

솔잎추출물을 혼입한 시멘트 경화체의 항균류 저항 특성

Antimicrobial Properties of Cement Matrix using Pine Needle Extract

김호진¹ · 정현의² · 임동현² · 한송이³ · 박선규^{4*}

Ho-Jin Kim¹ · Hyeon-Eui Jung² · Dong-Hyun Lim² · Song-Yi Han³ · Sun-Gyu Park^{4*}

(Received March 3, 2022 / Revised March 24, 2022 / Accepted March 24, 2022)

Recently, due to COVID-19, many people are spending most of their time indoors. So, there is a rising interest on the indoor air quality in the field of building construction. The main sources for the indoor air pollution are human indoors activity, building materials, living supplies and the polluted air from outdoor. The Korean government has designated 17 indoor air pollutants including fine dust, total airborne bacteria, fungi and carbon dioxide, etc.. Most people are always exposed to assorted bacteria and molds in our daily life, because indoor environment for human, moderate temperature are humidity, it is favourable to the growth of most of bacteria and fungi. Pine needles have an antibacterial effect against bacteria and fungi. In this study, the antibacterial activity against bacteria and fungi was tested by cement matrix using pine needle extract. As a result, the cement matrix using pine needle extract showed antibacterial activities against bacteria, but in the case of fungi, it did not show antifungal activity.

키워드 : 솔잎, 세균, 곰팡이, 실내공기질, 부유입자, 시멘트 경화체

Keywords : Pine needle, Bacteria, Fungi, Indoor air quality, Suspended particle, Cement matrix

1. 서론

현대인은 대부분의 시간을 실내에서 보내고 있기 때문에 실내 공기질에 대한 관심이 높아지는 추세이다. 실내공기의 주요 오염 원으로는 인간의 활동, 건축자재, 생활용품, 외부로부터 오염된 대기의 유입 등을 들 수 있다. 실내공기질 관리법에서는 실내공기 오염물질로 미세먼지, 총 부유세균, 곰팡이, 이산화탄소 등 17종을 규정하고 있다(실내공기질관리법, 제2조). 또한 눈으로 확인하기 어려운 부유입자로 인해 각종 질환이 유발될 수 있기 때문에 실내 공기질에 대한 중요성이 더욱 강조되고 있다. 특히, 세균과 곰팡이는 사람의 피부뿐만 아니라 대기, 토양 하수 등에 광범위하게 분포하고 있으며, 알레르기, 호흡기 질환, 전염성 질환 등을 유발하며, 다른 실내공기 오염물질과는 다르게 스스로 번식하는 생물학적 오염요소로서 순식간에 증식하는 특성을 가지고 있다(Jang 2014).

현대인이 주로 생활하는 환경 조건, 즉 온도와 습도 등은 세균과 곰팡이의 생육환경이 흡사하기 때문에 일상 생활에서 세균과 곰팡이에 노출될 위험은 항상 존재한다고 볼 수 있다. 많은 사람이 모이는 다중시설의 경우, 세균감염의 위험에 더욱 크게 노출되어 있다. 특히, 환자, 노약자, 어린이와 같이 면역력이 낮은 집단은 다중 시설에서 세균 및 부유입자에 노출될 경우 질병에 걸릴 위험이 더욱 크며, 환자, 노인, 어린이 등 민감한 집단이 사용하는 시설이라면 실내공기질 향상을 위해 더욱 노력해야 한다. 그러나 어린이집의 경우 24.14 %가 총 부유세균 농도 유지기준을 초과하고 있으며, 노인 요양 시설은 8 %, 산후조리원 6.25 %, 의료기관 5.13 %가 초과하고 있는 것으로 보고되고 있다(Yoon 2020).

한편, 우리 주위에서 흔하게 볼 수 있는 솔잎은 예전부터 항균효과가 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 한약재, 식용 등 쓰임새가 다양하다. 그 외에 의약, 식품 및 염색제 관련 산업에서는 적극적으로

* Corresponding author E-mail: psg@mokwon.ac.kr

¹목원대학교 건축학부 석사과정 (Department of Architectural Engineering, Mokwon University, Daejeon, 35349, Korea)

²목원대학교 건축학부 학사과정 (Department of Architectural Engineering, Mokwon University, Daejeon, 35349, Korea)

³목원대학교 미생물생명공학과 교수 (Department of Microbial Biotechnology, Mokwon University, Daejeon, 35349, Korea)

