

# Colloidal Silver Emulsion에서 안정성과 효능, 효과에 관한연구

지홍근, 윤경로, 류창덕, 서봉석  
(한국화장품 기술개발 연구소)

## STUDY OF STABILITY AND EFFECT OF COLLOIDAL SILVER IN VARIOUS EMULSIONS

*HONG-GEUN JI, KYUNG-RHO YUN,  
CHANG-DUCK RYU, BONG-SEOK SEO*  
(HAN-KOOK COSMETICS CO., LTD., R&D CENTER)

### 요 약

콜로이드라함은 직경이 대체로  $10^{-5} \sim 10^{-7}$ cm 정도의 고체 혹은 액체의 분산입자를 말하는데 이러한 COLLOIDAL SILVER는 전기분해 방법으로 생성시키는데 전하량과 시간에 따른 다양한 농도의 COLLOIDAL SILVER를 생성시켜 이 COLLOIDAL SILVER를 이용해서 항균활성을 측정하였으며, COLLOIDAL SILVER의 농도를 다양하게 변화시켜 최적의 EMULSION의 조건을 측정하였다. 또한, COLLOIDAL SILVER를 크림(W/S, O/W, MLV)에 적용시켜 EMULSION의 안정성을 ZETA POTENTIAL, CHROMA METER로 측정하였다.

# 1. 서론

최근 화장품의 경향이 고기능성, 고부가가치성을 추구하는 방향으로 진행되고 있다. 특히 은은 옛날부터 약효는 알려져있으나 많이 사용되고있지는 않은 성분이다. 은(SILVER, Ag)은 원자번호 47의 원소이며, 원자량은 107.8682 이다. Ag는 BC1,500년경부터 알려졌고, 통상 산화상태 + I 가, 드물게 + II, + III가 알려져있다. SILVER는 항생물질적인 효과를 증명할 수 있는 정확한 방법이 아직은 없지만, 가장 많이 인정되는 이론은 은이 여러 가지 형태의 박테리아, 바이러스, 진균류들이 자기들의 신진대사를 위해서 사용하는 특정한 효소를 만든다는 이론이다. 특히, 항생물질은 대략 5~6개의 병원체를 죽이는 반면 SILVER는 6백50개를 죽이고 거의 독성이 없을 뿐만아니라, 저항력이 생기지도 않는다. SILVER는 제독효과가 뛰어나 예로부터 한방에서 제독약으로 사용했으며 동의보감에는 냉, 경기, 간질 등을 치료했으며, 미국항공 우주국에서는 식수에 은필터를 사용하면 이질등 전염병이 예방된다고 알려져 있다. 알려진 약효는 조금씩 마시거나 바르면 면역력이 놀랍게 증대되어 감기, 결막염, 임질, 나병, 임파선염, 사마귀, 여드름치료, 화상 치료에 좋다고 알려져 있다. 콜로이드 분산은 작은 알맹이를 연속적인 매질속에 분산시킨 것으로 이 알맹이들은 많은 작은분자들이 무정형 상태의 집합체를 이루고있고 이러한 집합체들의 상당수가 대단히 큰 물질량을 가진 단일분자로 이루어져 있는데 분산알맹이의 크기한계를 정확하게 말하기는 어렵지만 대략  $1\mu\text{m} \sim 1\text{nm}$ , 혹은  $1/400,000\text{inch} \sim 1/4,000,000\text{inch}$ 이다.(Fig.1., Table.1.)

콜로이드 SYSTEM의 조건은 매우많은수의 PARTICLE이 HETEROGENEOUS 하고, MULTIPHASIC하며, INSOLUBLE해야한다. COLLOIDAL SILVER의 제법은 크게 5개로 나누어지는데 Table.2.와 같다. 5가지 중에서 GRIND PROCESS와 ELECTRO-COLLOIDAL의 제법이 주로 사용되고 있으며 현재 FDA 는 이 2가지의 제법만을 허용하고 있다. 그러나, 이 2가지 제법중 일반적으로 ELECTRO-COLLOIDAL MANUFACTURING PROCESS가 훨씬더 좋은 효과를 나타내는 것으로 알려져있다.

GRIND METHOD로는  $1/4,000\text{inch}$  정도의 커다란 SILVER 입자밖에 제조할

수 없다. 이 입자들은 전기적으로 CHARGE를 띌수도 띌지 않을수도 있다. 또한, 이 입자들은 CHARGE를 띌고 있는 입자들에 비해 그 크기가 매우 크기 때문에 ELECTRICAL CHARGE에 의해 생성되는 반발력이 이들 입자에 작용하는 중력을 상쇄시킬만큼 크지 못해, 이 중력에 의해 입자들이 바닥에 가라앉게 되고, 결국엔 효과를 기대하기 어려운 제품이 만들어 지는 것이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 몇몇의 제조회사들은 안정제(STABILIZER : USUALLY PROTEIN)를 첨가하여 용액의 점성을 증가시키고 이 입자들이 장기간 분산상태를 유지하도록하고 있다. 그러나, 이러한 안정제를 사용하여도 결국 SILVER 입자들은 바닥에 가라앉게 되고, 입자들을 수용액상에 다시 분산시키기 위해 용기를 흔들어 주어야 하는 악순환만 계속될 뿐이다. 또한, 이러한 해결방법의 가장 치명적인 문제점은 입자의 분산을 돕기위해 첨가된 안정제가 SILVER 입자의 효과를 막아버린다는 것이다. 결론적으로 이러한 제품은 물과 보통의 METAL SILVER를 섞어서 흔들어 놓은 것과 별다른 차이가 없는 것이다. 또다른 제조회사들은 GRIND PROCESS를 이용하여 금속과 수용액을 단순히 혼합하여 COLLOIDAL SILVER를 만들고 있으나, 이러한 제품들은 ELECTRO-COLLOIDAL SILVER에 비해 그 효과가 현저히 낮으며, 그 품질도 의심스러울 뿐이다.

