 값보다 실험군의 흡광도 값이 낮아 유의한 차이를 보였다($P<0.05$) (Fig. 2C).

세 종류의 oil 모두에서 실험군이 대조군보다 흡광도 값이 낮아 세균의 성장이 억제됨을 알 수 있었고, 실제 억제효과는 12시간 이후부터 나타났다.

*S. mutans*균에 대한 성장 억제율을 측정한 결과 배양 24시간 후 30%에서 가장 높았으며, 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. Lavender oil은 30%에서 12시간 배양 시 64.9%, 24시간은 80.1%였고, peppermint oil은 12시간 배양 시 71.3%, 24시간은 79.6%였으며, blending oil은 12시간 배양 시 71.9%, 24시간은 81.0%로 성장 억제율이 나타났다.

3. Lavender, peppermint, blending essential oil의 농도에 따른 성장억제효과

Essential oil의 종류에 따른 *S. mutans*에 대한 항균력을 측정하기 위하여 oil을 농도별로 첨가한 후 생성되는 집락수를 확인하였다. Lavender oil은 30%에서 14개, 50%에서 2개, 70%에서 1개였고($P<0.001$), peppermint oil은 30%에서 16개, 50%에서 6개, 70%에서 2개였으며($P<0.001$), blending oil은 30%에서 69개, 50%에서 21개, 70%에서 10개였다($P<0.001$). 세 종류의 oil에서 모두 농도가 높아질수록 집락 수는 감소하여 유의한 차이를 보였다(Table 2, Fig. 3).

고 안

과거에서 현재에 이르기 까지 허브나 약용식물을 다양한 추출법을 이용하여 에센셜 오일로 만들어 사용하고 있으며 진정효과¹⁷⁾, 황산화 효과²⁶⁾, 방부효과²⁷⁾, 항균효과²⁸⁾ 등 다양한 효과를 입증하고 있다. 이러한 효과 중 하나인 항균효과로 화장품, 식품 등에 첨가되어지고 있다¹⁸⁾. 그중에서도 lavender와 peppermint는 다양한

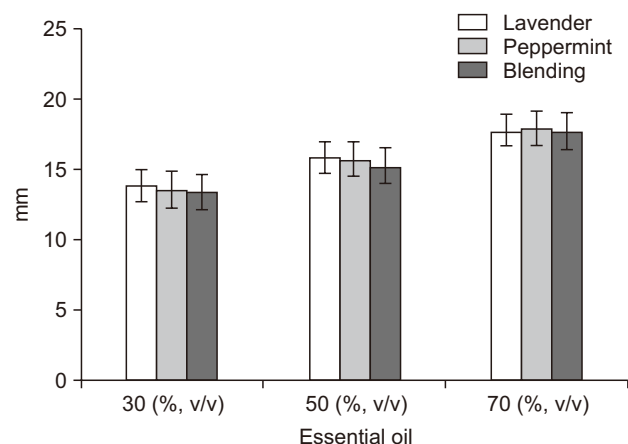


Fig. 1. Comparison of anti-microbial activity of Lavender, Peppermint, Blending oil against *S. mutans*.