⁴목원대학교 건축학부 교수 (Department of Architectural Engineering, Mokwon University, Daejeon, 35349, Korea)

Copyright © 2022 by Korean Recycled Construction Resources Institute

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

로 활용하고 있으며, 최근에는 건축자재로 이용하기 위한 시도도 이루어지고 있는 실정이다. 솔잎의 항균효과에 관한 연구는 상당히 많이 이루어지고 있으며, 다양한 항균 성분을 가지고 있다. 기존 연구에 따르면 솔잎의 항균 성분으로는 피톤치드의 주성분인 테르펜(terepene)과 항세균, 항바이러스, 효소활성의 저해작용을 하는 수용성 탄닌(tannin), 항산화, 항균화, 환경 호르몬 억제에 효과적인 카테킨(catechin) 등이 있다. 이 외에도 벤조산(benzoic acid), 알파넨(alpha-pinene), 베타핀넨(beta-pinene), 캐리오픈렌(caryophyllene), 베타펠란드린(beta-phellandrene) 등의 성분이 항균 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Joen and Park 2010).

따라서, 본 연구에서는 천연 항균물질인 솔잎을 이용한 시멘트 경화체의 특성을 확인하기 위한 일련의 실험적 연구로서 솔잎 추출물을 배합수로 활용한 시멘트 경화체의 항균 성능을 검토하고자 하였다. 세균류는 가장 흔한 병원균인 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 대장균(*Escherichia coli*), 곰팡이균은 검정 곰팡이(*Aspergillus niger*)를 사용하였다. 즉, 솔잎 추출물의 항세균 활성, 항곰팡이 활성 성능과, 솔잎 추출물 혼입 비율 별 시멘트 경화체의 항균 성능에 대하여 실험적으로 검증, 분석하는 연구를 진행하였다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 실험 계획

Table 1은 본 연구에서 실시한 솔잎 추출물의 항균활성 실험 계획을 나타낸 것이다. 솔잎 추출액을 0, 10, 20, 30, 50, 70, 80, 90, 100 μ l로 구분하여 항균활성을 확인하고자 하였다. Table 2는 솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체의 실험 계획을 나타낸 것이

Table 1. Pine needle extract experimental factor

Experimental factors	Items	
Addition ratio of pine needle extract(μ l)	0 10 20 30 50 70 80 90 100	9
Curing condition	Bacteria : temperature 37 $^{\circ}$ C Fungus : temperature 25 $^{\circ}$ C	2
Bacteria	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i>	2
Fungi	<i>Aspergillus niger</i>	1
Measure	Antibacterial experiment Antifungal experiment	2

Table 5. Chemical composition of pine needle extract

Composition	α -pinene	β -pinene	Comphene	β -phellandrene	Bornylacetate	β -caryophyllene	Citronellol
%	23.07	22.00	5.52	6.78	9.76	3.05	13.42

다. 수차례 예비실험을 통해 물시멘트비는 35 %로 하였으며, 솔잎 추출물의 혼입률을 0, 10, 15, 20, 25 %로 구분하여 항균성과 항곰팡이성을 확인하고자 하였다.

2.2 사용재료

2.2.1 시멘트

본 실험에서 사용된 시멘트는 ‘H’사의 1종 포틀랜드 시멘트이며, Table 3, 4는 물리적, 화학적 시멘트 특성을 나타낸 것이다.

2.2.2 솔잎

솔잎은 소나무 산림에서 채취하여 사용하였다. 솔잎 추출물을 제조하기 위해 고압 습윤 멸균기(Autoclave)에 건조된 솔잎 100 g에 멸균 증류수 1000 ml를 가하여 105 $^{\circ}$ C에서 2시간 동안 가열한 후 여과하여 사용하였다. Table 5는 솔잎 추출물의 화학적 성질을

Table 2. Cement matrix experimental factor

Experimental factors	Items	
Binder	Cement	1
W/C	35 %	1
Addition ratio of pine needle extract(%)	0 10 15 20 25	5
Curing condition	Temperature 20 \pm 2 $^{\circ}$ C	1
Bacteria	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i>	2
Fungi	<i>Aspergillus niger</i>	1
Measure	Antibacterial experiment Antifungal experiment Compressive strength	3

Table 3. Physical properties of cement

Density (g/cm 3)	Blaine (cm 3 /g)	Setting time (h:m)		Compressive strength (MPa)		
		Initial	Final	3d	7d	28d
3.15	3000	3:20	5:50	12.5	22.5	42.5

Table 4. Chemical composition of cement

CaO	SiO $_2$	Al $_2$ O $_3$	MgO	Fe $_2$ O $_3$	etc.
62.6	21.9	4.8	2.6	3.4	4.7

나타낸 것이다.

