

침구류 세균에 대한 테르펜의 항균 및 항진드기 효과에 대한 연구

Study on The Antibacterial and Anti-mite Effects of Terpenes Against Bedding Bacteria

고원진*, 서용모**
대덕고등학교*, 한남대학교 LINC+**

Won-Jin Koh(wonjin0607@naver.com)*, Yong-Mo Seo(seoym113@naver.com)**

요약

본 연구는 최근 인간의 건강을 위협하는 다양한 원인 중에서 우리 주변에서 흔히 접할 수 있는 대상을 통해 그 원인의 해결을 제안하고자 시도 되었다. 천연물 유래의 테르펜의 경우 기존의 피톤치드와 같은 역할을 하고 있으며 다양한 생리활성 기능을 수행하고 있다. 본 연구에서는 우리주변에서 용이하게 구할 수 있으며 적용이 가능한 생물소재를 통해 오염원을 제거할 수 있는 생리활성을 검증하였다. 본 연구에서는 계피오일과 테르펜을 이용하여 다양한 질병과 오염원이 되고 있는 진드기와 미생물에 대한 효능을 검증하였다. 본 실험에서는 우리가 흔히 사용하는 베개를 이용하여 베개 등과 같은 침구류에서 발생할 수 있는 다양한 미생물과 진드기의 발생에 대한 작용에 대해 그 효능을 검증하였다. 그 결과로 테르펜의 항 미생물 활성은 Pour plate 방법을 사용하여 관찰하였다. 항진드기 효과는 테르펜을 사용하지 않고 첫 번째 테스트에서 베개 4개 중 2개에서 약한 양성(100 미만)으로 감지되었다. 테르펜을 사용한 두 번째 실험에서, 모든 시료들이 20 미만으로 음으로 감소되는 것으로 확인되었으며, 테르펜의 최상의 항진드기 효능은 20%인 것으로 밝혀졌다. 이 연구의 목적은 천연물 유래의 테르펜을 이용한 침구용 항균 및 진드기 방지 제품의 개발 가능성을 제안하는 것이다.

■ 중심어 : | 테르펜 | 진드기 | 베개 | 항균작용 | 쌀벌레 |

Abstract

The purpose of this study is to check the antimicrobial activity of terpene, a natural product-derived extract against bedding bacteria, and compare the number of bacteria detected. To this end, the number of mites and microbiological surveys were conducted on the pillows used at home to identify the presence of pathogenic strains that could cause the disease. Also, after two weeks test using pillow with terpene, a natural origin extract, the rate of reduction of fungi before and after the use of the substance and the effect of eradicating mites were evaluated. The antimicrobial activity of the terpene was observed by using the Pour plate method. The anti-mite effect was detected as weak positive (less than 100) in 2 of 4 pillows in the first test without the use of terpene. In the second experiment using a terpene, all were confirmed to be reduced to negative less than 20. The best anti-mite efficacy of terpene was found to be 20%. The purpose of this study is to suggest the possibility of developing antibacterial and anti-mite spray products for bedding using terpene.

■ keyword : | Terpene | Mite | Pillow | Antimicrobial Effect | Rice Worm |

I. 서론

산업이 발달하면서 기존의 주거양식이 예전보다 많이 달라지고 있으며 점차 서구의 모습을 따라가고 있다. 현대화와 도시화되어 가면서 우리가 기존에 살고 있던 주거 패턴은 우리의 생활의 모습에서 실내 거주 중심의 생활양식으로 변화해가고 있다. 생활양식이 주는 공간 활용에 대한 변화는 기존의 자연친화적 및 생태적 환경에서 밀폐형 공간으로 변해가고 있다. 우리전통 및 오래된 방식에서의 주거 공간 변화는 편리함을 제공했지만 인간에게는 좋지 않은 폐단을 주기도 했다. 기존의 독립적이고 분리형이었던 공간배치에서 독립적 공간에 배치된 밀폐형 공간에서 생활하다보니 실내 오염에 대한 관심이 증대하고 있다[1]. 우리가 독립된 공간에서 생활하면서 개인의 동선을 최소화하고 집약시키다보니 그 공간 내에서 발생하는 오염은 주로 공간 내부에서 생활하는 데 도움과 이로움을 주었던 카페트, 침대의 침구류 및 소파 등의 사용이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보이고 있다. 밀폐된 실내에서 생활하는 시간이 증가하면서 공기가 차가운 겨울철의 경우 환기의 부족으로 인한 실내온도의 증가와 내부에서 발생하는 알러지 유발물질에 대한 잠재적 및 직접적 노출이 면역력이 약해진 현대인들의 피부에 해를 입히고 있다 [1][2]. 특히, 질병관리본부에 따르면 2009년부터 2018년까지 유아기와 청소년의 알러지 비염, 아토피성 피부염 등과 같은 알러지성 환자의 발생이 증가되었다고 보고되고 있다. 특히, 알러지성 질환을 유발하는 원인은 실내공기 내의 각종 유해물질로 알려져 있는데 그 중 곰팡이와 집먼지 진드기에 의한 노출이 위험하다고 보고되고 있으며, 특히 침구류와 같은 섬유재질의 인형, 양탄자, 천 재질의 가구 커버, 커튼 등을 그 위험인자로 보고 있다[3]. 심지어 우리가 일상에서 사용하고 있는 일상용품들에서도 우리가 알지 못하는 세균들이 검출되고 있으며 이를 부지식간에 사용하고 있는 경우도 있다. 이처럼 진드기에서 발견되는 알러젠으로 인해 발생하는 아토피 피부염, 천식 및 알러지 등의 심각한 사회적 이슈를 야기하고 있다[4].

