

Sophorolipid의 항균효과와 화장품에의 응용

조 완 구[†] · 박 호 순* · 안 병 준*

전주대학교 대체의학대학 대체건강관리학부, *전북대학교 사범대학 과학교육학부
(2008년 9월 30일 접수, 2008년 10월 31일 채택)

Antimicrobial Activities of Sophorolipids and Its Application for Cosmetics

Wan Goo Cho[†], Hyo Soon Park*, and Byoung Joon Ahn*

College of Alternative Medicine, Jeonju University, Hyoja-dong, Wansan-gu, Jeonju 560-759, Korea

*College of Education, Chonbuk National University, Korea

(Received September 30, 2008; Accepted October 31, 2008)

요약: 바이오계면활성제는 생물학적으로 박테리아나 효모 등에 의해 많은 기질로부터 생산된다. 바이오계면활성제는 많은 다른 합성 계면활성제에 비해서 환경친화적이고 보다 효과적인 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 *Candida bombicola*로부터 생성된 소포로리피드의 항균효과를 다양한 균에 대해서 시험하였다. 소포로리피드의 치아우식 원인균(*S. mutans*), 액취균(*C. xerosis*) 및 여드름균(*P. acnes*)에 대한 최소억제농도(MIC)는 각각 0.005, 0.05, 0.005 % (w/v)이었다. 이러한 항균효과는 합성 계면활성제인 SLS나 APG에 비해 우수한 항균효과를 보였다. 소포로리피드를 함유한 제형에서의 각질박리와 보습 효과를 측정하였다. 0.25 % 수용액의 소포로리피드는 5.0 % 젖산 수용액과 동등한 수준의 각질박리효과를 보였으며 보습효과는 소포로리피드를 함유한 에멀전 제형에서 농도 의존적인 경향을 보였다. 이러한 결과는 소포로리피드를 항균제나 보습 또는 각질박리제로서 화장품에 대한 사용 가능성을 제시한다.

Abstract: Some surfactants known as biosurfactants, are produced biologically by yeast and bacteria from various substances. They are more effective and environmentally friendly than many other synthetic surfactants. Antimicrobial activities of sophorolipids produced by *Candida bombicola* were investigated against various microorganisms. Minimal Inhibitory concentration (MIC) of sophorolipid against *S. mutans*, *C. xerosis*, and *P. acnes* were 0.005, 0.05, and 0.005 %, respectively. The antimicrobiological activities were more effective than those of SLS and APG. Skin exfoliating and moisturizing effects of vehicles with the sophorolipids were tested. The skin turnover time of aqueous solution with 0.25 % sophorolipids was similar to that of aqueous solution with 5.0 % lactic acid. Higher moisturizing effects on skin showed as the concentration of sophorolipids increased. We suggest that the sophorolipids can be used for cosmetics as an antimicrobiological agent and an active materials of skin moisturizing and exfoliating.

Keywords: sophorolipids, antimicrobiological, exfoliating agents, moisturizing, cosmetics

1. 서 론

계면활성제는 액체에 용해 또는 계면에 흡착해서 계면에너지를 현저히 감소시켜 젖음, 유화, 분산, 발포, 가용화, 세정 등의 작용을 나타내는 물질로 식품, 화장품, 생활용품, 섬유 등 다양한 산업 분야에서 응용되고 있다[1].

계면활성제는 합성과 천연으로 분류할 수 있으며 합성 계면활성제의 사용이 주류를 이루고 있으며 천연계면활성제 중에서 바이오계면활성제란 생물 유래의 계면활성 물질을 모두 포괄하는 용어이지만, 흔히 미생물에 의해 생산되는 계면활성제를 의미하며 합성계면활성제의 피부 및 인체 안정성과 생분해 등의 문제와 이의 사용량 증가로 인한 여러 가지 환경오염 문제가 점차 확대되면서 바이오계면활성제의 연구 및 응용가능성이 증대되고 있

[†] 주 저자 (e-mail: wgcho@jj.ac.kr)

다[2-6]. 이는 바이오계면활성제가 종래의 합성계면활성제와 달리 높은 생분해성과 안정성을 가지고 있고, 또한 합성계면활성제에서는 볼 수 없는 구조상의 특징으로 인해 새로운 기능을 나타낼 수 있기 때문이다.

