

방부살균제에 의한 유화형화장품에서의
Staplylococcus aureus의 성장억제
The Growth Inhibition of Staplylococcus aureus in Emulsion
Type Cosmetics with Antiseptics

류 미 숙* 김 장 규* 원 성 호* 김 남 기**
Mi Sook Ryu Jang Kyu Kim Sung Ho Won Nam Ki Kim

ABSTRACT

Emulsion-type cosmetics contain many kinds of carbon and energy source i.e., vegetable oil, mineral oil and carbohydrate etc., those can be used as nutrients and caused contamination by microbials. Thereby we have to keep cosmetics from the possibility of contamination by microbials. From this viewpoint, the purpose of this study is to get the data necessary not only to prevent dermatopathia occurred by microbials but also to sustain the quality. In this experiment, we observed how many Staphylococcus aureus were grown in the prepared cosmetics with or without antiseptics so as to prevent contamination. When the contamination proceed, the stability of phase was disturbed and creaming phenomina was happened with some discoloration and bad smell. About 40 days after, the pH was changed from 7.6 to 6.5 and the refractive index of cosmetic raw materials were changed from 1.4415 to 1.4490(water : oil=70:30). By adding antiseptics into prepared cosmetics, the number of Staphylococcus aureus with challenge test method were decreased to 7×10^3 cell/ml. For the antibacterial effect against Staphylococcus aureus, p-hydroxy benzoic acid propyl ester in phosphoric acid buffer solution was the best.

* 성균관대학교 화학공학과

** 정회원 : 성균관대학교 화학공학과

I. 序 論

화장품이 미생물에 의하여 오염이 되면 화장품의 표면이나 내용물속에서 미생물의 이화작용과 동화작용으로 침전물, 혼탁상태, 박막(pellicle)등을 만든다¹⁾. 표면에 colony를 형성하는 곰팡이의 경우는 대사산물에 의해 pH가 변하고 미생물이 분비하는 색소에 의하여 변색이 일어나기도 한다^(2~3). 또한 고분자물질이나 당분의 소모, 입자의 응고에 의하여 점도가 변하거나 층이 분리되기도 하며 액상에서는 기울어 보면 점막이 있는 것처럼⁴⁾ 느낄 수도 있다.

크림 및 유액등의 유화형 화장품의 성분은 동물유 및 광물유를 비롯하여 지방, 탄수화물 등의 각종 미생물의 영양원을 함유하고 있으며 비이온활성제도 비교적 다량히 함유되어 있으므로 미생물에 의해 쉽게 오염되며 자체방부가 곤란한 제품이다⁵⁾. 이들 제품을 무균적으로 제조한다고 해도 장기간 사용하면 박테리아, 곰팡이 또는 효모등에 의해 오염되며 화장품 원료중의 일부를 탄소원으로 이용하여 증식을 하기 때문에 제품의 조성이 변화될 수 있으며 원래의 목적과는 상반되는 賡化현상이 일어날 수 있으므로^{6~8)} 제품의 성분, 조성, 상태 등을 품질, 성능 및 안정성으로 평가하는 위생적 측면의 품질관리가 요구되고 있다.

이러한 유화형 화장품들에 대하여 방부살균제가 사용되고 있는데 그 사용목적은 첫째로 원료로부터 제품을 제조하여 용기에 충전하는 과정이나, 소비자가 사용함에 따라 오염되는 미생물을 살균하고 증식을 저지하여 미생물 오염으로 인한 화장품의 변질을 방지하기 위해 사용한다. 둘째 목적으로 피부위에 존재하는 유해성 균들인 호기성미생물 등을 살균하여 피부를 청결하게 유지시키고 피부문제(trouble)를 방지하기 위하여 사용한다⁹⁾.