실내생활이 많아진 현대의 라이프스타일의 일상 속에서는 다양한 이유로 홈 텍스타일의 사용이 많아지고

있다. 이러한 홈 텍스타일의 경우에는 집먼지 진드기가 서식하기 좋은 환경을 제공하고 있다. 이러한 집먼지 진드기는 사람의 피부에서 떨어진 각질이나 집먼지를 주로 먹고 살고 있어 실내생활을 주로 하는 환경 속에서 침구류나 카페트와 같은 홈 텍스타일은 진드기가 서식하기 최적의 환경이 될 수 있다[5]. 이러한 홈 텍스타일의 경우는 의복과 더불어 인체가 가장 많이 접촉하고 있는 텍스타일의 하나로 쾌적성과 안정성은 홈 텍스타일이 갖추어야할 가장 중요한 요소로 고려되어진다. 그럼에도 불구하고 텍스타일 내에 존재하는 집먼지 진드기의 사체와 배설물 속에 존재하는 알러지 유발 물질은 유아나 아이들에게 및 면역력이 약한 성인들에게 조차 질병을 유발하여 천식이나 아토피를 비롯한 피부질환과 같은 건강을 위협하는 요소로 작용할 수 있다[6].

이러한 문제를 극복하기 위하여 홈 텍스타일의 위생적인 측면을 고려하여 다양한 방법들이 사용되고 있다. 그중의 하나가 제일 우려되고 있는 진드기의 기피현상을 유도하여 안정하고 위생적인 생활을 영위할 수 있도록 접근하고 있다. 홈 텍스타일 중 침구류에서 검출되고 있는 세균 및 진드기를 제거하기 위하여 진드기 기피효과[7][8]가 있는 것이 보고되고 있으며, 다양한 종류의 살균제, 살충제 및 탈취제가 시중에 널리 출시되고 있다. 하지만 상용되고 있는 기존의 제품들은 고농도에서 인체에 유해한 성분들이나 미세플라스틱 등의 성분들로 그 사용을 꺼리게 하는 현상도 나오고 있으며, 향기에 대한 거부감으로 천연물질의 적용에 대한 연구가 필요한 실정이다[9-11]. 따라서 본 연구에서는 기존의 시판되고 있는 제품들의 성분들과는 달리 천연물 유래의 성분의 효능을 평가하고 이를 실제 적용가능한 시사점을 제공하고자 한다.

본 연구에서는 천연물 유래의 추출을 통해 항균력에 대한 평가와 검출되는 균을 평가하여 진드기에 대한 기피 혹은 감소율을 검증하기 위하여 천연물 유래의 테르펜(terpene)을 적용하여 검증하고자 하였다. 테르펜은 피톤치드 정유를 이루는 주요 물질로 식물 스스로가 주위환경과 해충에 대한 방어적 기능을 가지고 있으며, 심신 안정과 같은 효과를 제공한다[12]. 테르펜 계통의 성분은 천연 계피나무에서 추출하여 적용하였다. 이 테르펜 계통의 방향족 화합물은 휘발성 유기화합물

(Volatile Organic Compound, VOCs)로 이루어졌으며, 항균성, 방취성 및 항염성 등의 생물학적 활성이 뛰어나 집먼지 진드기 퇴치 혹은 기피효과에 유의하다고 알려져 있다[12-14.]. 이러한 기능뿐만 아니라 피톤치드는 식물이 미생물에 대항하기 위하여 분비되는 항균물질이다. 반면에 테르펜은 기존의 피톤치드의 역할을 수행하면서도 식물 자신을 위한 활성물질인 동시에 곤충을 유인하거나 억제하고 곤충과 박테리아를 물리치며 다른 세균의 성장을 방해하는 등의 복합적인 작용을 하고 있다. 또, 주위의 미생물에서 나무 자신을 지키기 위해 발산하는 일종의 항생제 역할[15-17]을 수행하면서 신체 내에서는 피부를 자극하여 신체의 활성을 증가시키고 혈액순환을 원활하게 하게하며 심신을 안정시키고 살균작용의 기능을 수행한다.

따라서 본 연구에서 검토된 천연물 유래의 테르펜성분의 집먼지 진드기 등의 해충으로부터 방어적이고 유익한 효능에 대한 생물학적 효능의 실증적 검증을 통해 쾌적하고 건강한 라이프스타일을 지향하는 소재로서의 가능성을 제시하고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 물질 선정을 위한 항균 및 항진드기 실험

1.1 Pour Plate 방법을 이용한 항균력 평가

폐쇄적이고 밀폐된 공간에서 생활하는 현대인들의 건강을 위협하고, 다양한 환경적 질환을 유발[5]하는 대표적인 균주로 알려진 *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* 균주를 이용해 항균력 평가를 시행하였다. *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*의 독립된 집락을 멸균된 백균으로 채취하여 멸균 생리식염수에 푼 후 탁도계를 사용하여 균액을 0.5 McFarland (1.5×10^8 CFU/ml) 준비 하였다.