바이오계면활성제는 생산균주에 의해 박테리아, 효모, 곰팡이에 의해 생성되는 계면활성제로 구분할 수 있으며 형태에 따라서는 글리코리피드, 리포펩타이드, 인지질, 고분자성 계면활성제로 나눌 수 있다[7,8]. 그 중에서 효모(*Candida bombicola*)에 의해 생산되는 소포로리피드는 토양복원, 화장품 등에 사용되고 있으며[9,10], 계면활성 물질 등에 대해서도 보고되고 있다[11].

화장품, 샴푸, 구강제품, 마디제품 등 인체 용품은 오일과 물을 적절히 배합하기 위하여 다양한 계면활성제가 사용되고 있다[12]. 이들 인체 용품은 사용 목적에 따라 다양한 첨가제가 사용되고 첨가제에 따라 여드름 완화, 구취 제거, 체취제거 등 다양한 제품이 사용되고 있다.

한편, 여드름은 여러 가지 원인 중에서 여드름균(*Propionibacterium acnes*)의 존재 때문으로 이것은 여드름 병변 악화의 중요한 원인으로 설명된다. 피지선내에 여드름 균의 증식이 많아짐에 따라 여드름 균에 의해 피지를 구성하고 있는 트리글리세라이드가 자유 지방산으로 전환되어서 자극원으로 작용하거나, 면포유발성(comedogenic) 물질로 작용하여 여드름 생성을 촉진시킨다. 또한 더욱 진행되어 염증반응까지 수반하게 된다. 현재까지 여드름 완화를 목적으로 하는 평가도 상기와 같은 작용 기전을 이용하여 피지분비 조절, 과각화 억제 및 여드름 균에 대한 살균력 등을 평가하는 방법을 이용하여 수행되고 있다.

이러한 여드름을 치료하기 위하여 종래에는 살리실산이나 비타민 A 유도체인 레티노익산 제제를 사용하여 모공의 각질 제거를 통하여 피지 분비를 원활하게 함으로써 치료효과를 가지게 하려는 시도가 있었으며, 또는 벤조일 퍼옥사이드 제제를 사용하여 피부 각질 제거와 강력한 항균작용을 통해서 치료를 하고자 하는 시도가 있었다. 상기 살리실산 제제의 경우 미비한 치료 효과뿐만 아니라 피부 발적, 부종 또는 피부 기피증 등을 일으킬 수 있으며, 레티노익산 제제의 경우 과각화 억제를 통한 효과는 있으나 접촉성 피부염, 홍반, 피부 건조 및 박리현상 등이 일어날 수 있고, 또한 벤조일 퍼옥사이드 제제의 경우 알레르기성 접촉 피부염 및 상처를 남기고 심한 홍반이 생기는 등의 여러 부작용이 보고되고 있다. 또한 비교적 최근에 소개된 아젤라익산 제제의 경우 약물 부작용은 감소되었지만 기존 치료제 제품에 비하여 탁월한 임상 효과는 보이지 않는다.

