

## 스노우베리 추출물의 항균 활성에 관한 연구

이찬우\*<sup>1,2</sup> · 허혜연\*<sup>3</sup> · 박유진<sup>3</sup> · 장영표<sup>4</sup> · 김보애<sup>5,†</sup>

<sup>1</sup>미그림, 대표

<sup>2</sup>경희대학교 약학대학, 대학원생

<sup>3</sup>목원대학교 화장품공학과, 대학원생

<sup>4</sup>경희대학교 약학대학, 교수

<sup>5,†</sup>목원대학교 화장품공학과, 교수

(2023년 12월 27일 접수: 2024년 4월 18일 수정: 2024년 4월 18일 채택)

### A Study on the Antimicrobial Activity of Snowberry Extract

Chanwoo Lee\*<sup>1,2</sup> · Hye-yeon Heo\*<sup>3</sup> · Yu-jin Park<sup>3</sup> · Youngpyo Jang<sup>4</sup> · Bo Ae Kim<sup>5,†</sup>

\*These authors equally contributed to this work.

<sup>1</sup>Miglim Co., Ltd, A-1309, 30, Songdomirae-ro, Yeonsu-gu, Incheon, 21990, South Korea

<sup>2,4</sup>College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul, 02447, South Korea.

<sup>3,5</sup>Dept. of Cosmetics Engineering, College of Technology Sciences, Mokwon University, Daejeon, 35349, South Korea.

(Received December 27, 2023; Revised April 18, 2024; Accepted April 18, 2024)

**요 약** : 본 연구는 스노우베리 추출물과 발효 추출물을 대상으로 피부 상재균인 *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*를 이용하여 천연화장품 소재로서의 항균 활성을 비교 평가하였다. 이를 위한 스노우베리 추출물의 항균 활성은 10-200mg/mL 농도에서 생육저해환(paper disc diffusion method)과 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration)를 평가하였다. 스노우베리 추출물과 발효 추출물의 생육저해환을 확인하였을 때, 스노우베리 추출물의 경우 뿌리 추출물에서만 100mg/mL, 200mg/mL의 농도에서 항균력을 나타내었고, 발효 추출물의 경우 200mg/mL에서 항균력을 나타내는 것을 확인하였다. 그러나 스노우베리 추출물과 발효 추출물의 4종의 세균에 대한 항균력은 확인할 수 있었으나, 진균인 *Candida albicans*에서는 항균력을 확인할 수 없었다. MIC 결과 스노우베리 잎, 뿌리 추출물에서 발효의 경우 줄기 추출물에서 각 균에 대한 최소저해농도가 100mg/mL, 200mg/mL로 확인되었다. 이러한 결과는 스노우베리가 피부 개선을 위한 항균 소재 및 방부제로서의 활용 가치가 있다고 사료된다.

**주제어** : 스노우베리, 항균, 생육저해환 측정, 최소저해농도, 발효

†Corresponding author

(E-mail: kba@mokwon.ac.kr)

**Abstract** : This study compared and evaluated the antibacterial activities and MIC of snowberry extract and fermented extract. For antibacterial activity, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, and *Candida Albicans* were used. Antimicrobial activity and MIC were measured at concentrations of 10, 50, 100, and 200 mg/mL. Antibacterial activity was measured using the 8mm paper disc method. In the case of snowberry extract, it was confirmed that the root extract showed antimicrobial activity at concentrations of 100 mg/mL and 200 mg/mL, and in the case of fermented extract, it showed antimicrobial activity at 200 mg/mL. As a result of the MIC, for fermentation in snowberry leaf and root extracts, the minimum inhibitory concentration for each bacterium was confirmed in stem extracts. The above results indicate that the antibacterial properties of snow berries are improved by fermentation.

**Keywords** : *Snowberry, Antibacterial, Paper disc method, Minimum inhibitory concentration, Fermentation*

## 1. 서론

피부는 신체 표면을 덮고 있는 가장 넓은 장기로서 외부 환경 변화에 대응하여 인체 내부의 항상성을 유지하는 장벽기능을 수행한다[1]. 이러한 장벽기능은 피부의 주된 구성 세포인 각질 형성 세포에 의해 생성 유지되며, 각질 형성 세포는 표피의 95% 이상을 차지하고 있는 피부의 가장 최외각 층에 존재함으로써 자외선과 같은 유해 물질로부터 신체를 보호하고 몸의 수분 손실을 방지한다. 그러나 각질 형성 세포의 분화과정은 loricrin, filaggrin과 같은 피부 장벽 단백질 분해를 촉진시키는 등 표피층과 진피층의 기능 및 구조에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며, 이는 피부 장벽기능 이상으로 이어져 피부 건조를 일으키고 많은 수의 피부질환을 불러일으키는 중요한 병인으로 작용한다[2].