시험 물질은 주 물질인 테르펜과 항균 및 항진드기에 탁월한 효능을 가지고 있다고 밝혀진 테르펜, 계피오일, 계피오일+테르펜 3가지 종류로 사용하였으며, 각각 5%, 10%, 20%로 희석하여 사용하였다. Falcon tube

에 각 희석 농도에 맞게 물질, 보통 한천 배지인 Nutrien agar 25ml 그리고 균액 100 μ l를 넣은 뒤 Vortexing을 해주었다. 물질, 배지 그리고 균액이 담긴 Falcon tube를 빈 멸균 Petri dish에 분주하고 균한 뒤 37 $^{\circ}$ C incubator에서 24시간 배양 후 colony 개수를 측정하였다

1.2 쌀벌레를 이용한 진드기 기피 효과 실험

본 실험에 적용된 시험 물질은 앞선 항균력 평가 및 설문조사를 통해 선정된 테르펜을 사용하였으며, 본 실험에 사용될 농도를 설정하기 위해 실험을 진행하였다. 집먼지 진드기(*dermatophagodes farinae*)에 대한 기피 효과를 평가하기 위하여 공시충(쌀벌레)으로 *Sitophilus oryza* L.를 이용하였고, 이를 사용한 이유는 집먼지 진드기의 분양이 법적으로 금지되어 있으며, 쌀벌레가 구하기 쉬워 살충제의 내성이 가장 강한 것으로 알려진 공시충 *Sitophilus oryzae* L.를 실험에 사용하였다. 이 과정에서 높은 곳으로 올라가려는 쌀벌레의 습성을 고려하여 밀폐용기인 락앤락(LocknLock, 서울) 통 한쪽 바닥에 볼펜을 세로로 놓아 약간 경사지게 하였다. 즉 락앤락 통의 한가운데에 가로 1cm/세로 9cm의 Filter paper를 올려놓고 그 위에 5%, 10%, 20%의 시험물질을 각각 Filter paper에 전체적으로 확산되고, 흐르지 않을 정도의 중량 대비 무게 0.08g/0.2g(200 μ l)씩 분주해주었다.

볼펜을 놓아 경사를 준 반대쪽에 쌀벌레 10마리를 풀어 놓고 4시간 동안 쌀벌레가 기피하는 현상의 경향을 관찰하고, 1시간, 4시간 후의 결과를 디지털 사진으로 찍어 데이터와 함께 정리하였다. Filter paper를 사용하는 이유는 거즈를 사용하게 되면 쌀벌레가 거즈의 미세 구멍에 걸려 넘어가지 못하는 경우가 발생해 실험 결과에 오차를 야기할 수 있기 때문이다. 이 중에서 쌀벌레가 Filter paper를 통과하다가 죽어도 기피한 것으로 인정하였다.

2. 침구류 사용 전 및 후 항균·항진드기 효능 평가 실험

2.1 침구류에서의 항균력 및 항진드기 효능 평가

1차 시험으로 피실험자 4명이 새로 산 베개에 시험물

질을 분사하지 않고 매일 7시간씩 2주 동안 사용하며 마지막으로 끝나는 날 세균을 포집 하였다. 2차 시험으로 피실험자 4명이 새로 산 베개에 잠들기 2분 전에 여러 번 물질을 흔들어 섞어준 뒤, 20~30cm 높이에서 베개 상단 얼굴 닿는 부위에 6회 정도 골고루 분사해주고 건조한 뒤 매일 7시간씩 2주 동안 사용하며 위와 같은 방법으로 세균을 포집해 균 감소율을 비교하였다. 시험물질을 사용한 방법은 시중에 판매되고 있는 침구류 향균 스프레이 제품의 사용법을 참고하여 조건을 설정하였다. 동일한 방법으로 진드기를 포집하여 진드기의 감소율을 비교 및 확인하였다.

2.2 침구류의 세균 포집 및 균 동정

2주에 한 번씩 세균 포집을 진행해 육안으로 베개의 오염 정도를 파악하였고, 베개 상단의 총면적 중 5구획을 선정하여 10조간 Rodac plate로 가볍게 눌러준 후 배양기에서 배양하였다. 사용한 Rodac plate로는 일반 미생물로부터 병원성 미생물까지 다양한 미생물을 검출하기 위하여 기본 영양성분으로 구성된 TSA, 황색포도상구균 및 그람 양성균 측정용 배지인 STAPH, 살모넬라 측정용 배지인 SS, 대장균 측정 및 그람 음성균 측정용 배지인 ECG배지를 사용하였으며 배지의 면적은 국제 기준인 표면적 25cm의 크기로 사용하였다.

Plate에 대상자의 ID와 날짜를 기록하고 뚜껑이 바닥에 닿도록 뒤집어서 37°C 배양기에서 20시간 배양하였고, 배양된 미생물 수를 세어 정리하였으며, 계수된 배지에 배양된 균주를 집락의 형태, 색, 주름, 냄새를 통해 하나의 독립된 개체로 분리하여 배양하였다. 분류된 균주를 (주)마크로젠에 의뢰하여 균 동정 서비스(PCR product와 Plasmid DNA 등을 염기 서열을 분석하는 서비스)를 맡긴 후 얻어진 염기서열 데이터를 BLAST 서비스를 통해 균주를 동정하였다.

