

Antibacterial activity of *Dioscorea batatas*, *Morus alba*, and *Tagetes erecta* against *E. coli* and *S. aureus*

Hyun-Seo Yoon^{1,3,*} and Chung Mu Park^{2,3,†,*}

¹Department of Dental Hygiene, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea

²Department of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea

³Research Institute for Health Functional Materials, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea

In this study, the anti-bacterial activity of three medicinal herbs such as *Dioscorea batatas*, *Morus alba*, and *Tagetes erecta*, have been applied in oriental medicine against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The antibacterial activity of *Dioscorea batatas* ethanol extract (DBEE), *Morus alba* ethanol extract (MAEE), and *Tagetes erecta* ethanol extract (TEEE) was analyzed by disk diffusion, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal concentration (MBC) assays. As a result, three medicinal herbs exhibited antibacterial activity in a dose-dependent manner as well as MAEE and TEEE showed the most potent antibacterial activity followed by disk diffusion assay against *E. coli* and *S. aureus*, respectively. MIC against *E. coli* and *S. aureus* was 1.6 mg/mL of MAEE and TEEE as well as 0.2 mg/mL of TEEE. MBC against both strains was 5 mg/mL of DBEE and 2.5 mg/mL of TEEE. Consequently, three medicinal herbs in this study showed potent antibacterial activity through the inhibited growth of *E. coli* and *S. aureus*, which is considered as a potential candidate for cosmeceutic agents to attenuate the pruritus. In addition, antibacterial and antihistamine effects followed by the extraction solvents should be analyzed in future studies.

Key Words: *Dioscorea batatas*, *Morus alba*, *Tagetes erecta*, Antibacterial, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

서 론

최근 소득수준의 향상과 생활방식의 다양화로 청결과 위생에 대한 요구도는 높아지고 있으며, 기후변화와 미세먼지, 환경오염에 따른 건선, 소양증, 아토피와 같은 피부질환이 지속적으로 증가하고 있다(Xie et al., 2016). 이는 생활 속 미생물과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 (Milligan et al., 2016), 아토피피부염의 경우 황색포도상구균이 피부 염증 부위에 집락을 형성하고 증상을 악화시키는 것으로 보고되고 있다(Matsui et al., 2000; Ogawa et al., 1994).

피부가려움증(소양증)은 건강보험심사평가원 자료에 따르면 지속적으로 증가하여 2021년 기준 100만명에 육박하는 것으로 보고하였고(National Health Insurance Service, 2022), 원인은 피부질환 외에도 신장질환, 림프종, 갑상선 기능항진증, 당뇨병과 같은 전신질환이 원인이 되기도 한다. 그러나 원인을 알 수 없는 경우도 30%를 차지하고 있어 정확한 원인파악을 위해 혈액검사, 세균, 진균 배양 검사, 피부조직검사를 진행하기도 한다(Oh et al., 2019). 피부의 가려움증을 해결하기 위하여 천연물을 이용한 식품과 의약품, 화장품 등의 연구개발이 활발하게 이루어지고 있으며(Choi et al., 2017), 최근 기능성 화장품과 의약품의 중간적 개념으로 코스메슈티컬에 대한 요구도가 높아

Received: August 21, 2023 / Accepted: September 6, 2023

*Professor.

†Corresponding author: Chung-Mu Park. Department of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University, 176 Eomgwangro, Busan 47340, Korea. Tel: +82-51-890-2685, Fax: +82-51-890-2622, e-mail: cmpark@deu.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

©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.

지며 약용식물이나 식용식물에 대한 활성 검증이 꾸준히 이루어지고 있다(Kim, 2021).

피부소양증과 가려움증 완화에 대한 선행연구는 황금 추출물의 ECS 조절을 통한 비만세포 활성 억제(Ahn et al., 2021), 자초(*Radix lithospermi*)와 지실(*Ponciri fructus*)은 nerve growth factor (NGF)의 발현과 항히스타민효과(Park et al., 2016), 머느리배꼽 추출물의 β -hexosaminidase 활성 억제 효과 등의 연구가 진행되었다(Yoon and Park, 2020).