피부질환은 외부로부터 작용하는 스트레스 요인 외에도 생체 면역력의 감소 및 피지 과다 분비, 염증 반응 등과 같이 생물학적·화학적·면역학적 원인으로 구별되어 발생 되고, 피부 내 세균의 군락 형성으로 인한 피부 상재균 증식이 가장 주된 원인으로 야기된다. 대표적인 피부 상재균으로는 *Staphylococcus aureus*(*S. aureus*), *Staphylococcus epidermidis*(*S. epidermidis*), *Escherichia coli*(*E. coli*), *Pseudomonas aeruginosa*(*P. aeruginosa*), *Candida albicans*(*Candida. A.*)가 있다. 이들은 피부에 염증과 알레르기를 유발하는 원인균으로 작용하며, 특히 *S. aureus*는 아토피 피부염 환자의 약 84%에서 병

변 부위에 콜로니를 형성하고 병변 부위의 진물과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다[3,4]. 상기 균들은 피부에 존재할 뿐만 아니라 미생물이 생육하기 쉬운 탄소원, 질소원의 조건을 갖추고 있는 화장품에 유입되면 2차 오염을 발생시킬 수 있다. 화장품이 미생물에 의해 오염되면 물질 대사로 인한 pH 변화 및 제품의 변색, 변취, 점도 저하 등 제품의 물성 변화를 동반하게 되며 이는 상품의 가치 저하로 이어지게 된다[5]. 따라서 화장품은 미생물과 관련한 안정성을 확보하기 위해 적절한 보존제의 사용은 필수적이거나, 기존에 사용되고 있는 합성 보존제들의 경우 피부 자극, 접촉성 알레르기, 홍반, 접촉성 피부염과 같은 부작용을 유발하는 것으로 알려져 소비자들로부터 보존제 성분에 대한 경각심이 대두되고 있다[6]. 오래전부터 식물은 사포닌, 플라보노이드, 페놀성 물질 등을 함유하고 있어 수천 년간 세계 각 지역에서 약용식물로서 여러 질병 치료 목적으로 이용되어왔으며 지금까지도 약리작용 및 항균 효과와 관련한 연구가 활발히 진행되고 있다[7]. 식물로부터 천연 추출물을 개발하여 스트레스 및 오염된 환경으로부터 오는 피부 컨디셔닝의 효능을 부여하고 자연주의와 저자극성이라는 이미지로 제품화하고 있다. 하지만 천연 물질로서의 한계성 즉, 색상, 냄새, 안정성, 좁은 항균스펙트럼, 제형 상의 문제점으로 인해 상용화되지 못하고 있는 실정이다[8]. 이러한 이유로 천연 추출물로서의 항균력을 비교 평가하기 위해 스노우베리를 이용하였다.

스노우베리(*Symphoricarpos albus*)는 인동과

낙엽 활엽 관목으로 약 15종만이 존재하는 *Symphoricarpos* 속 식물이다. 스노우베리는 풍부한 사포닌 성분을 포함하고 있는 것으로 알려져 있으며, 사포닌은 식물체에 널리 분포되어있는 2차 대사물질로 세균, 곰팡이에 대한 방어력을 가지고 있다. 이에 더불어 항산화 효과, 소염작용, 항암성 등의 효과가 있어 약용으로서의 이용 가치가 높아지고 있다[9]. 그러나 현재 이에 관한 기존 연구는 “스노우베리 추출물을 함유하는 조성물” 및 “스노우베리 추출물을 함유하는 주름 개선용 화장품 조성물”의 특히 2건만이 출원·등록되어 있는 상태로 자생지별 스노우베리 추출물이 콜라겐 생성 촉진 및 멜라닌 생성 저해 효과 등의 효능이 있는 것으로 연구된 바 있다. 그러나 스노우베리를 활용한 항균 활성 평가에 관한 연구 실례는 미미한 실정이다.