화장품의 미생물오염 방지법¹⁰⁾에는 물리적인 살균 방법으로 자외선을 쬐이거나, 염 또는 당분의 농도를 높여 삼투압을 증가시키는 방법과, 화학적방법으로 방부제를 사용하는 방법이 있으나 물리적인 방법이 흔히 사용되고 있다. 그러나 유화형 화장품에는 화학

적방법인 방부살균제를 많이 사용하고 있다. 방부살균제는 불특정 다종의 미생물에 효력을 발생하여야 한다. FDA(Food and Drug Administration)에 의하면 화장품에 배합이 허가된 방부제는 약 159종류¹¹⁾를 넘지만 일반적으로 방부살균제는 미생물이나 생물포자에 기습하여 생존을 억제하는 물질이고 사람세포에 대해서도 본질적으로는 무해하나 다량으로 사용하면 피부를 자극하여 피부문제를 발생하므로 적당한 양의 배합이 요구되고 있다. 이들중 화장품의 특수배합한도 고시^{12~13)}에서 그 사용이 허용되고 있으며 세균들의 증식을 억제하기 위한 방부살균제로서 미생물에 작용하여 세포를 불활성화 시킬 수 있다고 추측되는 4종류의 antiseptic 물질들을 사용하였다. 제품의 방부력 측정은 선택균주를 제품내에 접종하고 일정한 기간동안 항은 배양하면서 제품의 방부력을 조사하는 challenge test 법¹⁴⁾을 이용하였다.

본 실험에서는 *Staphylococcus aureus*의 오염이 유화형 화장품의 품질에 미치는 영향을 연구하고 온도와 배합조건에 따른 최적성장조건과, *Staphylococcus aureus*에 의한 유화형 화장품의 오염방지대책으로서 보다 효과적인 방부살균제를 연구하여 화장품의 수명을 최대한 유지시키고자 하며 제품의 품질을 균일하게 유지하고 피부문제를 방지하는 데에 필요한 기본자료를 얻고자 한다.

II. 實驗方法 및 材料

2.1 유화형 화장품의 시료의 배합조건과 사용 균주

공기중에 흔히 존재하며 화장품에의 오염빈도가 높고 알려진 미생물들 중에서 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538을 선택하였으며 한국중균협회(KFCC)로부터 구입하여 사용하였다.

본 실험에서는 유화형 화장품을 조제하여 사용하였으며 시료의 배합조건은 표준처방설계¹⁵⁾로 하였으며 물과 오일(oil)를 30 : 70(sample 1), 50 : 50(sample 2), 70 : 30(sample 3), 80 : 20(sample

4), 90 : 10(sample 5)의 부피비로서 혼합하여 사용하였다. 세부적인 조성은 Table 1에 나타내었다.

유화형 화장품의 경우에는 그 사용성 때문에 pH가 보통 5~7이므로 S.aureus의 생육이 가능한 pH

Table 1. Formulas of laboratory prepared cosmetics.

Component	Sample No.	Prepared cosmetics(water:oil)				
		1 (30 : 70)	2 (50 : 50)	3 (70 : 30)	4 (80 : 20)	5 (90 : 10)
Stearic acid		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cetosteary alcohol		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Glyceryl monostearate selfemulsifying		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Microcrystalline wax		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
POE(20) sorbitan monostearate		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sorbitan sesquioleate		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Mineral oil		19.5	13.5	7.5	4.5	1.5
Squalane		13.0	9.0	5.0	3.0	1.0
Caprylic/Capric triglyceride		19.5	13.5	7.5	4.5	1.5
Lanolin oil		13.0	9.0	5.0	3.0	1.0
Tocopheryl acetate		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Di-water*		7.7	27.2	47.7	57.7	67.7
Glycerine*		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Triethanolamine*		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Carbomer 941(1%)*		12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

(* 표는 water phase로 나머지는 oil phase로 분류한다)

2.2 실험 방법

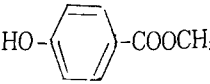
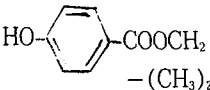
유화형 화장품 시료에서 S. aureus 증식과 배합조건에 따르는 환경인자들 즉, 농도 및 온도와의 관계를 알기 위하여 300ml 삼각플라스크에서 균체배양액 1ml를 시료 100ml에 접종한 후, 각 조건별로 경과일에 따른 균수의 변화를 측정하였다. Thoma 혈구계수기로 균수측정시는 채취된 시료를 1000배로 희석하여 사용하였고, 배양온도는 S.aureus의 최적증식온도 범위로 알려져 있으며 화장품을 사용하는 인체온도인 37°C와 화장품의 일상 보관온도 범위인 20°C로 하였다.