2.3 실험 방법

2.3.1 압축강도 측정방법

솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체의 압축강도가 적합하지 확인하기 위하여 압축강도를 측정하였다. 압축강도 측정을 위해 40×40×160 mm의 시멘트 경화체를 제작하여 KS L ISO 679 시멘트 강도 측정 방법에 의거하여 측정하였다. 강도 측정은 재령 7일차에 실시하였다.

2.3.2 솔잎 추출물의 항균활성 시험

Fig. 1은 본 연구에서 실시한 세균과 곰팡이균에 대한 항균활성 실험 개요를 나타낸 것이다. 솔잎 추출물의 항균활성을 확인하기 위해 세균은 LA 배지(Lysogeny broth agar Ampicillin)에 배양하였으며 곰팡이균은 PDA 배지(Potato Dextrose Agar medium)에 배양하여 실험을 실시하였다. 세균은 대표적인 그람 양성균 중 하나인 황색포도상구균과 그람 음성균 중 하나인 대장균을 사용하였으며, 곰팡이균은 검정 곰팡이를 사용하였다. 배지에 세균과 곰팡이를 배양한 후에 솔잎 추출물 원액 10~100 μl를 페이퍼 디스크에 흡수시키고 배지에 첨가하여 항세균 활성과 항곰팡이 활성을 확인하였다. 항세균 활성은 2일 배양하였으며, 항곰팡이 활성은 7일간 배양하였다.

2.3.3 시멘트 경화체 항균 시험방법

Fig. 2는 시멘트 경화체의 멸균 방법을 나타낸 것이다. 시멘트

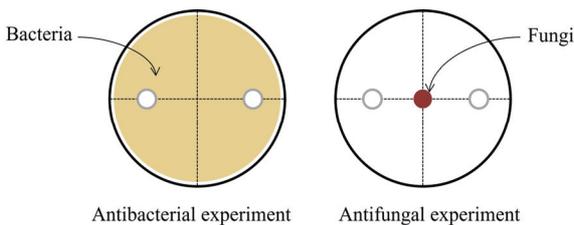


Fig. 1. Antibacteria and antifungal experiment method

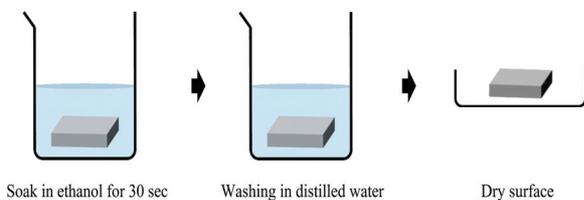


Fig. 2. The process of sterilizing cement matrix

경화체의 항균 성능을 확인하기 위해 혼입률에 따라 30×30×6 mm의 시멘트 경화체를 제작해 실험을 진행하였다. 시멘트 경화체는 에탄올에 30초 침지하여 소독한 후 멸균 증류수에서 세척하고 페이퍼 디스크에 표면건조한 후 배지에 첨가하여 항균 성능을 확인하였다.

Fig. 3은 본 연구에서 실시한 시멘트 경화체의 항균, 항곰팡이 실험 개요를 나타낸 것이다. 세균과 곰팡이 균을 각각 LA 배지와 PDA 배지에 배양한 후 멸균한 시멘트 경화체를 첨가하여 항균 성능을 확인하였다. 정확성을 위해 항균, 항곰팡이 실험을 3회 실시하였다.

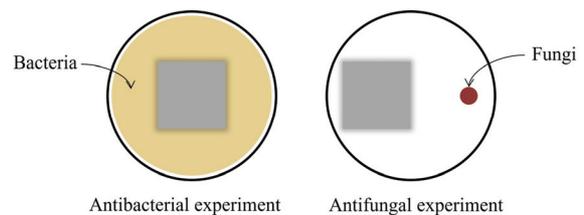


Fig. 3. Antibacterial and antifungal experiment method of cement matrix

3. 실험 결과

3.1 압축강도 측정 결과

Fig. 4는 본 연구에서 실시한 시멘트 경화체의 압축강도 결과를 나타낸 것이다. 솔잎 추출물의 혼입률이 증가할수록 압축강도가 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 솔잎이 가진 당 성분이 시멘트가 굳어지는 것을 방해해 솔잎 추출물의 혼입률이 높아질수록 강도가 낮아지는 것으로 판단된다.