이에 본 연구는 스노우베리를 열매, 잎, 줄기, 뿌리 4 부위로 나누어 추출물을 제조하고, 이를 발효 추출하여 각 부위별 스노우베리 추출물(UFSB) 4종과 발효 스노우베리 추출물(FSB) 4종을 수득하였다. 각 부위 별 UFSB, FSB의 항균 활성을 평가하기 위해 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida. A.*에 대하여 생육저해환(paper disc diffusion method)과 최소저해농도 (Minimum inhibitory concentration)를 평가하였다. 본 연구 결과는 항균 활성 유효성분으로서 스노우베리 추출물(UFSB)과 스노우베리 발효 추출물(FSB)의 천연화장품 소재로의 활용 가능성을 검증하고자 하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 시료 추출

스노우베리 추출은 스노우베리를 4 부위로 나누어 진행하였다. 열매는 수확된 직후, 잎은 파우더화, 줄기는 2cm 크기로 절단하였으며, 뿌리는 최대한 해당 부위만을 절단하여 사용하였다. 각각의 원물은 10배수의 70% Ethanol을 가한 뒤 2시간 동안 초음파 추출하였으며 이후, Overnight 정치 추출을 진행하였다. 2차 추출에서는 10배수의 50% Ethanol을 첨가하였고, 2시간 동안 초음파 추출하였으며 추출 후 Overnight 정치 추출을 진행하였다. 뿌리의 경우 1, 2차 모두 원물에 대한 용매의 비율을 20배수로 첨가 추출하였다. 수득된 Ethanol 추출물은 No. 2 filter paper로 여

과하였으며, 열매, 줄기, 뿌리는 Rotary Evaporator (Eyela, Japan)을 이용하여 감압 농축 후 동결건조하였다. 잎은 농축 후 Hexane과 1:1 비율로 혼합하여 2회 분획을 실행한 뒤 Chlorophyll을 제거하고 동결 건조를 수행해 최종 추출물을 수득하였다.

### 2.2. 시약 및 기기

항균 활성 평가를 위해 사용된 시약은 Etanol, DMSO(Dimethyl sulfoxide), Ducksan(Ducksan General Science, Insan, Korea)에서 구매하여 사용하였다. 항균 효능 평가를 위해 사용된 균주는 *Staphylococcus aureus*(KCTC 1927), *Staphylococcus epidermidis*(KCTC 1917), *Escherichia coli*(KCTC 2571), *P. seudomonas aeruginosa*(KCTC 2513), *Candida albicans* (KCTC 7270)로 한국생명공학연구원 생물자원센터(KCTC, Korea)에서 구입하여 배양 후 사용하였다. 균주 활성화 및 배양에 사용한 액체배지 Tryptic Soy Agar(TSA), Tryptic Soy Broth(TSB), Potato Dextrose Agar(PDA), Potato Dextrose Broth(PDB)는 Difco Lab. (Sparks, MD., USA)에서 구입하여 사용하였다. Filter paper disc는 8mm 규격으로 Advantec (Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다. 분석을 위한 기기로는 Micro plate reader (BioTek, USA), incubator(EYELA SLI-700, Rikakikai, Tolyo, Japan), Vortex (Scientific Industries, Inc, NY, USA), Clean bench(BF-1060C, B&NF Co, Korea), Shaker (EYELA, Japan), Deep freezer(HKF-41, Hankook Freezer, Seoul, Korea), Water bath (Digital General Purpose, Daihan Science, Korea) 등을 사용하였다.

### 2.3. 시험 균주 및 배양

본 연구에서는 동결 건조된 균주를 액체배지로 활성화하여 계대 배양 후 사용하였다. 4종의 세균 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*는 TSB에 접종하여 37°C incubator에 24시간 동안 배양하였고, 1종의 진균 *Candida. A.*는 PDB에 접종하여 25°C incubator에 48시간 동안 배양하였다.

### 2.4. 미생물 생육저해환 측정(Paper disc diffusion method)

본 연구에서 미생물 생육저해환은 paper disc method를 이용하여 측정하였다. 시험에 사용된

균주를 액체배지에 활성화한 후 새 액체배지에 세균은  $1 \times 10^6$  cell/mL, 진균은  $1 \times 10^5$  cell/mL이 되도록 serial dilution 하여 사용하였다. 멸균 면봉을 이용하여 균 배양용 한천 평판배지에 균액을 고르게 도말하였다. 시험에 사용된 UFSB, FSB를 각각 DMSO를 이용하여 10, 50, 100, 200mg/mL 농도로 용해하여 사용하였다. 각 추출물을 농도별로 8mm paper disc에 35 $\mu$ L씩 분주한 후에 세균은 37°C incubator에서 24시간, 진균은 25°C에서 48시간 배양하였다. paper disc 주위에 생성된 생육저해환(clear zone, mm)의 직경을 통해 항균 활성을 측정하였다.