2.3 침구류에서의 집먼지 진드기 포집과 향진드기 효능 평가

집먼지 진드기를 포집하기 위하여 총 4회에 걸쳐 SD Kit(아산제약, Korea)를 이용하여 피실험자 4명의 베개로부터 집먼지 진드기를 포집하였다. 2차 시험으로 피실험자 4명이 새로 산 베개에 잠들기 2분 전에 여러

번 물질을 흔들어 섞어준 뒤, 20~30cm 높이에서 베개 상단 얼굴 닿는 부위에 6회 정도 골고루 분사해주고 건조한 뒤 매일 7시간씩 2주 동안 사용하며 위와 같은 방법으로 진드기를 포집해 진드기 감소율을 비교하였다. 감소율을 비교하기 위해서 기존 연구를 참고하여 농도를 설정하여 본 연구에 적용하였다[18].

III. 실험 결과 및 고찰

1. 항균력 평가

테르펜, 계피오일, 계피오일+테르펜 중 본 실험에 사용할 물질을 선정하기 위해 항균력 테스트를 진행 하였다. 아래의 표에서 TNTC(too numerous to count) 균 집단이 300개 이상임을 의미하며, (-)는 균집단이 0개임을 의미한다. 실험결과 Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli에서 첨가하지 않은 경우 세균이 TNTC로 300개 이상의 균 집단이 있지만 테르펜을 5%로 첨가하면 균 집단의 수가 감소된 것으로 나타났다.

Table 1. Antimicrobial activity for Terpene (unite : CFU/ml)

Terpen	Staphylococcus aureus ATCC 25923	Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	Escherichia coli ATCC 25922
none	TNTC	TNTC	TNTC
5%	-	-	-
10%	-	-	-
20%	-	-	-

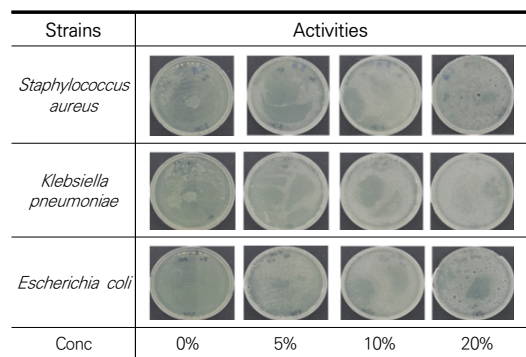


Fig. 1. Antimicrobial Activities for Terpene

계피오일의 Pour plate법을 이용한 항균력 실험결과 Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli에서 무 첨가 시 세균이 TNTC로 300개 이상의 균 집단이 있고 5%의 계피오일을 첨가해도 마찬가지로 균의 수는 감소되지 않았다. 계피오일의 경우 농도가 10%이상이어야 균의 수가 줄어드는 것으로 나타났다. 테르펜과 비교 시 상대적으로 항균효과가 낮은 것을 알 수 있다.

Table 2. Antimicrobial activity for Cinnamon Oil
(unite : CFU/ml)

Terpen	Staphylococcus aureus ATCC 25923	Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	Escherichia coli ATCC 25922
none	TNTC	TNTC	TNTC
5%	TNTC	TNTC	TNTC
10%	-	-	-
20%	-	-	-

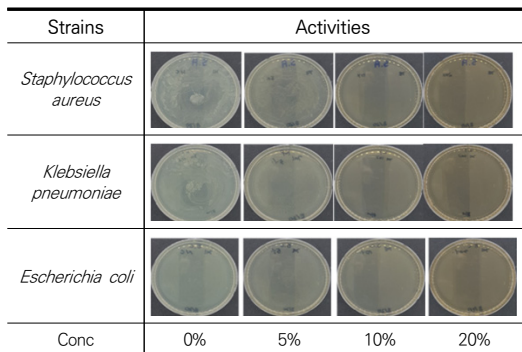


Fig. 2. Antimicrobial Activities for Cinnamon Oil

테르펜과 계피오일을 혼합하여 항균력 실험 결과 Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli에서 무 첨가 시 세균이 TNTC로 300개 이상의 균 집단이 있고 5%의 계피오일+테르펜 용액을 첨가하자 균 개체의 수가 줄어드는 것으로 나타났다. 이것은 계피오일의 항균력 효과보다는 테르펜에 의한 항균효과로 판단된다.

Table 3. Antimicrobial activity for Cinnamon Oil+Terpene

(unite : CFU/ml)

Terpen	Staphylococcus aureus ATCC 25923	Klebsiella pneumoniae ATCC 700603	Escherichia coli ATCC 25922
none	TNTC	TNTC	TNTC
5%	-	-	-
10%	-	-	-
20%	-	-	-

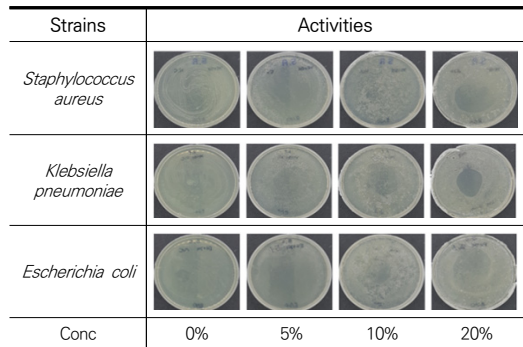


Fig. 3. Antimicrobial Activities for Cinnamon Oil+Terpene

본 항균력 비교 실험결과 계피오일의 항균력보다 테르펜이나 테르펜+계피오일의 항균력이 더 높게 나타났으며, 테르펜과 테르펜+계피오일의 항균력이 비슷하게 측정되었다. 그리고 계피오일은 5%일 때 효과가 거의 없었지만, 10%, 20%일 때 효과가 나타났다. 테르펜과 테르펜+계피오일에 대한 항균력 평가 배지에서 표면에 나타난 하얀 것은 균이 아닌 정유를 사용함으로써 나타나는 물과 섞이지 않는 기름의 지용성 성분으로 확인되었다.