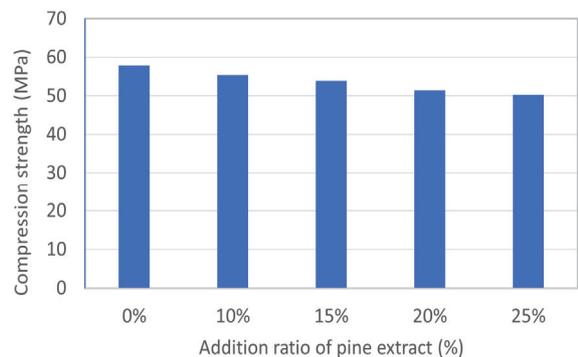


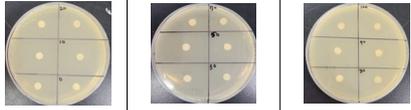
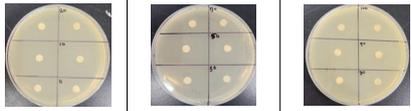
Fig. 4. The result of compression strength

3.2 솔잎추출물의 항균활성 시험 결과

3.2.1 항세균 활성 시험 결과

Table 6은 본 연구에서 실시한 솔잎 추출물의 항균활성 시험 결과를 나타낸 것이다. 황색포도상구균에 대한 솔잎 추출물의 항세균 활성을 확인 한 결과 30 μ 를 첨가한 시료부터 농도에 비례하여 항세균 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 대장균의 경우 10 μ 를 첨가한 시료부터 농도에 비례하여 항세균 활성이 증가하는 것이 나타났다. 솔잎 추출물은 그람 양성균보다 그람 음성균에 더 높은 항균활성 성능이 있는 것으로 확인되었다. 이는 황색포도상구균이 대장균보다 솔잎 추출물에 대한 내성이 강하기 때문에 대장균의 항세균 활성 성능이 높은 것으로 판단된다. Table 6에 항세균 활성 효과를 -(ineffective), +(effective), +^w(less effective)

Table 6. Antimicrobial activity of pine needle extract

Factor	Pine needle extract								
Staphylococcus aureus									
Pine needle extract (μ l)	0	10	20	30	50	70	80	90	100
Antimicrobial activity	-	-	-	+ ^w	+	+	+	+	+
Escherichia Coli									
Pine needle extract (μ l)	0	10	20	30	50	70	80	90	100
Antimicrobial activity	-	+ ^w	+	+	+	+	+	+	+

- : ineffective, + : effective, +^w: less effective

로 나타났다.

3.2.2 항곰팡이 활성 시험 결과

Fig. 5는 본 연구에서 실시한 솔잎 추출물의 항곰팡이 활성 시험 결과를 나타낸 것이다. 선행연구결과 솔잎 추출물의 항곰팡이 활성 효과가 크지 않아 솔잎 추출물 원액 100 μ 로 실험을 실시하였다. Fig. 3에 나타낸바와 같이, 솔잎 추출물 원액을 페이퍼 디스크에 100 μ 흡수시킨 후 항곰팡이 활성을 확인하였다. 솔잎추출물 주변으로 검정 곰팡이가 형성되지 못하는 형상을 나타냈으며, 이에 따라 솔잎 추출물은 검정 곰팡이에 대해 생육을 저해하는 것으로 확인되었다.