인체의 체취는 인체에서 분비된 에크린땀, 아포크린땀, 피지, 오염물을 미생물 등이 분해시킴으로서 발생하게 된다. 즉, 처음 분비된 에크린땀이나 아포크린땀은 무취이나 피부표피, 털, 땀구멍 등에 상재하는 여러 미생물, 특히 체취와 관련된 미생물들의 작용으로 불쾌감을 일으키는 액취, 족취, 두취 등의 체취를 유발하게 된다. 피부에는 수많은 상재균이 존재하며 특히 코리넨박테리움코를 자극하는 불쾌취로 강한 냄새 소유자에서 많이 발견되는 것으로 알려져 있다. 또한, 체취는 미생물의 분포수와도 밀접한 관계가 있는데, 겨드랑이, 발, 머리의 경우 기타 부위보다 미생물이 많이 존재하며, 이는 미생물이 살 수 있는 환경, 즉 털의 유무, 적정온도, 습도 등이 조성되기 때문인 것으로 밝혀져 있다. 이러한 인체 체취에 대처할 수 있는 방법 중 항균 작용에 의한 체취 억제 방법으로 여러 연구가 진행되었으며, 항균물질로는 트리클로산, 트리클로카반 등의 합성 물질이 알려져 있다.

본 연구에서는 소포로리피드의 다양한 인체 상재균에 대한 항균력을 일반 계면활성제 및 일반적인 항균제인 트리클로산과 비교 평가하고 소포로리피드 활용한 인체 용품의 응용 가능성에 대하여 검토하고자 각질 박리작용을 젯산 등과 비교하였으며 소포로리피드를 일반적인 에멀전과 가용화 제품인 스킨로션에 첨가하여 측정된 보습 효과를 보고하고자 한다.

2. 실험

2.1. 실험 재료 및 기기

2.1.1. 시험 균주

사용된 세균의 균주는 *Streptococcus mutans* (치아우식 원인균) ATCC 7469, *Corynebacterium xerosis* (액취균) ATCC 7711, *Propionibacterium acnes* (여드름균) ATCC 6919, *Staphylococcus aureus* (화농균) ATCC 6538, *Bacillus subtilis* (고초균) ATCC 33234, *Escherichia coli* (대장균) ATCC 10536, *Pseudomonas aeruginosa* (녹농균) ATCC 15522, *Salmonella typhi* (살모넬라균) ATCC 167, *Klebsiella pneumoniae* (폐렴간균) ATCC 4209와 진균의 균주는 *Candida albicans* (칸디다균) ATCC 10231, *Aspergillus niger* (흑곰팡이) ATCC 9642를 사용하였다.

2.1.2. 미생물 배지, 배양조건과 재료

사용된 미생물 배지와 배양조건을 Table 1에 나타내었

Table 1. Culture Conditions of Microbiological Strains

Culture media	Culture conditions	
	Bacteria	Yeast & mold
Culture media	Brain heart infusion broth (Difco)	Sabouraud dextrose broth (Difco)
Culture time & temp.	24 h, 35 °C	48 h, 30 °C (<i>C. albicans</i>) / 5 days, 30 °C (<i>A. niger</i>)
Microorganism suspension liq.	0.85 % sodium chloride	0.85 % sodium chloride, 0.05 % polysorbate 80

다. 소포로리피드는 인하대학교 김은기 교수팀에서 제공받아 사용하였으며 sophorance (Soliance, France), sodium lauryl ether sulfate (28 %, SLES, LG, Korea), alkyl polyglucoside (50 %, APG, LG, Korea), triclosan (Ciba Specialty Chem., Germany), sodium lauryl sulfate (SLS, Wako Pure Chem., France), linear alkyl sulfate (LAS, 15 %, LG, Korea)와 피부 착색을 위해 dihydroxy acetone (DHA, Sigma-Aldrich, USA)을 사용하였다.

피부 시험을 위해 Pin chamber (Hill Top, USA)를 사용하였고 그 외 통상의 화장품 기제를 제조하기 위한 재료인 글리세린, 프로필렌글리콜, 올레일알코올, 폴리옥시 에틸렌솔비탄모노라우린산에스테르, 폴리옥시에틸렌모노라우릴에테르, 에탄올, 스쿠알란, 스테아린산, 스테아릴알코올, 바셀린, 옥틸도데카놀, 친유형모노스테아린산 글리세린, 폴리옥시에틸렌세틸에테르는 통상의 화장품 용 등급 원료를 사용하였다. 그 외는 Sigma-Aldrich (USA)에서 구입한 특급 및 1급 시약들을 사용하였다. 증류수는 Milli Q (Millipore Co., USA)에서 18 M Ω -cm 로 통과시킨 것을 사용하였다.

