

Glyceryl Caprylate의 화장품에서의 항균력에 관한 연구

안기웅[†] · 최민희 · 우윤택 · 조병기

더페이스샵 기술연구소
(2007년 2월 26일 접수, 2007년 3월 12일 채택)

A Study on the Antimicrobial Effect of Glyceryl Caprylate in Cosmetics

Gi Woong Ahn[†], Min Hee Choi, Yun Taek Woo, and Byoung Kee Jo

Thefaceshop R&D Center, 565-2, Sipjeong-dong, Bupyeonong-gu, Incheon 403-847, Korea
(Received February 26, 2007; Accepted March 12, 2007)

요약: C₈ ~ C₁₂의 medium-chain free fatty acid 및 1-monoglyceride의 다양한 미생물에 대한 항균력은 잘 알려져 있다. Lipid의 항균력에 대해 발표된 연구는 주로 사람이나 가축에 감염을 일으키는 병원성 세균 및 바이러스에 대한 항균력에 초점을 맞춰 왔으며, 실제로 화장품에 문제가 되는 미생물에 대한 체계적인 항균력 조사는 전무한 실정이다. 우선, 본 연구에서는 C₁₂ (glyceryl laurate)에 비해 C₈ (glyceryl caprylate) 사슬 길이를 가지는 1-monoglyceride의 화장품 제형 내 방부력을 조사해 보았다. 그 결과, C₈ 및 C₁₂의 chain length를 가지는 1-monoglyceride 모두 세균에 대한 방부력은 매우 우수한 반면, 진균에 대한 방부력이 취약함을 확인하였다. 또한, C₁₂에 비해 C₈의 사슬 길이를 가지는 glyceryl caprylate는 항균력이 약간 우수하였다. 이 후 화장품 방부력 시험에 사용되는 5종의 미생물 각각에 대한 glyceryl caprylate의 항균력을 알아보기 위한 시험 결과, 그람 양성균인 *S. aureus*와 이스트인 *C. albicans*에 대한 항균력이 매우 우수하게 나타났으며, 그람 음성균인 *E. coli*, *P. aeruginosa* 순으로 우수한 항균력을 나타내었다. 하지만, 곰팡이인 *A. niger*에 대해서는 다른 균에 비해 매우 취약한 항균력을 나타내었다. 따라서, 본 연구에서는 glyceryl caprylate의 화장품 방부제로서의 적용을 위해 *A. niger*와 같은 곰팡이에 대한 항균력을 높이고자 하였으며, 그 결과 glyceryl caprylate의 *A. niger*에 대한 항균력이 산성 조건에서 현저히 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 7종의 다른 antimicrobial agent와의 병용을 통한 최적의 조합을 찾고자 실험한 결과, methylparaben과 조합했을 때 진균에 대한 항균력이 가장 좋아지는 것을 확인하였다.

Abstract: The antimicrobial properties of medium-chain (C₈ - C₁₂) free fatty acids and their 1-monoglyceride derivatives against a wide range of microorganisms are well known. However, previous studies have been mainly focused on the antimicrobial activity against pathogenic bacteria and viruses causing diseases in human or domestic animals' infection. But, there have been few reports describing comprehensive surveys of antimicrobial effects against microorganisms in cosmetics. For a start of this study, we evaluated and compared the preservative activities of C₈ (glyceryl caprylate) and C₁₂ (glyceryl laurate) 1-monoglyceride in cosmetic formulations. From the result, we found that both of them have very excellent preservative activity against bacteria, but less against fungi. And C₈ 1-monoglyceride was a little bit more effective than C₁₂ 1-monoglyceride. According to the test results to evaluate each antimicrobial activity of glyceryl caprylate towards 5 kinds of microorganisms used in preservation efficacy test in cosmetics, gram-positive bacteria *S. aureus* and yeast *C. albicans* were sensitive and mold *A. niger* was most tolerant to glyceryl caprylate. Therefore, we tried to improve the antimicrobial activity of glyceryl caprylate against mold such as *A. niger* so that we could make it used as a preservative for cosmetic products. As a result, we confirmed that the antimicrobial activity of glyceryl caprylate is much improved under acidic conditions in formulation. In addition, we found optimal combinations of glyceryl caprylate with other antimicrobial agents. Among tested 7 antimicrobial agent, methylparaben showed the highest preservative activity in combination with glyceryl caprylate.