## 2.5. 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration)

본 연구에서는 Broth-dilution method를 이용하여 측정하였다. 시험에 사용된 균주를 액체배지에 활성화한 후 새 액체배지에 세균은  $1 \times 10^6$  cell/mL, 진균은  $1 \times 10^5$  cell/mL이 되도록 단계 희석하여 사용하였다. 시험에 사용된 UFSB, FSB를 각각 DMSO를 이용하여 stock solution을 제조한 후 액체배지와 serial dilution 하여 사용하였다. 96-well plate에 UFSB, FSB를 각 well 당 최종 농도가 10, 50, 100, 200mg/mL이 되도록 시료 100 $\mu$ L 씩 분주하고 희석된 균액을 100 $\mu$ L 씩 분주하였다. 접종 직후 micro plate reader를 이용하여 595nm에서 흡광도를 측정하였으며 측정된 96 well plate를 37°C incubator에서 72시간 동안 배양하였다. 배양 시작을 기준으로 24시간을 주기로 흡광도를 측정하였으며 흡광도의 증가가 나타나지 않는 농도를 최소저해농도로 설정하였다.

## 2.6. 통계처리

본 연구는 각 3회 반복 시행하여 평균값 및 표준오차로 결과를 나타내었다. 통계처리는 Student's t-test를 실시하고  $p < 0.05$  유의수준에서 검증하였다.

# 3. 결과 및 고찰

## 3.1. 미생물 생육저해환 측정(Paper disc diffusion method)

본 연구에서는 5종의 피부생재균 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida. A.*

에 대해서 스노우베리 추출물 및 발효 추출물의 항균 효능을 평가하기 위하여 10, 50, 100, 200mg/mL의 농도에서 clear zone(mm)을 측정하였다. 그 결과 스노우베리 추출물의 농도에 대한 clear zone은 *S. aureus*의 경우 뿌리 추출물 100-200mg/mL 농도에서 각각  $10.03 \pm 0.70$ mm,  $10.81 \pm 0.40$ mm로 나타났으며 대조군인 methyl paraben의 경우  $11.49 \pm 1.50$ mm의 생육저해환을 확인할 수 있었다. *S. epidermidis*의 경우 뿌리 추출물 100-200mg/mL 농도에서  $10.67 \pm 0.20$ ,  $11.32 \pm 0.50$ mm, 대조군에서  $11.91 \pm 0.30$ mm 생육저해환을 확인할 수 있었다. *E. coli*의 경우 뿌리 추출물 100-200mg/mL 농도에서  $9.89 \pm 0.70$ ,  $10.69 \pm 0.30$ mm, 대조군에서  $11.44 \pm 0.90$ mm의 생육저해환을 확인할 수 있었다. *P. aeruginosa*의 경우 뿌리 추출물 100-200mg/mL 농도에서  $10.00 \pm 0.70$ ,  $10.78 \pm 1.20$ mm, 대조군에서  $11.79 \pm 0.90$ mm로 농도 의존적인 생육저해환을 확인할 수 있었다. 그러나 세균 4종에 대해서는 항균력이 나타났으나 진균인 *Candida. A.*에 대해서는 모든 추출물에 대해 항균력이 나타나지 않았다. 또한 뿌리 추출물을 제외한 열매, 잎, 줄기 추출물에 대해서 항균력을 확인할 수 없었다. 발효 추출물의 농도에 대한 clear zone은 열매, 잎, 줄기, 뿌리의 200mg/mL 농도에서 항균력을 확인하였다. Table 1에 나타난 것과 같이 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*에 열매는 각각  $9.07 \pm 0.90$ ,  $9.60 \pm 0.40$ ,  $9.32 \pm 0.10$ ,  $8.93 \pm 0.30$ mm의 생육저해환을 확인하였고, 잎에서는 각각  $9.60 \pm 0.10$ ,  $9.60 \pm 0.60$ ,  $9.96 \pm 0.90$ ,  $9.77 \pm 0.30$ mm으로 나타났으며 줄기에서는 각각  $9.10 \pm 0.50$ ,  $8.79 \pm 0.30$ ,  $8.97 \pm 0.80$ ,  $9.45 \pm 1.00$ mm으로 나타났다. 뿌리의 생육저해환은 세균 4종 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*에 대하여 각각  $9.38 \pm 0.40$ ,  $9.77 \pm 0.20$ ,  $10.11 \pm 1.20$ ,  $9.56 \pm 0.50$ mm의 생육저해환을 나타냈으며, 대조군인 methyl paraben에서는 균 5종 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida. A.*에 대해 각각  $11.48 \pm 1.00$ ,  $11.22 \pm 0.80$ ,  $11.25 \pm 0.50$ ,  $10.40 \pm 1.10$ ,  $19.32 \pm 0.80$ mm로 나타났고 발효 추출물에서도 미발효 추출물과 마찬가지로 진균인 *Candida. A.*에 대한 항균력을 확인할 수 없었다. *Candida. A.*는 곰팡이, 효모 균으로서 다른 균들에 비하여 두 배수체로 재생할 수 있는 특징을 지니고 가장 많은 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다[10]. 더불어 상기 균과