2.1.3. 기기

유화 및 교반 장치로는 Robomics[®] (Tokushu Kika, Japan), 피부 보습효과의 측정은 피부수분함량 측정 장치 (Skin Surface Hygrometer, SKICON[®]200, IBS, Japan)를 사용 하였다. 각질 박리 정도를 평가하기 위한 색상의 평가는 색차계(CR300, Minolta, Japan)를 사용하였다.

2.2. 실험 방법

2.2.1. 항균력 평가

항균력은 브로스(broth) 희석 방법을 사용한 최소억제 농도(MIC)로 평가하였다. Table 1의 배양 조건에 따라 액체 배지에서 배양시킨 각각의 균주를 10⁸ cell/mL 농도가 되도록 접종하고 일정 농도의 소포로리피드를 가하여 32 °C의 혐기성 배양기에서 48 h 동안 배양한 후 균수

를 측정하여 최소 억제 농도를 구하였다.

2.2.2. 수분 보유능 측정시험

소포로리피드의 수분 보유능을 알아보기 위하여, 손등 부위가 건조한 성인 남·여 20명을 대상으로 1일 2회씩 총 3개월 동안 다음과 같은 실험을 수행하였다. 먼저 피 시험자 손등의 4 cm × 4 cm 면적 부분에 각각 사용 전후의(1개월) 피부의 수분함량을 SKICON[®] 200을 이용하여 측정하였고 여기서 사용된 수치의 단위는 μ s 이었다.

2.2.3. 각질 박리 평가

색차계를 이용하여 시료 도포 전 측정하고자 하는 부위의 L값(명도)을 측정하고 챔버에 디하이드로실 아세톤 10 wt%를 도포한 후 10 h 동안 침포 후 제거하고 L 값을 측정하였다. 측정 시료를 하루에 2회씩 동일 부위에 20 mL 씩 도포 후 3일 간격으로 L값을 측정 비교하였다.

2.2.4. 화장수 및 O/W 에멀전의 제조

화장수와 O/W 에멀전은 각각 Tables 2와 3의 조성에 의해 제조하였다. 제조방법으로 화장수는 에탄올상과 수상을 각각 50 °C 가열 용해시킨 다음 에탄올 상을 수상에 첨가하며 교반하였고 에멀전의 경우는 유상과 수상을 각각 75 °C로 가열 용해시킨 다음, 수상에 유상을 첨가하면서 교반기를 이용하여 5,000 rpm으로 10 min 동안 혼합하여 실온으로 냉각하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 소포로리피드의 항균력

소포로리피드의 항균력은 치아우식 원인균, 액취균, 여드름균, 화농균, 고초균, 대장균, 녹농균, 살모넬라균, 폐렴간균과 진균인 칸디다균 흑곰팡이에 대하여 농도별로 시험하여 MIC를 구하였다(Table 4). 그람 음성균과 진균에는 비교적 높은 값의 MIC를 보였으나 그람 양성균에 대해서는 0.05 % 미만의 MIC 값을 보여 우수한 항균력을 보였다. 특히 소포로리피드는 다른 계면활성제에

Table 2. Formulations of Skin Lotions with and without Sophorolipids

Materials		A	B	C
Ethanol phase	Glycerin	5.0	5.0	5.0
	Propylene glycol	4.0	4.0	4.0
	Oleyl alcohol	0.1	0.1	0.1
	Polyoxyethylene sorbitan monolaurate	0.5	0.5	0.5
	Polypxyethylene monolaurate	0.5	0.5	0.5
	Sophorolipid	0.2	0.5	-
	Ethanol	10.0	10.0	10.0
	Fragrance	0.2	0.2	0.2
Water phase	Water	79.5	79.2	79.7