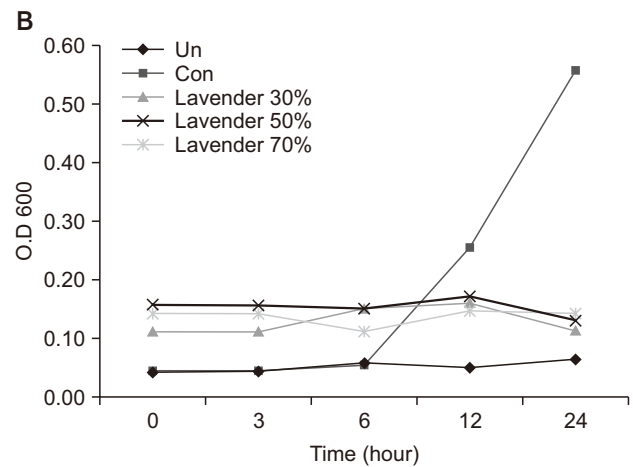
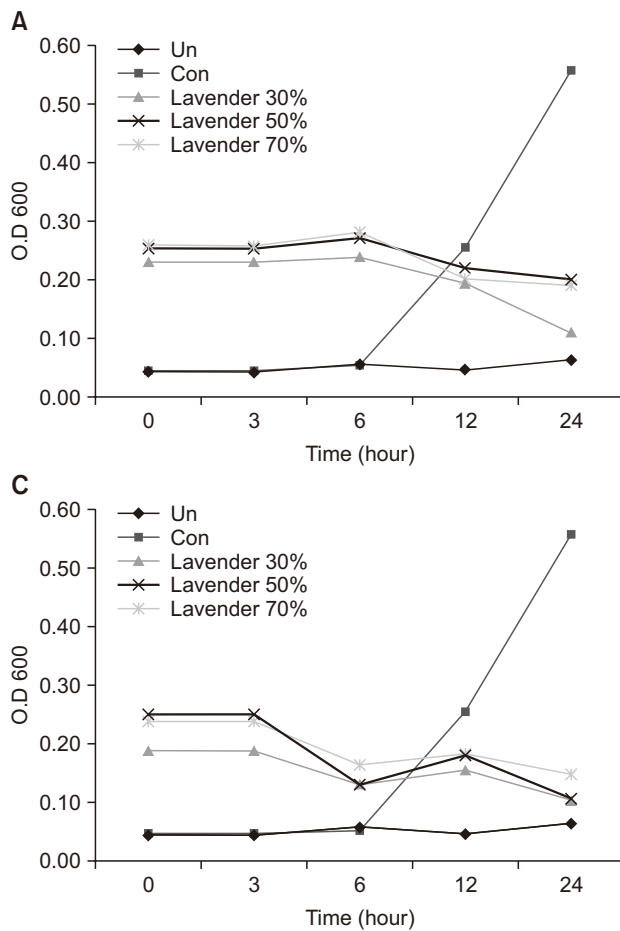


Fig. 2. Growth curves of *S. mutans* cultured at different concentration of lavender (A), peppermint (B) and blending essential oil (C).

Table 2. Growth inhibition of *S. mutans* in accordance with essential oils concentration

	Essential oil (% v/v)			P
	30	50	70	
Lavender	14.67±1.53 ^b	2.33±1.53 ^a	1.33±0.58 ^a	99.267 (<0.001)
Peppermint	16.33±1.53 ^c	6.67±1.15 ^b	2.33±0.58 ^a	115.583 (<0.001)
Blending	69.33±5.13 ^c	21.00±2.65 ^b	10.00±1.00 ^a	261.155 (<0.001)

형태로 널리 사용되어지고 있으며, 특히 peppermint의 경우 입속에 퍼지는 상쾌함을 가지고 있어 치약이나 가글 등에도 널리 사용되어지고 있다²²⁾.

본 연구에서는 치아우식증의 대표 원인균인 *S. mutans*를 이용하여 lavender와 peppermint essential oil의 항균효과를 검증하였다.

디스크 확산법을 이용한 lavender와 peppermint essential oil의 항균효과는 오일 모두에서 농도가 높을수록 항균력이 높은 것으로 나타났으며, 오일 종류에 따른 차이는 보이지 않았다. 이는 *S. mutans* 항균력 실험에서 김 등²⁹⁾이 라벤더 나노에멀션(100%)를 이용한 연구와 Chaudhari 등³⁰⁾이 페퍼민트를 이용한 연구에서 효과가 없는 것으로 나타나 본 연구와 차이를 보였다. 이는 오일의 농도와 분주량, 계면활성제 등에서 차이가 있어 추가적인 연구가

필요하다.