적절한 ELECTRICAL PROCESS는 은괴(INGOT)로부터 SILVER 입자가 분리되어 나오는데 이 입자의 크기는 100nm보다 훨씬작다. 만약 SILVER입자의 크기가 1~10nm사이이고, 전체적으로 동일한 CHARGE를 띌고 있다면, 이 COLLOIDAL SILVER에는 입자를 분산시키기 위해 안정제를 첨가할 필요가 없다. 그 이유는 형성된 자기장에 의한 반탄력(→BROWN MOVEMENT)이 입자에 작용하는 중력을 상쇄시키고, 그에따라 수용액상에서 입자들이 계속해서 분산상태를 유지하게 된다. 결국 COLLOIDAL SILVER의 분산 안정도는 입자의 크기, 그리고 제조공정에 의존하는 것이다.

COLLOIDAL SILVER의 품질을 알 수 있는 지표에는 여러 가지가 있으나 그중 가장 중요한 것은 제품의 색이다. 각각의 SILVER입자의 크기가 커질수록 SUSPENSION의 색이 바뀌게 된다.

QUALITY	BEST	BETTER	NORMAL	INFERIOR	
COLOR	YELLOW	BROWN	RED	GRAY	BLACK

입자의 크기가 증가하면, 그에 비례하여 제품의 품질이 떨어지게 된다. ELECTRO-PRODUCED된 COLLOIDAL SILVER는 GRIND PRODUCED된 제품과 비교하면 그 색이 확연히 차이가 난다. 이상적인 COLLOIDAL SILVER의 색은 거의 無色이거나 아주 옅은 노란색이다. 강하고 얇은 빛이 COLLOID 수용액을 통과하게 되면, 빛의 경로(PATH)가 혼탁하게 나타나게되며, 또한 빛의 경로가 굴절된다.(FARADAY-TYNDALL CONE EFFECT) 이 FARADAY-TYNDALL CONE EFFECT를 관찰하는 가장 쉽고 좋은 방법은 어두운 방 안에서 COLLOIDAL SILVER가 들어있는 시험관에 아주 밝은 플래쉬빛을 비추어 보는 것이다. 최근 많은 COLLOIDAL SILVER 제조회사가 등장, 소비자들을 혼란시켰다. 제품이 진정한 SILVER의 COLLOID인가를 판단하는 가장 좋은 방법은 첨가제의 유무를 확인하여 보는 것이다. 만약 COLLOIDAL SILVER에 물과 SILVER 이외의 안정화제(STABILIZER), 혹은 TRACE ELEMENTS가 들어있다면, 그 제품은 진정한 COLLOIDAL SILVER가 아닌 것이다. 또한 만약 제품이 냉장보관을 필요로 한다면, 이 제품은 상온에서 오염될 수 있는 다른 첨가제를 포함하고 있는 것이다.

가장 좋은 COLLOIDAL SILVER는 ELECTRO-COLLOIDAL/NON-CHEMICAL METHOD로 제조된 것이다. 이 방법이 진정한 HOMOGENEOUS(EVENLY DISTRIBUTED)한 용액을 만드는 유일한 방법이며, 이렇게 만들어진 용액은 SILVER입자와 물이 완전히 COLLOID화 되어 있고, 물과 SILVER입자의 조합이 전기적 전류에 의해 생성된 전자기장에 의해 SUSPENSION되어 있으며, 그 입자의 크기는 직경이 0.005~0.015 $\mu$ m 범위의 초미립자이며, 또한 이 용액은 어떠한 CHEMICAL, STABILIZER, DYE(어떤 제조자들은 좋은 색을 유지시키기 위해 염료도 사용한다.) 첨가제가 들어있지 않은 순수한 SILVER입자가 물에 SUSPENSION되어 있는 것이다. 이러한 타입의 SILVER입자는 용액에서 육안 관찰이 가능할 정도로 적층되지 않으며, 용기바닥에 침강되지도 않는다. 이러한 것

을 기초로하여 본연구에서는 은을 함유한 에멀전의 제조 및 은 콜로이드의 효능 효과에 대하여 연구하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 실험재료

본실험에서 사용된 Ag는 ALDRICH SILVER, FOIL, 0.1mm THICK 99.99%이며 지질베이스로 CHOLESTEROL, CHOESTERYL ESTER, LECITHIN 등을 원료로 사용했으며, 계면활성제로는 PEG-5-SOYASTEROL, POLYGLYCERYL-3-METHYL GLUCOSE DISTERATE, DIMETHICONE COPOLYOL/CYCLO METHICONES를 사용하였다. 물은 음, 양이온 교환수지탑을 통과한 정제수를 사용하였다.

### 2.2. 실험장치 및 기기

COLLOIDAL SILVER를 만들기위한 장치를 Fig.2.에 나타내었다. 물중탕속에 넣고 온도를 일정하게 유지하였으며 양극과 음극에 Ag PLATE를 놓았으며 전압 9V를 흘려주었다. 미세 에멀전 제조를 위해 일본 TOKUSHU KIKA KOGYO사 모델인 T.K. AUTO HOMO MIXER를 사용하였고, 유화안정성 평가는 입도분포 측정장치인 LASER LIGHT SCATTERING SYSTEM (MALVERN, UK, MODEL PCS4700)을 이용하여 입도 분포의 변화를 측정하였다. 은 콜로이드의 정전기적 영향을 알아보기위해서 ZETA POTENTIAL을 측정하였다.(MALVERN INSTRUMENT, U.K.) 25℃, 45℃ UV에서 변색의 변화를 CHROMAMETER(일본, MINOLTA, CM-100R)을 사용했다. Ag의 정량분석을 위해서 AAS(Atomic Absorption Spectrometer 3300, PERKIN ELMER )를 사용했으며, 그 조건은 다음과 같다.