Table 3. Formulations of Oil-in-water Emulsions with and without Sophorolipids

Materials		D	E	F
Oil phase	Stearic acid	2.0	2.0	2.0
	Stearyl alcohol	7.0	7.0	7.0
	Vaselin	2.0	2.0	2.0
	Squalane	5.0	5.0	5.0
	Octyl dodecanol	6.0	6.0	6.0
	Polyoxyethylene cetyl ether	-	1.0	3.0
	Glycerin monostearate	2.0	2.0	2.0
	Sophorolipid	2.0	0.2	-
	Fragrance	0.2	0.2	0.2
Water phase	Glycerin	2.0	2.0	2.0
	Propylene glycol	5.0	5.0	5.0
	Water	66.8	67.6	65.8

Table 4. Antimicrobial Activities of Sophorolipids

Bacteria	Concentration (%)							MIC (%)	
	1.0	0.5	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001		
Gram positive bacteria	<i>S. mutans</i>	-	-	-	-	-	-	+	0.005
	<i>C. xerosis</i>	-	-	-	-	+	+	+	0.05
	<i>P. acnes</i>	-	-	-	-	-	-	+	0.005
	<i>S. aureus</i>	-	-	±	+	+	+	+	0.1 ~ 0.5
	<i>B. subtilis</i>	-	-	-	±	+	+	+	0.05 ~ 0.1
Gram negative bacteria	<i>E. coli</i>	±	+	+	+	+	+	+	> 1.0
	<i>P. aeruginosa</i>	-	+	+	+	+	+	+	> 0.5
	<i>S. typhi</i>	±	+	+	+	+	+	+	> 1.0
	<i>K. pneumoniae</i>	±	+	+	+	+	+	+	> 1.0
Fungi	<i>A. niger</i>	-	+	+	+	+	+	+	> 0.5
	<i>C. albicans</i>	-	+	+	+	+	+	+	> 0.5

Table 5. Antimicrobial Activities of Sophorolipid and Surfactants on *P. acnes*

Substance	Concentration (%)										MIC (%)
	0.25	0.125	0.063	0.032	0.016	8×10^{-3}	4×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^{-3}	5×10^{-4}	
Sophorolipid	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	0.004
Sopholiance	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	0.008
SLES (28 %)	-	-	-	-	-	±	+	+	+	+	0.008
APG (50 %)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0.032
Triclosan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0.001

Table 6. Antimicrobial Activities of Sophorolipids and Surfactants on *C. xerosis*

Substance	Concentration (%)										MIC (%)
	0.25	0.125	0.063	0.032	0.016	8×10^{-3}	4×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^{-3}	5×10^{-4}	
Sophorolipid	-	-	-	-	-	-	±	±	+	+	0.002
Sopholiance	-	-	-	-	-	-	±	±	+	+	0.002
SLS	-	-	-	-	-	±	±	±	+	+	0.002
SLES (28 %)	-	-	-	-	+	+	±	+	+	+	0.004
APG (50 %)	-	-	-	±	±	+	+	+	+	+	0.0016
LAS (15 %)	-	-	-	-	-	-	±	+	+	+	0.004
Triclosan	-	-	-	-	-	-	-	-	±	+	0.001

Table 7. Antimicrobial Activities of Sophorolipids and Surfactants on *S. mutans*

Substance	Concentration (%)										MIC (%)
	0.25	0.125	0.063	0.032	0.016	8×10^{-3}	4×10^{-3}	2×10^{-3}	1×10^{-3}	5×10^{-4}	
Sophorolipid	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	0.008
Sopholiance	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	0.016
SLS	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	0.004
Triclosan	-	-	-	-	-	-	±	+	+	+	0.004

비하여 피부자극성이 우수한 것으로 보고되고 있다[13]. 따라서 2.0 % 이상의 높은 농도로 사용이 가능하며 이를 감안한다면 소포리피드는 많은 그람 음성 및 양성균에 대하여 항균력을 보일 수 있다.