2. 쌀벌레를 이용한 진드기 기피 실험

진드기 기피 효과를 검증하기 위하여 쌀벌레를 이용하여 시간 경과에 따른 쌀벌레 상태를 각각 3차에 걸쳐서 테르펜이 없는 경우에서 5%, 10%, 20% 농도에 따라 디지털 카메라를 이용하여 사진으로 측정하고 [Table 4]와 [Fig. 4] 및 [Fig. 5]와 같이 나타내었다. 쌀벌레를 실험에 사용한 것은 집먼지 진드기의 분양이 법적으로 금지되어있고, 쌀벌레가 구하기 쉽고 살충제의 내성이 가장 강한 것으로 알려진 공시충 Sitophilus

oryzae L이기 때문이다. 실험결과 1차, 2차, 3차 실험에서는 테르펜을 첨가하기 전에는 죽은 진드기의 수가 1시간이 지나면 3마리, 8마리, 4마리였고, 4시간 이후에도 동일하였다. 하지만 테르펜 5% 용액을 첨가하자 죽은 진드기의 수가 5마리, 7마리, 5마리로 변한 것을 알 수 있다.

또한 테르펜 10%를 첨가하면 실험 모두 9마리가 죽었다. 그리고 테르펜의 농도가 20%라면 1시간 이후에는 9마리, 10마리, 8마리가 죽었는데 4시간 경과 이후 9마리, 10마리, 10마리가 죽은 것으로 나타났다. 최종적으로 테르펜 20%가 1차, 2차, 3차에서 가장 효과가 높은 것으로 나타났다. 따라서 침구류에서 집진드기가 검출되고 아토피 질환을 증가시키는 것으로 나타나고 있기 때문에 베개 등 침구류에 테르펜이 함유된 경우 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 4. Mite repellent effect

time		0%	5%	10%	20%
1 Hr	1 st	3	5	9	9
	2 nd	8	7	9	10
	3 rd	4	5	9	8
	Mean	5.00	5.67	9.00	9.00
4 Hrs	1 st	3	5	9	9
	2 nd	8	7	9	10
	3 rd	4	5	9	10
	Mean	5.00	5.67	9.00	9.67

사용된 배지의 종류에 따른 진드기 기피 실험 결과 TSA배지에 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있다. 시료1~4는 69, 108, 95, 134개 이다. ECG배지에 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있다. 시료 1~4는 4, 0, 0, 0 개 이다. STAPH배지에 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있다. 시료 1~4는 21, 31, 86, 26개 이다. SS배지에 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있다. 시료 1~4는 4, 0, 0, 0개로 나타났다.

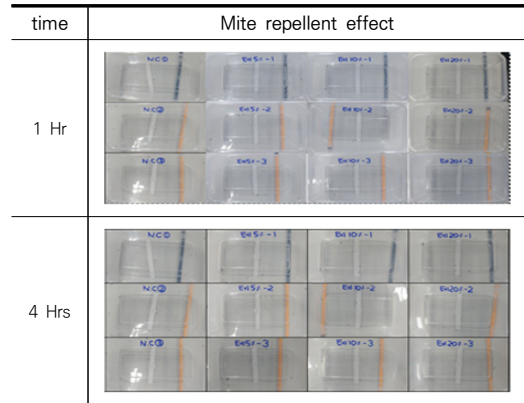


Fig. 4. Mite repellent effect test

Table 5. Mite repellent effect

time		0%	5%	10%	20%
1 Hr	1 st	3	5	9	9
	2 nd	8	7	9	10
	3 rd	4	5	9	8
	Mean	5.00	5.67	9.00	9.00
4 Hrs	1 st	3	5	9	9
	2 nd	8	7	9	10
	3 rd	4	5	9	10
	Mean	5.00	5.67	9.00	9.67

3. 테르펜 사용에 따른 항균 및 항진드기 효능 평가

베개에서의 테르펜 사용 전후에 대한 항진드기 효과 실험을 배지의 종류에 따라 각각 5개 구역으로 나누어 1차 포집과 2차 포집 실험으로 실시하였다. [Table 6]에서와 같이 테르펜을 사용하지 않은 1차 포집 실험결과에 따르면 STA배지에 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있는데 시료 1~4는 69, 108, 95, 134 개로 나타났다. ECG 배지의 경우 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값은 시료 1~4는 4, 0, 0, 0 개로 나타났다. 그리고 STAPH 배지에서 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균은 시료 1~4 에서는 21, 31, 86, 26개로 나타났다. SS 배지의 경우 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구하여 확인 한 결과 시료 1~4는 4, 0, 0, 0 개로 확인 하였다.

