

항균동과 티트리 추출물을 이용해 제작한 황토볼의 세균 증식 억제 활성

지근호¹, 김영태^{2*}

¹부경대학교 기초과학연구소, ²부경대학교 미생물학과

Bacterial Growth Inhibition Activity of Loess (Hwangtoh) Ball Manufactured using Antimicrobial Copper and Tea Tree Extracts

Keunho Ji¹, Young Tae Kim^{2*}

¹Basic Science Research Institute, Pukyong National University

²Department of Microbiology, Pukyong National University

요약 산업화가 진행됨에 따라 인구의 도시 집중이 가속화되었다. 그 결과 도시 주변의 하천은 각종 산업시설에서 배출되는 오염물질과 도시지역에서 배출되는 생활하수가 유입되어 자정허용한도를 초과하였다. 물과 토양 오염 물질은 순환하며 동물과 인간에게 해로운 영향을 미친다. 이러한 오염물질을 제거하기 위해 다양한 방법이 사용되고 있지만 정화능력을 향상시키고 부작용을 줄이는 것은 여전히 개선해야 할 문제이다. 이에 본 연구에서는 환경정화능력이 있다고 알려진 황토, 항균동, 티트리 추출물을 이용하여 병원성 미생물의 생육저해를 개선하기 위한 조사를 진행하였다. 황토, 항균동, 티트리추출물을 모두 혼합하여 제작한 황토볼은 *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*와 *Vibrio parahaemolyticus*에 대해 99% 이상의 항균활성이 나타남을 확인하였다. 또한 *Bacillus subtilis*의 증식억제율도 95% 이상으로 확인되었다. 균종에 따라 차이는 있었으나 황토, 항균동, 티트리추출물을 모두 혼합한 황토볼에서 가장 높은 억제 활성이 나타났다. 본 연구 결과는 오염된 갯벌, 토양, 기수역 등의 친환경적 정화에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

Abstract Urban concentrations have accelerated in parallel with industrialization, and most city rivers have exceeded their self-purification capacities due to inflows of domestic sewage and pollutants discharged from industrial facilities. As a result, water and soil pollutants circulate in water bodies and harm animals and humans. Various methods are being used to eliminate these pollutants, but the effectivenesses of purification facilities and the side effects of pollutants continue to present challenges. Therefore, in this study, we conducted a survey aimed at inhibiting the growth of pathogenic microorganisms using loess, antimicrobial copper, and tea tree extract, which are known to have environmental purification effects. The study confirms that loess balls comprised of loess, copper, and tea tree extract achieved an antimicrobial activity of ~99% against *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Vibrio parahaemolyticus* and inhibited the growth rate of *Bacillus subtilis* by >95%. Although inter-species differences were observed, the highest inhibitory activity was shown when loess ball contained loess, antibacterial copper, and tea tree extract. The results of this study are expected to be useful for the eco-friendly bioremediation of contaminated tidal flats, soils, and brackish water.

Keywords : Antimicrobial Copper, Hwangtoh Ball, Tea Tree, *Melaleuca alternifolia*, *Enterococcus faecalis*

본 논문은 부경대학교 자율창의연구비 (2021)에 의하여 연구되었음.

*Corresponding Author : Young Tae Kim(Pykyong Nat. Univ.)