범위이다. 따라서 pH의 변화만을 측정하였다.

방부살균제를 이용한 challenge test에서는 시료 100ml에 방부살균제 농도가 100, 200ppm이 되도록 조제한 후 S.aureus 배양액을 1ml(균수 약 5×10^4 개) 접종하여 경과일에 따른 균수의 증가여부와 품질의 안정성을 측정하였다.

화장품시료에 배합되는 방부살균제는 Table 2에 명시한 것과 같은 p-hydroxy benzoic acid methyl ester, p-hydroxy benzoic acid propyl ester, acetic acid buffer solution, phosphoric acid buffer solution 4가지의 방부살균제를 본 실험에 사용하였다¹⁾.

Table 2. The specifics and physical properties of antibiotics.(13, 17)

No.	Specifics	Chemical formular	Permit volume	Physical properties
1	p-hydroxy benzoic acid methyl ester		0.1%	<ul style="list-style-type: none"> • low toxicity and high stability • typical antiseptic • the efficacy range; pH4-8 • the longer chain length, the lower solubility, but antimicrobial action increase • mixed more than 2 ester have a synergism
2	p-hydroxy benzoic acid propyl ester		0.1%	
3	acetic acid buffer solution	CH ₃ COOH +CH ₃ COONa		• buffer pH : 3.6~5.6
4	phosphoric acid buffer solution	NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O +Na ₂ HPO ₄ · 12H ₂ O		• buffer pH : 5.6~8.0

2.3 분석 및 측정방법

S.aureus에 의하여 유화형 화장품이 質化되므로 시간이 경과할수록 시료의 전체농도가 변화되므로 각 성분의 개별적인 농도변화 보다는 전체농도 변화에 의한 종합적인 제품의 품질을 고찰하고자 하였으며, 제품의 변질현상을 측정하기 위하여 Abbe 굴절계 (refractometer)를 사용하여 일정온도에서 시료의 굴절률의 변화를 측정하였다. 또한 S.aureus의 성장에 따른 대사과정의 산물들로 인하여 시간이 경과하면 pH가 저하되는데, pH 변화는 피부문제를 유발시킬 수 있으므로 실험이 진행된 후 인체허용범위 내의 값을 갖는가를 보기위해 pH의 변화를 pH meter로 측정하였다.

균체증식의 측정방법으로는 배양균체의 건조중량 혹은 질소량을 측정하는 방법과 배양액 속의 개체수를 측정하는 방법이 있으며, 이중 균수측정방법은 현미경을 써서 counting chamber 속의 균수를 혈구계산의 경우와 같은 식으로 전균수측정(total cell

count)하는 방법과 한천평판(agar plate)을 사용하여 생균수만을 측정(viable cell count, plate count)하는 방법이 있으나¹⁶⁾ 본 실험에서는 Thoma 혈구계수기(Thoma hemacytometer)에 의한 전균수측정법으로 하였다.

III. 結果 및 考察

3.1 Staphylococcus aureus의 증식

화장품에 주로 번식하는 미생물의 종류를 Table 3에 나타내었으며 이들 미생물들은 생육조건이나 환경인자의 변화에 따라 활성과 증식속도에 차이가 나타나게 되는데 사용균주인 S. aureus는 배양을 위한 최적조건이 pH 7.2~8.4, 온도 35~37°C로 알려져 있다¹⁶⁾. 그러므로 이들 환경인자들인 온도, 농도 등의 제반조건이 균주의 증식에 미치는 영향에 대하여 실험하였다.

Table 3. The classified list of microbe growing in cosmetics.(8)

Microbe	Genus
Bacteria	Escherichia coli Staphylococcus aureus Pseudomons aeruginosa Micrococcus sp. Streptococcus faecalis Bacillus subtilis Staphylococcus epidermidis
Fungi & Yeast	Penicillium citrinium Candida albicans Aspergillus niger Trichoderma viride Saccharomyces cerevisiae

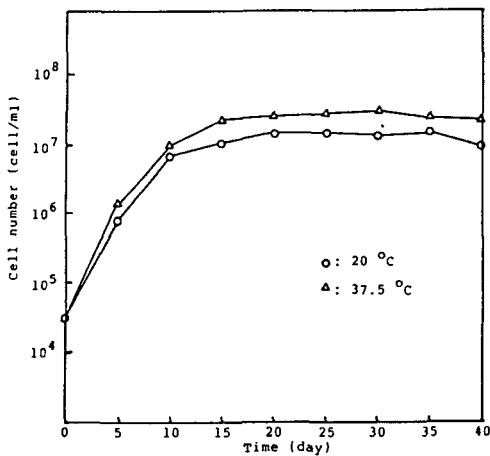


Fig. 1. Effect of temperature on the growth of Staphylococcus aureus.