오일을 농도별로 *S. mutans*에 분주하고 3, 6, 12, 24시간이 지난 후 600 nm 흡광도에서 측정하였다. 24시간 배양 후 대조군에서의 흡광도는 0.558이었고, lavender oil 실험군은 30% 0.111, 50% 0.205, 70% 0.195로 실험군의 흡광도 값이 대조군의 값보다 낮았고, peppermint oil 실험군은 30% 0.114, 50% 0.132, 70% 0.142로 실험군의 흡광도 값이 대조군의 값보다 낮았으며, blending oil 실험 군에서는 30% 0.106, 50% 0.110, 70% 0.151로 대조군 흡광도 값보다 실험군의 흡광도 값이 낮았다. 또한 실험 군 모두에서 실제 억제효과는 12시간 이후부터 나타났다. 이는 김 등³¹⁾의 연구에서 오렌지 에센셜오일을 이용하여 *S. mutans*에 대한 성장억제능력을 확인한 결과 클로록헥시딘 만큼의 억제효과는 아니지만 여러 식물성 오일에 비하여 가장 큰 억제효과를 보여 본 연구에 사용된 오일의 종류에서는 차이가 있으나 *S. mutans*에 대한 에센셜오일의 성장억제효과는 검증할 수 있었다. 이에 구강 세치제나 가글 등에 사용되어지고 있는 에센셜오일에 대한 항균력을 검증하고, 다양한 에센셜오일을 활용하고자 한다.

*S. mutans*균에 대한 성장억제물을 측정한 결과 배양 24시간 후 오일 종류에 따른 차이는 미비하였으나 농도가 높을수록 성장억제력이 높았다. 이는 김 등⁹⁾이 녹차잎, 뽕잎, 마테잎 추출물을 이용한 연구와 매실추출물을 이용한 이와 정⁸⁾의 연구에서도 농도가

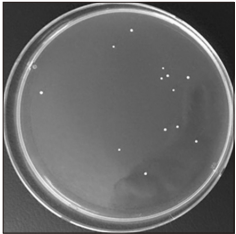
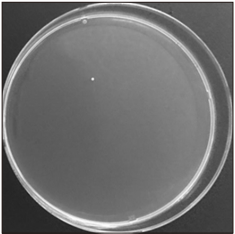
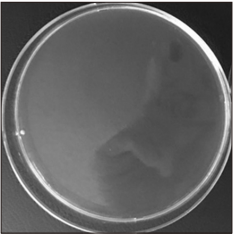
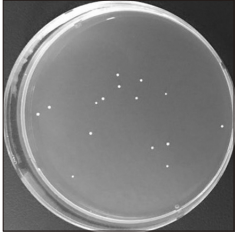
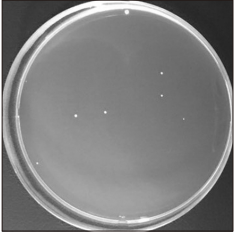
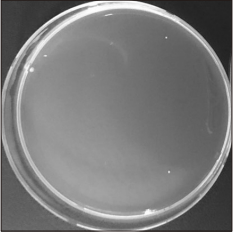
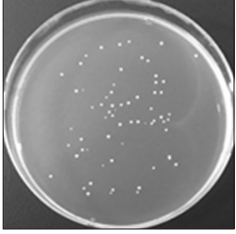
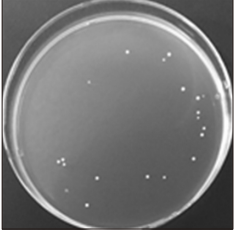
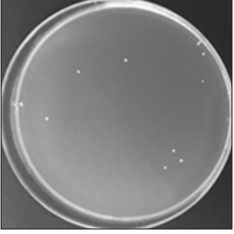
	Essential oil (% v/v)		
	30	50	70
Lavender			
Peppermint			
Blending			

Fig. 3. Formated CFU of *S. mutans* by essential oils concentration.