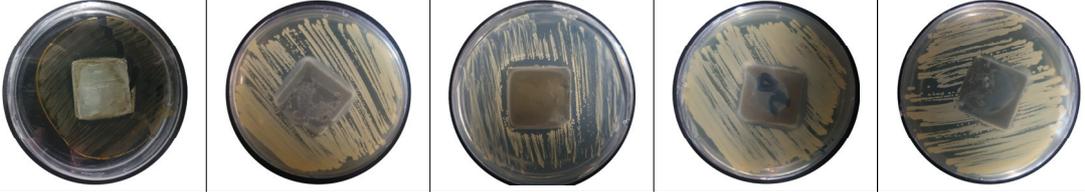
Fig. 5. Antifungal activity of pine needle extract against aspergillus niger

3.3 시멘트 경화체의 항균류 저항성

3.3.1 황색포도상구균에 대한 항균 실험 결과

Table 7은 본 연구에서 실시한 황색포도상구균에 대한 시멘트 경화체의 항균 실험 결과를 나타낸 것이다. 솔잎 추출물을 0% 혼합한 경화체는 황색포도상구균에 대한 항균성이 전혀 없어 경화

Table 7. Antimicrobial activity of hardened cement paste using pine needle extract against staphylococcus aureus

Hardened cement paste using pine needle extract					
Addition ratio	0 %	10 %	15 %	20 %	25 %
Result					
Antimicrobial activity	-	+	++	+	+ ^w

- : ineffective, + : effective, +^w: less effective

Table 8. Antimicrobial activity of hardened cement paste using pine needle extract against escherichia coli

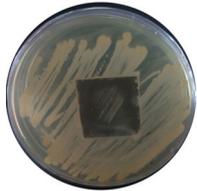
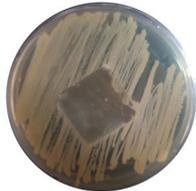
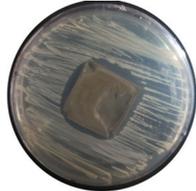
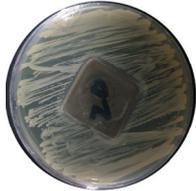
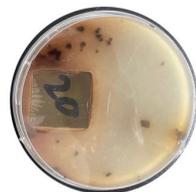
Hardened cement paste using pine needle extract					
Addition ratio	0 %	10 %	15 %	20 %	25 %
Result					
Antimicrobial activity	-	-	++	+	-

Table 9. Antifungal activity of hardened cement paste using pine needle extract against aspergillus niger

Hardened cement paste using pine needle extract					
Addition ratio	0 %	10 %	15 %	20 %	25 %
Result					
Antimicrobial activity	-	-	-	-	-
Spore-derived	+	++	++	++	+++

체 표면까지 균이 자란 것을 확인할 수 있다. 솔잎 추출물을 15 % 혼입한 경화체에서 가장 큰 항균 성능이 나타난 것을 알 수 있었으며, 솔잎 추출물을 25 % 혼입한 경화체는 항균 성능이 크지 않지만 0 % 혼입한 경화체보다 약간의 항균 성능을 보이는 것을 확인하였다. 이는 솔잎 추출액의 혼입률이 높아지며 항균 성능이 증가하지만 이에 비례하여 미생물에 필요한 영양분 또한 같이 증가하기 때문에 혼입률이 15 % 이상 증가할 경우는 오히려 항균 성능이 낮아지는 것으로 확인되었다.

3.3.2 대장균에 대한 항균성능 실험 결과

Table 8은 본 실험에서 실시한 대장균에 대한 시멘트 경화체의 항균 실험 결과를 나타낸 것이다. 솔잎 추출물을 0, 10 % 혼입한 경화체는 대장균에 대한 항균성능이 전혀 없어 경화체의 표면까지 균이 자란 것을 확인할 수 있었다. 솔잎 추출물을 15 % 혼입한 경화체에서 가장 큰 항균 성능을 확인할 수 있으며 솔잎 추출물을 25 % 혼입한 경화체는 0 % 혼입한 경화체와 같이 항균 성능이 없는 것을 확인할 수 있었다. 이는 솔잎 추출액의 혼입률이 높아지며 항균 성분이 증가하지만 이에 비례하여 미생물에 필요한 영양

분 또한 같이 증가하기 때문에 혼입률이 15 % 이상 증가하였을 때는 오히려 항균 성능이 낮아지는 것으로 확인되었다.

3.3.3 검정곰팡이에 대한 항곰팡이 실험 결과

Table 9는 본 실험에서 실시한 검정 곰팡이에 대한 항곰팡이 실험 결과를 나타낸 것이다. 솔잎 추출물 혼입률이 0 %인 경화체는 곰팡이 균에 대해 항곰팡이 성능이 없는 것을 확인할 수 있었다. 솔잎 추출물을 혼입한 경화체는 혼입률이 높아질수록 항곰팡이 성능이 더 떨어져 곰팡이균의 균사가 자라는 것뿐만이 아니라 포자까지 더 많이 생성하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 곰팡이균이 당 성분을 좋아하기 때문에 솔잎의 당 성분 때문에 혼입률이 높아질수록 항곰팡이 성능이 낮아지는 것으로 판단된다.