Table 6. 1st Capture (without terpene)
(unit : CFU/ml)

Media	samples	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	Means
TSA	1	51	62	25	64	75	69
	2	78	105	65	114	68	108
	3	11	12	10	29	33	95
	4	23	41	31	24	15	134
ECG	1	-	-	-	-	13	4
	2	-	-	-	-	-	0
	3	-	-	-	-	-	0
	4	-	-	-	-	-	0
STAPH	1	11	14	20	16	22	21
	2	1	63	20	10	29	31
	3	17	109	15	36	167	86
	4	9	15	31	31	18	26
SS	1	-	-	-	16	-	4
	2	-	-	-	-	-	0
	3	-	-	-	-	-	0
	4	-	-	-	-	-	0

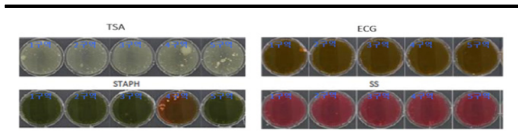


Fig. 5. 1st capture result in media (without terpene)

2차 균 포집 실험인 테르펜을 사용한 경우의 실험결과 [Table 6]에서와 같이 STA배지에 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있는데 시료1~4는 77, 45, 23, 0개로 감소된 것으로 나타났다. ECG 배지의 경우 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있는데 시료 1~4는 0, 0, 0, 0 개로 나타났다. 그리고 STAPH 배지에서 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구함으로써 알 수 있으며, 시료 1~4에서는 5, 2, 9, 17개로 나타났다. SS 배지의 경우 생긴 균 집의 수는 1~5구역에서 생긴 균 집의 수의 평균값을 구하여 확인 한 결과 시료 1~4는 0, 0, 0, 0 개로 확인 하였다. 이를 통하여 테르펜의 항균효과를 확인 할 수 있었다.

Table 7. 2nd Capture (with terpene)
(unit : CFU/ml)

Media	samples	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	Means
TSA	1	103	136	13	34	22	77
	2	22	9	66	50	34	45
	3	42	20	2	24	2	23
	4	TNTC	40	168	111	45	-
ECG	1	-	-	-	-	-	0
	2	-	-	-	-	-	0
	3	-	-	-	-	-	0
	4	-	-	-	-	-	0
STAPH	1	8	-	9	1	-	5
	2	-	2	-	4	1	2
	3	29	1	-	-	5	9
	4	-	46	9	10	2	17
SS	1	-	-	-	-	-	0
	2	-	-	-	-	-	0
	3	-	-	-	-	-	0
	4	-	-	-	-	-	0

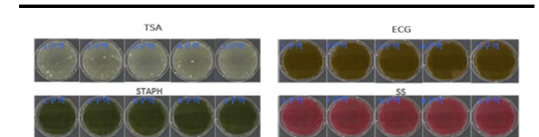


Fig. 6. 2nd capture result in media (with terpene)

4. 베게에서 분리한 균 동정

테르펜 사용 후의 균 동정 실험을 1차 포집과 2차 포집 실험으로 구분하여 비교하였다. 1차 균 동정 결과 기회감염성 균주인 staphylococcus epidermidis를 포함하는 기회감염성 균주와 병원성 균주인 staphylococcus aureus를 제외한 나머지 균주는 일반적으로 질병을 유발하지 않는 비 병원성 균 등 10가지가 검출되었다. 2차 균 동정 실험에서는 staphylococcus aureus 등 5개가 검출되었다. 그리고 1차와 2차 실험에서 분리된 균주는 staphylococcus aureus를 제외하고 일치되는 결과를 얻었고, 테르펜 사용 유무에 따라 분리된 균종이 10개에서 5개로 절반이 감소한 것을 확인할 수 있었다.

Table 8. Identification of strains

No.	1 st Strain	2 nd Strain
1	Acinetobacter sp.	Staphylococcus epidermidis
2	Enterobater sp.	Bacillus sp.
3	Staphylococcus epidermidis	Bacillus subtilis
4	Staphylococcus saprophyicus	Bacillus amyloliquefaciens
5	Bacillus sp.	Staphylococcus aureus
6	Bacillus subtilis	
7	Bacillus megaterium	
8	Acinetobacter pittii	
9	Bacillus incheniformis	
10	Bacillus amyloliquefaciens	

5. 베개에서 항진드기 평가 결과

테르펜 사용 전과 후를 4개 대상에 대해 진드기 수를 측정하였다. [Table 9]에서 음성은 진드기 수 20마리 미만을 뜻하며, 약양성의 경우 100마리 미만을 의미한다. 테르펜을 사용하지 않은 경우의 대상1과 대상2의 경우에서 약양성 즉 100마리 미만의 진드기가 발생했다는 것을 알 수 있다. 하지만 테르펜을 사용하게 되면 모든 실험대상에서 모두 음성인 진드기 수가 20마리 미만이라는 것으로 나타났다. 상기 결과를 통하여 테르펜을 사용할 경우 진드기 수가 감소하는 것으로 보아 테르펜의 항균효과를 확인하였다.

Table 9. Mite repellent effect in Pillow

Terpene	times	1	2	3	4
use	1 st	N	N	N	N
	2 nd	WP	N	N	WP
none	1 st	N	N	N	N
	2 nd	N	N	N	N

* Notice: N: negative, WP: weak positive

IV. 결론

1. 연구결과와 분석

본 연구는 천연물질로부터 유래한 성분이 집진드기를 비롯하여 일상에서 건강을 위협하는 원인에 대해 대처하고 이를 해결해 보고자 한 내용이다. 많은 천연물 중 테르펜은 피톤치드 역할과 같이 나무가 가지고 있는 특유한 휘발성 물질로서 인체에 쾌적함과 청량감을 제공할 뿐만 아니라 항균, 방충, 소취 등 다양한 기능을 하고 있다. 우리가 잘 알고 있는 피톤치드가 주로 식물이 미생물에 대항하기 위한 항균물질인 반면, 테르펜은