email: ytkim@pknu.ac.kr

Received January 12, 2023

Revised February 8, 2023

Accepted March 3, 2023

Published March 31, 2023

1. 서론

산업화가 진행됨에 따라 인구의 도시 집중이 가속화되었고 그 결과 도시 주변의 하천은 각종 산업시설에서 배출되는 오염물질과 도시지역에서 배출되는 생활하수가 유입되어 자정허용도를 초과하였다. 이로인해 하천은 본래의 기능을 감당할 수 없게 되었다. 이러한 수질오염원은 생활하수, 산업폐수, 축산폐수 등의 점오염원과 산림, 농경지, 도시, 공장, 도로 등에서 유출되는 비점오염원으로 구분된다. 오염관리를 위해 하수처리장 등 점오염원의 방류수 내 독성물질 및 오염물질을 분석하고, 모니터링을 통해 하천에 미치는 영향을 지속적으로 연구하고 있다. [1] 점오염원과 비점오염원이 모두 있는 생활하수의 경우 수체에 따라 약간의 차이는 있지만 Biological Oxygen Demand (BOD), Total Nitrogen (TN), Total Phosphorus (TP), Total Carbon (TC)가 가장 큰 오염원이다. [2] 토양정화란 토양의 오염물질을 줄이거나 제거하거나 오염물질로 인한 피해를 완화하는 것을 말한다. 우리나라는 2015년 오염지역에 대한 인체 위해성 평가를 최초로 실시했고, 2019년에는 생태학적 위해성 평가를 도입하였다. [3,4] 티트리는 상록교목으로써 다양한 연구를 통해 티트리 오일의 항바이러스, 항박테리아, 항곰팡이 효과등이 보고되어 있다 [5]. 하지만 추출과정이 힘든 오일을 이용한 연구가 대부분을 차지하여 본 연구진이 티트리 추출물을 이용한 항균활성에 대해 보고한 바 있다. 항균동은 미국 환경보호청 (Environmental Protection Agent)에 등록된 친환경 티치 표면 소재이며, 구리가 가진 천연 항균성으로 전염성 감염 질환 예방에 대한 효과가 알려지면서 COVID-19 시국에 널리 사용되었다 [6]. 본 연구는 이미 다양한 연구를 통해 생물학적 및 화학적 오염에 대한 정화능력이 보고된 바 있는 황토, 티트리, 항균동을 이용하여, 오염된 토양과 물의 정화 효율을 높이기 위한 연구를 기획하고 수행하였다. 본 연구에서 도출된 결과를 바탕으로 추가적인 연구가 진행된다면 토양 및 수질 정화 연구 분야에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

2. 본론

2.1 시험물 제작

2.1.1 티트리 추출물

본 연구에 사용한 티트리 (*Melaleuca alternifolia*)는

국내산을 구입하여 사용하였으며, 추출물의 제조 및 황토볼제작을 위한 분획추출물의 선별은 선행연구 결과를 바탕으로 하여 ethyl acetate 분획물을 선정하였다. [7] 티트리 분말에 시료 증량의 5배 (w/v) 메탄올을 가하여 48시간 동안 추출한 후회전감압농축기를 이용하여 농축하였다. 농축액에 500 mL의 멸균증류수와 동량의 ethyl acetate를 첨가하여 분획물을 획득하였으며, 농축 및 동결건조과정을 거친 후 최종농도를 100 mg/mL이 되도록 조절한 후 연구에 사용하였다.

2.1.2 항균성 구리 공

황토볼 제작에 사용한 항균성 구리 (antimicrobial copper) 공의 제작은 선행연구 결과를 바탕으로 수행하였다. [8] 1 mm의 길이로 자른 항균성 구리 0.5 g을 이용하여 황토볼 제작에 사용하였다.

2.1.3 황토볼 제작

황토는 국내 황토 유통업체에서 구매하여 사용하였으며, 실험에 사용한 황토볼은 Table 1과 같이 3가지의 형태로 나누어 제작하였다.

Table 1. Loess ball composition.

	Loess	Copper	Tea Tree
A	125 g	0.5 g	30 mL
B	125 g		30 mL
C	125 g	0.5 g	

황토볼 A는 황토 125 g, 항균성 구리 0.5 g, 티트리 추출액 30 mL를 모두 섞어 제작하였고 황토볼 B는 항균성 구리를 제외하여 제작하였다. 황토볼 C는 티트리추출액 대신 멸균3차증류수 30 mL를 이용하여 제작하였다. 황토볼 제작시 사용한 티트리추출물은 10 mg/mL의 농도로 조절하여 사용하였으며, 각 혼합물을 잘 섞은 뒤 직경 1 cm의 황토볼을 제작하였고 이후 실험에 사용하였다.