4. 결론

천연 재료인 솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체의 항균활성, 항곰팡이 활성에 대한 실험적 연구 결과 본 연구 범위 내에서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 솔잎 추출물의 항균 활성 실험 결과 솔잎추출물의 황색포도상구균과 대장균에 대한 항균 활성 성능을 확인하였다. 황색포도상구균은 30 μ 를 첨가한 시료부터 항균 활성 성능이 있는 것으로 나타났고, 대장균은 10 μ 를 첨가한 시료부터 항균 활성 성능이 나타났다. 솔잎 추출물은 그람 양성균보다 그람 음성균에 더 높은 항균 활성 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 솔잎 추출물은 검정 곰팡이에 대해 생육을 저해하는 것으로 나타났다.
2. 솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체의 항균 실험 결과 황색포도상구균과 대장균 모두 솔잎 추출물을 15 % 혼입한 시멘트 경화체에서 가장 높은 효과가 있는 것으로 나타났다. 혼입률 20, 25 %에서는 낮은 효과를 나타냈는데 이는 혼입률이 증가하며 미생물에 필요한 영양분이 같이 증가하기 때문이라고 판단되었다. 또한, 솔잎 추출물 항균 활성 실험 결과와 반대로 황색포도상구균에 대해 더 높은 항균효과가 나타났는데 이에 관해 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.
3. 솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체의 항곰팡이 실험 결과 검정 곰팡이에 대해 항곰팡이 효과가 없는 것을 알 수 있었다.

본 연구결과를 통하여 솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체는 대표적인 병원균인 황색포도상구균과 대장균에 대한 항균 성능을 가지고 있는 것을 알게 되었으며, 혼입률이 15 %를 초과할 경우는 항균 성능이 감소하여 적절한 혼입률이 필요한 것으로 판단된다. 또한, 검정 곰팡이에 대해서는 자라날 수 있는 생육환경을 조성하는 것으로 나타났다. 솔잎추출물을 혼입한 시멘트 경화체는 병원균 억제에는 효과적이지만 곰팡이에 대해서는 효과가 없는 것으로 판단되며 솔잎추출물을 항균재로 사용하기 위해서는 곰팡이의 생육을 저해하는 요인에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Conflicts of interest

None.

감사의 글

이 연구는 한국연구재단에서 지원하는 개인기초연구지원사업(중견연구, 과제번호 : NRF - 2020 R1A2C101195 7)에 의해 수행되었음을 밝히고 이에 감사드립니다.

References

- Ahn, H.J. (2017). Assessment of Indoor Air Quality by Air Quality and Materials Emission Test at Newly Constructed Apartments, Master's Thesis, Department of Environmental Engineering Graduate School, Seoul University, Korea [in Korean].
- Choi, M.Y., Choi, E.J., Lee, E., Rhim, T.J., Cha, B.C., Park, H.J. (1997). Antimicrobial activities of pine needle extract, *Journal of the Korea Microbiology and Biotechnology Letter*, **25(3)**, 293–297.
- Han, S.H., Woo, N.R.Y., Lee, S.D., Kang, M.H. (2006). Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea, *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, **14(1)**, 49–55.
- Hong, T.G. (2003). Studies on the Physiological Functionality and Antimicrobial Activity of Pine Needle Fermentation Extract, Master's Thesis, Department of Food Science and Engineering Graduate School, Daegu University, Korea [in Korean].
- Jang, H.S. (2014). A study on measures at indoor air quality control of home daycare center, *Journal of the Korea Living Environment*, **21(5)**, 698–705.
- Jeong, H.W., Jeong, W.Y., Jung, W.H., Han, S.Y., Park, S.G. (2021). An experimental study on indoor pollutant reduction of cementitious composite using charcoal and phytoncide, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, **9(1)**, 13–19.
- Joen, M.S., Park, M.J. (2010). Components of pine needles extract and functionality of the dyed fabrics, *The Research Journal of the Costume Culture*, **18(2)**, 371–381.
- Kim, B.C., So, H.S., Kim, W.K., Soh, Y.S. (2010). A study on the anti-microbial and physical properties of antifungal cement mortars, *Journal of the Autumn academic presentation of the Korean Institute of Architecture*, **21(2)**, 399–403.
- Kim, N.Y., Jang, M.K., Jeon, M.J., Lee, D.G., Jang, H.J., Lee, S.W., Kim, M.H., Kim, S.G., Lee, S.H. (2010). Verification of antimicrobial activities of various pine needle extracts against antibiotic resistant strains of staphylococcus aureus, *Journal of Life Science*, **20(4)**, 589–596.
- Park, C.S., Kwon, C.J., Choi, M.A., Park, G.S., Choi, K.H. (2002). Antibacterial activities of cordyceps spp., mugwort and pine leaf extracts, *Korean Journal of Food Preservation*, **9(1)**, 102–108.
- Park, J.H. (2009). Exposure assessment of biological agents in indoor environments, *Korean Journal of Environmental Health Sciences*, **35(4)**, 239–248.