높을수록 성장억제률이 높아 본 연구와 결과가 일치하였다. 그러나 오일을 농도별로 성장억제률을 제시한 연구가 없어 추가적인 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

*S. mutans*에 대한 oil 농도별 생성된 집락 수는 lavender oil은 30% 14개, 50% 2개, 70% 1개였고, peppermint oil은 30% 16개, 50% 6개, 70% 2개였으며, blending oil은 30% 69개, 50% 21개, 70% 10개였다. 이는 최와 강³²⁾의 연구에서 티트리 오일을 이용한 *S. mutans*에 대한 집락 수는 30% 65개, 50% 40개로 나타나 항균 효과를 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 대표적인 충치원인균인 *S. mutans*에 대한 lavender와 peppermint essential oil의 항균효과는 있었으나, blending oil 에센셜오일의 활성상승효과는 나타나지 않았다. 이는 oil의 특성이나 배합 등에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sobrinus* 등 다양한 원인균과 바이오필름과 투과 전자현미경 관찰 등을 통한 항균력 검증을 위한 추가적인 연구를 실시하며, 다양한 에센셜오일의 항균력을 검증하고 활용 범위를 넓이기 위한 노력이 필요할 것이다.

결론

본 연구는 Lavender와 peppermint oil의 *S. mutans*에 대한 항균력 검증하고 blending oil에서의 활성 상승효과를 확인하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Lavender, peppermint, blending oil의 농도에 따른 *S. mutans*의 항균활성은 농도가 높을수록 투명환의 크기가 커져 항균력이 높았으나($P < 0.05$), oil의 종류에 따른 차이를 보이지는 않았다.

2. Oil의 종류에 따른 *S. mutans*의 성장곡선은 24시간 배양 후 대조군에 비해 흡광도 값이 낮게 나타나($P < 0.05$) 성장이 억제됨을 보였고, 억제효과는 12시간 이후부터 나타났다.

3. *S. mutans*균의 성장억제률은 24시간 배양 후 lavender 30% (v/v)에서 12시간 배양 시 64.9%, 24시간 배양 시 80.1% 억제되었고, peppermint는 12시간 배양 시 71.3%, 24시간 배양 시 79.6% 억제되었으며, blending oil은 12시간 배양 시 71.9%, 24시간 배양 시 81.0%가 억제되었다.

4. Oil의 종류에 따른 집락 수 생성은 모든 oil에서 농도가 높아 질수록 집락수가 적게 생성되었다.

따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 다양한 균주와 실험방법을 통하여 항균력을 검증하여 에센셜오일의 활용도를 높이기 위한 방안 마련이 필요하겠다.

References

1. Choi HS. Influencing factors of dental caries across the life cycle of Koreans. J Korean Soc Dent Hyg 2017;17:889-898.
2. Kim KE, Ahn ES, Han JH. Variation in the index of dental plaque removal and practice assessment after instruction on toothbrushing. J