*Wave length 338.3nm*

*Slit 0.7nm*

*Relative Noise 1.0*

*Sensitivity* 0.11mg/L

*Sensitivity Check* 5.00mg/L

*Flame* Air-Acetylene oxidizing

*Sample 전처리* 1.5%(V/V) HNO<sub>3</sub>

MLV의 소구체를 만들기 위해서 MICROFLUIDIZER(MICROFLUIDICS CORP., USA)를 사용하였다. 또한 점도 측정은 BROOKFIELD의 VISCOMETER(RVT)로 측정하였다.

## 2.3. 실험방법

### 2.3.1. 여러 가지 TYPE의 크림제조(Table.3.)

### 2.3.2. W/S, O/W, MLV크림의 Ag 콜로이드에 의한 점도변화 측정

O/W 크림에 은콜로이드를 첨가하지않은것과 25ppm와 150ppm을 4% 함유한 크림의 점도 변화를 측정하였으며, 은콜로이드 150ppm을 W/S, O/W, MLV 크림에 0%에서 10%까지 농도를 변화했을 때 점도 변화를 측정하였다.

### 2.3.3. W/S, O/W, MLV크림의 열 및 UV에 의한 COLOR 변화측정

25℃, 45℃, UV에 넣어 두었던 각각의 크림을 2달동안의 COLOR 변화를 CHROMAMETER로 측정하였다.

### 2.3.4. O/W 크림의 Ag 콜로이드 함량변화 측정

은 콜로이드 150ppm 20%를 함유한 O/W크림의 25℃와 45℃, UV에 있는 O/W 크림의 Ag 콜로이드 함량이 어떻게 변화 되었는지 AAS로 정량분석 하였다.

### 2.3.5. MLV 크림에서 Ag 콜로이드에 의한 전기적 영향측정

MLV 크림에 150ppm Ag 콜로이드 농도를 0~20% 변화시키면서 ZETA

POTENTIAL을 측정하였다.

### 2.3.6. 세포독성측정 및 항균활성의 측정

세포독성은 TRYPSINIZATION에 의하여 회수한 TRANSFORMED MOUSE FIBROBLAST L929 세포를 2% BCS가 함유된 DMEM으로 SUSPENSION시킨 후 96 WELL TISSUE CULTURE PLATE의 각각의 WELL에 세포 현탁액 (2500-3000CELL/WELL)100ml를 접종한 다음, 37°C에서 5% CO<sub>2</sub> 조건으로 2일간 배양하였다. 배양후 SERUM FREE MEDIUM 90 $\mu$ l로 교체하였고 여기에 시험물질 10 $\mu$ l를 처리한후 2일간 배양하였다. 배양이 끝나면 각 WELL에 100 $\mu$ l의 NETURAL RED SOLUTION(50 $\mu$ g/ml)을 첨가하여 3시간 동안 반응시켰다. NETURAL RED가 완전히 PLASMA MEMBRANE을 통과하여 살아있는 세포 또는 손상받지 않은 세포의 LYSOSOME에 농축된 후 1.0% FORMALIN/1.0% CaCl<sub>2</sub> 100 $\mu$ l로 고정화한 다음 1.0% ACETIC ACID/50% ETHANOL SOLUTION을 사용하여 세포내의 NEUTRAL RED를 추출하였다. 추출된 NEUTRAL RED를 ELISA READER를 이용하여 540nm에서 은 콜로이드 25ppm과 150ppm를 농도별로 세포독성을 측정하였다. 항균활성을 측정하기 위해 시험균주로 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Escherichia coli* ATCC 8739 및 *Candida albicans* ATCC 10231, *Aspergillus niger* ATCC 16404를 이용하였다. 이들 시험균주는 각각 Tryptic Soy Broth 및 Sabourand Dextrose Broth에서 35°C, 25°C에서 24h와 5d 동안 배양하여 접종액으로 이용하였다. 접종액은 10<sup>6</sup>cfu/ml의 농도로 시료에 접종한후 1d와 3d에 각각APC를 행하여 균의 사멸정도를 측정하였다. Emulsion 내에서의 항균활성을 측정하기 위해 시험균주로 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538과 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027을 이용하여 상기와 같은 방법으로 측정하였다. 항균활성 측정에 사용된 SAMPLE은 O/W크림으로 SAMPLE I은 N-M 0.2% N-P 0.15%와 일반 정제수를 사용했으며 SAMPLE II는 무방부제와 일반정제수를 사용했고, SAMPLE III에서는 무방부제와 정제수 대신에 150ppm Ag 콜로이드를 사용했다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. W/S, O/W, MLV 크림에서 은콜로이드에 의한 점도변화

은콜로이드 150ppm을 0~10% 함유한 W/Si, O/W, MLV 크림의 점도변화를 Fig.4.에 나타내었다. Fig.4.에서 보는바와 같이 O/W에서 Ag콜로이드의 영향으로 점도가 급격히 떨어진 반면에 W/Si와 MLV에서는 큰영향이 없다. O/W 크림에 은콜로이드 25ppm과 150ppm을 4%에 각각넣었을 때 점도변화를 Fig.5.에 나타내었다. 은콜로이드농도가 증가될수록 점도가 감소됨을 알 수 있다.

#### 3.2. W/S, O/W, MLV 크림의 열 및 UV에 의한 COLOR 변화측정

25°C, 45°C, UV에서 저장된 각각의 크림에 대한 COLOR 변화를 Fig.6.에 나타내었다. Fig.6.에서 보는바와 같이 은콜로이드에 의해서 시간에 따른 크림의 변색되는 정도는 MLV 크림이 다른 크림에 비해서 45°C에서 2-5배, UV에서 2배 안정성이 있었다. 이는 MLV가 안정한 멀티라멜라 구조를 형성하여 은콜로이드를 안정화 시킨 것이다.

