

*Streptococcus mutans*와 *Porphyromonas gingivalis*에 대한 Basil Oil의 항균효과

윤현서¹ · 박충무[‡]

¹동의대학교 치위생학과 교수, [‡]동의대학교 임상병리학과 교수

Anti-Bacterial Effects of Basil Oil on *Streptococcus mutans* and *Porphyromonas gingivalis*

Yoon Hyunseo, Ph.D¹ · Park Chungmu, Ph.D[‡]

¹Dept. of Dental Hygiene, Dong-Eui University, Professor

[‡]Dept. of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University, Professor

Abstract

Purpose : The study objective was to assess the antibacterial activity of essential oil of basil against *S. mutans* and *P. gingivalis* and to explore its potential to prevent dental caries and periodontal disease.

Method : Essential oil of basil, extracted using steam distillation, was diluted with triple distilled water and Tween 20 to generate samples at various concentration, that is 30%, 50%, and 70% (v/v). Strains of *S. mutans* and *P. gingivalis* were incubated in the medium under anaerobic condition. Broth microdilution susceptibility testing and plate incubation diffusion were utilized to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and to measure antibacterial activity, respectively.

Result : An upsurge in antibacterial activity was seen to correlate with and increase in the concentration used for both bacterial strains, but was more significant with *S. mutans*. A statistically significant growth inhibition effect and reduction in the number of colonies was also observed with both strains dependent on the concentration used following 24 hours of incubation.

Conclusion : Thus, the current study finding was that essential oil of basil was effective against dental caries and periodontal disease and could be used in dentifrice to help prevent oral disease.

Key Words : anti-bacterial, basil, essential oil, *P. gingivalis*, *S. mutans*

*교신저자 : 박충무, cmpark@deu.ack.kr

: 2018 7 30

: 2018 8 16

: 2018 8 24

I. 서론

1. 연구의 필요성

구강건강과 관련된 질환 중 양 대 구강병으로 불리는 치아우식증과 치주질환은 아동에서부터 성인, 노인에 이르기까지 다양한 연령층에게 문제점을 야기하고 있다(이지연과 이미옥, 2016). 보건복지부 보도 자료에 의하면 2017년 통계청 한국표준질병사인분류 기준에 따른 다빈도 외래진료 질병 중 치은염 및 치주질환이 2위, 치아우식증이 6위를 차지하였다. 1인당 진료비가 치은염 및 치주질환이 81,799원, 요양급여비용은 1,241,908백만원으로 전년도 대비 12.7% 증가하였고, 치아우식증은 1인당 진료비 60,000원, 요양급여비용이 352,647백만원으로 6.9% 증가하였다(보건복지부, 2016). 이는 치아우식증과 치주질환이 개인뿐 만 아니라 사회적으로도 큰 부담이 되고 있음을 짐작하게 할 수 있다. 이에 정부에서는 치아우식증을 예방하기 위하여 치면열구전색을 보험급여화하고 있으며(안은숙과 황지민, 2015), 치주질환을 예방하기 위하여 스케일링을 년 1회 보험 급여화하고 있다(정은서 등, 2018).

치아우식증과 치주질환은 구강 내 존재하는 다양한 미생물이 음식물 섭취를 통해 영양을 공급받게 되고, 구강 내 미생물 활성도가 높아져 치아표면에 세균막을 형성하게 된다(Hahn 등, 1991). 이때 형성된 치면세균막을 적절하게 제거하지 못하면 치면에 침착하게 되고, 시간이 지나면서 치석으로 변화하게 된다. 계속 방치하게 되면 치은출혈, 부종, 통증, 치조골 흡수로 인한 치아 흔들림까지 발생하게 된다(황윤정 등, 2015).

이러한 질환의 원인 구강 미생물 중 치아우식증의 주 원인균인 *Streptococcus mutans* (*S. mutans*)와 치주질환의 주 원인균인 *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*)가 대표적인 구강내 미생물로 알려져 있다(Lin 등, 1991; 허만규와 김혜진, 2014). 치아우식증은 *S. mutans*가 치아표면에 부착하여 자당(sucrose)으로부터 포도당 중합체(glucose polymer)에 합성하여 세균간의 결합력을 높인다(Hamada & Slade, 1980; Thomas 등, 1978). 이는 법랑질의 탈회를 촉진시키고, 세균의 증식을 야기하여 우식위험

성이 증가하게 된다(Toshinko 등, 1983).