Keywords: glyceryl caprylate, antimicrobial, preservative, cosmetics, bacteria

[†] 주 저자 (e-mail: ahngw@thefaceshop.com)

1. 서 론

일반적으로 화장품은 미생물이 이용 가능한 영양성분들이 풍부하기 때문에 장기간 보관 또는 사용 중에 미생물이 오염되기 쉽다. 미생물 오염은 제품의 변색, 변취 등과 같은 변성을 일으킬 수 있으며, 제품의 효능을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 사용자에게 미생물 감염을 유발시킬 수 있다[1]. 이러한 미생물오염을 방지하고 미생물의 성장을 억제하기 위하여 첨가되는 방부제는 화장품 사용에 따른 부작용을 일으킬 수 있는 주요 자극원의 하나로 알려져 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 천연물의 항균 효과를 이용한 천연 방부제나 자체 방부(self-preserving)를 가능하게 하는 원료에 대한 관심이 높아지고 있다.

그 중의 하나로 최근 수 십 년간 lipid의 항균 작용이 보고되고 있고, 많은 medium-chain free fatty acid 및 1-monoglyceride가 바이러스와 병원균을 비롯한 다양한 미생물에 대한 넓은 항균 스펙트럼을 가지고 있음이 보고되었다[2,3]. 이러한 lipids는 우유와 같은 천연물에 존재하고 있고 적어도 낮은 농도에서는 독성이 없기 때문에 인체에 안전하다. 이러한 lipids가 미생물을 죽이는 메커니즘은 잘 알려져 있지 않으나 세포막을 파괴하여 세포막의 투과성을 변형시키고 proton motive force를 파괴하여[4,5] respiratory activity의 손실을 가져오거나 기질의 uptake를 저해시키고 ATP의 양을 감소시킴으로써 항균 작용을 나타낸다고 보고되고 있다[6]. 그러나 이들 연구 보고는 주로 사람이나 가축에 감염을 일으키는 병원성 미생물에 초점을 맞춰 왔으므로, 화장품에 문제가 되는 미생물에 대한 항균력 조사는 체계적으로 이루어져 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 항바이러스, 항균 작용이 있는 것으로 보고된 C₈ 및 C₁₂의 사슬 길이를 가지는 1-monoglyceride를 이용하여 화장품 방부력에 주로 이용되는 세균과 진균에 대한 항균력을 알아보는 한편, *A. niger*와 같은 mold의 항균력을 높이고자 pH 조건 및 다른 antimicrobial agent와의 병용을 통한 최적의 조합을 찾고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 사용균주 및 배지

Escherichia coli KCTC 2571, *Pseudomonas aeruginosa* KCTC 2513, *Staphylococcus aureus* KCTC 3881, *Candida albicans* KCTC 7965, *Aspergillus niger* KCTC 6317를 한국생명공학 연구원의 유전자 은행(Korean collection for type cultures, <http://kctc.kribb.re.kr>)에서 분

Table 1. Formula Composition Used in This Experiment

Raw Materials	Dosage (wt%)
Glycerin	3.00
Disodium EDTA	0.02
Polyglyceryl-3-methylglucose distearate	1.50
Cetearyl alcohol	0.50
Caprylic/Capric triglyceride	7.00
Polyacrylamide & C ₁₃₋₁₄ isoparaffin & laureth-7	0.60
Water	To 100

양 받아 사용하였다.

2.2. 배양 배지 및 시료

세균의 배지는 정제 배양을 위해서 nutrient agar (NA) 배지(NA배지, Difco, USA)를 사용하였고, 진탕 배양을 위해서 tryptic soy brot 배지(TSB배지, Difco, USA)를 사용하였다. 진균은 potato dextrose agar 배지(PDA배지, Difco, USA)를 사용하였다. 희석액은 변형 카제인 대두소 화액체배지(TSB 24 g, polysorbate-80 7 g, lecithin 1 g/L)를 사용하였다. Glyceryl caprylate (Sasol, Germany)와 glyceryl laurate (Sasol, Germany)는 cosmetic grade를 구입하여 사용하였다.