산약(*Dioscorea batatas*)의 주 활성 성분은 amylase와 mucin, saponin, arginine으로 알려져 있고 피로회복, 혈당 저하, 소화 촉진 등의 효과도 있는 것으로 알려져 있다(Kang et al., 2014). 또한 항암 효과, 전립선 비대증 개선, 심혈관 질환 예방, 염증억제 효과가 있는 것으로 활발하게 연구가 이루어지고 있다(Park et al., 2020).

상백피(*Morus alba*)의 주 성분은 ursolic acid, betulinic acid, mulberin, morusin, mulberoside 등이며(Chan et al., 2016), 항산화, 항염, 항바이러스, 천식치료 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Batiha et al., 2023). 또한 상백피는 폐암, 대장암, 혈액암 등에 항암효과를 보이고 있다(Park and Park, 2021).

메리골드(*Tagetes erecta*)는 주 성분이 carotinoid로 약 90%의 lutein과 zeaxanthin을 함유하여 최근 많은 관심을 받고 있다(Kim et al., 2021). 또한, 한의학에서는 금잔화 또는 천수국으로 알려져 있고 항균 효과(Kasiram et al., 2000), 항산화(Karadas et al., 2006), 상처치유 효과(Zitterl-Eglseer et al., 1997) 등이 있는 것으로 알려져 있다.

피부의 염증을 유발하는 여러 요인 중 하나인 미생물에서 대표 원인 균주로 *Staphylococcus aureus*와 *Escherichia coli*, *Cubibacterium acnes* 등이 있으며(Kim et al., 2016), 이 균주들은 피지 분비율을 높여 피부의 염증과 가려움증을 유발하는 것으로 보고되고 있다(Knor, 2005). 피부에 항균 효과가 있는 것으로 알려진 추출물은 편백나무 에탄올 추출물(Kim et al., 2019), 오배자 추출물, 참나무 목초액 추출물, 다양한 허브식물 등이 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2021). 따라서 본 연구에서는 한약재로 이용되는 산약, 상백피, 메리골드의 *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 항균 효과와 성장억제 효과를 검증하여 산약, 상백피, 메리골드 추출물을 가려움증 완화 화장품 원료로 활용 가능성을 확인하고자 한다.

재료 및 방법

재료

천일한약방에서 구입한 산약(*D. batatas*), 상백피(*M. alba*), 메리골드(*T. erecta*)는 분쇄 후 주정(에탄올)과 1:4 (v/v)의 비율로 섞고 초음파추출기(Powersonic 410, Hwashin Technology, Busan, Korea)를 이용하여 30분간 추출한 후 80°C를 유지하며 3시간씩 2회 반복하여 추출하였다. 여과된 산약 추출물(DBEE), 상백피 추출물(MAEE), 메리골드 추출물(TEEE)은 진공 농축기(N-110, EYELA Co., Tokyo, Japan)로 완전히 농축하여 desiccator에 24시간 보관 후 무게를 측정하였다. 각 시료의 회수율은 산약 3.5%, 상백피 18.7%, 메리골드 35.3%로 나타났다.

균주 배양

E. coli (KCTC 2441)와 *S. aureus* (KCTC 1621)를 한국생명공학연구원(Daejeon, Korea)에서 분양받아 nutrient agar와 broth (KisanBio, Korea)에 접종하여 37°C incubator (Hanbaek Co., Bucheon, Korea)와 shaking incubator (200 rpm, Daehan Lab. Science, Namyangju, Korea)에서 24시간 배양하여 사용하였다.

디스크 확산법을 통한 항균 활성 분석

*E. coli*와 *S. aureus*에 대한 DBEE, MAEE, TEEE의 항균 활성은 디스크 확산법을 이용하여 측정하였고, 두 균주 모두 NCCLS Guide Line M11-A6에 준하여 실험하였다(Piddock, 1990). 균주들은 평판배지에 20 μ L 도말 접종 후, 평판배지의 표면에 밀착시킨 직경 8 mm의 멸균된 paper disk (Advantec, Toyo Roshi, Ltd., Tokyo, Japan)에 DBEE, MAEE, TEEE를 100, 250, 500 mg/mL 농도별로 각각 30 μ L씩 점적하고 37°C incubator에서 24시간 동안 배양 후 만들어진 투명환의 직경을 caliper (DC150/200-2, CAS, Yangju, Korea)로 측정하여 항균 활성을 분석하였다. 모든 실험은 3회 반복하여 시행 후 평균값을 기록하였다.