Table 1. Diameter of clear zone measurement of Unfermented Snowberry extracts(UFSB) and Fermented Snowberry extracts(FSB) after 24h. A : Fruits, B : Leaves, C : Stems, D : Roots (\*) No inhibition

A

Organisms	Clear zone diameter (mm)									
	10(mg/mL)		50(mg/mL)		100(mg/mL)		200(mg/mL)		Control (100mg/mL)	Solvent
	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	Methyl paraben	DMSO
<i>S. aureus</i>	-*)	-	-	-	-	-	-	9.07±0.9 ***	11.49±1.5	-
<i>S. epidermidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	9.6±0.4 ***	11.91±0.3	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	9.32±0.1	11.44±0.9	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	8.93±0.3 **	11.76±0.9	-
<i>Candida. A.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20.54±1.8	-

B

Organisms	Clear zone diameter (mm)									
	10(mg/mL)		50(mg/mL)		100(mg/mL)		200(mg/mL)		Control (100mg/mL)	Solvent
	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	Methyl paraben	DMSO
<i>S. aureus</i>	-*)	-	-	-	-	-	-	9.6±0.10 ***	11.49±1.50	-
<i>S. epidermidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	9.6±0.60 ***	11.91±0.30	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	9.96±0.90 ***	11.44±0.90	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	9.77±0.30 ***	11.76±0.90	-
<i>Candida. A.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20.54±1.80	-

C

Organisms	Clear zone diameter (mm)									
	10(mg/mL)		50(mg/mL)		100(mg/mL)		200(mg/mL)		Control (100mg/mL)	Solvent
	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	Methyl paraben	DMSO
<i>S. aureus</i>	-*)	-	-	-	-	-	-	9.1±0.50 ***	11.49±1.50	-
<i>S. epidermidis</i>	-	-	-	-	-	-	-	8.79±0.30 *	11.91±0.30	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	8.97±0.80 *	11.44±0.90	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	9.45±1.00 **	11.76±0.90	-
<i>Candida. A.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20.54±1.80	-

Clear zone diameter (mm)

D

Organisms	Clear zone diameter (mm)									
	10(mg/mL)		50(mg/mL)		100(mg/mL)		200(mg/mL)		Control (100mg/mL)	Solvent
	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	UFSB	FSB	Methyl paraben	DMSO
<i>S. aureus</i>	-*)	-	-	-	10.03±0.70	-	10.81±0.40	9.38±0.40	11.49±1.5	-
<i>S. epidermidis</i>	-	-	-	-	10.67±0.20	-	11.32±0.50 *	9.77±0.20	11.91±0.30	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	9.89±0.70	-	10.69±0.30	10.11±1.20 **	11.44±0.90	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-	10.00±0.70	-	10.78±1.20 *	9.56±0.50	11.76±0.90	-
<i>Candida. A.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	20.54±1.80	-