2.3. 방부력 실험

Glyceryl caprylate와 glyceryl laurate의 제형 내 방부력을 알아보기 위해 에멀전 베이스를 제조하였다(Table 1). Glyceryl caprylate와 glyceryl laurate를 농도별로 에멀전베이스에 첨가하고 sample 10 g에 세균 3종(*E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*)과 진균 2종(*C. albicans*, *A. niger*) 혼합현탁액을 각각 100 µL씩 접종한다. 25°C에서 보관 후 7일 후(Dn)에 무균 조작 하에서 1 g의 sample을 채취하여 희석액으로 적절히 희석하고 세균은 NA 배지, 진균은 PDA 배지에 깔아 각각 35, 25°C에서 24 ~ 72 h 배양 후 계수하였다.

Glyceryl caprylate에 대한 pH의 영향을 살펴보기 위해서 에멀전 제형에 10% citric acid를 0.4%로 첨가하여 pH 4.8 ~ 5.2로 만들고 실험 방법은 위와 동일하게 수행하였다.

2.4. 항균력 실험

세균 3종 및 진균 2종에 대한 glyceryl caprylate의 antimicrobial effect를 평가하였다. 세균은 NA 배지에 평판도말 후 35°C incubator에서 24 h 배양 후 single colony를 취하여 TSB 3 mL에 접종 후 35°C incubator

Table 2. D₇¹⁾ Results of Preservative Efficacy Testing

1-monoglyceride Concentration (%)	Inhibition rate (%)	Inhibition rate (%)	
		Bacteria	Fungi
C ₁₂	0.25	100.00	93.10
	0.50	100.00	94.14
	1.00	100.00	94.94
C ₈	0.25	100.00	96.28
	0.50	100.00	98.61
	1.00	100.00	99.43

¹⁾ D₇: 7 days after inoculation

에서 16 h 동안 150 rpm으로 진탕배양하여 seed를 준비하였다. PBS에 glyceryl caprylate의 농도가 각각 0.25, 0.5%가 되도록 첨가하고 각각의 세균 seed를 10⁵ ~ 10⁶ cells/mL이 되도록 접종한 후, 35°C incubator에서 150 rpm으로 배양하였다. 2, 10, 20 min 마다 sampling 후 PBS를 이용하여 희석하고 NA 배지에 도포하여 주었다. 35°C incubator에서 24 ~ 48 h 배양 후 계수하였다. *C. albicans*는 PDA 배지에 평판도말 후 25°C incubator에서 48 ~ 72 h 배양한 후 위와 같은 방법으로 seed를 준비하였다. *A. niger*는 plate에 PBS 10 mL를 넣은 뒤 유리 로더로 긁어 cell harvest하여 seed를 준비하였다. *C. albicans*는 PBS에 glyceryl caprylate의 농도가 각각 0.25, 0.5, 1%, *A. niger*는 1, 2%가 되도록 첨가하고 seed를 10⁵ ~ 10⁶ cells/mL이 되도록 접종한 후, 25°C shaking incubator에서 150 rpm으로 배양하였다. *C. albicans*는 10, 20, 60 min 마다, *A. niger*는 18, 24, 48, 72 h 마다 sampling 후 PBS를 이용하여 희석하고 PDA 배지에 갈아주었다. 25°C incubator에서 48 ~ 72 h 배양 후 계수하였다.

Glyceryl caprylate에 대한 pH의 영향을 살펴보기 위해서 10% citric acid를 사용하였고 실험 방법은 위와 동일하게 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. Glyceryl Caprylate와 Glyceryl Laurate의 방부력 실험

에멀전 제형에 세균 3종에 대한 혼합현탁액과 진균 2종에 대한 혼합현탁액을 각각 접종한 다음 7일 후 세균과 진균의 감소율을 살펴 본 결과 세균은 모든 농도에서 감소율 100%로 매우 우수한 방부력을 나타내었다. 진균의 경우 93.10 ~ 99.43%의 감소율을 나타내어 세균에 비해 상대적으로 취약한 방부력을 보였다. 그럼에도 불구하고

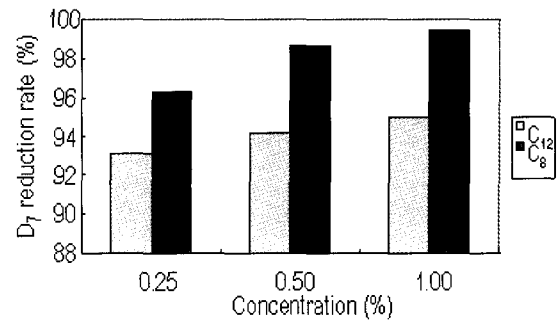


Figure 1. Comparison of preservative efficacy against fungi by C₈ (glyceryl caprylate) and C₁₂ (glyceryl laurate). The line indicates the minimal criteria for fungi adopted in our company. D₇: 7 days after inoculation.