- Dent Hyg Sci 2015;15:220-225.
3. Jeon EY, Lee SY. Remineralization effect according to application cycle of fluoride varnish: QLF-D analysis. J Korean Soc Dent Hyg 2016;16:525-530.
4. Kang JM, Im SU, Jo HY, Ma JK, Kim JS, Kim KH et al. Adhesive characteristics of *Mutans Streptococci* on the surface of filling materials and sealant. Korean J Dent Mater 2015;42:229-238.
5. Korea Health Promotion Institute. The 4th Health Plan 2020: Trend Report 2017. Seoul:Korea Health Promotion Institute;2017:77.
6. Briner WW et al. Plaque in relation to dental caries and periodontal disease. Int Dent J 1971;21:293-301.
7. Scheie AA. Modes of action currently known chemical antiplaque agents other than chlorhexidine. J Dent Res 1989;68(spec iss):1609-1616.
8. Lee JS, Chung KH. Antimicrobial effect of Prunus mume extracts against cariogenic bacteria. J Korean Acad Oral Health 2017;41:65-70.
9. Kim SS, Won JH, Lee GE, Lee RR, Lee JH, Kang KH. Anti-bacteria effect of green tea, mulberry, and mate leaves extracts on *S. mutans*. Journal of Digital Convergence 2017;15:347-353.
10. Lee HW, Lee P, Kwon, Han KI, Hann MD. Antimicrobial activity of extracts from some traditional oriental medicinal plants against dental caries bacteria. J Dent Hyg Sci 2013;13:45-52.
11. Baek HS, Kang SK, Auh QS, Chun YH, Hong JP. Effect of antibacterial effects of myrrh, rhatany, chamomomilla against to oral micro-organisms. J Oral Med Pain 2013;38:299-312.
12. Choi HJ, Heo NS, Choi TW, Lee YG, Jeong YK, Joo WH. Antimicrobial and Anti-halitosis Effects of Alnus firma Extracts. J Life Sci 2012;22:1071-1076.
13. Lee YS, Kim SK, Yang TC, Kim GS, Jeon JG, Chang KW. The antibacterial and growth inhibitory effect of some essential oils against the oral micro-organisms. J Korean Acad Oral Health 2006;30:490-496.
14. Kim EH. Anticariogenic effect of chamaecyparis obtusa essential oil on *Streptococcus mutans*[master's thesis]. Chonbuk:Wonkwang University;2016.[Korean].
15. Choi JY. Antibacterial effects of clove oil against oral bacteria and its other biological activities [master's thesis]. Chungnam:Hoseo University;2018.[Korean].
16. Kazemzadeh R, Nikjou R, Rostamnegad M, Norouzi H. Effect of lavender aromatherapy on menopause hot flushing: A crossover randomized clinical trial. J Chin Med Assoc 2016;79:489-492.
17. Sadeghzadeh J, Vakili A, Bandegi AR, Sameni HR, Zahedi Khorasani M, Darabian M. Lavandula reduces heart injury via attenuating tumor necrosis factor-alpha and oxidative stress in a rat model of infarct-like myocardial injury. Cell J. 2017;19:84-93.
18. Lee JY, Ko MY, Kim JS, Park CI. Inhibitory effect of lavender essential oil on formalin-induced ultrasonic vocalizations in rats. J Soc Cosmet Sci Korea 2015;5:203-208.
19. Yamamoto J, Yamada K, Naemura A, Yamashita T, Arai R. Testing various herbs for antithrombotic effect. Nutrition 2005;21:580-587.
20. Schelz Z, Molnar J, Hohmann J. Antimicrobial and anti plasmid activities of essential oils. Fitoterapia 2006;77:279-285.
21. Oh JY, Lee BS, Kim YC. Hair growth promotion effect and antibacterial activity against *pityrosporum ovale* of peppermint oil. J Invest Cosmetol 2014;10:261-269.
22. Wilson R. Aromatherapy essential oils for vibrant health and beauty. Penguin Putnam Inc. NY:2002:107-109.
23. Kwon PS, Kim DJ, Park H. Improved antibacterial effect of blending essential oils. Korean J Clin Lab Sci 2017;49:256-262.
24. Balouiri M, Sadiki M, Ibensouda SK. Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. J Pharm Anal 2016;6:71-79.
25. Kim HS, Kwon HS, Kim CH, Lee SW, Kongmany S, Cho SJ. Effects of methanol extracts from diospyros malabarica stems on growth and biofilm formation of oral bacteria. J Life Sci 2018;28:110-115.
26. Lee SE, Hwang HJ, HA JS, Jeong HS, Kim JH. Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. Life Sci 2003;73:167-179.
27. Campos CA, Gerschenson LN, Flores SK. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. Food Bioproc Tech 2011;4:849-875.
28. Bhagava K, Conti DS, da Rocha SRP, Zhang Y. Application of and oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce. Food Microbiol 2015;47:69-73.
29. Kim MS, Lee KW, Park EJ. Antimicrobial activity of lavender and rosemary essential oil nanoemulsions. Korean J Food Cook Sci 2017;33:256-263.
30. Chaudhari LKD, Jawale BA, Sharma S, Sharma H, Mounesh Kumar CD, Kulkarni PA. Antimicrobial activity of commercially available essential oils against *streptococcus mutans*. J Contemp Dent Paract 2012;13:71-74.
31. Kim SY, Kim HN, Jun EJ, Kim JB, Jeong SH. The growth inhibitory effect of some vegetable oils on *Streptococcus mutans* and lactobacillus casei. J Korean Acad Oral Health 2016;40:24-30.
32. Choi YR, Kang MK. Antibacterial effect of tea tree on *streptococcus mutans*. J Korean Soc Dent Hyg 2017;17:613-620.