2.2 항균력 측정

2.2.1 대상 균주

황토볼의 항균력을 측정하기 위하여 9종의 병원성 미생물 (*Staphylococcus aureus* KCCM 11593, *Bacillus subtilis* KCCM 11779, *Vibrio parahaemolyticus* KCCM 11965, *Escherichia coli* KCTC 1116, *Bacillus cereus* KCCM 11204, *Salmonella typhimurium*

KCCM 40253, *Klebsiella pneumoniae* KCCM 11418, *Pseudomonas aeruginosa* KCCM 11266, *Enterococcus faecalis* KCCM 12448)을 한국미생물 보존센터에서 분양 받아 사용하였다. 항균력측정 대상 미생물의 선정은 수질오염기준 대상이 되는 *E. coli*를 기본으로 하여 추가적으로 섭식시 병원성을 가지는 미생물을 추가적으로 선정하였다. 또한, 토양에서 오랜기간 생존이 가능하며 축산분뇨등에 포함되어 있는 미생물을 기준으로 선정하여 연구에 사용하였다.

2.2.2 균주 배양

균주는 분양 시 제시되는 균주의 최적 배양 조건인 Table 2에 제시된 배양 조건에서 24시간 동안 150 rpm으로 전배양하였다. 항균력 측정에 사용하기 위하여 각 균주를 6.4×10^5 CFU/mL가 되도록 배양한 후 사용하였다.

2.2.3 항균활성 측정

황토볼 제조물에 따른 항균력을 측정하기 위하여 각 병원균을 최종 농도 $1 \sim 5 \times 10^5$ CFU/mL가 되도록 조절하여 반응하였다. 반응은 500 mL 삼각플라스크에서 진행하였으며, 배양 조건은 각 실험군의 최적 배양온도에서 진행하였으며, 150 rpm에서 12시간 반응한 후 평판배양하여 항균력을 확인하였다. 평판배양은 10진법으로 희석하여 도말하였으며 도말 후 12시간 배양 후 개체수를 계수하였다. 개체수 유효범위는 30~300 colony로 설정하였고 모든 실험을 3회 반복하였다 (Fig. 1). 집락형성단위 (CFU/mL) = 계수된 개체수 \times 희석배수 $\times 10$ 으로 계산하였으며, 활성율은 대조군과 비교하여 백분율로 계산하였다.

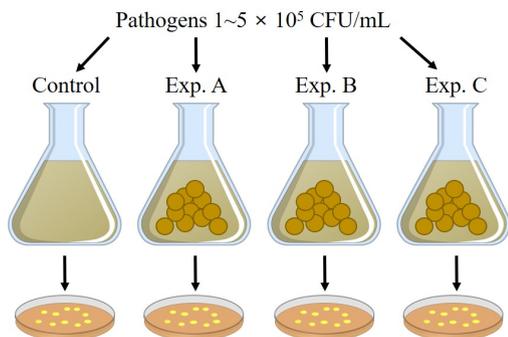


Fig. 1. Experiment scheme

Table 2. Bacteria growth conditions.

Strains	Conditions
<i>S. aureus</i> KCCM 11593	NA, 37°C
<i>B. subtilis</i> KCCM 11779	NA, 30°C
<i>V. parahaemolyticus</i> KCCM 11965	NA+3% NaCl, 37°C
<i>E. coli</i> KCTC 1116	NA, 37°C
<i>B. cereus</i> KCCM 11204	NA, 30°C
<i>S. typhimurium</i> KCCM 40253	IFO, 30°C
<i>K. pneumoniae</i> KCCM 11418	NA, 37°C
<i>P. aeruginosa</i> KCCM 11266	NA, 37°C
<i>E. faecalis</i> KCCM 12448	BHI, 37°C