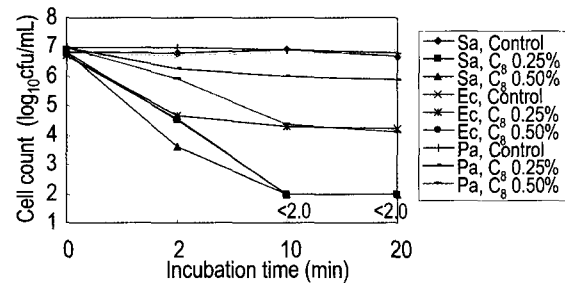


Figure 2. Killing activities of 0.25 and 0.50% concentrations of C₈ (glyceryl caprylate) against various bacteria (*S. aureus* (Sa), *E. coli* (Ec), *P. aeruginosa* (Pa)) incubated 35°C for 20 min. < 2.0 indicates that no colony-forming bacterial cells were detectable in 100 μL of the 10⁻¹ dilution. Bacterial cells mixed with PBS without C₈ (glyceryl caprylate) were used as a control.

하고 glyceryl caprylate를 0.25% 함유한 경우가 glyceryl laurate 1%를 함유한 경우보다 더 높은 진균 감소율을 나타내어 glyceryl caprylate가 glyceryl laurate 보다 항균력이 더 우수함을 확인하였다(Table 2, Figure 1).

3.2. Glyceryl Caprylate에 대한 세균 및 진균의 항균력 시험

화장품 방부력 시험에 사용되는 세균 3종과 진균 2종 각각에 대한 glyceryl caprylate의 항균력을 알아보기 위해 시험을 수행하였다. 우선 그람 양성인 *S. aureus*에 대해 시험한 결과 glyceryl caprylate 0.25% 농도에서 처리 2 min만에 세균 수가 급격히 감소하였고 10 min에는 < 100 cfu/mL로 세균 3종 중 glyceryl caprylate에 대해 가장 sensitive한 결과를 나타내었다. 그람 음성인 *E. coli*는 glyceryl caprylate 0.25, 0.5% 농도에서 처리 2 min 만에 급격한 감소를 나타내었으나 10 min에는 0.5% 농도

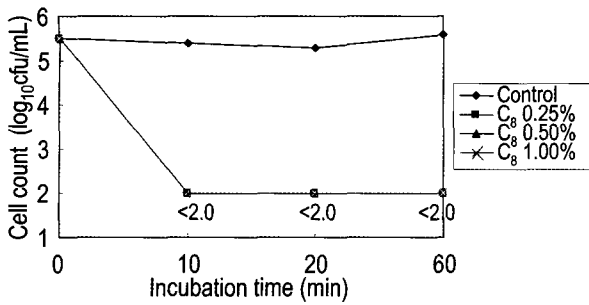


Figure 3. Killing activities of 0.25, 0.50 and 1.00% concentrations of C₈ (glyceryl caprylate) against *C. albicans* incubated 25°C for 60 min. <2.0 indicates that no colony-forming yeast cells were detectable in 100 μL of the 10⁻¹ dilution. Yeast cells mixed with PBS without C₈ (glyceryl caprylate) were used as a control.

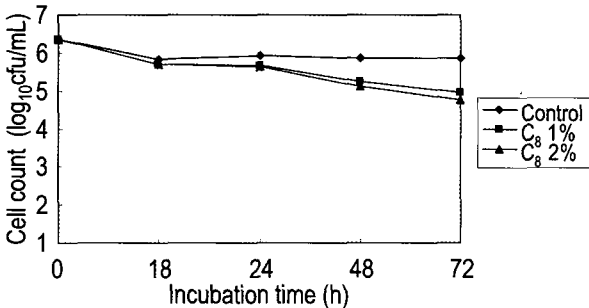


Figure 4. Killing activities of 1 and 2% concentrations of C₈ (glyceryl caprylate) against *A. niger* incubated 25°C for 72 h. Fungal cells mixed with PBS without C₈ (glyceryl caprylate) were used as a control.