3.2. 소포리피드와 일반 계면활성제의 여드름 균에 대한 항균력 비교

소포리피드의 여드름균에 대한 항균력 실험은 10 mL의 액체 배지에서 전 배양시킨 여드름균을 10^8 cell/mL 농도가 되도록 접종하고 일정 농도의 소포리피드를 가하여 혐기성 배양기에서 48 h 동안 배양한 후 여드름균 수를 측정하여 MIC를 구하였다. 그 결과, 소포리피드의 여드름균에 대한 MIC 범위는 0.004 %로 평가되었다(Table 5). 특히 유사 계면활성제인 Sophoriance

나 SLS, APG에 비하여 MIC 값이 낮아 우수한 항균력을 보였다. 일반적으로 사용되는 합성 살균제인 트리클로산은 MIC가 0.001 %이었다.

3.3. 소포리피드와 일반 계면활성제의 액취 균에 대한 항균력 비교

액취균으로는 *C. xerosis* ATCC 7711을 사용하였다. 소포리피드의 *C. xerosis*에 대한 항균력 실험은 10 mL의 액체 배지에서 전 배양시킨 뒤, *C. xerosis*를 10^6 cell/mL 농도가 되도록 접종하고 일정 농도의 소포리피드를 가하여 호기성 배양기에서 48 h 동안 배양한 후 *C. xerosis*의 수를 측정하여 최소 억제 농도를 구하였다. 그 결과, 소포리피드의 *C. xerosis*에 대한 최소 억제 농도 범위는 0.002 %로 평가되었다. 이는 LAS나 APG에

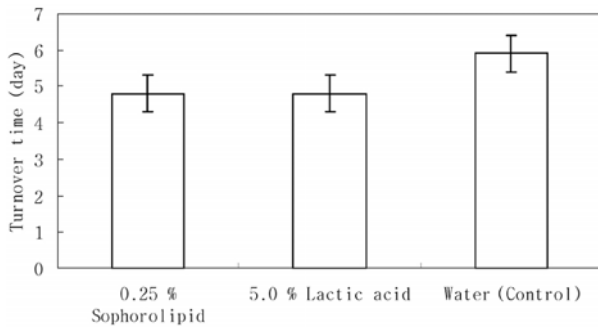


Figure 1. Turnover time of skin varying ingredients.

비해서는 우수한 항균력을 보였으며 트리클로산과 대비 2배의 농도에서 유사한 항균력을 보였다(Table 6). Table 7에 *S. mutans*에 대한 항균력을 비교한 실험에서도 유사한 농도에서 트리클로산 대비 유사한 효과를 나타내었고 MIC는 0.008 %를 보였다.

3.4. 소포리피드의 각질 박리작용

젖산을 포함한 alpha hydroxy acids (AHA)는 각질층의 수분량과 유연성을 증가시키고, 각질 박리를 촉진시켜 세포의 교체 주기를 촉진시키며, 각질층 세라마이드 함량과 진피의 하이루론산의 함량을 증가시키는 것으로 보고되고 있다[14]. 그러나 AHA는 피부자극을 유발하고 자외선에 대한 민감성을 증가시키며, 각질층 박리에 의한 부작용이 보고되면서 그 사용에 제한을 받고 있다. 따라서 효과는 증대시키면서 부작용을 최소화하기 위하여 싸이크로텍스트린에 AHA를 포집시키는 방법, AHA와 에스테르 결합에 의하여 유도체화 하는 방법, 고분자와 혼용하여 사용하는 방법 등이 보고되고 있다. Figure 1에 나타난 것과 같이 소포리피드 0.25 % 수용액은 젖산 5 % 수용액과 유사한 각질 박리 작용을 보였다. 이는 AHA의 피부 자극성을 감안한다면 인체 용품에 사용이 기대되는 원료로 생각되나 각질 박리의 기작은 향후 실험이 기대되는 부분이다.