#### 3.3. O/W 크림의 Ag콜로이드 함량변화 측정

25°C와 45°C, UV에 있는 Ag 콜로이드의 함량 분석을 Fig.7.에 나타내었다. 25°C크림에 비해 45°C, UV 크림에 저장한 것이 함량이 감소한 것을 알 수 있다. 이것은 은 콜로이드가 열과 UV에 의해서 다른 물질로 변환한 것으로 생각된다.

#### 3.4. MLV 크림에서 Ag 콜로이드에 의한 전기적 영향 측정

MLV크림에 150ppm Ag 콜로이드 농도를 0~20%변화시켰을때의 ZETA POTENTIAL을 Fig.8..에 나타내었다. FIG 에 나타난 결과에서 Ag 콜로이드함량이 4 (W/W%)일 때 가장 좋은 에멀전의 분산성을 나타냄을 알 수 있다.

#### 3.5. 세포독성 측정 및 항균활성의 측정

은 콜로이드 25ppm 과 150ppm에 대한 세포독성을 Fig.9.에 나타내었다. 은콜로



이드는 세포독성이 매우적다는 것을 알수있으며, Ag 콜로이드는 Gram(+)및 Gram(-) Bacteria, Yeast, Mold에 항균활성을 가지고 있음을 알수있다.(Table.4.) 또한, Emulsion에서의 항균활성 측정결과를 Table.5.에 나타냈다. 이결과에서 화장품에서 사용되는 일반 정제수대신에 Ag 콜로이드 용액을 사용할 경우 방부효과가 매우 우수함을 알 수 있다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 Ag 콜로이드를 함유하는 W/Si, O/W, MLV크림을 제조하여 가장 안정한 TYPE의 BASE와 Ag 콜로이드의 효능, 효과를 얻고자 수행했으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. W/Si, O/W, MLV 크림에서 지질 BASE와 마이크로 플루다이저를 사용해서 리포솜을 형성한 MLV크림은 점도변화와 COLOR 변화에서 매우 안정함을 알 수 있었다.
2. O/W 크림의 Ag 콜로이드 함량변화를 측정한 결과 Ag 콜로이드는 열과 UV에 대해서 민감하게 반응하여 함량의 감소를 가져옴을 알 수 있었다.
3. MLV 크림에서 Ag 콜로이드에 의한 전기적 영향을 ZETA POTENTIAL을 측정해본결과 4(W/W %)에서 가장 좋은 분산성을 나타냄을 알 수 있다.
4. Ag 콜로이드는 매우 우수한 항균활성을 나타냈으며, 세포독성이 거의 없음을 알 수 있다.

## ABSTRACT

Colloid refers to dispersed particles of solid or liquid having diameters of  $10^{-5}$  to  $10^{-7}$ cm, among which colloidal silver is produced by electrolysis. Colloidal silver of various concentrations according to charge and time were formed, antimicrobial activity of colloidal silver was measured. And, the optimum conditions for emulsion were determined by changing the concentration of colloidal silver. Also, the stability of the emulsion was measured by zeta potential and chroma meter by applying colloidal silver to creams(W/S, O/W, MLV).

## 참고문헌

1. M. Scalzo. *International Journal of Cosmetic Science*, **19**, 27-35(1997).
2. 허준, *동의보감*, 민중서원(1993).
3. Castellan, *PHYSICAL CHEMISTRY* 4TH.
4. Robin M. Slawson. *PLASMID*, **27**, 72-79(1992).
5. Man C.Fung, *CLINICAL TOXICOLOGY*, **34(1)M**, 119-126(1996).
6. Alexander, J. Colloid Chemistry. Van Nostrand Co., New York, N.Y, 33. (1924).
7. Freundlich, H. The Elements of Colloidal Chemistry, translated by G. Barger. Methuen & Co. LTD., Inc., New York, 131 (1925).
8. Freundlich, H. Colloid & Capillary Chemistry, Translated by H.S. Hatfield. E.P. dutton and Company, Inc., New York, 740-742 (1922).
9. Goddard, E.D., "Colloid," The World book Encyclopedia. world book Inc.: Chicago, Vol.4, 623 (1985).
10. Hauser, E.A. Colloidal Phenomena, an Introduction to the Science of Colloids. McGraw-Hill Book company, Inc., New York, 59-73 (1939).

11. Jim Powell, "Our Mightiest Germ Fighter", *Science Digest*, March 59-60 (1978).
12. Kehoe RA et al, *J.Nutr*, **19**, 579(1940).
13. Tipton IH et al, *Health Physics*, **12**, 1683(1966).
14. B. Thompson. *Comprehensive Inorganic chemistry*. Volume 5, chapter 28, Pergamon Press, Elmsford, New York(1973).
15. East BW et al, Silver retention, total Body silver and Tissue silver concentration in argyria associated with exposure to an anti-smoking remedy containing silver acetate. *Clinical and Experimental dermatology*, **5**, 305-311(1980).
16. N.simonetti. *Applied and enviromental Microbiology*, dec, 3834 -3836(1992).
17. *J.antibact.antifung.agents*, **Vol24, No10**, 675-682(1996).

0.1n	1n	10n	100n	1μ	10μ	100μ	1mm
Ultramicroscopic region				Microscopic region			
Particles show Brownian movement				No visible Brownian movement			
Particles pass through ordinary filter paper				Particles retained by filter paper			
Particles show increased solubility				Particles have ordinary solubility			
True solutions				Emulsions and suspensions			
0.1n	1n	10n	100n	1μ	10μ	100μ	1mm

**TABLE.1. Particle distribution.**

<b>Group</b>	<b>Method</b>	<b>Date</b>
Grind	Ball Mill	1938
	Colloid Mill	1920
	Disk/China Mill	1924
Wave	Aerodispersion Mill	1927
	Ultrasonic	1921
Liquid	Radiant Energy	1910
	Homogenizers	1930
	Prolonged boiling in water	1910
	Mercury Vapor condensed on water	1920
	Chemical Action	1860
Electrical	Electrical Arts	1924
	Cathode atomization	1926
	Vacuum evaporation	1927
	Electrosputtering	1898