에서만 < 100 cfu/mL로 감소하였다. *P. aeruginosa*는 세균 3종 중 glyceryl caprylate에 대한 가장 낮은 항균력을 나타내었다(Figure 2).

*C. albicans*는 glyceryl caprylate 0.25% 농도에서 처리 10 min 만에 < 100 cfu/mL로 수가 급격히 감소하여 glyceryl caprylate에 대해 매우 우수한 결과를 나타내었다(Figure 3). 반면 *A. niger*는 glyceryl caprylate에 대해 매우 취약한 항균력을 보였는데 처음 1 h 동안 균수의 뚜렷한 감소를 보이나 농도에 따른 차이를 나타내지 않았다(data not shown). 그러나 18 h 이후부터 농도에 따른 차이를 보였고 72 h에는 glyceryl caprylate 1%에서 control 대비 86.85%의 감소율을 나타내었다(Figure 4). 이러한 사실로 보아 glyceryl caprylate의 *A. niger*에 대한 즉각적인 antifungal activity는 취약하나 시간이 지남에 따라 상승하는 것을 알 수 있었다.

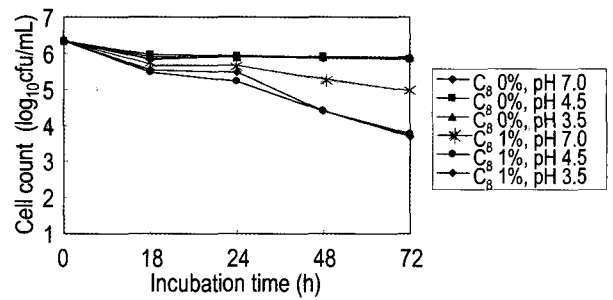


Figure 5. Effect of pH on *in vitro* antifungal activity of C₈ (glyceryl caprylate) against *A. niger*.

Table 3. Results of the Preservative Efficacy Testing

1-Monoglyceride	pH	Inhibition rate (%)	
		Bacteria	Fungi
C ₈ 0.0%	7.20	NI ¹⁾	NI
	5.16	NI	NI
C ₈ 0.3%	7.42	100.00	96.69
	4.88	100.00	99.17

¹⁾ NI: No inhibition

3.3. Glyceryl Caprylate의 Antifungal Activity에 대한 pH의 영향

Salmonella spp.을 비롯한 몇몇 그람 음성균에서 lipid에 의한 antibacterial activity가 pH에 영향을 받는다는 논문들이 보고되어 있다[7,8]. 따라서 *A. niger*에 대한 glyceryl caprylate의 antifungal activity도 pH에 영향을 받는지 알아보기 위해 산성 pH 조건 하에서 실험을 수행하였다. Glyceryl caprylate가 없는 control의 경우 pH를 3.5까지 낮춰도 *A. niger*에 대한 감소율은 증가하지 않았다. 그러나 1% glyceryl caprylate가 존재하는 경우 중성 pH 7.0보다 산성 pH 4.5와 3.5에서 *A. niger*의 감소율이 현저히 증가하는 것으로 나타났고 pH 4.5와 3.5 사이에는 감소율의 차이가 거의 없었다(Figure 5). 따라서 산성 pH에서 glyceryl caprylate의 antifungal activity가 크게 증가하는 것으로 나타났다.

또한 배지를 이용한 항균력 실험과 같이 제형 내에서도 같은 항균력 결과를 보이는지 알아보기 위해 에멀전 배이스를 제조하였고 세균과 진균에 대한 방부력 실험을 실시하였다. 그 결과 glyceryl caprylate가 첨가되지 않은 제형의 경우 중성 pH (pH 7.20)와 산성 pH (pH 5.16) 모두 접종 후 7일 째 세균, 진균에 대해 매우 취약한 방부력을 나타내었다. 반면, glyceryl caprylate 0.3%를 제형에 첨가한 경우 세균은 중성 pH (pH 7.42)와 산성 pH (pH 4.88)에서 모두 매우 우수한 방부력을 나타내었고, 진균의 경우 중성 pH (pH 7.42)에서 96.69%, 산성 pH (pH