치주질환은 *P. gingivalis*가 주된 원인균으로 치은열구에 세균수가 많아지고 치주낭에 존재하며 콜라겐을 분해하고(권현정 등, 2008; Lopez, 2000), 암모니아, 황화수소, 아민, 포포리사카라이드 등과 같은 독소를 분비하여 불쾌한 냄새를 유발하고, 치주조직을 파괴한다(한상미 등, 2016).

이러한 질환을 예방할 목적으로 불소, 클로로헥세딘(Chlorhexidin), tetracycline 등을 사용하여 구강 내 세균의 생성과 성장을 억제하여 치아우식증과 치주질환 예방에 사용하고 있다(Järvinen 등, 1993). 그러나 이러한 화학물질들은 오랜 기간 사용 시 치면에 착색이나 항생제에 대한 내성이 생기게 되는 등의 다양한 부작용들이 나타나면서 이를 대체할 수 있는 천연물에 대한 관심이 높아지고 있다(Pai 등, 2004).

최근 천연물을 이용한 치아우식증과 치주질환 예방을 위한 연구들이 이루어지고 있으며, 구체적으로는 *S. mutans*에 항균력이 있는 것으로 알려진 것은 백삼(한민수 등, 2017), 대나무 숲(최미숙과 안권숙, 2014), 녹차잎, 뽕잎, 마테잎 추출물(김성숙 등, 2017), 매실추출물(이정선과 정기호, 2017), 죽염(오한나와 최충호, 2016) 등이 있으며, 인도감나무 줄기 추출물(김혜수 등, 2018), 오배자추출물(박해령과 홍석진, 2015), 편백(김선규 등, 2007), 몰약(myrrh), 라타니아(rhatany), 카모밀레(chamomilla)(백한승 등, 2013) 등은 *P. gingivalis*에서 항균력이 있는 것으로 보고되었다.

이에 본 연구에서는 식품으로도 많이 사용하고 있으나 세치제에는 아직 사용하고 있지 않은 Basil 오일을 이용하고자 한다. Basil은 염증을 억제하고 항산화효과가 있는 것으로 알려져 있으나(Tuntipopipat 등, 2009; Basile 등, 2010) 현재 구강관련 연구들은 이루어지고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 Basil 오일을 이용하여 *S. mutans*와 *P. gingivalis*에 대한 항균력을 검증하여 치아우식증과 치주질환을 예방하기 위한 활용도를 높이고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 방법

1) 실험 재료

학명이 *Ocimum Basilicum*으로 이집트에서 재배된 잎과 꽃의 머리 부분을 수증기증류법으로 추출한 Basil essential oil(Absolute aromas, Hampshire, UK)을 Tween 20 (Anatrace Products, LLC Maumee, OH, USA)을 이용하여 3차 증류수와 희석하고 30 %, 50 %, 70 % (v/v)로 만들어 시료로 사용하였다.

2) 실험균주 및 배양조건

Basil essential oil의 구강질환 원인균에 대한 항균효과를 측정하기 위하여 *S. mutans* KCTC 3065, *P. gingivalis* 5352 균주를 한국생명공학연구원 생물자원센터(Daejeon, Korea)로부터 분양받아 사용하였다. *S. mutans* 균주는 brain heart infusion (Difco Laboratories Inc., Detroit, MI, USA) agar 배지로 배양하였고, *P. gingivalis* 균주는 10 % sheep blood, 0.1 %의 hemin (Sigma, USA)과 vitamin K1 (Sigma, USA)이 포함된 tryptic soy agar (Difco) 배지로 배양하였다. 배양조건으로 두 균주 모두 37 °C에서 5 % CO₂, 10 % H₂ 및 85 % N₂로 유지된 혐기성 상태에서 배양하였다.