최소억제농도(MIC)와 최소살균농도(MBC) 측정

*E. coli*와 *S. aureus*에 대한 DBEE, MAEE, TEEE 농도에 따른 최소억제농도(minimum inhibition concentration, MIC)를 측정하기 위하여 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 2.5, 5.0, 1.0 mg/mL 농도로 희석한 시료를 24 well plate에 2 mL씩 분주하였다. 균주는 600 nm에서 0.2의 흡광도를 보이는 농도로 20 μ L

를 접종 후 37°C에서 24시간 배양하고 OD₆₀₀ 값이 0.1 이하인 MIC 농도를 확인하였다.

최소살균농도(minimum bactericidal concentration, MBC)의 측정을 위해 MIC 측정이 끝난 plate에서 각 농도별 well에 50 µL씩 취하여 고체배지에 접종하고 37°C에서 24시간 동안 배양하여 집락 형성 유무를 관독하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS (version 26.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여, *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 DBEE, MAEE, TEEE의 항균 효과를 비교분석 하기 위하여 일원배치분산분석(One-way ANOVA)를 실시하였고, 사후 검증을 위하여 Duncan 기법을 활용하였다.

결 과

디스크 확산법을 이용한 DBEE, MAEE, TEEE의 항균 효과

DBEE, MAEE, TEEE의 항균 효과는 디스크 확산법을 이용하여 분석하였고 그 결과는 Table 1에서 보는 것과 같다. DBEE는 *E. coli*에 대해 100 mg/mL 농도에서 9.34 mm,

250 mg/mL에서 12.05 mm, 500 mg/mL에서 14.70 mm의 항균 효과를 보였고($P<0.001$), MAEE는 100 mg/mL 농도에서 13.97 mm, 250 mg/mL에서 17.40 mm, 500 mg/mL에서 19.01 mm의 항균 효과를 나타냈으며($P<0.001$), TEEE는 100 mg/mL에서 10.18 mm, 250 mg/mL에서 13.81 mm, 500 mg/mL에서 16.61 mm로 농도 의존적인 항균 효과를 보였다($P<0.001$). 또한 *S. aureus*에 대해 DBEE는 100 mg/mL 농도에서 16.58 mm, 250 mg/mL에서 18.96 mm, 500 mg/mL에서 20.95 mm의 항균 효과를 나타냈고($P<0.001$), MAEE는 100 mg/mL 농도에서 14.16 mm, 250 mg/mL에서 18.69 mm, 500 mg/mL에서 21.76 mm로 항균 효과를 보였으며($P<0.001$), TEEE는 100 mg/mL 농도에서 17.30 mm, 250 mg/mL에서 21.75 mm, 500 mg/mL에서 33.09 mm로 농도 의존적으로 항균 효과를 나타냈다($P<0.003$). 그리고 각 균주의 시료에 따른 항균 효과를 가장 낮은 농도인 100 mg/mL에서 비교한 결과, *E. coli*에 대해서는 MAEE가 13.97 mm로 가장 컸고, TEEE는 10.18 mm, DBEE는 9.34 mm 순으로 억제대의 크기가 나타났고($P<0.001$), *S. aureus*에 대해 TEEE가 17.30 mm로 가장 컸고, DBEE는 16.58 mm, MAEE는 14.16 mm 순으로 억제대의 크기 차이

Table 1. Anti-microbial effect of DBEE, MAEE, and TEEE against *E. coli* and *S. aureus*

Strain	Agent	Treatment conc. (mg/mL)	Inhibition zone diameter (mm)	<i>t</i> / <i>F</i>	<i>P</i>
<i>E. coli</i>	DBEE	100	9.34±0.75 ^a	42.351	<0.001
		250	12.05±0.89 ^b		
		500	14.70±0.43 ^c		
	MAEE	100	13.97±1.07 ^a	34.970	<0.001
		250	17.40±0.44 ^b		
		500	19.01±0.60 ^c		
	TEEE	100	10.18±0.47 ^a	226.990	<0.001
		250	13.81±0.36 ^b		
		500	16.61±0.25 ^c		
<i>S. aureus</i>	DBEE	100	16.58±0.51 ^a	41.514	<0.001
		250	18.96±0.84 ^b		
		500	20.95±0.27 ^c		
	MAEE	100	14.16±1.64 ^a	38.120	<0.001
		250	18.69±0.50 ^b		
		500	21.76±0.72 ^c		
	TEEE	100	17.30±0.65 ^a	17.963	0.003
		250	21.75±5.67 ^a		
		500	33.09±0.82 ^b		