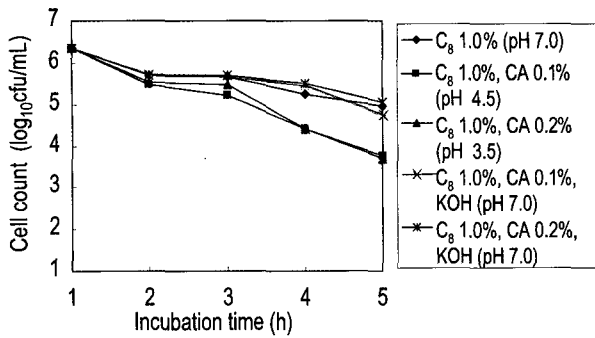


Figure 6. The comparison data showing antifungal activity of organic acid (citric acid) before and after pH adjustment with KOH.

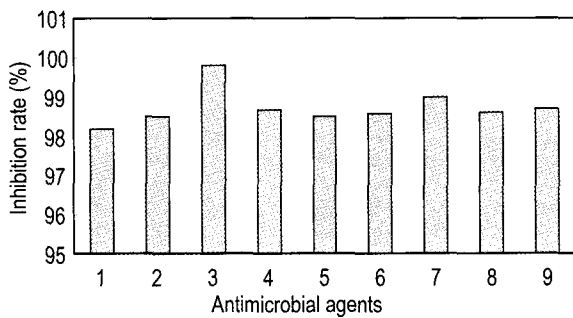


Figure 7. D7 Results of preservative efficacy testing for combination of C₈ (glyceryl caprylate) with antimicrobial agents. 1: glyceryl caprylate 0.5%, 2: glyceryl caprylate 0.7%, 3: glyceryl caprylate 0.5%, methylparaben 0.05%, 4: glyceryl caprylate 0.5%, phenoxyethanol 0.2%, 5: glyceryl caprylate 0.5%, ethyl alcohol 2.0%, 6: glyceryl caprylate 0.5%, imidazolidinyl urea 0.2%, 7: glyceryl caprylate 0.5%, octiol 0.2%, 8: glyceryl caprylate 0.5%, glyceryl laurate 0.2%, 9: glyceryl caprylate 0.5%, nanosilver 0.25 ppm.

4.88)에서 99.17%로 산성 pH에서 방부력이 증가하는 것으로 나타났다(Table 3).

3.4. Glyceryl Caprylate에 대한 Organic Acid의 영향

Glyceryl caprylate의 antifungal activity에 영향을 주는 요인이 산성 pH인지 아니면 organic acid에 의한 영향인지 알아보기 위해 실험을 실시하였다. Glyceryl caprylate 1%가 첨가된 PBS에 10% citric acid를 0.1, 0.2% 첨가한 후, 10% KOH를 이용하여 중성 pH (pH 7.0)로 보정한 뒤 *A. niger*의 항균력의 변화를 살펴보았다. 그 결과 중성 pH 7.0로 보정한 경우가 그렇지 않은 경우 보다 항균력이 감소하여 citric acid를 첨가하지 않은 control과 유사한 결과를 보였다(Figure 6). 따라서 citric acid 자체가 항균력에 영향을 주기 보다는 pH가 감소함으로써 glyceryl

caprylate의 activity에 영향을 주는 것으로 보인다.

3.5. Glyceryl Caprylate와 여러 Antimicrobial Agent와의 조합에 의한 항균효과

세균의 경우 glyceryl caprylate에 의한 저해효과가 크지만 진균의 경우 glyceryl caprylate만 가지고 화장품에 방부제로 사용하기에 무리가 있으므로 제형의 방부력을 증가시키기 위해 다른 항균제와의 조합을 통한 최적의 방부 조건을 찾기 위해 실험을 진행하였다. 예멸전 제형에 각 조합의 항균제를 첨가한 후 7일 째 진균에 대한 감소율을 살펴보았다. Glyceryl caprylate 단독 사용보다 다른 항균제와 조합했을 때 진균에 대한 antifungal activity가 증가하는 것을 볼 수 있었고, 특히 methylparaben과 조합했을 때 진균에 대한 감소율이 가장 높았다(Figure 7).