3.5. 소포리피드의 보습 효과

보습 작용은 인체 피부의 기능을 유지하는데 매우 중요한 작용을 한다[15]. 특히 아토피피부염 환자의 특징적인 피부소견 중 하나는 건조한 피부이며, 이는 가려움증의 원인이 되므로 아토피피부염 환자에서는 피부의 건조를 최소화하고 이를 회복하기 위한 보습이 피부 관리의 가장 중요한 목표중의 하나이다. 적절한 보습제의 기능은 피부 건조에 의한 피부 장벽의 손상을 방지하고 외

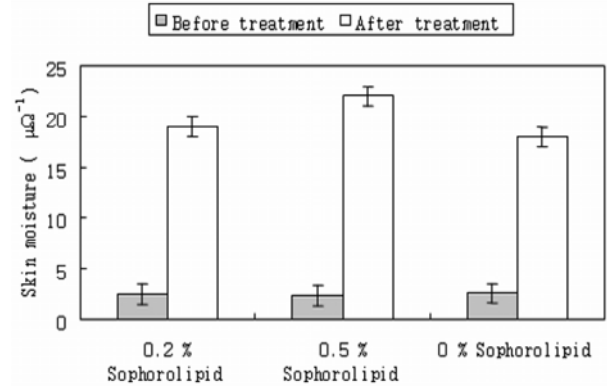


Figure 2. Skin moisture value for various concentration of sophorolipids before and after treatment of skin lotions.

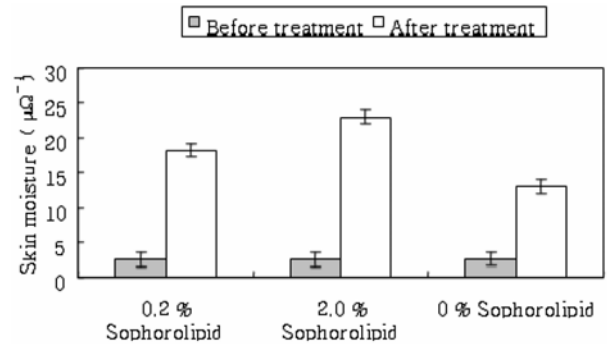


Figure 3. Skin moisture value for various concentration of sophorolipids before and after treatment of emulsions.

부 미생물과 오염물질, 먼지 등으로부터 피부를 보호하는 효과를 나타내는 것이다. 그러나 일반적인 계면활성제는 피부 보습에 긍정적인 효과를 주지 못하며 피부를 거칠게 하는 원인이 된다[16].

본 실험에서는 계면활성 능력이 있는 소포리피드를 함유한 화장수나 일반 에멀전의 보습효과를 비교하였다(Figures 2, 3). 소포리피드를 함유한 화장수와 특히 에멀전에서 함유하지 않은 제형에 비해 유의차 있는 보습 효과를 보였다. 특히 에멀전 부분에서 효과가 우수하였으며 함량에 따른 유의차도 보였다.

4. 결 론

소포리피드의 항균, 보습 및 각질 제거 기능을 시험한 결과 선구 보고된 계면활성 능력에 추가해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 소포리피드의 여드름균에 대한 최소 억제 농도

범위는 0.004 %로 평가되었다. 특히 유사 계면활성제인 Sopholiance나 SLS, APG에 비하여 MIC 값이 낮아 우수한 항균력을 보였다.

2) 소포로리피드의 액취균인 *C. xerosis*에 대한 최소 억제 농도 범위는 0.002 %로 평가되었다. 이는 LAS나 APG에 비해서는 우수한 항균력을 보였으며 트리클로산과 대비 2배의 농도에서 유사한 항균력을 보였다. 치아우식 원인균 대한 항균력을 비교한 실험에서도 유사한 농도에서 트리클로산 대비 유사한 효과를 나타내었고 MIC는 0.008 %를 보였다.

3) 소포로리피드 0.25 % 수용액은 젖산 5 % 수용액과 유사한 각질 박리 작용을 보였다. 이는 AHA의 피부 자극성을 감안한다면 인체 용품에 사용이 기대되는 원료로 생각되나 각질 박리의 기작은 향후 실험이 기대되는 부분이다.