3. 결과 및 고찰

본 연구는 항균활성 물질들의 혼합을 통한 항균활성 증대 가능성 조사를 목적으로 진행하였으며, 환경정화에 사용 가능한 친환경 물질을 이용하여 수행하였다 (Table 3). Table 3에 제시된 집락수를 집락형성단위로 변환한 후 항균활성율을 계산하였으며, 병원성 미생물 9종에 대한 항균활성 연구 결과 *E. faecalis*를 대상으로 한 실험군에서 가장 좋은 활성을 나타내었다. 티트리추출물이 포함되지 않은 C 타입의 제조황토볼에서도 높은 활성이 확인되었으나, 티트리-항균동-황토볼 (A 타입)에서 대조군과 비교하여 99% 이상의 항균력이 확인되었다 (Fig. 2). *E. faecalis*는 분변오염지표균으로 알려져 있으며, 유전자 교잡을 통해 병원성을 획득한 경우 다양한 질환을 일으키는 균이다 [9]. 특히 위험한 점은 다중약물내성 (multi drug resistance, MDR) 병원균으로써 [10] 다양한 항생제에 대하여 내성을 획득하기 쉬우며, VRE (vancomycin resistance enterococci)로도 분류되어 있어 [11] *E. faecalis*에 대한 신규 항생제 개발이 요구되고 있다.

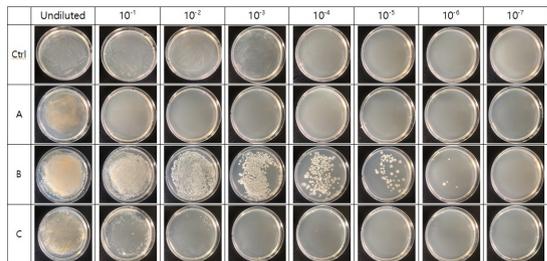


Fig. 2. Antimicrobial activity of manufactured loess ball against *E. faecalis*. Ctrl; Control group, A; Loess+Copper+Tea Tree, B; Loess+Tea Tree, C; Loess+Copper.

본 연구는 인체적용 항생제는 아니지만, 토양이나 하천등에서 서식할 수 있는 병원성 균주의 원천적 방제용으로써의 활용은 충분히 가능할 것으로 생각된다. 다음으로 높은 항균활성을 나타낸 대상 균은 식중독 원인균으로 알려진 *V. parahaemolyticus*와 폐렴균으로 알려진 *K. pneumoniae*에서 확인되었다 (Fig. 3, 4). *V. parahaemolyticus*에 대한 A 타입 제조황토볼의 항균력은 대조군과 비교하여 99% 이상으로 확인되었으며, C 타입 제조황토볼에서도 90% 이상의 활성을 확인할 수 있었다.

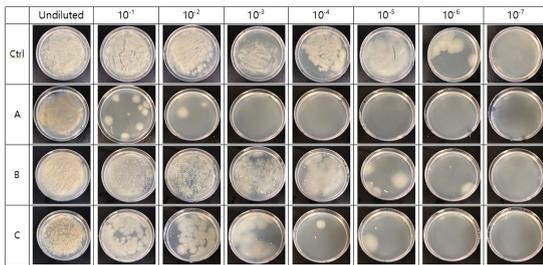


Fig. 3. Antimicrobial activity of manufactured loess ball against *V. parahaemolyticus*. Ctrl; Control group, A; Loess+Copper+Tea Tree, B; Loess+Tea Tree, C; Loess+Copper.

K. pneumoniae 역시 항생제 내성을 획득하는 균으로 알려져 있으며 특히 CRGNB (carbapenem resistant gram negative bacteria)로 분류될 경우 carbapenem에 대한 내성을 획득하면서 코호트격리를 실시해야 할 정도로 문제가 된다 [12]. *K. pneumoniae*에 대한 A 타입 제조황토볼의 항균력은 99% 이상으로 확인되었다.

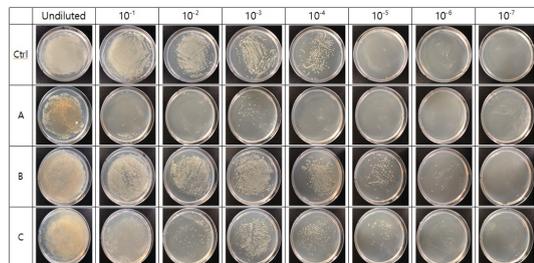


Fig. 4. Antimicrobial activity of manufactured loess ball against *K. pneumoniae*. Ctrl; Control group, A; Loess+Copper+Tea Tree, B; Loess+Tea Tree, C; Loess+Copper.

