

## 어성초 추출물이 에멀전에 미치는 영향에 관한 연구

박찬익\*

대구한의대학교 화장품약리학과

### Study on the Effects of *Houttuynia Cordata* Extracts on Emulsions

Chan Ik Park\*

Department of Cosmeceutical Science, Daegu Haany University, 290 Yugok-dong, Gyeongsan-si,  
Gyeongsangbuk-do 712-230, Korea

#### ABSTRACT

**Objectives** : Since cosmetics have been one of the help of life, unlike medicine, natural products have been used for cosmetics, generally giving the image of safety and relief compared to synthetic products. Among them, *Houttuynia cordata* has been known as a useful herbal medicine with antibiotic, anti-inflammatory and anti-oxidative activities. In this study, we were to use *Houttuynia cordata* extract on formulation of cosmetic emulsions.

**Methods** : The effects of *Houttuynia cordata* extract on emulsion stability and viscoelastic properties of emulsion were measured using turbiscan and rheometer. And we assessed the anti-oxidative and antibiotic activities of *Houttuynia cordata* extract.

**Results** :

1. The results of this investigation for emulsion stability showed that the stability emulsion containing *Houttuynia cordata* extract was decreased depending on concentration of *Houttuynia cordata* extract.
2. Super oxide dismutase activity was strongly dependents on concentration of *Houttuynia cordata* extract.
3. *Houttuynia cordata* extract showed good anti-microbial activity against *Staphylococcus aureus*.

**Conclusions** : *Houttuynia cordata* extract can be effectively used in cosmetic emulsions when the relation between natural product extracts and formulation of cosmetics is elucidated.

**Key words** : Rheometer, Turbiscan, Emulsion, *Houttuynia cordata*, Antioxidant, Antibiotic

## 서 론

최근 한방천연소재를 이용한 많은 연구가 시도되고 있으며<sup>1)</sup>, 전통의학과 관련되는 풍부한 효능과 긍정적인 이미지로 이미 화장품, 식품 등 여러 분야에서 좋은 효능효과가 연구 보고되고 있다<sup>2)</sup>. 그러나 천연소재가 화장품 제형에 미치는 영향을 객관화하는 연구는 부족한 실정이며 실제로 화장품산업에서 천연물에 의한 제품안정성 감소를 우려하여 소량 포함시키는 경우가 많다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 에멀전의 유화입자안정성에 대해서 이해하고 물리화학적·유변학적인 관점에서 유화물을 관찰하는 것이 도움이 된다.

에멀전은 열역학적으로 불안정한 비 평형계이므로 에멀전을 안정화하기 위해서는 양친매성을 가진 유화제의 사용이 필수이다<sup>3)</sup>. 유화제는 유용성 성분 혹은 수용성 성분 내에 균일하게

분산시켜, 오일/물 계면에 흡착하여 계면막을 형성함으로 제형을 안정화 시키고 사용감을 향상시켜 유화 입자의 합일이나 응집을 막는 중요한 역할을 한다<sup>4)</sup>. 즉, 유화제의 계면장력 저하 능력을 이용하여 유화제/오일/물의 상 거동의 해석에 근거하여 물리화학적 방법으로 에멀전을 안정화 시키는 다양한 에멀전 제조 방법 연구가 중요하다. 본 실험에서는 어성초 추출물이 포함된 에멀전의 안정성을 평가하는 객관적인 방법으로 써 터비스칸을 활용하여 수치로 객관화 하였다.

에멀전 타입의 화장품은 전형적인 점탄성(viscoelasticity)을 나타내며 유변학(rheology)을 접목하여 객관화할 수 있다<sup>5)</sup>. 화장품의 점탄성 정도에 따라 흐르는 성질은 응력을 받는 동안 계속 일정한 면찰 속도로 이동하는 현상으로, 면찰 응력이 제거된 후에도 원래의 위치로 되돌아가지 않고 이동한 자리에 그대로 머무는 것을 말한다. 즉 주어진 면찰 응력이 내부 분자

\*교신저자 : 박찬익, 대구한의대학교 화장품약리학과

· E-mail : cipark@dhu.ac.kr.

· 접수 : 2010년 11월 20일 · 수정 : 2010년 12월 8일 · 채택 : 2010년 12월 15일

들의 이동에 의한 내부 마찰로 소산되는 경우를 말한다. 그래서 점성 부분을 에너지 손실(energy loss) 부분이라고 부른다. 한편 탄성 부분은 변형 응력을 받을 때 일정한 거리만을 이동했다가 힘이 제거되면 원래의 위치로 되돌아오는(혹은 원래의 상태로 되돌아갈 수 있는 에너지를 보유하는) 부분이다. 즉 에너지를 소산하는 흐름이 아니라 시스템에 가해진 에너지를 보유할 수 있는 부분으로서 이를 에너지 저장(energy storage) 부분이라고 부른다. 오실레이션 테스트에서 점탄성체에 가하는 응력  $\tau$  는 아래의 식과 같은 주기 함수이다. 즉 응력은 주기 함수 형태로 주어지므로 진폭(응력의 최대값)이나 주파수(1초에 주어지는 응력 사이클의 수)가 변함에 따라 응력도 변하게 된다.

$$\tau_{yx} = (\tau_0) \cos(\omega t)$$

응력의 첫번째 변화요인  
최대 응력값의 변화
응력의 두번째 변화요인  
주파수의 변화

레오미터를 이용한 유변학적 물성 측정에서 복소 모듈러스( $G^*$ , complex modulus)는 식에서처럼 탄성 모듈러스( $G'$ , elastic modulus)와 점성 모듈러스( $G''$ , loss modulus)로 계산되며 손실각( $\delta$ , loss angle)은 점성과 탄성의 상대적인 값으로 0도에 가까우면 탄성체에 가깝고 90도에 가까우면 액체에 성질을 갖는다.