Values with the same letter are not significant different by Duncan multiple range test (***) ($P<0.001$)

Table 2. MIC and MBC (24 h) of DBEE, MAEE, and TEEE against *E. coli* and *S. aureus*

Strain	Agent	Concentration (mg/mL)								
		0	0.2	0.4	0.8	1.6	2.5	5.0	10	
<i>E. coli</i>	DBEE	MIC	+	+	+	+	+	-	-	-
		MBC	+	+	+	+	+	+	+	-
	MAEE	MIC	+	+	+	+	-	-	-	-
		MBC	+	+	+	+	+	+	-	-
	TEEE	MIC	+	+	+	+	-	-	-	-
		MBC	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>S. aureus</i>	DBEE	MIC	+	+	+	-	-	-	-	
		MBC	+	+	+	+	+	+	-	
	MAEE	MIC	+	+	+	+	-	-	-	
		MBC	+	+	+	+	+	+	-	
	TEEE	MIC	+	-	-	-	-	-	-	
		MBC	+	+	+	+	+	-	-	

를 보여, 억제대의 크기 순으로 항균 효과가 강한 것으로 나타났다($P=0.010$).

DBEE, MAEE, TEEE의 *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 MIC와 MBC

DBEE, MAEE, TEEE의 *E. coli*와 *S. aureus*에 최소성장 억제 농도는 Table 2에서 보는 것과 같다. *E. coli*에 대한 최소성장억제 농도는 DBEE 2.5 mg/mL, MAEE와 TEEE는 1.6 mg/mL로 MAEE와 TEEE의 농도가 낮았다. *S. aureus*에 대한 최소성장억제 DBEE 0.8 mg/mL, MAEE 1.6 mg/mL, TEEE 0.2 mg/mL로 TEEE가 가장 낮은 농도에서 최소성장억제효과를 보였다. *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 최소성장억제 농도를 확인 후 그 이상의 농도에서 배양한 *E. coli*는 BHI plate에서, *S. aureus*는 BAP에서 도말 후 colony 형성 여부를 확인한 결과, 24시간 경과 후 *E. coli*는 DBEE, MAEE, TEEE에서 10, 5, 10 mg/mL의 농도에서, *S. aureus*는 5, 5, 2.5 mg/mL의 농도에서 모두 관찰되었다(Table 2).

DBEE, MAEE, TEEE의 *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 성장 억제 효과

DBEE, MAEE, TEEE가 농도별로 희석된 nutrient broth에 *E. coli*와 *S. aureus*를 접종한 후 3, 6, 12, 24시간 배양하며 시간별로 OD₆₀₀ 값을 측정하였다. *E. coli*에 대한 DBEE, MAEE, TEEE의 성장억제 효과는 24시간 동안 배양한 양성대조군의 흡광도인 0.476과 비교하였을 때 1 mg/mL에

서 0.241, 0.177, 0.218이 나타났고, 2 mg/mL에서 0.192, 0.165, 0.157이 나타났으며, 4 mg/mL에서 0.160, 0.146, 0.109의 값을 보여주었다(Fig. 1, left panel). 그리고 *S. aureus*에 대한 DBEE, MAEE, TEEE의 성장억제 효과는 24시간 배양한 양성대조군의 흡광도인 0.620과 비교하였을 때 1 mg/mL에서 0.253, 0.118, 0.074가 나타났고, 2 mg/mL에서 0.200, 0.080, 0.088이 나타났으며, 4 mg/mL에서 0.152, 0.090, 0.088의 값을 보여주었다(Fig. 1, right panel).

고 찰

고령화와 환경오염에 따른 피부가려움증의 증가로 의료기관을 방문하는 인구가 증가하며, 사회적, 경제적 손실을 발생시키고 있다(Kim, 2021). 소양증의 치료 방법인 스테로이드 치료제는 다양한 부작용을 발생시키고 있어 천연 성분의 기능성 원료에 대한 관심은 지속적으로 증가하고 있다(Kim et al., 2021). 특히 한약재와 함께 섭취가 가능한 식용식물들의 연구들이 활발하게 이루어지고 있으며 인삼, 대두, 계피, 감초, 마늘, 쑥, 녹차 등의 항염증 및 항균성, 미백 기능성에 대한 연구들이 이루어지고 있다(Choi et al., 2017; Park et al., 2016). 이에 본 연구에서는 DBEE, MAEE, TEEE의 *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 항균 효과 및 성장억제 효과를 검증하여 피부가려움증 완화 화장품 기능성 원료로 활용 가능성을 검증하고자 한다.