3) 항균활성 측정

*S. mutans*와 *P. gingivalis*에 대한 basil essential oil의 항균활성은 디스크 확산법을 이용하여 측정하였다(Balouiri 등, 2016). 두 균주 모두 NCCLS Guide Line M11-A6에 준하여 실험하였다(National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2004). 각 균들을 평판배지에 도말 접종한 다음, 직경 8 mm의 멸균된 paper disk (Advantec, Toyo Roshi, Ltd., Tokyo, Japan)를 평판배지의 표면에 밀착시킨 후 Basil oil을 30 %, 50 %, 70 % (v/v)의 농도별로 각각 20 μ l씩 점적하고 37 °C로 유지된 혐기성 배양기(5 % CO₂, 10 % H₂, 및 85 % N₂)에서 24시간 동안 배양 후 생성된 투명환의 직경을 측정하여 항균 활성을 분석하였다(Davidson & Parish, 1989). 모든 실험은 3회 반복하여 시행하였다.

4) 흡광도 및 집락 수 측정

Basil essential oil의 최소억제농도(Minimal Inhibitory Concentration, MIC)를 측정하기 위하여 액체배지감수성 실험법(Broth Microdilution Susceptibility Tests)을 이용하였다(김선규 등, 2007). *S. mutans*와 *P. gingivalis* 균주는 BHI broth 배지를 사용하여 NCCLS Guide Line M11-A6에 준하여 MIC값을 측정하였다. 두 균주는 혐기상태의 BHI broth에서 37 °C, 24시간 동안 배양한 후 OD₆₀₀값이 0.4-0.6이 되도록 접종하고 basil essential oil을 농도별로 처리한 다음 37 °C shaking incubator (200x rpm)에서 배양하며 3시간, 6시간, 12시간, 24시간이 될 때 마다 600 nm에서 흡광도를 측정하였다. 모든 실험은 3회씩 반복하여 시행하였다.

집락 수 측정은 *S. mutans*와 *P. gingivalis* 균주를 고체배지에 Basil oil 30 %, 50 %, 70 % (v/v)함께 접종하여 37 °C로 유지된 혐기성 배양기(5 % CO₂, 10 % H₂, 및 85 % N₂)에서 24시간 배양하였으며, 모든 실험은 3회 반복 시행하였다.

3. 분석방법

실험 결과 분석은 SPSS 25.0을 이용하였으며, 실험은 모두 3회씩 측정하여 결과를 평균±표준편차를 제시하였고, 통계적 유의수준을 알아보기 위해 분산분석(ANOVA)을 시행하고 사후분석은 Duncan 기법을 시행하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 수준으로 설정하였다.

III. 결 과

1. 디스크 확산법을 통한 Basil essential oil의 농도에 항균활성

Basil essential oil의 농도에 따른 *S. mutans*와 *P. gingivalis*의 항균력을 알아보기 위하여 디스크 확산법을 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다. *S. mutans*에서 Basil oil의 항균력은 30 %에서 5.56 mm, 50 %에서 8.24

mm, 70 %에서 10.04 mm로 농도가 높을수록 억제효과가 높았다($p=0.020$). *P. gingivalis*에서 Basil oil의 항균력은 30 %에서 4.41 mm, 50 %에서 7.24 mm, 70 %에서 9.08 mm로 농도가 높아질수록 항균력이 높았다($p<0.001$)

(Table 1).

Basil essential oil의 항균력은 *P. gingivalis*보다 *S. mutans*에서 효과가 크게 나타났으며, 농도가 높을수록 항균력이 큰 것으로 나타났다(Fig. 1).

Table 1. Anti-microbial activity of basil essential oil against *S. mutans* and *P. gingivalis* (unit; mm)

Strains	Basil essential oil concentration (% v/v)			p
	30	50	70	
<i>S. mutans</i>	5.56±1.41 ^a	8.24±1.91 ^{ab}	10.04±2.03 ^b	0.020*
<i>p. gingivalis</i>	4.41±0.55 ^a	7.24±0.66 ^b	9.08±0.81 ^c	<0.001***

Values with the same letter are not significant different by Ducan’s multiple range test(*** $p<0.001$, * $p<0.05$)