- Park, Y.H. (2010). A study on the Antibacterial activity and Deodorization of Fabrics dyed with pine needles extract, *Journal of Fashion Business*, **15(1)**, 176–183.
- Sahin, H.T., Yalcin, O.U. (2017). Chemical composition and utilization of conifer needles—a review, *Journal of Applied Life Sciences International*, **14(3)**, 1–11.
- So, H.S., Kim, J.W., Lee, B.R., So, S.Y. (2015). Antifungal performance of hwangtoh mortars with natural antifungal substances, *Journal of the Korea Concrete Institute*, **27(1)**, 75–83.
- Sung, K.C. (2004). Characteristics and analysis of natural pine-needles extract, *Korean Journal of Oil & Applied Science*, **21(4)**, 320–326.
- Yoon, Y.H. (2020). Current Status and Improvement of Total Culturable Microorganisms in Multi-Use Facilities, Thesis, Major in Architectural Environment & Facility Engineering, Hanyang University, Korea [in Korean].

솔잎추출물을 혼입한 시멘트 경화체의 항균류 저항 특성

현대인은 대부분의 시간을 실내에서 보내고 있기 때문에 실내 공기질에 대한 관심이 높아지는 추세이다. 실내 공기의 주요 오염원으로는 인간의 활동, 건축자재, 생활용품, 외부로부터 오염된 대기의 유입 등을 들 수 있다. 실내 공기질 관리법에서는 실내공기 오염물질로 미세먼지, 총 부유세균, 곰팡이, 이산화탄소 등 17종을 규정하고 있다. 현대인의 실내 환경은 세균과 곰팡이균의 생육환경이 흡사하기 때문에 일상생활에서 세균과 곰팡이에 항상 노출된다. 특히 많은 사람이 모이는 다중이용시설의 경우에는 세균감염의 위험이 더 크다고 할 수 있다. 한편 솔잎은 예전부터 항균효과가 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 한약재, 식용 등 쓰임새가 다양하다. 그 외에 의약, 식품 및 염색제 관련 산업에서는 적극적으로 활용하고 있으며, 최근에는 건축자재로 이용하기 위한 시도도 이루어지고 있는 실정이다. 솔잎의 항균효과에 관한 연구는 상당히 많이 이루어지고 있으며, 다양한 항균 성분을 가지고 있다. 따라서 본 연구는 솔잎 추출물의 항세균, 항곰팡이 효과를 확인하였으며, 이를 토대로 솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체를 제작해 솔잎 추출물의 혼입 비율별 세균과 곰팡이에 대한 항균 활성 효과를 연구하였다. 솔잎 추출물은 황색포도상구균과 대장균에 대해 항세균 효과를 나타냈으며, 검정 곰팡이에 대해 생육환경을 저해하는 것이 나타났다. 솔잎 추출물을 혼입한 시멘트 경화체는 황색포도상구균과 대장균에 대해서 항균 활성 효과를 나타냈다. 그러나 검정 곰팡이에 대해서 항균 활성 효과를 나타내지 않았다. 결과적으로, 솔잎추출물을 혼입한 시멘트 경화체는 병원균 억제에는 효과적이지만 곰팡이에 대해서는 효과가 없는 것으로 판단되며, 솔잎추출물을 항균재로 사용하기 위해서는 곰팡이의 생육을 저해하는 요인에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.