4) 소포로리피드의 보습효과를 일반적인 화장품 제형에 첨가하여 측정된 결과, 소포로리피드를 함유한 화장수와 특히 에멀전에서 함유하지 않은 제형에 비해 유의차 있는 보습 효과를 보였다. 특히 에멀전 부분에서 효과가 우수하였으며 함량에 따른 유의차도 보였다.

이상의 결과로부터 소포로리피드는 화장품을 포함한 인체 용품의 소재로서 활용이 기대된다.

참 고 문 헌

1. B. P. Binks, W. G. Cho, P. D. I. Fletcher, and D. N. Petsev, Stability of oil-in-water emulsions in a low interfacial tension system, *Langmuir*, **16**, 1025 (2000).
2. W. K. Kim and E. K. Kim, Application of biosurfactant (sopholipid) produced from *Candida bombicola*, *Korean Biotechnol. Bioeng.*, **7**(2), 107 (1992).
3. K. J. Cho, Y. B. Kim, and E. K. Kim, Production and application of sopholipid, a microbial surfactant, *Korean Biotechnol. Bioeng.*, **14**(6), 747 (1999).
4. L. Zhang, P. Somasundaran, S. K. Singh, A. P. Felse, and R. Gross, Synthesis and interfacial properties of sopholipid derivatives, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.*, **240**, 75 (2004).
5. S. Maneerat, Production of biosurfactants using substrates from renewable-resources, *Songklanakarinn, J. Sci. Technol.*, **27**(3), 675 (2005).
6. K. Muthusamy, S. Gopalakrishnan, T. K. Ravi, and P. Sivachidambaram, Biosurfactants: properties, commercial production and application, *Current Science*, **94**(6), 736 (2008).
7. J. D. Desai and I. M. Banat, Microbial production of surfactants and their commercial potential, *Microbiology & Molecular Biology Reviews*, **61**(1), 47 (1997).
8. S. C. Lin, Biosurfactant: recent advances, *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, **66**, 109 (1996).
9. P. Dykes, Surfactants and the skin, *Int. J. Cosmetic Sci.*, **20**, 53 (1998).
10. S. H. Kang, K. J. Cho, C. S. Han, and E. K. Kim, Effects of microbial surfactants on bioremediation, *Theor. Appl. of Chem. Eng.*, **42**(2), 2945 (1998).
11. Y. Zhang and R. M. Miller, Effect of rhamnolipid (biosurfactant) structure on solubilization and biodegradation of *n*-alkanes, *Applied and Environmental Microbiology*, **61**(6), 2247 (1995).
12. W. C. Lin, S. T. Lin, and S. L. Shu, Comparison of analyses of surfactants in cosmetics using high-performance liquid chromatography and high-performance capillary electrophoresis, *J. Surfactants and Detergents*, **3**(1), 67 (2000).
13. T. J. Hall Manning, G. H. Holland, G. Rennie, P. Revell, J. Hines, M. D. Barratt, and D. A. Basketter, Skin irritation potential of mixed surfactant systems, *Food Chem. Toxicol.*, **36**(3), 233 (1998).
14. J. W. Kim, I. S. Chang, and H. H. Kang, Application of polymers in the field of functional cosmetics, *Polymer Science & Technology*, **13**(4), 423 (2002).
15. M. Attasa, T. Posthumusa, B. Schattkaa, M. Sowaa, H. Mantscha, and S. Zhang, Long-wavelength near-infrared spectroscopic imaging for *in vivo* skin hydration measurements, *Vibrational Spectroscopy*, **28**, 37 (2002).
16. K. P. Wilhelm, G. Freitag, and H. H. Wolff, Surfactant-induced skin irritation and skin repair. Evaluation of the acute human irritation model by noninvasive techniques, *J. Am. Acad. Dermatol.*, **30**(6), 944 (1994).