앞선 세종류의 균에 대해서 약간의 차이는 있었으나

모두 A 타입 제조황토볼에서 항균력 계산 시 99% 이상의 활성이 나타남을 확인하였다. 이는 연구 수행 목적인 항균활성 증대 가능성 조사에 대해서 긍정적인 결과가 도출된 것으로 실제 활용측면에서의 가능성을 확인한 결과이다.

제조 황토볼 처리 실험군 모두에서 대조군보다 높은 항균력이 나타난 병원균은 *B. subtilis*와 *S. aureus*로 확인되었다. (Fig. 5, 6), 이균들은 세가지 타입의 제조황토볼 모두에서 활성이 나타났다는 특징이 있으나, C 타입에서 높은 활성이 확인되었다. 특히 *B. subtilis*는 C 타입에서 99% 이상의 활성이 확인되었으며, *S. aureus*에 대한 C 타입 제조황토볼은 95% 이상의 높은 활성을 나타내었다. *E. coli*, *B. cereus*, *S. typhimurium*, *P. aeruginosa*에 대해서는 세가지 타입의 실험군 모두에서 대조군 대비 뚜렷한 활성이 나타나지 않았다.

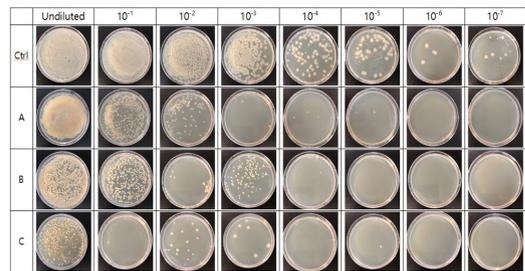


Fig. 5. Antimicrobial activity of manufactured loess ball against *B. subtilis*. Ctrl; Control group, A; Loess+Copper+Tea Tree, B; Loess+Tea Tree, C; Loess+Copper.

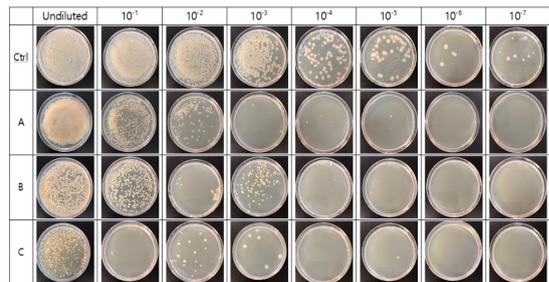


Fig. 6. Antimicrobial activity of manufactured loess ball against *S. aureus*. Ctrl; Control group, A; Loess+Copper+Tea Tree, B; Loess+Tea Tree, C; Loess+Copper.

전체적인 연구 결과는 gram 음성, 양성에 구분없이 활성을 나타내었으며, 황토볼을 제조할 때 티트리가 가지는 항균활성이 확인한 상승효과를 가지고 온다고 볼 수는 없는 결과를 확인하였다. 반면, 항균동을 이용해 제

Table 3. Antimicrobial activities of manufactured loess ball (colony counting).

Strains		Undiluted	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷
<i>S. aureus</i>	Ctrl	TNTC ¹⁾	TNTC	TNTC	TNTC	189	6	0	0
	A	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	1	0
	B	TNTC	TNTC	TNTC	98	51	3	0	2
	C	TNTC	TNTC	2	0	0	0	0	0
<i>B. subtilis</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	120	50	5	17
	A	TNTC	TNTC	173	11	6	1	0	0
	B	TNTC	TNTC	56	131	9	1	0	0
	C	TNTC	9	19	6	1	1	0	0
<i>V. parahaemolyticus</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	10	2	0
	A	TNTC	0	0	0	0	0	0	0
	B	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	34	7	0	0
	C	TNTC	183	23	16	1	2	0	0
<i>E. coli</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	99	1	2
	A	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	150	0	1
	B	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	9	2
	C	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	114	13	0
<i>B. cereus</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	255	37	1	0
	A	TNTC	TNTC	10	TNTC	270	7	0	1
	B	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	120	15	1
	C	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	27	59	0	0
<i>S. typhimurium</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	140	33	2
	A	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	144	29	3
	B	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	287	41	4
	C	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	158	31	4
<i>K. pneumoniae</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	4	4	0
	A	TNTC	57	21	50	5	2	0	0
	B	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	17	1
	C	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	219	53	1	0
<i>P. aeruginosa</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	210	14	2
	A	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	77	8
	B	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	67	2
	C	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	226	25	3
<i>E. faecalis</i>	Ctrl	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	59	10	0	0
	A	0	3	2	0	0	0	0	0
	B	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC	22	0	0
	C	TNTC	TNTC	78	5	8	0	0	0