**TABLE.2. Manufacturing methods of colloidal silver.**

**TABLE.3.FORMULAS OF SAMPLE O/W, W/S, MLV CREAMS.**

TYPE	시 료 명	명	제 조 방 법
O/W(1)	(A) POLYGLYCERYL-3-METHYL GLUCOSE DISTEARATE	3.00	(A)→가열용해
	GLYCERYL STEARATE	2.80	↓
	STEARYL ALCOHOL	1.20	유 화←(B)
	DECYL OLEATE	7.00	↓
	OCTYL STEARATE	10.00	냉 각
	CETYL DIMETHICONE	1.00	↓
	(B) GLYCEROL	3.00	완 료
	PURE WATER	q.s	
	COLLOIDAL SILVER	q.s	
O/W(2)	(A) POLYGLYCERYL-3-METHYL/ GLUCOSE DISTEARATE	3.00	(A)→가열용해
	GLYCERYL STEARATE	2.00	↓
	MACADAMIA NUT OIL	10.00	유화←(B)+(C)
	STEARYL ALCOHOL	1.00	↓
	CAPRYLIC / CAPRIC TRIGLYCERIDE	4.00	중 화 ←(D)
	(B) GLYCEROL	3.00	↓
	PURE WATER	q.s	냉 각
	COLLOIDAL SILVER	q.s	↓
	(C) CARBOPOL # 934	0.40	완 료
	(D) TRIETHANOLAMINE	0.45	

TYPE	시 료 명	량	제 조 방 법
W/S	(A) DIMETHICONE COPOLYOL/ CYCLOMETHICONES	3.00	(A)→용해
	CYCLOMETHICONE	10.00	↓
	DIMETHICONE	10.00	유화←(B)
	(B) GLYCEROL	4.00	↓
	SODIUM PCA	2.00	완료
	PURE WATER	q.s	
	COLLOIDAL SILVER	q.s	
MLV	(A) LIPID BASE	10.00	Fig.3.
	(B) PROPLYLENE GLYCOL	5.00	
	CETYL PHOPHATE	0.50	
	PURE WATER	q.S	
	COLLOIDAL SILVER	q.s	
	(C) HONEY EXT	5.00	
	(D) MACADAMIA NUT OIL	10.00	
	SUN FLOWER OIL	5.00	
	(E) POLYACRYLAMIDE/ ISOPARAFFIN/LAURETH-7	3.00	

Test Strain	Result		
	0h.	1d.	3d
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	1.0 × 10 <sup>6</sup> /ml	<10/ml	<10/ml
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633		<10/ml	<10/ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027		<10/ml	<10/ml
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739		<10/ml	<10/ml
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231		<10/ml	<10/ml
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 16404		<10/ml	<10/ml

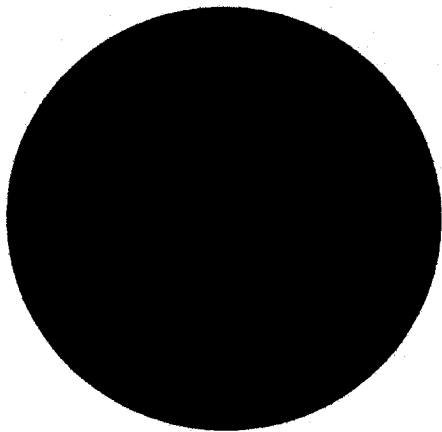
**TABLE.4. Antimicrobial activity of colloidal silver.**



Sample	Test Strain	Result			
		0h.	1d.	3d	7d.
I	<i>S. aureus</i> ATCC 6538	$1.0 \times 10^6/ml$	TNTC	TNTC	TNTC
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027		TNTC	TNTC	TNTC
II	<i>S. aureus</i> ATCC 6538		TNTC	TNTC	TNTC
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027		TNTC	TNTC	TNTC
III	<i>S. aureus</i> ATCC 6538		<10/ml	<10/ml	<10/ml
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027		<10/ml	<10/ml	<10/ml

**TABLE.5. Antimicrobial activity of colloidal silver in O/W cream.**

Linear Magnification 1:10,000



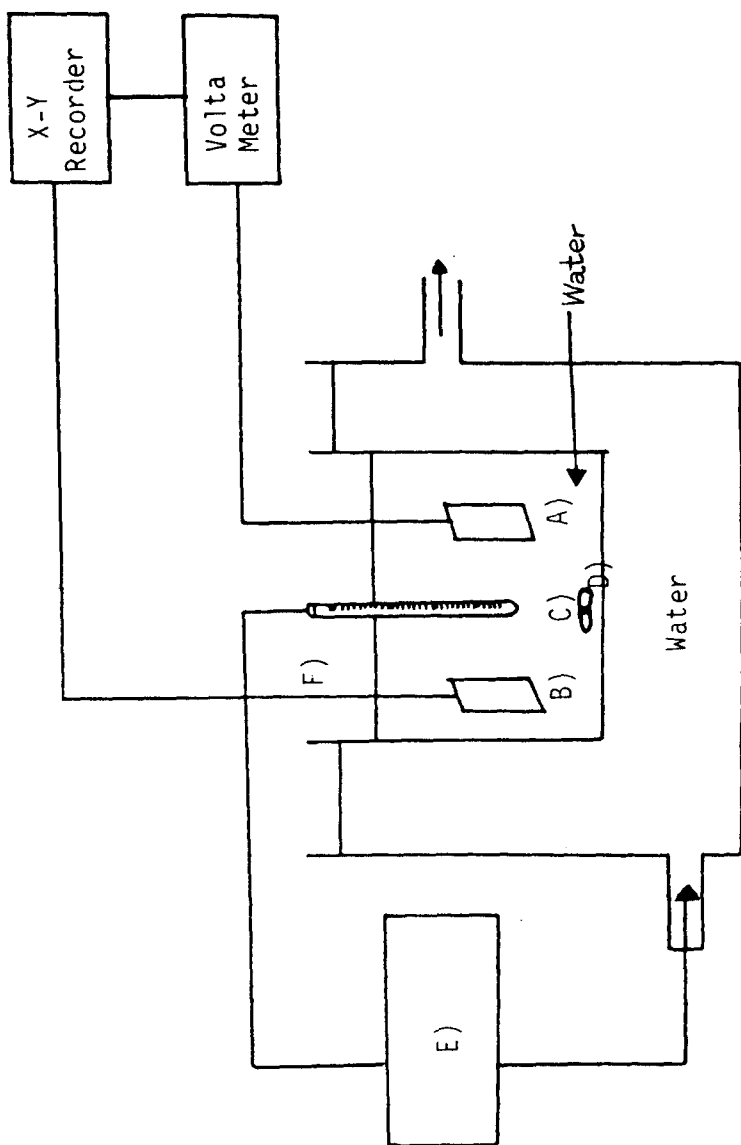
A.