피톤치드의 역할도 하면서 식물 자신을 위한 활성물질인 동시에 곤충을 유인하거나 억제하고 곤충과 박테리아를 물리치며 다른 식물의 생장을 방해하는 등의 복합적인 작용을 하고, 주위의 미생물에서 나무 자신을 지키기 위해 발산하는 일종의 항생제 역할을 한다 [12][15][16]. 이것이 신체에 흡수되면 피부를 자극해서 신체의 활성을 높이고 피를 잘 돌게 하며 심리가 안정되며 살균작용도 결합 수 있는 특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 생리적 특성을 지닌 식물 유래의 성분인 테르펜을 이용하여 우리주변에서 볼 수 있는 다양한 오염원 및 미생물 유래의 질병을 야기하는 원인에 대해 강력한 작용을 하는 내용을 검증하였다. 이러한 인간에게 유해한 원인으로 작용하는 부분에서 중요한 시사점을 제공할 것으로 기대한다.

본 연구의 주요 목적은 거주공간의 변화에 따른 실내 오염으로부터 건강을 지키고 그와 관련된 상업적 제품을 개발하는데 기초적인 자료를 검증하고자 한다. 그 중에서 오염된 실내에서 소비하는 시간이 많아지는 가운데 특히, 수면과 휴식시간에 침구류 사용에 대한 증가로 이에 따른 다양한 질병이 야기될 수 있다. 이는 침구류와 함께 보내는 시간이 증가하면서 침구류에 존재하는 세균과 집진드기에 따른 여러 질환들도 함께 증가하고 있다. 침구류 위생 관련 인식도 조사에서도 대부분 베개에서 세균 및 진드기가 번식한다는 것에 대해 알고 있었고, 침구류 위생 중 가장 걱정되는 것이 눈에 보이지 않는 세균 번식이기 때문이다. 이를 예방하기 위해 침구류에 번식하는 세균을 제거하는 천연물질 제품의 개발 필요성이 증가하고 있다.

이를 바탕으로 항생 물질인 테르펜의 항균 및 항진드기 시험을 수행한 결과 효능을 직접적으로 확인할 수 있었다. 항균력을 가지면서 항진드기 효능을 가장 잘 나타내는 적정 농도를 찾기 위해 진드기 기피 실험을 하였고 최종적으로 20% 농도에서 가장 좋은 효과를 얻을 수 있었다. 항균효능은 1차 실험 결과와 비교하였을 때, 2차 실험에서 포집된 균의 수가 감소하는 경향을 보였으며, 동정을 통해 본 균종 또한 줄어든 것을 관찰할 수 있었다. 일부 실험의 경우 2차에서 오히려 균의 수가 늘어나 TNTC를 보이는 현상이 나타났는데, 이는 주거공간의 환경(온도, 습도, 환기 등)에 따라 균의 생

장 조건의 차이에서 발생한 오차라고 생각된다. 또한 2차 실험에서는 1차 실험과 다르게 병원성 균주인 *Staphylococcus aureus*가 검출되었다. 이는 앞선 예비실험에서 베개에서 대표적으로 검출될 수 있는 균주로 항균력 평가를 하였던 균주로 그 효능이 인정되어 장기간 사용하였을 때의 감소율을 기대해볼 수 있다.

항진드기 효능은 테르펜을 사용하지 않은 1차 실험 때에는 진드기가 4개 중 2개의 베개에서 약양성(100마리 미만)으로 검출되었지만, 테르펜을 사용한 2차 실험에서는 모두 음성(20마리 미만)으로 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 이는 테르펜의 항진드기 효능이 뛰어나다는 것으로 해석할 수 있다.

본 연구에 대한 한계점이 존재한다. 본 실험이 연구자가 직접적으로 규명하고 싶었던 오염원에 대해서 직접 확인하고자 하였으나 사용이 금지된 균주 혹은 미생물로 지정이 되어 다른 미생물을 활용하여 진행하였다는 점이다. 또한, 2주의 사용이라는 짧은 기간에 진드기가 많이 서식하기에는 무리가 있었던 것으로 판단되며, 추후에 사용 시간이 경과한 베개를 이용해 전과 후의 비교를 해본다면 더 명확하게 나타나는 효과를 기대해볼 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 다양한 선행연구를 통해 항균효과와 항진드기 효과에 대한 원인과 그에 작용하는 내용을 검증할 확장하여 추후 연구에는 적용하고자 한다.