1) TNTC: Too Numerous To Count

Ctrl: Control group, A: Loess+Copper+Tea Tree, B: Loess+Tea Tree, C: Loess+Copper.

조한 황토볼의 경우 상승효과를 가진다고 할 수 있을 정도의 활성을 나타내었다. 이는 항균성 구리에 대한 이전 연구에서 보고한 바와 같은 결과이며 [8], 다공성의 황토볼 사이에 항균성이 자리잡아 접촉에 의한 활성이 나타난 것으로 예상된다.

국민경제 발전과 소득 수준이 향상됨에 따라 육류 소비가 급증하였고 정부는 축산육성정책을 추진하였다. 그러나 가축분뇨의 발생량 또한 급증하여 점오염원에 의한 환경의 질을 저하 문제를 야기하였다. 가축분뇨는 일반 폐수와 달리 유기오염물질과 영양물질이 고농도로 함유되어 있어 하천과 호수의 수질 악화 및 부영양화를 유발하여 수계의 가용성을 저하시키며 식수원, 토양 및 지하수 오염을 가속화 시킨다. 이에 정부는 축산폐수처리시설 설치를 의무화하고, 소규모 농가는 정화조를 보급하

거나 축산폐수공동처리시설을 설치하도록 하고 있다. 그러나 시설의 노후화와 부실 공법으로 처리효율이 낮거나 방류수가 법적 기준을 지키지 못한 채 하천으로 방류되고 있다 [13]. 박 등은 축산폐수를 처리하기 위하여 황토를 이용한 연구를 진행하였으며 황토와 생석회를 3:7의 비율로 혼합하여 처리하였을 때 효과가 있다고 보고하였다 [14]. 본 연구에서 도출된 결과를 기초로 하여 추가적인 연구를 진행한다면 축산폐수처리용도로의 사용이 충분히 가능할 것으로 예상된다.

본 연구에서 활성이 검증된 대상 균주인 *V. parahaemolyticus*의 경우 선박평형수의 형태로 전세계 해역에 걸쳐 쉽게 이동될 수 있다. 이를 제어하기 위하여 국제 해사기구 IMO에서는 평형수에서 발견할 수 있는 생물체 최대수를 지정하여 평형서 처리 기준을 강화하였

다 [15]. 본 연구 결과는 세계적 기준이 정해진 평형수 관리 분야의 연구에도 기초적인 정보를 제공할 수 있을 것이라 생각된다.

4. 결론

본 연구는 친환경적 방법으로 생물정화를 수행하기 위한 기초적 연구를 수행한 것으로, 이미 활성이 알려진 황토와 항균성 구리, 티트리 추출물을 이용하였다. 기존에 보고된 내용과 선행연구를 바탕으로 하여 황토볼을 제작하였고 9종의 병원성 미생물을 대상으로 연구를 진행한 결과 *E. faecalis*, *V. parahaemolytic*, *K. pneumoniae*에 대한 높은 항균활성이 확인되었다. 또한 *B. subtilis*, *S. aureus*에 대해서도 유의미한 수준의 항균활성이 확인되었다. 본 연구를 기초로 하여 추가적인 연구가 수행된다면 수환경 및 토양 오염에 대한 친환경적 생물정화가 충분히 가능할 수 있을 것으로 생각된다.