B.

A. Human Red Blood corpuscle  
(diameter  $7.5 \mu$ , thickness  $1.6 \mu$ )

B. Particle of colloidal silver  
solutions ( $0.006-0.015 \mu$ )

**Fig.1. Particle of colloidal silver solutions.**

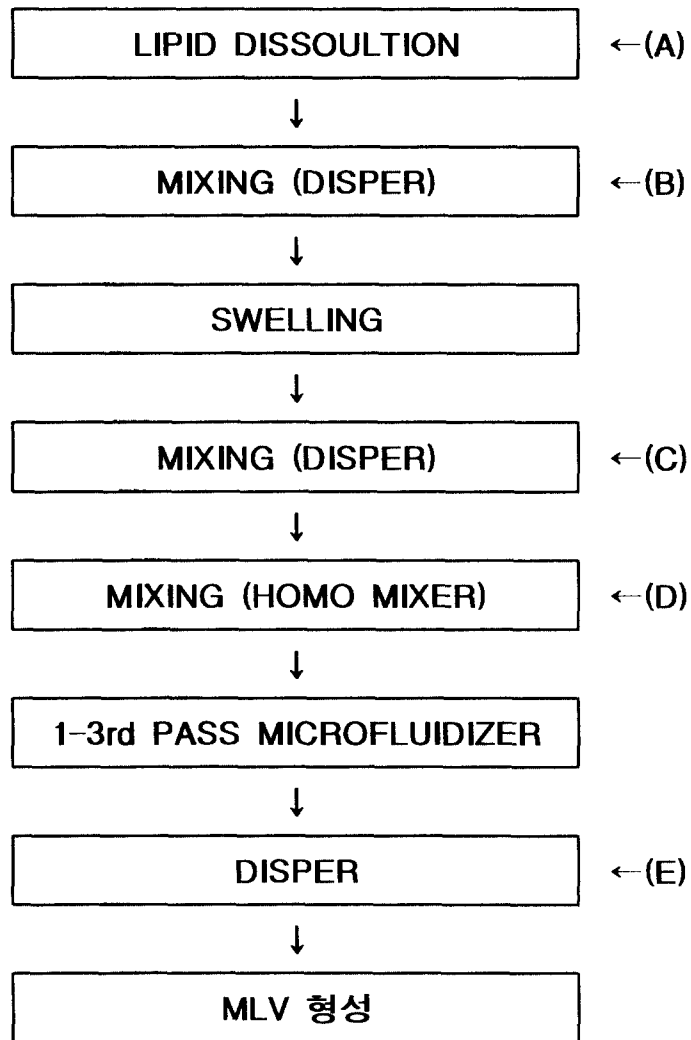


**Fig.2. Experimental apparatus.**

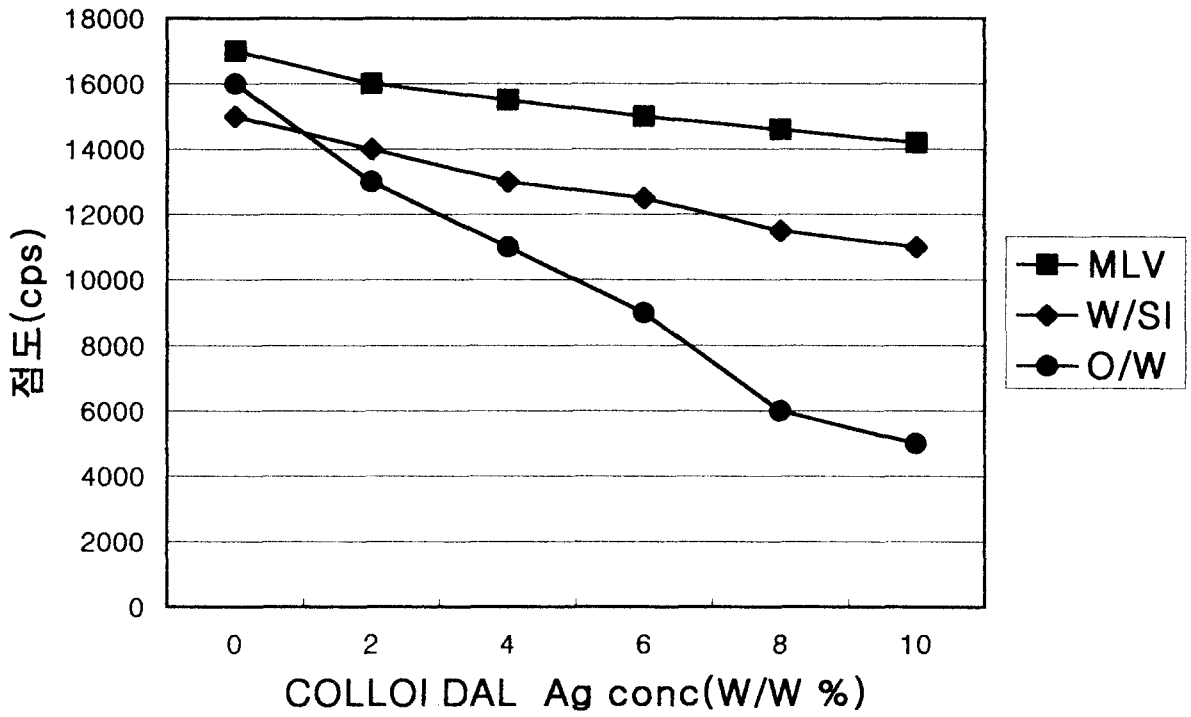
**A) Cathode Ag plate B) Anode Ag plate**