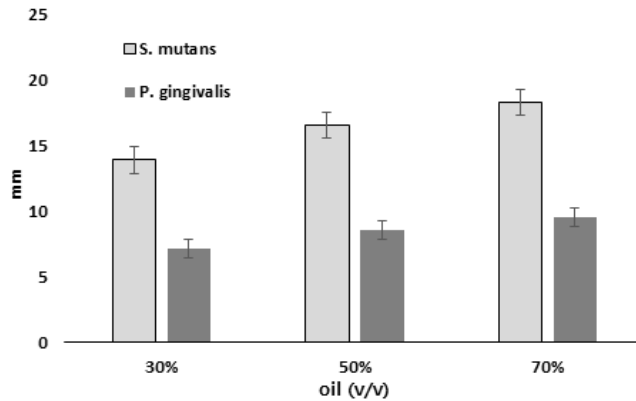


Fig. 1. Comparison of anti-microbial basil oil *S. mutans* and *P. gingivalis*

2. Basil essential oil의 *S. mutans*에 대한 성장력 측정

Basil oil을 농도별로 *S. mutans*를 접종하여 3시간, 6시간, 12시간 24시간씩 배양한 뒤 시간별로 600 nm 흡광도에서 측정하였다. Oil의 특성상 oil만을 600 nm 흡광도에서 측정한 값을 제외하고 기록하였다. *S. mutans*에 대한

Basil oil의 농도에 따른 성장억제효과는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 처음보다 24시간 이후 음성대조군은 0.054, 양성 대조군은 0.558, 30 %는 0.072, 50 %는 0.105, 70 %는 0.082의 값으로 나타났다. 흡광도 측정결과 24시간 이후 30 %, 70 %, 50 % 순으로 성장억제효과가 있는 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. MIC values of basil essential oil on *S. mutans*

Essential oil conc. (% v/v)	Incubation period (h)				
	0	3	6	12	24
NC (Negative control)	0.048	0.048	0.050	0.051	0.054
PC (Positive control)	0.049	0.049	0.055	0.256	0.558
30	0.106	0.106	0.076	0.079	0.072
50	0.140	0.140	0.110	0.112	0.105
70	0.145	0.147	0.121	0.112	0.082

3. Basil essential oil의 *P. gingivalis*에 대한 성장억제력 측정

Basil oil을 농도별로 *P. gingivalis*를 접종하여 3시간, 6시간, 12시간 24시간씩 배양한 뒤 시간별로 600 nm 흡광도에서 측정하였다. Oil의 특성상 Oil만을 600 nm 흡광도에서 측정한 값을 제외하고 기록하였다. *P. gingivalis*

에 대한 Basil oil의 농도에 따른 성장억제효과는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.005$). 처음보다 24시간 이후 음성대조군은 0.054, 양성 대조군은 0.595, 30 %는 0.126, 50 %는 0.101, 70 %는 0.049의 값으로 나타나 농도가 높아질수록 성장억제효과가 증가하였다(Table 3).

Table 3. MIC values of basil essential oil on *P. gingivalis*

Essential oil conc. (% v/v)	Incubation period (h)				
	0	3	6	12	24
NC	0.048	0.048	0.050	0.051	0.054
PC	0.052	0.052	0.126	0.487	0.595
30	0.120	0.120	0.118	0.123	0.126
50	0.116	0.116	0.113	0.110	0.101
70	0.118	0.118	0.058	0.051	0.049

4. Basil essential oil의 농도에 따른 성장억제효과

*S. mutans*와 *P. gingivalis*에 Basil essential oil을 Agar plates에 Con, 30 %, 50 %, 70 %를 각각 분주하고 혐기성 상태를 유지하여 24시간 배양하고 집락수를 측정하였다. *S. mutans*의 집락 수는 양성대조군은 1872개, 30 %는 292개, 50 %는 31개, 70 %는 3.67개로 농도에 따라 집락

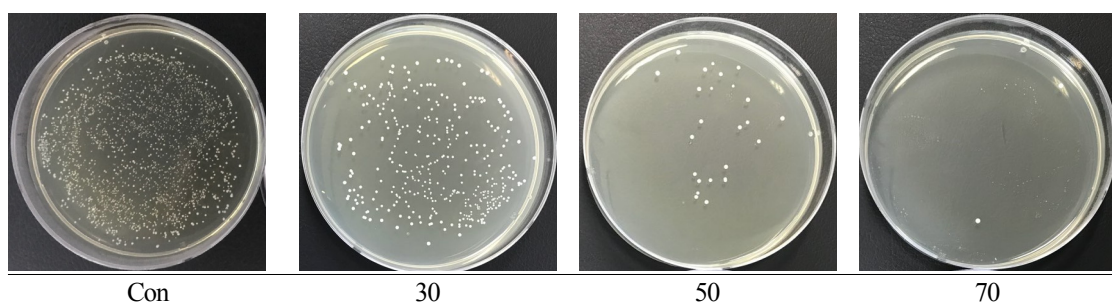
수가 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$).