References

- [1] C.-S. Lee, "Influence of the point source inflow on the water quality variation in the downstream of Hyeongsan River", *Journal of the Environmental Sciences*, Vol.17, No.1, pp.1075-1080, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5322/JES.2008.17.10.1075>
- [2] D. W. Kim, J. C. Park, J.-K. Ryu, "An analysis of the impact on total coliform concentration of waterbodies of domestic wastewater discharge from point and non-point sources", *Proceedings of Joint Autumn Conference*, KSWE, Daegu, Korea, pp.981-990, November 2006.
- [3] J.-I. Kim, H.-G. Lee, D. Kim, Y.-J. An, W. Hwang, S. Hyun, S.-K. Shin, H.-G. Kim, "Introduction of ecological risk assessment system for contaminated sites", *Proceedings and Symposium of Spring Union Conference*, KOSEHT, Seoul, Korea, pp.26, March 2021.
- [4] Suter, G. W. "Introduction to ecological risk assessment for aquatic toxic effects.", *Fundamentals of Aquatic Toxicology*. CRC Press, 2020. pp.803-816.
- [5] M. M. Tong, P. M. Altman, R.S. Barnetson, "Tea tree oil in the treatment of *Tinea pedis*", *Australian Journal of Dermatology*, Vol.33, No.3, pp.145-149, 1992.
- [6] G. Grass, C. Rensing, M. Solioz, "Metallic copper as an antimicrobial surface", *Applied and Environmental Microbiology*, Vol.77, No.5, pp.1541-1547, 2011.
- [7] K. Ji, "Antimicrobial effects of tea tree (*Melaleuca alternifolia*) extracts", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.20, No.5, pp.102-108, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.5.102>
- [8] K. Ji, "The studies on the removal of harmful microorganisms in water by using antimicrobial copper", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.19, No.9, pp.384-390, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.9.384>
- [9] Hidron, Alicia I et al. "NHSN annual update: Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections: annual summary of data reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2006-2007", *Infection Control and Hospital Epidemiology*, Vol.29, No.11, pp.996-1011, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1086/591861>
- [10] Amyes, Sebastian GB. "Enterococci and streptococci", *International Journal of Antimicrobial Agents*, Vol.29, No.3, pp.S43-S52, 2007. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0924-8579\(07\)72177-5](https://doi.org/10.1016/S0924-8579(07)72177-5)
- [11] G. Li, M. J. Walke, David M. P. De Oliveira. "Vancomycin resistance in *Enterococcus* and *Staphylococcus aureus*." *Microorganisms*, Vol.11, No.1, pp. 24, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11010024>
- [12] Lledo, W., et al. "Guidance for control of infections with carbapenem-resistant or carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in acute care facilities", *Morbidity and Mortality Weekly Report*, Vol.58, No.10, pp.256-258, 2009.
- [13] S. H. Lee, D. J. Lee, G. H. Jeong, D. H. Lee. "The study on the treatment of livestock manure by small livestock farm.", *Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery*, Vol.24, No.1, pp.582, 2019.
- [14] J.-H. Park, B.-G. Kim, C.-H. Won. "Treatment of livestock wastewater with coagulant-loess", *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, Vol.22, No.10, pp.1799-1808. 2000.
- [15] Tiron-Vorobiova, Natalia, and Anatoliy Danylyan. "Analysis of the experimental ballast water treatment system", *Technology Audit and Production Reserves*, Vol.5, No.3, pp.611, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239112>

지 근 호(Keunho Ji)

[정회원]



- 2008년 2월 : 부경대학교 미생물학과 (이학석사)
- 2016년 2월 : 부경대학교 미생물학과 (이학박사)
- 2016년 3월 ~ 2017년 8월 : 부경대학교 기초과학연구소 전임연구원
- 2017년 9월 ~ 현재 : 부경대학교 기초과학연구소 연구교수

〈관심분야〉

유산균, 생리활성물질, 항균활성

김 영 태(Young Tae Kim)

[정회원]



- 1989년 6월 : University of Tennessee 생화학과 (이학박사)
- 1989년 7월 ~ 1994년 6월 : Harvard University 분자약학과 박사후연구, 선임연구교수, 초빙교수
- 1992년 3월 ~ 현재 : 부경대학교 미생물학과 교수

〈관심분야〉

생화학, 생리학