*E. coli*에 대한 항균 효과는 DBEE, MAEE, TEEE 모두

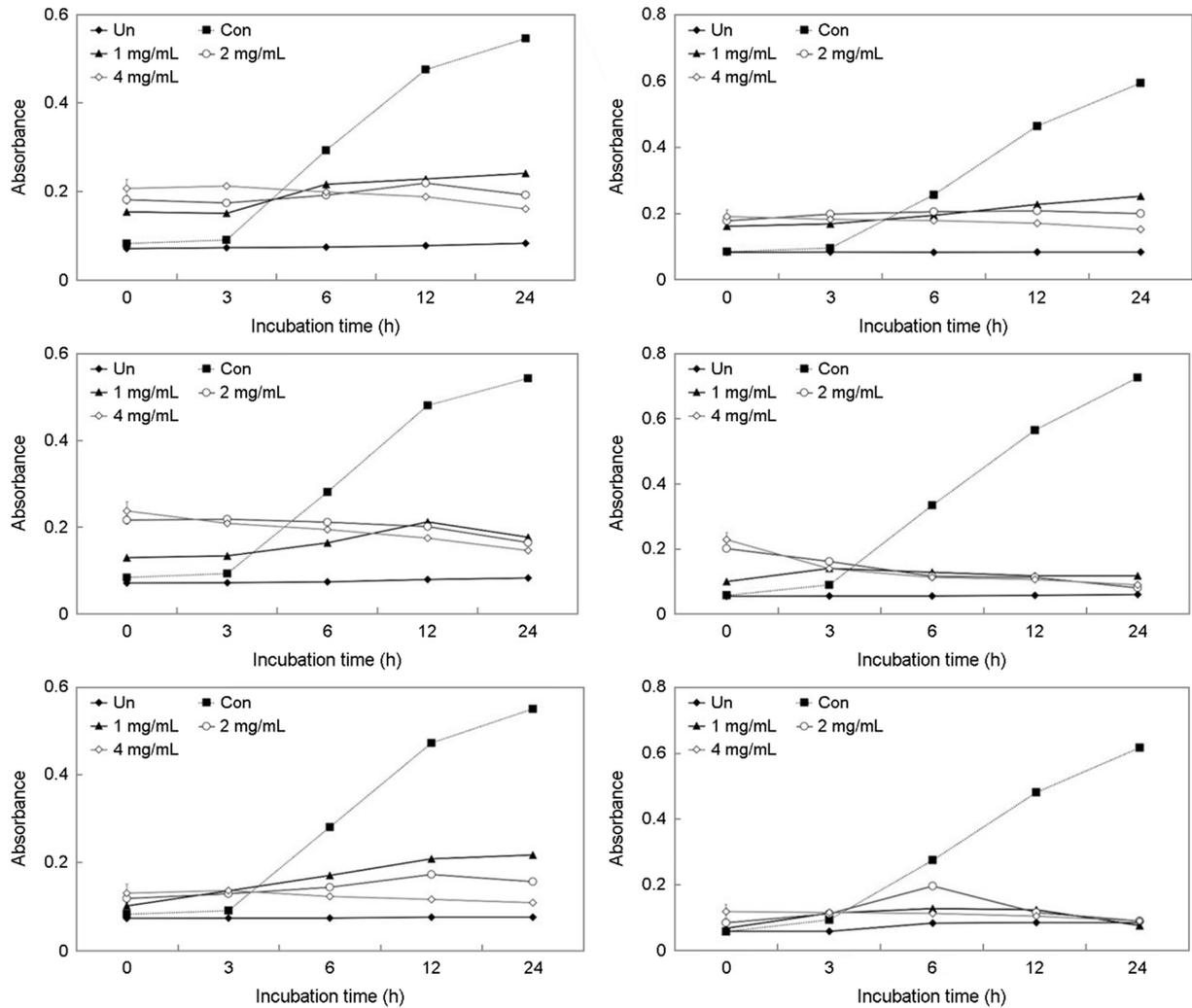


Fig. 1. Growth inhibition curves of *E. coli* and *S. aureus*. Both strains (left panel, *E. coli*; right panel, *S. aureus*) were treated with indicated concentrations of DBEE (upper), MAEE (middle), TEEE (lower) followed by time to analyze the antibacterial activity of each extract. Each value shows the average of three times independent experiments. DBEE, *Dioscorea batatas* ethanol extract; MAEE *Morus alba* ethanol extract; TEEE, *Tagetes erecta* ethanol extract.