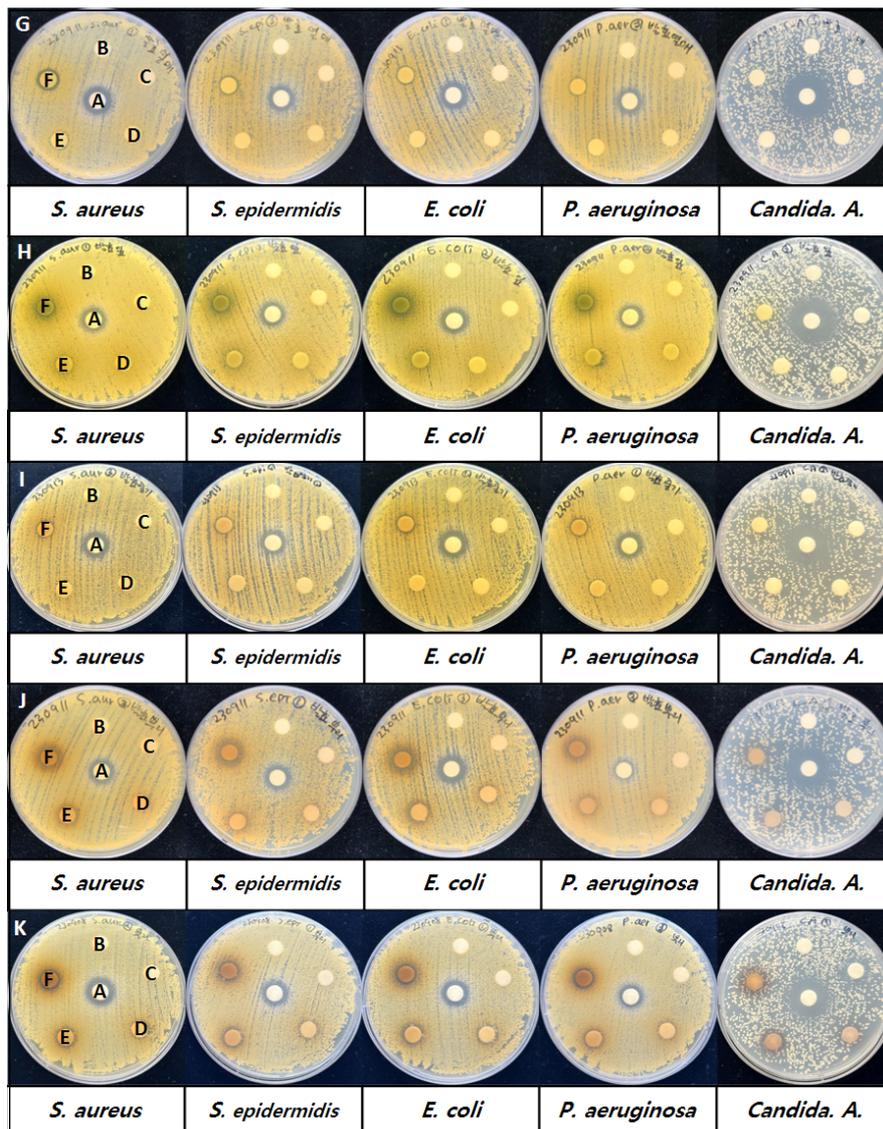


Fig. 1. The antibacterial activity of Unfermented Snowberry extracts and Fermented extracts to clear zone of *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida. A.* (A : Methyl Paraben, B : DMSO, C :10mg/mL, D : 50mg/mL, E : 100 mg/mL, F : 200mg/mL)(G : Fermented fruits, H : Fermented leaves, I : Fermented stems, J : Fermented roots, K : Unfermented roots)

관련하여 생체 면역력이 저하됐을 경우 더욱 감염되기 쉬운 것으로 보고된다[11]. 따라서 *Candida. A.* 활성을 억제하기 위한 스노우베리 추출물의 성분 분석 등의 추가 실험이 요구될 것으로 사료된다. 식물 추출물의 경우 수용성 페놀

화합물인 플라보노이드를 함유하고 있으며 그중에서도 스노우베리와 같은 베리류의 경우 플라보노이드 또는 페놀산 등의 페놀화합물을 다량 함유한 것으로 알려져 있다[12,13]. Kim 등(2016)의 연구에 의하면 추출물 발효 후 HPLC와 IC를

Table 2. Minimum inhibitory concentration of Unfermented Snowberry extracts for microbial(*S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida. A.*) (\*) No inhibition.

Strains	MIC (mg/mL)			
	Unfermented Snowberry extract			
	Fruits	Leaves	Stems	Roots
<i>S. aureus</i>	—*)	100	—	200
<i>S. epidermidis</i>	—	100	—	—
<i>E. coli</i>	—	100	—	200
<i>P. aeruginosa</i>	—	—	—	200
<i>Candida. A.</i>	—	—	—	200

Table 3. Minimum inhibitory concentration of Fermented Snowberry extracts for microbial(*S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida. A.*) (\*) No inhibition.

Strains	MIC (mg/mL)			
	Fermented Snowberry extract			
	Fruits	Leaves	Stems	Roots
<i>S. aureus</i>	—*)	—	100	—
<i>S. epidermidis</i>	—	—	100	—
<i>E. coli</i>	—	—	100	—
<i>P. aeruginosa</i>	—	—	100	—
<i>Candida. A.</i>	—	—	—	—

이용해 flavonoid와 유기산을 분석하였을 때 플라보노이드 유도체의 함량이 증가한 것을 확인할 수 있었고, 이러한 flavonoid와 유기산의 증가는 항균 활성이 증진된 결과를 도출할 수 있었다[14]. 앞선 선행연구 및 본 연구의 실험 결과를 토대로 스노우베리 추출물보다 발효 추출물이 피부 상재균에 대한 생육 저해 활성이 더 뛰어난 것을 확인하였다.