*P. gingivalis*의 집락 수는 양성대조군은 796개, 30 %는 102개, 50 %는 46.33개, 70 %는 13.00개로 농도에 따라 집락수가 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$)(Table 4)(Fig. 2).

Table 4. Growth inhibition of *S. mutans* and *P. gingivalis* in accordance with extract concentration

Strains	Basil essential oil concentration (% v/v)				p
	Con	30	50	70	
<i>S. mutans</i>	1872.67±41.96 ^c	292.00±8.72 ^b	31.00±12.29 ^a	3.67±2.52 ^a	<0.001 ^{***}
<i>p. gingivalis</i>	796.33±51.695 ^c	102.33±10.02 ^b	46.33±4.16 ^a	13.00±2.65 ^a	<0.001 ^{***}

Values with the same letter are not significant different by Ducan's multiple range test(^{***} $p < 0.001$)



S. mutans Basil essential oil concentration (% v/v)

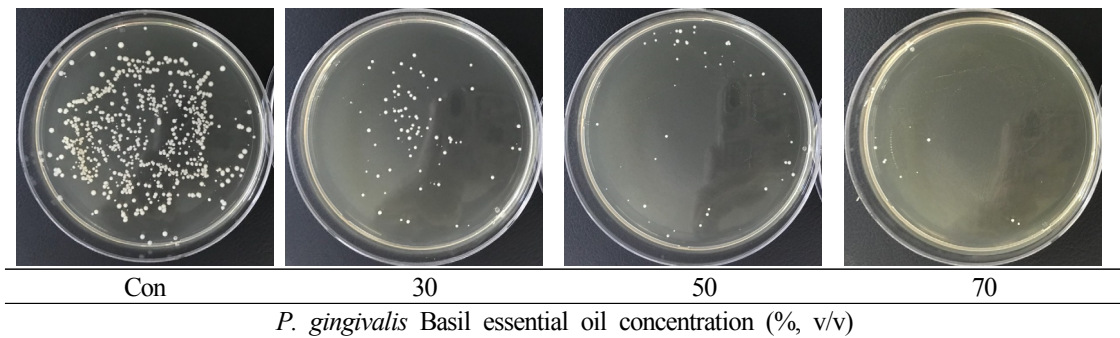


Fig. 2. Agar plates with CFU of *S. mutans* to determine the antibacterial effects

IV. 고 찰

구강 내 감염성 질환의 가장 대표적인 것이 치아우식증과 치주질환이다. 이 질환을 유발하는 구강내 세균은 무수하게 많으나, 치아우식증은 *S. mutans*, 치주질환은 *P. gingivalis*를 대표적으로 꼽고 있다. 이러한 세균수를 줄이기 위하여 다양한 연구를 통해 항생물질을 개발하였으나 색소침착, 변색, 항생제 내성 등의 다양한 부작용을 유발하고 있다(Chen 등, 1989; 최미숙과 안권숙, 2014). 이러한 부작용을 예방하고 줄이기 위해서 천연물에 대한 관심이 높아졌고, 다양한 형태의 천연물이 개발되어 활용되고 있다. 특히 식물의 꽃이나 줄기, 뿌리, 잎 등에서 휘발성 오일을 추출하여 사용하고 있는데 이를 정유(essential oil)라고 한다.

Essential oil은 피부에서 항산화효과가 있는 것으로 알려졌다(Jung, 2013), 구강내 미생물의 증식을 억제시켜 플라그 생성을 억제하는 것으로 보고되었다(Ouhayoun, 2003). 또한 구강 내 항균효과가 있는 것으로 알려진 에센셜 오일은 로즈마리(Rosemary), 레몬그라스(Lemon grass), sla(Neem), 오렌지(Orange)(백병주 등, 2009), 티트리(Tea tree) oil(최유리와 강민경, 2017) 등이 있다.