4. 결 론

본 연구에서는 항바이러스 및 항균 작용이 있는 것으로 보고된 C₈ (glyceryl caprylate) 및 C₁₂ (glyceryl laurate)의 사슬 길이를 가지는 1-monoglyceride를 이용하여 화장품 방부력 실험에 주로 이용되는 세균과 진균에 대한 항균력을 알아보려 하였다. 특히 *A. niger*와 같은 곰팡이의 항균력을 높이고자 pH 조건 및 다른 항균제와의 병용을 통한 최적의 조합을 찾고자 하였다.

Glyceryl caprylate와 glyceryl laurate의 방부력 실험을 통해 세균과 진균에 항균력이 있음을 확인하였고 특히, 진균보다는 세균에 그리고 glyceryl laurate보다는 glyceryl caprylate가 항균력이 더 우수하다는 것을 확인하였다.

화장품방부력 시험에 사용되는 세균 3종과 진균 2종 각각에 대한 glyceryl caprylate의 항균력을 알아본 결과 *S. aureus*, *C. albicans*에 대한 항균력이 매우 좋은 것으로 나타났고, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *A. niger* 순으로 확인되었다. 특히, 세균에 강한 것으로 나타났다. 3종류의 세균 중 그람 음성균이 그람 양성균보다 glyceryl caprylate에 덜 민감한 것으로 나타났다. 이는 세포벽 구조의 차이로 그람 음성균의 경우 세포벽 바깥에 lipid membrane을 가지고 있어서 glyceryl caprylate에 의한 영향을 덜 받는 것으로 알려져 있다[2,9]. Glyceryl caprylate의 *A. niger*에 대한 즉각적인 antifungal activity는 매우 취약하나 시간이 지남에 따라 상승하는 것을 알 수 있었다.

또한 산성 pH에서 glyceryl caprylate의 antifungal activity가 증가함을 확인하였고, glyceryl caprylate 단독 사용 보다 항균제와 조합했을 때 진균에 대한 antifungal activity가 증가하였으며, 특히 methylparaben (0.05%)과 조합했을 때 진균에 대한 감소율이 가장 높음을 확인하

였다. 따라서 glyceryl caprylate와 항균제와의 조합을 통해 화장품에서 적은 양의 방부제만으로 세균과 진균에 대해 광범위하게 항균 작용을 나타내어 피부 부작용을 감소시키고 제품의 안전성을 증가시킬 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 glyceryl caprylate의 곰팡이에 대한 항균력을 높이는 항균제와 조합을 통해 원료 자체의 방부력을 향상시키고 화장품에서 천연 방부제로서의 사용 가능성을 시사하였다.

참 고 문 헌

1. S. R. Marouchoc, Cosmetic preservation, *Cosmet. Technol.*, **2**, 38 (1980).
2. J. J. Kabara, The pharmacological effect of lipids, ed. J. J. Kabara, **1**, The American oil chemists society, St. Louis Mo., 1 (1978).
3. C. E. Isaacs, R. E. Litov, and H. Thormar, Antimicrobial activity of lipids added to human milk, infant formula and bovine milk, *Nutr. Biochem.*, **6**, 362 (1995).
4. B. C. Levin and E. Freese, Comparison of the effects of two lipophilic acids, hexachlorophene and decanoate, on *Bacillus subtilis*, *Antimicrob. Agents Chemother.*, **12**, 357 (1977).
5. J. S. Lai, S. Okuda, and H. Takahashi, Lipid A, various fatty acids, and their derivatives as proton conductors in membrane vesicles from *Escherichia coli*. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **23**, 137 (1977).
6. H. Galbraith and T. B. Miller, Effect of long chain fatty acids on bacterial respiration and amino acid uptake, *J. Appl. Bacteriol.*, **36**, 659 (1973).
7. G. Bergsson, O. Steingrimsson, and H. Thormar, Bactericidal effects of fatty acids and monoglycerides on *Helicobacter pylori*, *Int. J. Antimicrob. Agents.*, **20**, 258 (2002).
8. I. Shibasaki and N. Kato, The pharmacological effect of lipids, ed. J. J. Kabara, **15**, The American oil chemists society, St. Louis Mo., 15 (1978).
9. J. D. Monk, L. R. Beuchat, and A. K. Hathcox, Inhibitory effects of sucrose monolaurate, alone and in combination with organic acids, on *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*, *J. Appl. Bacteriol.*, **81**, 7 (1996).