농도 의존적으로 항균 효과를 보였으며, 동일한 농도에서 MAEE, TEEE, DBEE 순으로 상백피에서 가장 항균 효과가 높았다. 이는 브로콜리 추출물을 이용한 연구에서 에탄올 추출물은 10 mg/mL과 20 mg/mL 모두에서 억제대가 10 mm로 농도 의존적으로 항균력을 보이지 않아 본 연구와 차이를 보였다(Kim et al., 2016). 그러나 Jang and Yang (2020)의 연구에서는 붉나무 열매 추출물에서 50 mg/mL, 100 mg/mL, 150 mg/mL의 농도에서 항균력을 검증한 결과 각 10 mm, 10.4 mm, 10.8 mm로 농도 의존적으로 항균 효과를 보였으며 100 mg/mL의 농도를 기준으로 산약보다 높고, 상백피와 메리골드보다는 낮은 항균력을 보였

다. 또한 버섯발효 에탄올 추출물에서는 9.5~13.3 mm로 농도 의존적으로 항균 효과를 보였다(Kim, 2021).

*S. aureus*에 대한 항균 효과는 DBEE, MAEE, TEEE 모두 농도 의존적으로 항균 효과를 보였으며, 동일한 농도에서는 TEEE가 가장 높았고 DBEE와 MAEE 순으로 항균 효과를 보였다. 이는 Kim 등 (2016)의 연구에서 브로콜리 에탄올 추출물에서 1, 5, 10, 20 mg/mL의 농도로 항균 효과를 검증한 결과 10, 11, 11, 12 mm로 약한 농도의 존성을 보여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 또한 Jang and Yang (2020)의 연구에서 붉나무 열매 추출물에서 50, 100, 150 mg/mL의 농도에서 13.9, 16.6, 20.0 mm로 농도의

준적으로 항균 효과가 커져 본 연구와 유사한 결과를 보였으며, 항균 효과는 DBEE와 MAEE와 비슷하였고 TEEE 보다 항균 효과는 낮았다. 그러나 붉나무 열매 추출물의 용매의 종류에 따라서는 차이를 보였고 Ethyl acetate fraction를 용매로 사용한 경우에 *S. aureus*에 대한 항균 효과는 100 mg/mL를 기준으로 했을 때 본 연구에서 항균 효과가 가장 좋은 TEEE 17.30 mm보다 큰 19.3 mm를 보였다. 이런 점을 고려할 때 본 연구에서 에탄올 추출물 뿐만 아니라 다른 용매를 활용한 연구를 추가적으로 진행하여 항균 효과를 검증해 볼 필요성이 있다.

본 연구에서 *E. coli*에 대한 최소성장억제 농도는 DBEE 2.5 mg/mL, MAEE와 TEEE는 1.6 mg/mL였다. 이는 Jang and Yang (2020)의 연구에서 0.5 mg/mL로 나타난 것 보다 높게 나타나 차이를 보였다. *S. aureus*에 대한 최소성장억제 농도는 TEEE가 0.2 mg/mL로 가장 낮았고 DBEE 0.8 mg/mL, MAEE 1.6 mg/mL으로 추출물에 따라 차이를 보였다. 이는 Jang and Yang (2020)의 연구에서 붉나무 열매 추출물에서 최소성장억제 농도가 0.5 mg/mL로 나타나 본 연구결과 TEEE의 최소억제농도 0.2 mg/mL가 더 낮게 나타났다. 또한 황칠나무 잎, 가지 추출물에서의 최소성장억제 농도는 발효 전 4.01 mg/mL, 발효 후 2.05 mg/mL로 본 연구결과보다 높은 농도를 보였다(Lee et al., 2019). Hwang 등 (2022)의 벌나무 추출물의 *S. aureus*에 대한 연구에서 최소성장억제 농도는 1~32 mg/mL에서는 균 성장을 80% 이상 억제하였고 16 mg/mL 이상에서는 균이 성장하지 않았다.