Basil은 허브식물 중 하나로 *Ocimum L.* 종에 속하며(Gurib-Fakim A, 2006), 아시아, 중남미, 아프리카 등의 열대 및 아열대 지역에서 자라며(Radulovic 등, 2013), 향신료 등으로 널리 사용되어지고 있다(Tilebeni, 2011). Basil은 진통제, 소화제, 감기 증상에 효과가 있었으며(Trevisan 등, 2006), 산화방지를 위하여 통조림이나 소세

지 등에 방부제 대신 사용하였다(Chorianopoulos 등, 2004). 또한 그람 양성균과 음성 박테리아에서 항균성을 가지고 있었다(Sakkas & Papadopoulou, 2017). 이에 본 연구에서는 식품과 박테리아에 항균력이 있는 Basil oil을 이용하여 치아우식증과 치주질환의 대표적인 균주인 *S. mutans*와 *P. gingivalis*의 항균력을 알아보려고 하였다.

본 연구에서 Basil oil의 항균력을 알아보기 위해 실시한 디스크 평판배지확산법에서는 *S. mutans*에서 농도가 높을수록 항균력이 높은 것으로 나타났고, *P. gingivalis*에서도 농도가 높아질수록 항균력이 높았다. 또한 항균력은 *P. gingivalis*보다 *S. mutans*에서 더 높았다. 이는 최유리와 강민경(2017)의 연구에서는 티트리 오일은 *S. mutans*에 항균효과를 보였고, 잣나무 정유의 항균력 평가에서는 편백나무가 가장 높았고 전나무, 잣나무, 소나무 정유 순서로 나타났다(황현정 등, 2014). 그러나 김민수 등(2017)이 그람 양성균주와 양성균주를 대상으로 라벤더와 로즈마리 오일을 항균력 측정에서는 *S. mutans*와 *S. sonnei*에서 효과가 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서 Basil oil의 *S. mutans*와 *P. gingivalis*의 성장억제효과를 알아보기 위하여 농도와 시간대 별로 배양하여 흡광도를 측정한 결과 농도와 시간에 따른 성장억제효과가 나타났다. 다른 연구들에서도 *S. mutans*에 대한 성장억제효과는 녹차잎, 뽕잎, 마테잎 추출물(김성숙 등, 2017), 매실 추출물(이정선과 정기호, 2017), 인도감나무 줄기 추출물(김혜수 등, 2018)에서 농도가 높고 시간이 지남에 따라 흡광도 값이 낮아져 성장억제효과를 보여 유사한 결과를 보였다. 또한 *P. gingivalis*에서의 항

균력은 허브의 일종인 오매(Mume Fructus), 비파엽(Eriobotryae Folium)(정선영 등, 2010), 인도감나무 줄기 추출물에서 성장억제효과를 보였고(김혜수 등, 2018), 페퍼민트(Peppermint), 레몬글라스(Lemongrass) oil 등에서 농도에 따라 효과가 있는 것으로 나타나 유사한 결과를 보였다(이영수 등, 2006). 또한 최근 연구에서는 Basil의 일종인 Ocimum gratissimum를 이용한 에센셜 오일에서 치은염증을 감소시키고 치주조직 파괴를 감소시키는 효과가 입증되었다(Ocheng 등, 2016). 이러한 Basil은 실제 섭취가 가능하기에 충치와 치주질환을 예방과 치료를 위한 구성물로서 활용도가 높을 것으로 예상된다.

본 연구결과로 Basil oil은 치아우식증과 치주질환의 주요 원인균의 감소에 효과가 있음이 입증되었다. 그러나 본 연구의 경우 구강병에 작용하는 원인균이 무수히 많으나 대표적인 두 가지 균주만을 사용하였으며, 최소억제 농도 등을 구체적으로 제시하지 못하는 제한점이 있다. 따라서 치아우식증과 치주질환에 작용하는 다양한 균주 활용과 함께 최소억제농도를 찾아야 할 것이다. 또한 실제로 가글이나, 세치제의 형태로 함께 사용하였을 때 항균력을 검증하기 위한 임상적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