3.1.1 온도변화에 의한 영향;

조제된 유화형 화장품시료에서 S. aureus의 증식을 위한 온도조건별 실험은 배양기(incubator) 안에서 온도를 20°C, 37°C로 조절하여 경과일수에 따른 세균의 균수를 측정하였다. 접종은 배양액 1ml(균수 약 5×10⁴개)로 하였다.

실험조건중에서 pH는 초기 pH인 7.6을 조절없이 사용하였고 이에 대한 실험결과를 Fig. 1에 나타내

었다.

Fig. 1에서 보여지듯이 일반적으로 중온성균으로 알려져 있는 S. aureus는 주어진 온도조건 모두에서 증식하였으며 20시간 경과 이후 약 10⁷개/ml의 20°C에서 보다는 37°C에서 약 3×10⁷개/ml로 증식이 다소 활발한 것으로 나타났다. 이로써 실온보관 및 인체사용시 화장품이 오염될 경우에 대비한 품질관리가 더욱 필요한 것으로 보여졌다.

3.1.2 유화형 화장품시료의 배합농도에 따른 영향;

37°C에서 조성을 달리한 각 시료 100ml에 균체배양액 1ml(균수 약 7×10⁴개)를 접종시킨 후 incu-

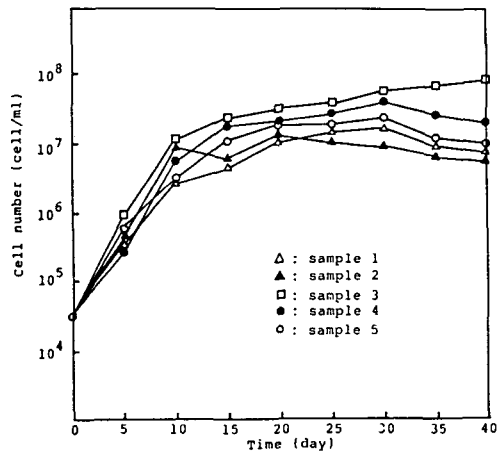


Fig. 2. Growth of Staphylococcus aureus in prepared cosmetics at 37°C

bator에서 배양하여 경과일수에 따른 균수 변화를 측정하였으며 균체증식 결과는 Fig. 2와 같다.

시료의 배합농도가 S. aureus의 증식에 미치는 영향은 Fig. 2에서 보듯이 sample 3, sample 4, sample 5, sample 1, sample 2의 순으로 균체의 증식이 활발한 것으로 나타났다. 이러한 차이는 유화형 화장품시료의 조성성분에 기인되는 것으로 각각의 시료들이 같은 영양원을 함유하고 있더라도 물과 오일의 조성농도가 다르기 때문이다. sample 3(70 : 30)

에서와 같이 물과 영양원이 적정비율로 혼합된 경우에 활발한 증식이 이루어졌다. 유화형 화장품중의 oil 성분이 너무 크면 균체의 세포막을 통한 기질의 전달현상 저조 및 기질 자체가 inhibitor로 작용된 것으로 보여진다.

이상과 같은 균체의 증식에 영양을 미치는 인자들에 대하여 실험한 결과, *S. aureus*는 pH 6.5~7.6, 온도 37°C에서 최적성장을 하였다.

한편 균주의 증식에 영향을 주는 환경인자인 pH, 영양원의 농도변화 및 균수의 증가를 고찰하기 위하여 sample 1~5의 5개 시료 100ml에 *S. aureus* 배양액 1ml를 접종시킨 후 37°C의 incubator내에 정지한 후, 40일간 5일 간격으로 challenge test를 통하여 외관관찰, pH, 굴절률 균수의 변화를 측정하였다.