본 연구에서 최소사멸농도(MBC)는 *E. coli*에서는 DBEE와 TEEE 10 mg/mL, DBEE는 5 mg/mL로 MAEE에서 농도가 낮았다. 이는 오배자 추출물에서 20 mg/mL로 나타난 결과보다 모든 시료의 최소사멸농도가 낮았다. 또한 *S. aureus*에서는 DBEE와 MAEE는 5 mg/mL, TEEE는 2.5 mg/mL로 TEEE에서 낮았다. 이는 오배자 추출물에서 10 mg/mL에서 최소사멸농도가 나타난 것 보다 더 낮은 농도에서 나타났다(Kim et al., 2021).

본 연구에서 DBEE, MAEE, TEEE의 *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 성장억제 효과는 24시간 후 모두 억제됨을 확인할 수 있었다. 성장억제 효과는 농도 의존적으로 억제되었고, *E. coli*와 *S. aureus* 모두에서 TEEE에서 성장억제 효과가 가장 컸으며, *E. coli*보다 *S. aureus*에서 효과성이 높았다. 이는 솔잎 정유를 이용한 연구에서 *E. coli*와 *S. aureus* 모두에서 농도 의존적으로 성장이 억제 효과를 보였으며 (Sung, 2004), 오미자 추출물에서 *E. coli*와 *S. aureus*에 성장

억제 효과를 보여 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다 (Choi et al., 2013).

DBEE, MAEE, TEEE 모두 *E. coli*와 *S. aureus*에 대한 항균 효과와 성장억제 효과를 보여 가려움증 완화를 위한 기능성 화장품으로 활용할 수 있는 기반을 마련하였다. 그러나 추가적인 연구를 통하여 추출하는 용매에 따른 항균 효과와 항히스타민능을 검증하고 이를 기반으로 임상 시험을 진행하여 화장품으로 활용 가능성을 높이고자 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Busan Technopark Foundation (2023 Busan Local Government-Industry-Academia Collaboration Corporate R&D Support Project).

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

REFERENCES

- Ahn SH, Kim KB. ECS modulating effect of scutellaria baicalensis extract on inflammation relief in atopic dermatitis-induced mice. *J Pediatr Korean Med.* 2021. 35: 118-127.
- Batiha GE, Al-Snafi AE, Thuwaini MM, et al. *Morus alba*: a comprehensive phytochemical and pharmacological review. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.* 2023. 396: 1399-1413.
- Chan EW, Lye PY, Wong SK. Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of *Morus alba*. *Chin J Nat Med.* 2016. 14: 17-30.
- Choi EJ, Jang SR, Kang OJ, Bang WS. Antimicrobial activity of psoralea corylifolia, schisandra chinensis, and spatholobus suberectus extracts. *Korean J Food Sci Technol.* 2013. 45: 495-500.
- Choi MH, Seo YJ, Shin HJ. Application of domestic bamboo stems mainly for inner beauty product development: A review. *KSBB J.* 2017. 32: 1-8.
- Hwang JW, Park CH, An HY, et al. Antibacterial, antioxidant activities of acer tegmentosum maxim ethanol extract against *Staphylococcus aureus*. *J Plant Biotechnol.* 2022. 49: 339-346.
- Jang DY, Yang JC. A study on the evaluation of antimicrobial activity of extracts from rhus javanica L fruit. *J Kor Appl Sci Technol.* 2020. 37: 145-152.