**C) Thermostat D) Magnetic stirrer**

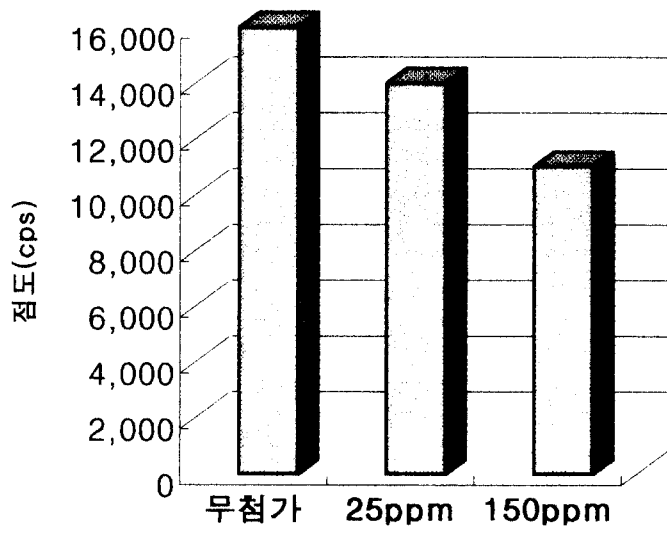
**E) Thermo regulator & water supplier F) Cu wire**



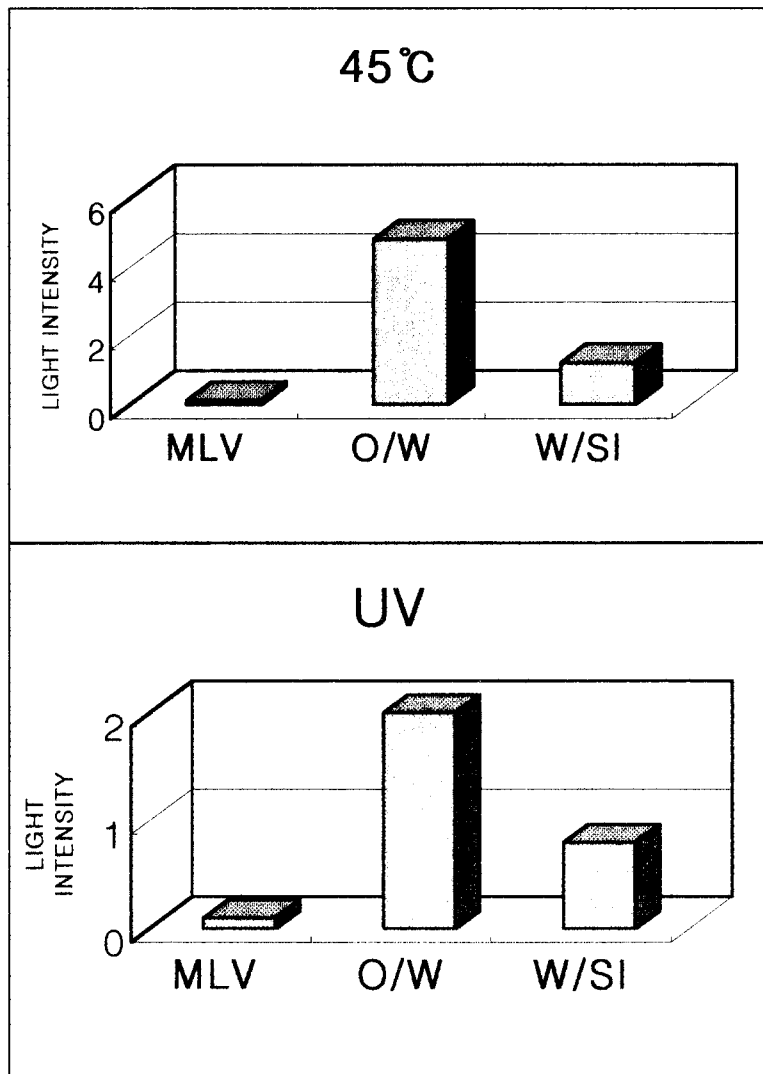
**Fig.3. Method of manufacture.**



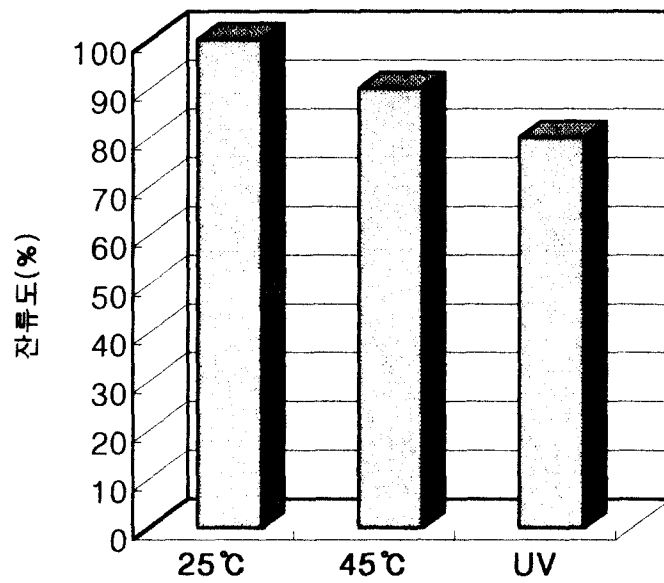
**Fig.4. Viscosity diagram of colloidal silver in W/S, O/W, MLV creams.**