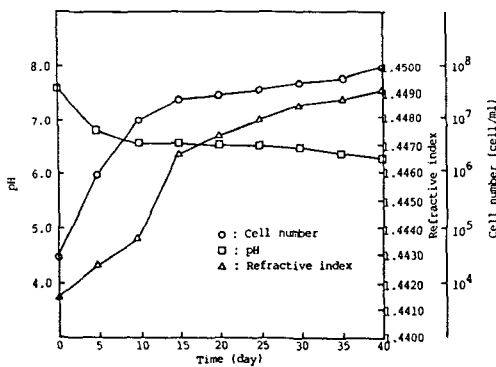


Fig. 3. Variation of pH, refractive index and cell number vs. time in sample 3.

*S. aureus*가 접종된 시료들을 40일간 정지했을 때, sample 1~5는 측정항목에 대하여 전반적으로 같은 경향을 나타내면서 증식되었고 대표적인 sample 3의 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 시료의 pH는 7.6에서 6.5로 관찰되었고 또한, 굴절계에 의한 시료의 굴절율은 sample 3에서와 같은 차이를 가지면서 증가되었다. 대사과정중의 영양원 분해 및 생성물로 인하여 pH가 저하되었고 균증식에 따른 유화안정성 파괴

와 영양원의 선택적사용 등의 복합적인 원인으로 인하여 굴절률이 증가한 것으로 생각되어진다. 또한 균체의 80~90%가 수분이므로 영양원으로 공급되어진 유기물의 분해생성물 이외의 수분을 필요로 할 것으로 보인다. 이때의 유화액의 상태는 약간의 악취가 있으며 이와함께 물과 오일의 부피비의 차이가 클수록 에멀전이 파괴되어 안정성이 저하되었으며 20~25일 경과시부터 creaming과 응집현상이 발생하였다. 시료의 조성중에서 stearic acid(1.4299), squalane(1.4530), caprylic acid(1.4280), capric acid(1.4288) 등의 비교적 낮은 굴절률을 갖는 물질과 mineral oil(1.47), glycerine(1.4735), triethanolamine(1.4852) 등의 상대적으로 높은 굴절률을 가지는 유제성분중에서 *S. aureus*는 낮은 굴절률을

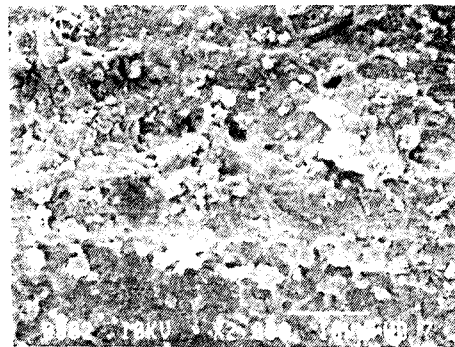


Fig. 4. SEM of inoculated sample with *Staphylococcus aureus* (after 30 days).

갖는 성분들을 선택하여 영양원으로 사용된 것으로 보여진다. Fig. 4에서 보듯이 *S. aureus*가 접종된 sample 3의 SEM 확인 결과에 의하면 오염이 안된 상태에서는 균일한 현으로 나타났으나 30일 경과 후 오염정도가 심하여 군데군데 뭉쳐진 상태인 응집현상을 나타내었다.

따라서 이러한 점들을 고려하여 유화형 화장품시료들의 *S. aureus*에 의한 오염상태를 고찰해 보면 pH

는 큰 변화가 없었으나 굴절율은 많은 차이를 보였으며 품질면에 있어서도 相의 안정성이 파괴되어 층이 분리되었고, creaming 및 응집현상이 발생하여 피부문제를 일으킬 수도 있다는 것을 알았다.

3.2 방부살균제의 성장억제효과 실험

세균의 증식을 저해하는 억제제(inhibitor)의 종류에는 세포의 구조를 파괴 또는 손상시키는 약제, 미생물의 에너지 생성대사를 방해하는 약제, 그리고 생합성 및 성장을 저해하는 약제 등이 있다.