- Kang YM, Moon BC, Lee AY, Kim HK. Morphological characteristics and cultivation status of yams (*Genus Dioscorea*) as known dioscoreae rhizoma (*San-yak*) korean herb. *Med Inf*. 2014. 2: 25-31.
- Karadas F, Grammenidis E, Surai PF, Acamovic T, Sparks NH. Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *Br Poult Sci*. 2006. 47: 561-566.
- Kasiram K, Sakharkar PR, Patil AT. Antifungal activity of calendula officinalis. *Indian J Pharm Sci*. 2000. 62: 464-466.
- Kim BK, Kang JH, Oh GH, et al. Antibacterial and antioxidant activity of chamaecyparis obtusa extracts. *J Life Sci*. 2019. 29: 785-791.
- Kim DY, Cho SC, Kwon HS, Kim MK. Cosmeceutical activities of broccoli extracts. *J Korea Soc Beauty Art*. 2016. 17: 23-39.
- Kim JH, Choi YS, Kim WB, Park JO, Im DJ. Antimicrobial synergistic effects of gallnut extract and natural product mixture against human skin pathogens. *J Soc Cosmet Sci Korea*. 2021. 47: 155-161.
- Kim MH, Song CE, Park YJ. Study on the quality of marigold (*Tagetes erecta* L.) flower tea by its manufacture methods for expansion of utilization of marigold as tourism resources. *J Kor Soc Rural Tour*. 2021. 24: 75-89.
- Kim MK. Study on functional natural materials to improve for human health - comparison analysis of antioxidant and antimicrobial activity of fermented rutaceae fruits extract. *J Soc Sci*. 2021. 12: 63-78.
- Knor T. The pathogenesis of acne. *Acta Dermatovenerol Croat*. 2005. 13: 44-49.
- Lee JY, Park TH, Park SH, Yang SA, Jhee KH. The antimicrobial activity of fermented extracts from korean dendropanax morbifera. *J Life Sci*. 2019. 29: 29-36.
- Matsui K, Nishikawa A, Suto H, Tsuboi R, Ogawa H. Comparative study of *Staphylococcus aureus* isolated from lesional and non-lesional skin of atopic dermatitis patients. *Microbiol Immunol*. 2000. 44: 945-947.
- Milligan KL, Matsui E, Sharmam H. Asthma in urban children: epidemiology, environmental risk factors, and the public health domain. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2016. 16: 1-10.
- National Health Insurance Service. Status of atopic dermatitis treatment in 2021. 2022.
- Ogawa T, Katsuoka K, Kawano K, Nishiyama S. Comparative study of staphylococcal flora on the skin surface of atopic dermatitis patients and healthy subjects. *J Dermatol*. 1994. 21: 453-460.
- Oh JH, Park HJ, Choi MR, Park HJ. Paraneoplastic dermatomyositis with severe itching. *Kor J Dermatol*. 2019. 57: 395-398.
- Park IH, Miin G, Kim HR, Kim JH, Hong SH. A case of liver cirrhosis patient's senile pruritus treated by external preparation containing *Ponciri fructus* and *Radix lithospermi*. *J Korean Med Ophthalmol Otolaryngol Dermatol*. 2016. 29: 231-239.
- Park MK, Cho SH, Ahn RK, et al. Immunomodulatory effects of β -sitosterol and daucosterol isolated from *Dioscorea batatas* on LPS-stimulated RAW 264.7 and TK-1 cells. *J Life Sci*. 2020. 30: 359-369.
- Park SH, Park HJ. Root Bark extract of *Morus alba* L. suppressed the migration and invasion of HCT116 human colorectal carcinoma Cells. *J Physiol & Pathol Korean Med*. 2021. 35: 177-184.
- Piddock LJ. Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. *J Appl Bacteriol*. 1990. 68: 307-318.
- Sung KC. Characteristics and analysis of natural Pine- Needles extract. *J of Korean Oil Chemists Soc*. 2004. 21: 320-326.
- Xie LR, Jun DY, Park JE, et al. Application of the extract of zanthoxylum piperitum DC to manufacturing eco-friendly antimicrobial interior fabric blind materials. *J Life Sci*. 2016. 26: 936-942.
- Yoon HS, Park CM. Inhibitory effect of persicaria perfoliata (L.) H. gross on IgE mediated allergic responses in RBL-2H3 cells. *J Korean Soc Integr Med*. 2020. 8: 163-169.
- Zitterl-Eglseer K, Sosa S, Jurenitsch J, et al. Anti-oedematous activities of the main triterpene diol esters of marigold (*Calendula officinalis* L.). *J Ethnopharmacol*. 1997. 57: 139-144.

<https://doi.org/10.15616/BSL.2023.29.3.130>

Cite this article as: Yoon HS, Park CM. Antibacterial activity of *Dioscorea batatas*, *Morus alba*, and *Tagetes erecta* against *E. coli* and *S. aureus*. *Biomedical Science Letters*. 2023. 29: 130-136.