**Fig.5. Viscosity diagram of colloidal silver in O/W cream.**

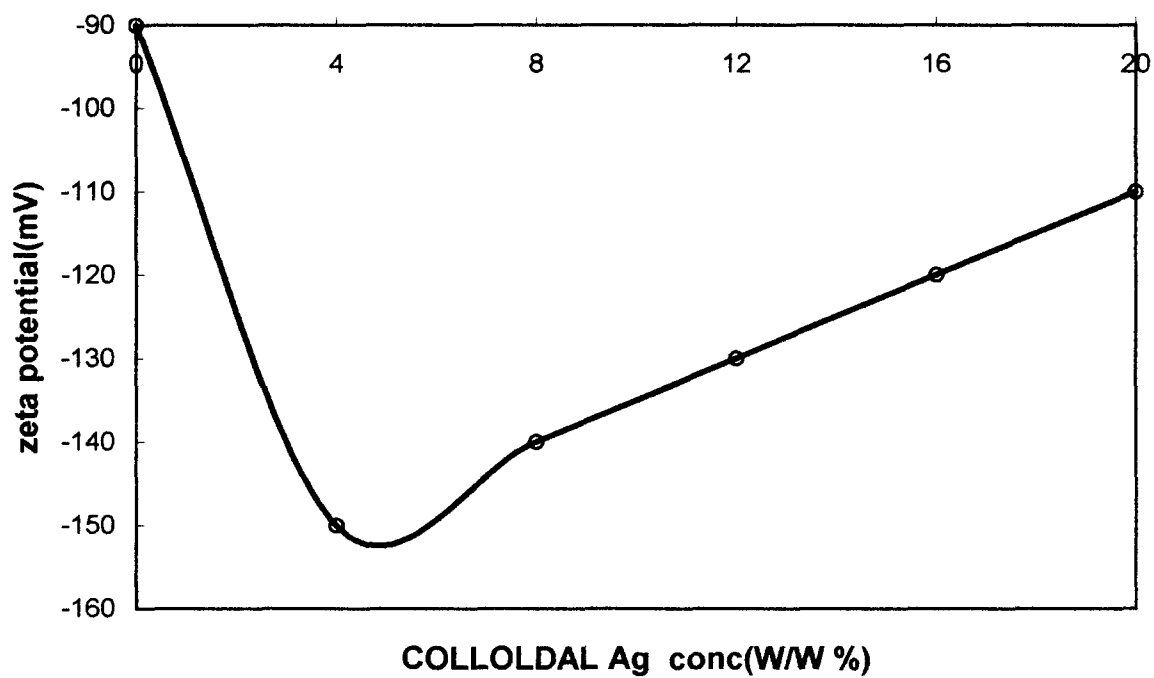


**Fig.6. The color stability of W/S, O/W, MLV creams after 2 months storage at (a)45°C, (b)UV.**

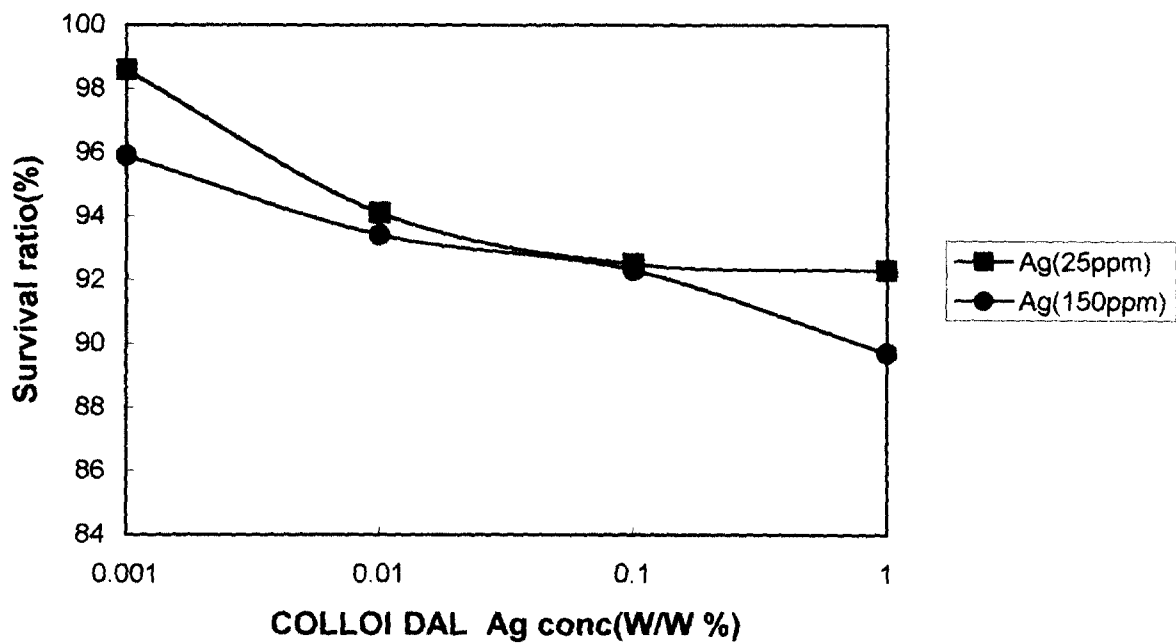


**Fig.7. Percent remaining of colloidal silver in O/W creams during 2 months storage at 45°C, UV.**





**Fig.8. Changes in Zeta Potential of the MLV as a function of colloidal silver.**



**Fig.9. Cytotoxicity measurement of colloidal silver at (a)25ppm, (b)150ppm**