### 3.2. 스노우베리의 최소저해 농도 평가

#### (Minimum inhibitory concentration)

최소저해농도인 MIC는 세균발육 저지에 필요한 최소한의 농도를 뜻한다[15]. 본 연구에서는 96-well plate를 이용하여 스노우베리 및 발효 추출물의 최소저해농도를 측정하였으며, 그 결과를 Table 2, Table 3과 같이 나타내었다. 스노우베리 추출물의 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli* 균주에 대한 MIC는 잎의 경우 100mg/mL 농도에서 생육저해농도를 확인하였으며, *P. aeruginosa*, *Candida. A.* 균주의 뚜렷한 생육저해농도는 확인

하지 못하였다. 뿌리의 MIC는 *S. epidermidis* 균주를 제외한 모든 균주 *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Candida. A.*에서 200mg/mL의 생육저해농도를 확인하였다. 스노우베리 발효 추출물의 *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli*, *P. aeruginosa* 균주에 대한 MIC는 줄기의 경우 100mg/mL 농도에서 생육저해농도를 확인하였으나, 열매, 잎, 뿌리의 경우 모든 균주에 대한 뚜렷한 생육저해농도를 확인하지 못하였다. 스노우베리는 사포닌, 플라보노이드, 페놀성 물질 등이 함유되어 있다[7]. 그 중 항균력에 관여하는 물질을 하나로 단정 짓기 어려우나 베리류에 많이 포함되어있는 페놀화합물에 의해 항균력을 나타내고 폴리페놀화합물은 미생물 대사 과정에서 여러 단백질과 결합하여 대사 활동을 방해한다[16,17]. 본 실험에서 발효되지 않은 스노우베리에서는 잎과 뿌리, 발효된 스노우베리 추출물은 줄기에서 폴리페놀화합물의 함량이 다른 추출물에 비해 상대적으로 높아 최소저해농도를 확인할 수 있는 것으로 사료된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 스노우베리 각 부위별 추출물에 따른 천연화장품 소재로서의 항균 활성을 생육저해환(Paper disc diffusion method)과 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration) 방법을 실행하여 비교 평가하였다. 피부 상재균 중 그람 양성균인 *S. aureus*, *S. epidermidis*, 그람 음성균인 *E. coli*, *P. aeruginosa*, 효모 균인 *Candida. A.*를 이용해 10–200mg/mL 농도에서 생육저해환과 최소저해농도를 측정하였다[18]. 그 결과 스노우베리 추출물의 생육저해환은 뿌리 100–200mg/mL, 발효 추출물의 경우 200mg/mL, 열매, 잎, 줄기, 뿌리 4 부위 모두의 항균력을 확인할 수 있었다. 다만 스노우베리 8종의 추출물 모두 진균인 *Candida. A.*의 항균력은 확인할 수 없었다. MIC의 경우 스노우베리 잎, 뿌리 추출물에서 각 균주에 대한 최소저해농도를 평가하였으며, 발효의 경우 줄기 추출물에서만 100mg/mL 농도에서 뚜렷한 생육저해농도를 확인할 수 있었다. 실험 결과에 따르면 다양한 베리류 추출물과는 다르게 스노우베리의 항균스펙트럼이 균주에 대해 좁은 것으로 나타났다. 스노우베리의 선행연구 자료가 미미한 편에 속한 것으로 보아 실험 결과를 보완할 수 있는 후속연구로서 스노우베리의 항균력을 보완할 수 있는 천연물을 혼합하여 복합추출물 형태로 항균 스펙트럼을 넓힐 수 있도록 추가 실험이 요구된다. 또한 발효 유무에 따른 항균력이 상이하기 때문에 발효 전후의 항균 플라보노이드, 폴리페놀과 같은 화합물에 대해 효능성분을 분석할 필요가 있다. 본 연구를 통해 스노우베리의 항균 활성 유효성분으로의 활용 가능성을 기대할 수 있다.

#### 감사의 글

본 성과물(논문)은 농촌진흥청에서 시행한 농업 실용화기술R&D지원사업(과제번호: RS-2023-00215852)의 지원에 의해 이루어진 것임.