본 연구를 통하여 사전에 연구되지 않았던 테르펜의 항진드기 효과와 항균력을 확인하였으며, 테르펜을 통해 침구류에 존재하는 세균과 진드기를 제거할 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 우리가 일상에서 사용하는 다양한 침구류 및 관련 제품들에서 나타날 수 있는 오염원을 제거하고 우수한 항균력 및 항진드기 평가 결과를 통해 추후 테르펜을 이용하여 침구류 항균 및 항진드기 스프레이 등의 제품을 개발할 수 있는 방안을 도출할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] K. Y. Nam and J. S. Lee, "Antifungal activity and house dust mite repellent effect of fabric dyed with *Juniperus chinensis* heartwood extracts," *Korean Journal of Human Ecology*, Vol.22, No.6, pp.687-699, 2013.
- [2] Y. Yoo, S. M. Lee, S. C. Seo, J. T. Choung, S. J. Lee, S. J. Park, and C. W. Park, "The clinical and immunological effects of forest camp on childhood environmental diseases," *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation*, Vol.5, No.2, pp.85-93, 2011.
- [3] D. Lee and J. Chung, "Relevance between total volatile organic compound (TVOC) exposure level and environmental diseases within residential environments," *Journal of Environmental Health sciences*, Vol.37, No.3, pp.193-200, 2011.
- [4] Alain Jacquet, Vincenzo Campisi, Martyna Szpakowska, Marie-Eve Dumez, Moreno Galleni, and Andy Chevigné, "Profiling the Extended Cleavage Specificity of the House Dust Mite Protease Allergens Der p 1, Der p 3 and Der p 6 for the Prediction of New Cell Surface Protein Substrates," *International Journal of Molecular Science*, Vol.18, No.7, p.1373, 2017.
- [5] A. Jacquet, "The role of innate immunity activation in house dust mite allergy," *Trends in Molecular Medicine*, Vol.17, pp.604-611, 2011.
- [6] S. I. Woo, J. S. Lim, and Y. S. Han, "Relationship of Indoor Aeroallergen Specific IgE with Total IgE and Airway Hyperresponsiveness in Children with Atopic Asthma," *Allergy Asthma & Respiratory Disease*, Vol.19, No.1, pp.47-55, 2009.
- [7] M. Hong and C. Jee, "Repellent effect of essential oils from coniferous trees against the house dust mites (*Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus*)," *The Korean Journal of Veterinary service*, Vol.32, No.1, pp.87-92, 2009.
- [8] J. Lee and C. Jee, "Repellent effect of Eucalyptus essential oils against the house dust mites (*Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus*)," *The Korean Journal of*

[1] K. Y. Nam and J. S. Lee, "Antifungal activity and house dust mite repellent effect of fabric dyed with *Juniperus chinensis* heartwood

- Veterinary Service, Vol.33, No.2, pp.167-171, 2010.
- [9] S. H. Kim and Y. S. Shin, "Evaluation of clothing comfort and anti-atopy properties by human wear test-focused to inner wear natural dyed with bamboo charcoal," Journal of the Korean Society for Clothing Industry, Vol.12, No.1, pp.122-128, 2010.
- [10] J. S. Lee and G. E. Jeong, "A study on natural dye having the effects on the atopic dermatitis(Part I)-Bamboo extract," Textile Coloration and Finishing, Vol.24, No.3, pp.189-195, 2012.
- [11] J. S. Lee and H. J. Woo, "A study on natural dye having the effects on the atopic dermatitis(Part II)-Pine needles extract," Textile Coloration and Finishing, Vol.24, No.3, pp.196-203, 2012.
- [12] Nik Amirah Mahizan, Shun-Kai Yang, Chew-Li Moo, Adelene Ai-Lian Song, Chou-Min Chong, Chun-Wie Chong, Aisha Abushelaibi, Swee-Hua Erin Lim, and Kok-Song Lai, "Terpene Derivatives as a Potential Agent against Antimicrobial Resistance (AMR) Pathogens," Molecular, Vol.24, No.14, p.2631, 2019.
- [13] G. Singh, S. Maurya, and C. A. Catalan, "A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents," Food and Chemical Toxicology, Vol.45, No.9, pp.1650-1661, 2007.
- [14] V. Jakhetia, R. Patel, P. Khatri, N. Pahuja, S. Garg, A. Pandey, and S. Sharma, "Cinnamon: a pharmacological review," Journal of Advanced Scientific Research, Vol.1, No.2, pp.19-23, 2010.
- [15] C. Kurekci, J. Padmanabha, S. L. Bishop-Hurley, E. Hassan, R. A. M. Al Jassim, and C. S. McSweeney, "Antimicrobial activity of essential oils and five terpenoid compounds against *Campylobacter jejuni* in pure and mixed culture experiments," International Journal of Food Microbiology, Vol.166, pp.450-457, 2013.
- [16] K. G. Zulak and J. Bohlmann, "Terpenoid biosynthesis and specialized vascular cells of conifer defense," Journal of Integrative Plant Biology, Vol.52, pp.86-97, 2010.
- [17] Robert Duka and Dorina Ardelean, "Phytoncide and phytoalexins - Vegetal antibiotics," Journal Medical Aradean, Vol.10, No.3, pp.19-25, 2010.
- [18] M. Angeles, H. L. Cheng, and S. S. Velankar, "Emulsion electrospinning: composite fibers from drop breakup during electrospinning," Polymers for Advanced Technologies, Vol.19, No.7, pp.728-733, 2008.

저 자 소 개

고 원 진(Won-Jin Koh)

준회원



■ 2018년 3월 ~ 현재 : 대덕고등학교 재학

〈관심분야〉 : 항균, 항진드기 효과, 바이오테크놀로지, 전자 정보소재 합성

서 용 모(Yong-Mo Seo)

종신회원



■ 2010년 10월 ~ 2015년 10월 : 충남대학교 경영학부 초빙교수
 ■ 2016년 4월 ~ 2018년 3월 : 유원대학교 교양융합학부 조교수
 ■ 2020년 2월 ~ 현재 : 한남대학교 LINC+ 사업단 산학협력전담교수

〈관심분야〉 : 신제품 마케팅, 소비자행동, 디자인경영, 비즈니스 모델, 개방형 혁신