Basil oil의 치아우식증과 치주질환의 대표 원인균인 *S. mutans*와 *P. gingivalis*에 대한 항균효과를 검증한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. Basil oil은 디스크 확산법을 이용한 항균활성에서 두 균주 모두에서 항균효과가 있었으며, 농도가 높을수록 효과가 강했고, *P. gingivalis*보다 *S. mutans*에서 효과가 더 컸다. 농도와 시간에 따른 성장억제효과를 측정한 결과 24시간 이후 측정값이 모두 낮았으며, 농도가 높을수록 성장억제효과가 더 좋았다. 24시간 배양 후 집락 수 측정에서는 *S. mutans*와 *P. gingivalis*에서 양성대조군에 비해 낮은 농도에서도 현저하게 감소하였으며, 농도가 높을수록 집락 수는 급격하게 감소하였다. 따라서 Basil은 현재 향신료로 많이 사용되어지고 있으나 본 연구결과를 바탕으로 세치제나 양

치용액의 첨가제로 사용하여 항균력을 높을 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 권현정, 박지원, 윤미숙 등(2008). 한국인의 구취에 대한 자가 인식과 관련인자. 대한구강보건학회지, 32(2), 231-242.
- 김민수, 이경원, 박은진(2017). 라벤더와 로즈마리 에센셜 오일 나노에멀션의 항균 활성. 한국식품조리과학회지, 33(3), 256-263.
- 김선규, 신미경, 어규식 등(2007). *P. gingivalis*에 대한 피톤치드의 항균효과. 대한구강내과학회지, 32(2), 137-150.
- 김성숙, 원지혜, 이고은 등(2017). 녹차잎, 뽕잎, 마테잎 추출물이 *S. mutans*에 미치는 항균효과. 디지털융복합연구, 15(1), 347-353.
- 김혜수, 권현숙, 김철환 등(2018). 인도감나무 줄기 추출물이 구강미생물의 생육과 바이오필름 생성에 미치는 영향. 생명과학회지, 28(1), 110-115.
- 박해령, 홍석진(2015). 웰니스 및 구강질환억제를 위한 천연물 유래물질 연구. 디지털융복합연구, 13(5), 357-363.
- 보건복지부(2016). 다빈도 질병통계. 보건의료빅데이터 개방시스템 의료정보관리부.
- 백병주, 양연미, 이경열 등(2009). 구강내 세균에 대한 Essential oil의 항균효과에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 36(1), 1-11.
- 백한승, 강수경, 어규식 등(2013). 몰약, 라타니아, 카모밀레 등의 구강 내 병원균에 대한 항균작용. 대한구강내과학회지, 38(4), 299-312.
- 안은숙, 황지민(2015). 치면열구전색 급여화에 따른 수혜량에 영향을 미치는 요인. 한국치위생과학회지, 15(6), 768-774.
- 오한나, 최충호(2016). 죽염이 *Streptococcus mutans*의 우식활성에 미치는 영향. 대한구강보건학회지, 40(4), 238-243.

이영수, 김신규, 양태철 등(2006). Essential oils의 구강내 세균에 대한 항세균 및 성장억제 효과. 대한구강보건학회지, 30(4), 490-496.

이정선, 정기호(2017). 매실 추출물의 구강내 치아우식증 유발세균에 대한 항균효과. 대한구강보건학회지, 41(1), 65-70.

이지연, 이미옥(2016). 성인의 치주질환에 관한 지식, 인식과 신념에 미치는 영향. 한국콘텐츠학회지, 16(1), 295-307.

정선영, 박재우, 윤성우 등(2010). 구강함수제 개발을 위한 오매, 비파엽, 오가피, 백지의 구취억제효과 연구. 대한한의학회지, 31(4), 115-128.

정은서, 김민지, 박가영 등(2018). 스켈링 건강보험 급여화 사업에 대한 인식 및 구강건강관리 관심도 변화. 한국치위생학회지, 18(2), 177-189.

최미숙, 안권숙(2014). *S. mutans*에 대한 대나무 숲의 항균력에 관한 연구. 한국치위생학회지, 14(1), 95-100.

최유리, 강민경(2017). *Streptococcus mutans*에 대한 티트리의 항균 효과. 한국치위생학회지, 17(4), 613-620.

한민수, 권은자, 최에스터 등(2017). 한국 백삼의 치아우식균에 관한 항균 및 항산화효과에 관한 캐나다 백삼과의 비교연구. 대한치과기공학회지, 39(4), 253-259.

한상미, 홍인표, 우순옥 등(2016). 구강질환 원인균에 대한 정제봉독의 항균효과. 생약학회지, 47(1), 43-48.