#### References

1. S. Y. Eun, J. J. Yoon, H. Y. Kim, Y. M. Ahn, B. H. Han, M. H. Hong, C. O. Son, S. W. Na, Y. J. Lee, D. G. Kang, H. S. Lee, "Protective Effects of Chijabaegpi-tang on Atopic Dermatitis in TNF- $\alpha$ /IFN  $\gamma$ -induced HaCaT Cells", *The Korean Association of Oriental Medical Physiology*, Vol.32, No.4 pp. 226–231, (2018).
2. S. N. Park, "Effect of Natural Products on Skin Cells -Action and Suppression of Reactive Oxygen Species-", *Journal of Society of Cosmetic Scientists of Korea*, Vol.25, No.2 pp. 77–127, (1999).
3. S. S. Raimier, "Managing pediatric atopic dermatitis", *Clinical pediatrics*, Vol.39, No.1 pp. 1–14, (2000).
4. M. R. Kim, S. E. Woo, S. O. Shin, S. M. Hong, S. Y. Yang, "A Study on the Distribution of Staphylococcus aureus in Atopic Dermatitis", *Journal of Society of Cosmetic Scientists of Korea*, Vol.32, No.2 pp. 93–97, (2006).
5. S. H. Kim, D. Y. Lim, "A Study of the proper Use of Cosmetics and Microbial Contamination over Time", *Journal of Society of Cosmetic Scientists of Korea*, Vol.15, No.3 pp. 1059–1065, (2009).
6. A. C. de Groot, I. R. White. *Cosmetics and skin care products*. p. 661–685, Springer, Berlin, Heidelberg, (1995).
7. D. H. Oh, S. S. Ham, B. K. Park, C. Ahn, J. Y. Yu, "Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or food borne disease microorganisms", *The Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.30, No.4 pp. 957–963, (1998).
8. S. H. Cho, I. W. Seo, J. D. Choi, I. S. Joo, "Inhibitory effects of grapefruit seed extract (DF-100) on growth and toxin production of Penicillium islandicum", *Applied Biological Chemistry*, Vol. 33, No. 2 pp. 169–173, (1990).
9. C. Y. Cheok, H. A. K. Salman, R. Sulaiman, "Extraction and quantification of saponins: A review", *Food Research International*, Vol.59, pp. 16–40, (2014).

1. S. Y. Eun, J. J. Yoon, H. Y. Kim, Y. M.

10. R. J. Grayer, J. B. Harborne, "A survey of antifungal compounds from higher plants, 1982–1993", *Phytochemistry*, Vol.37, No.1 pp. 19–42, (1994).
11. V. Atanassova, A. Meindl, C. Ring, "Prevalence of Staphylococcus aureus and staphylococcal enterotoxins in raw pork and uncooked smoked ham—a comparison of classical culturing detection and RFLP-PCR", *International journal of food microbiology*, Vol.68, No.1–2 pp. 105–113, (2001).
12. Britannica, flavonoid[Internet]. Encyclopedia Britannica, [cited 2021 Feb 2], Available From: <https://www.britannica.com/science/flavonoid>, (accessed Nov., 24)
13. A. Basu, M. Rhone, T. J. Lyons, "Berries: Emerging impact on cardiovascular health", *Nutrition Reviews*, Vol.68, No.3 pp. 168–177, (2010).
14. S. S. Kim, H. J. An, K. J. Park, Y. H. Choi, "Antioxidant and Antibacterial Capacity of Fermented Citrus Byproduct", *Horticulture Abstracts*, pp. 168–168, (2016).
15. M. J. Jang, S. J. Cheon, H. Y. Kim, D. J. Kwoen, H. Y. Kim, S. H. Kim, J. T. Lee, "The Anti-Wrinkle and Whitening Effect of Extracts of Castanea crenata Inner Shell", *Journal of Life Science*, Vol.21, No.5 pp. 734–738, (2011).
16. J. Y. Kim, J. A. Lee, W. J. Yoon, D. J. Oh, Y. H. Jung, W. J. Lee, S. Y. Park, "Antioxidative and antimicrobial activities of Euphorbia jolkini extracts", *Korean Society of Food Science and Technology*, Vol.38, No.5 pp. 699–706, (2006).
17. C. Engels, M. Knodler, Y. Y. Zhao, R. Carles, M. G. Ganzle, A. Schieber, "Antimicrobial activity of gallotannis isolated from mango (Mangifera indica L.) kernels", *Journal of agricultural and food chemistry*, Vol.57, No.17 pp. 7712–7718, (2009).
18. C. Enfert, B. Hube *Candida: comparative and functional genomics*. p. 440, Caister Academic Press, (2007).