본 실험에서는 세균의 증식을 저해하는 여러가지 방부살균제 중에서 현재 널리 사용되고 있는 방부살균제들을 택하여 synergism을 응용하였으며, 허용농

를 각각 100, 200ppm이 되도록 첨가한 후 균체배양액 1ml(균수 약 10^3 개)를 시료 100ml에 접종한 후 37°C의 incubator에서 40일간 정치하여 균수의 증가여부를 관찰하였다. 실험결과를 Fig. 5~6에 나타냈다.

실험결과 S. aureus의 증식을 가장 잘 억제시키고 있는 물질은 100, 200ppm 공히 p-hydroxybenzoic acid propyl ester+phosphoric acid buffer solution) p-hydroxy benzoic acid methylester+phosphoric acid buffer solution)p-hydroxy benzoic acid methyl ester+p-hydroxy benzoic acid propyl ester)p-hydroxy benzoic acid methyl ester+acetic acid buffer solution의 순으로 성장억제효과가 나타났고, 첨가량에서는 200ppm을 첨가한 경우에

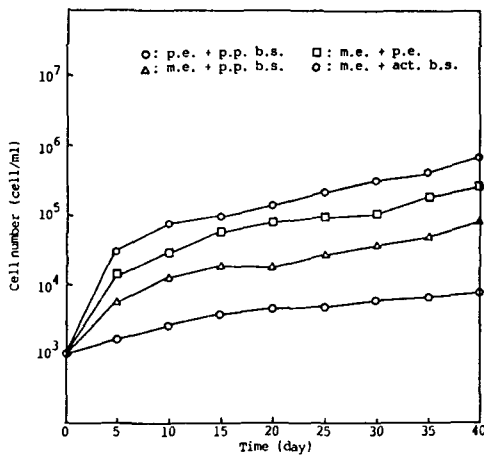


Fig. 5. Effect of inhibition when antiseptics(100ppm) were added into sample 3.

(m.e.: p-hydroxy benzoic acid methyl ester, p.e.: p-hydroxy benzoic acid propyl ester, act. b.s.: acetic acid buffer solution, p.p.b.s.: phosphoric acid buffer solution)

도에 제한이 없으며 피부문제를 발생하지 않는 완충용액도 함께 사용하였다. 이런 응용으로 인하여 두가지 방부제의 synergism에 의한 상승효과를 볼 수 있다.

실험은 가장 오염정도가 심했던 sample 3에 대해서만 실시하였다. 초기 pH 7.6으로 하여 방부살균제

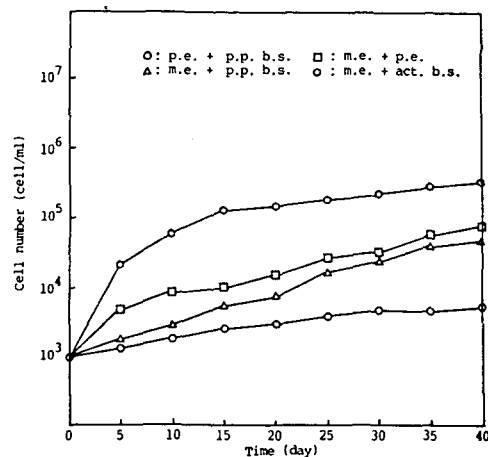


Fig. 6. Effect of inhibition when antiseptics(200ppm) were added into sample 3.

(m.e.: p-hydroxy benzoic acid methyl ester, p.e.: p-hydroxy benzoic acid propyl ester, act. b.s.: acetic acid buffer solution, p.p.b.s.: phosphoric acid buffer solution)

균의 성장억제효과가 보다 큰 것으로 나타났다. 즉 방부살균제의 첨가량에 따라 성장억제효과가 증가하였으나 피부문제를 고려하여 200ppm으로 한정하였다.