황윤정, 조영식, 이수영(2015). 건강보험의 치석제거 급여 범위 확대에 대한 인식 및 만족도에 관한 연구. 한국치위생과학회지, 15(5), 620-627.

황현정, 유정식, 이하연 등(2014). 잣나무 정유의 소취효과 및 구강균에 대한 황균활성 평가. 한국자원식물학회지, 27(1), 1-10.

허만규, 김혜진(2014). 연잎 추출물의 구강미생물에 대한 항균 효과. 한국치위생학회지, 14(1), 117-122.

Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK(2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. J Pharm Anal, 6(2), 71-79.

Basile A, Conte B, Rigano D, et al(2010). Antibacterial and antifungal properties of acetic extract of Feijoa sellowiana fruits and its effect on Helicobacter pylori growth. J Med Food, 13(1), 189-195.

Chen CP, Lin CC, Namba T(1989). Screening of taiwanese crude drugs for antibacterial activity against *streptococcus mutans*. J Ethnopharmacol, 27(3), 285-295.

Chorianopoulos N, Kalpoutzakis E, Aligiannis N, et al(2004). Essential oils of satureja, origanum and thymus species: chemical composition and antibacterial activities against foodborne pathogens. J Agric Food Chem, 52(26), 8261-8267.

Davidson PM, Parish ME(1989). Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. Food technol, 43(1), 148-155.

Gurib-Fakim A(2006). Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Mol Aspects Med, 27(1), 1-93.

Hahn CL, Falkler Jr WA, Minah GE(1991). Microbiological studies of carious dentine from human teeth with irreversible pulpitis. Arch Oral Biol, 36(2), 147-153.

Hamada S, Slade HD(1980). Biology, immunology, and cariogenicity of Streptococcus mutans. Microbiol Rev, 44(2), 331-384.

Järvinen H, Tenovuo J, Huovinen P(1993). In vitro susceptibility of streptococcus mutans to chlorhexidine and six other antimicrobial agents. Antimicrob Agents Chemother, 37(5), 1158-1159.

Jung SH(2013). A comparative study on the inhibitory effects of aroma essential oils on nitric oxide. Int J Beauty Cultural Arts, 2(1), 32-40.

Lin MY, Savaiano D, Harlander S(1991). Influence of nonfermented dairy products containing bacterial starter cultures on lactose maldigestion in humans. J Dairy Sci, 74(1), 87-95.

Lopez NJ(2000). Occurrence of actinobacillus actinomycetemcomitans, porphyromonas gingivalis, and prevotella intermedia in progressive adult periodontitis. J Periodontol, 71(6), 948-954.

Ocheng F, Bwanga F, Almer Boström E, et al(2016). Essential oils from ugandan medicinal plants: in vitro cytotoxicity and effects on IL-1 β -induced proinflammatory mediators by human gingival

- fibroblasts. Evid Based Complement Alternat Med, 2016(ID 5357689), 1-8.
- Ouhayoun JP(2003). Penetrating the plaque biofilm: impact of essential oil mouthwash. J Clin Periodontol, 30(Suppl 5), 10-12.
- Pai MR, Acharya LD, Udupa N(2004). Evaluation of antiplaque activity of Azadirachta indica leaf extract gel —a 6-week clinical study. J Ethnopharmacol, 90(1), 99-103.
- Sakkas H, Papadopoulou C(2017). Antimicrobial activity of basil, oregano, and thyme essential oils. J Microbiol Biotechnol, 27(3), 429-438.
- Thomas JM, Charles LC, Anthony JS(1978). *Streptococcus mutans* dextransucrase: A review. Adv Appl Microbiol, 24, 55-84.
- Tilebeni HG(2011). Review to basil medicinal plant. Int J Agron Plant Prod, 2(1), 5-9.
- Trevisan MT, Silva MG, Pfundstein B, et al(2006). Characterization of the volatile pattern and antioxidant capacity of essential oils from different species of the genus Ocimum. J Agric Food Chem, 54(12), 4378-4382.
- Tuntipopipat S, Muangnoi C, Failla ML(2009). Anti-inflammatory activities of extracts of thai spices and herbs with lipopolysaccharide-activated RAW 264.7 murine macrophages. J Med Food, 12(6), 1213-1220.