방부살균제를 첨가한 시료들은 40일 경과후에도

pH와 굴절율에 있어 초기상태와 큰 차이를 보이지 않았으며 에멀전의 파괴 및 creaming과 응고현상도 심하지 않았다. 또한 방부살균제를 첨가하지 않은 경우는 40일 경과시 균수가 10^8 개/ml 였으나, 가장 양호한 성장억제효과를 나타낸 p-hydroxy benzoic acid propyl ester + phosphoric acid buffer solution의 경우는 100ppm 첨가시 8×10^3 개/ml 이며 200ppm을 첨가했을 때는 균수가 7×10^3 개/ml로 나타났다. 따라서 방부살균제를 첨가하지 않은 경우보다 현저한 성장억제를 받고 있음을 알 수 있었다. 그러나 이상과 같은 고찰 외에도 Table 3에 나타낸 균주들에 대한 영향과 pH의 저하를 방지하기 위한 pH 향상제 또는 buffer solution에 대한 고찰이 앞으로 더 구체적으로 연구되어야 할 사항이라고 생각된다.

IV. 要 約

*S. aureus*를 유탄형 화장품시료에 접종배양한 결과, 최적성장조건인 pH 7.0, 온도 37°C에서 시료조성에 따른 성장률은 물과 오일의 부피비 조성에서 70 : 30, 80 : 20, 90 : 10, 30 : 70, 50 : 50의 순서로 균증식이 되었다. 물성에 있어 화장품시료의 pH는 40일 경과시 7.6에서 6.5로 변화되었고, 상대적으로 낮은 굴절율을 가는 물질들이 영양원으로 소모되어 시료(sample 3)의 굴절율이 1.4415에서 1.4490으로 변화되었으며, 균의 증식으로 인하여 균일하게 유탄된 유탄형 화장품시료의 색이 파괴되었고 약간의 변색, 변취와 함께 크리밍현상, 응집현상이 나타났다.

방부살균제가 첨가되지 않은 경우 약20일 경과후부터 제품의 변질이 시작되었으나 방부살균제를 첨가하여 challenge test를 실시한 결과, *S. aureus*의 성장이 억제되었으며 40일 경과시 균수는 방부살균제가 첨가되지 않은 시료의 경우 10^8 개/ml이었으나 p-hydroxy benzoic acid propyl ester + phosphoric acid buffer solution을 200ppm 첨가한 경우 7×10^3 개/ml로 균수가 현저히 감소하였다. 균의 성장억제 효과는 p-hydroxy benzoic acid propylester +

phosphoric acid buffer solution) p-hydroxy benzoic acid methyl ester + phosphoric acid buffer solution) p-hydroxy benzoic acid methyl ester + p-hydroxy benzoic acid propyl ester) p-hydroxy benzoic acid methyl ester + acetic acid buffer solution의 순으로 우수하였고 pH, 농도, 균수 등은 양호한 수준을 유지하였다.

참고문헌

- 1) Smart, R. & Spooner, D. F., J. Soc. Cos. Chem., pp. 23, 721, 1972.
- 2) Scott, J. Soc. Cos, Chem. pp. 24, 65, 1973.
- 3) 鄭敎民, 한국화장품화학회지, pp. 7, 44, 1979.
- 4) Baker, J. Soc. Cos. Chem., 1959.
- 5) 日本防菌防微學會, 防菌防微 ハソドブシク, 技報堂出版, 1986.
- 6) Komagato, K., Nagase, T. & Katsuya, N., J. Gen. Appl. Microbial., pp. 10, 313, 1964.
- 7) Walker, J. D. & Colwel, P. R. J. Gen. Appl. Microbial., pp. 1, 27, 1975.
- 8) Sceda, R. & Bos, P., Nature, pp. 211, 660, 1966.
- 9) 岡谷吉雄, (1984), フレグラソス, ツァーナル, 臨時増刊 No.5, pp. 121.
- 10) Wedderburn, Adv. pharm. soci., pp 1, 1964.
- 11) Raymond L., Decker, Jr., Cosmetics & Toiletries, Vol. 100.
- 12) 보건사회부, 화장품원료지정 및 특수원료 배합한도, 1987.
- 13) EARL L. Richardson, Cosmetics & Toiletries, pp. 96, 1981.
- 14) Martin M. Reger, Surfactants in cosmetics, Marcel Dekker Inc., Vol.16, 1985.
- 15) 최상숙, Master Thesis, Jungang Univ., 1987.
- 16) 김기호 외, 약품미생물학, 進明出版社, pp. 89, 1979.
- 17) 문성명, 화학약품사전, 학원출판공사, pp. 570, 1987.