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2}$$

$$\delta = \tan^{-1} \frac{G''}{G'}$$

따라서 탄성 모듈러스(Pa) 값이 크고 손실각(Degree)이 낮을수록 물질이 탄성적(elastic)이라고 할 수 있다. 예를 들어 HIPEs(High Internal Phase Emulsions)에서 내상(Internal phase)을 증가시키면 복소 모듈러스 값은 증가하게 되며 전해질(electrolyte) 사용 유무에 따라 복소 모듈러스가 증가하는 폭이 달라지게 된다(Fig. 1) 이때 전해질을 넣으면 복소 모듈러스 값의 증가폭이 감소되며 안정성은 증가한다는 사실을 알 수 있었다. 전해질 양이 증가할수록 수상의 굴절률이 증가하여 입자간의 인력이 감소한다는 사실로부터 그 원인을 찾을 수 있었다. 이와 같이 응력 스위치로부터 얻은 복소 모듈러스 값의 변화가 나타나게 되며 이러한 현상으로부터 에멀전의 안정성 및 점탄성 특성을 판단하여 제품화에 이용할 수 있게 된다. 이와 같은 이론적 배경을 바탕으로 본 연구는 어성초 추출물이 에멀전 제형의 유화안정성과 점탄성 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 레오미터 (Rheometer)와 터비스칸 (Turbiscan)을 이용하여 측정하였다. 이러한 연구를 통해 어성초 추출물은 물론 천연물을 에멀전에 적용하는 데에 필요한 제품 안정성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

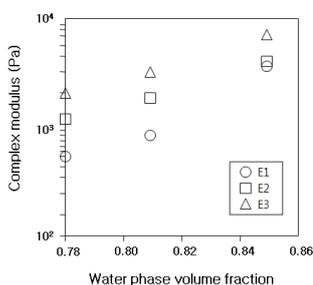


Fig. 1. Complex modulus change of group E with water phase volume fraction and electrolyte concentration. Symbols are given as the following : E1(O) for HIPE with no electrolyte, E2(□) for HIPE with 0.3% MgSO<sub>4</sub>, E3(△) for HIPE with 0.5% MgSO<sub>4</sub>.

## 실 험

### 1. 실험 기기

시료제조를 위하여 호모믹서 (TOKUSHU KIKA, Japan)를 이용해 유화하였으며 어성초 추출물을 농도별로 처리한 에멀전을 탈포하여 안정화시킨 후 제조된 에멀전의 유화안정성을 평가하기 위해 터비스칸 (Turbiscan, Formulacion, France)을 이용하였으며<sup>6-7)</sup> 어성초 추출물이 에멀전에 미치는 영향을 유변학적 관점에서 관찰하기 위해 레오미터 (Rheometer AR550, TA Instruments, USA)장비를 이용하여 점탄성도를 측정하였다<sup>8)</sup>. 또한 추출물의 항산화 효능 평가를 위해 microplate reader (Sunrise Remote, Tecan, Austria)를 사용하였다.

### 2. 어성초 추출물 획득

건조된 어성초를 파우더 타입으로 분쇄한 후 PSE (pressurized solvent extraction)추출법으로 1, 3-butylene glycol 용매를 이용하여 획득하였다. 어성초와 용매의 추출 비율의 1:9이며 온도는 85℃로 패들믹서(paddle mixer) 40rpm으로 유지하여 3시간동안 추출하였으며 최종 추출물을 100μ m filter로 정제하여 실험에 사용하였다.

### 3. 시료의 제조

Fig. 2와 같이 어성초 추출물이 함유된 수상과 유상을 각각 80℃까지 가열한 후 수상 (water phase)에 유상 (oil phase)을 투입한다. 이때 유화믹서를 이용하여 3,500rpm에서 5분간 유화한 후 28℃까지 냉각하여 제조하였다. 어성초 추출물은 제조 후 50℃ 냉각 후 포함시켰다. 어성초 추출물을 함유한 에멀전 크림을 만들기 위해 사용된 에멀전의 처방은 Table 1과 같다.

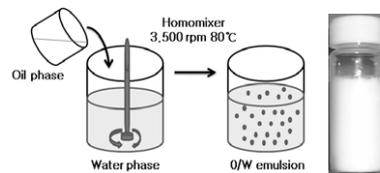


Fig. 2. Schematic diagram for the preparation of O/W emulsion.

Table 1. The components of O/W Emulsions.

INCI name	O/W (wt,%)
Stearic acid	1
Cetanol	1.9
Isopropyl myristate	7.0
Olive oil	2.0
Glyceryl monostearate	2.5
Polysorbate 20	0.7
Propylene glycol	6.0
Triethanol amine	0.7
Hydroxyethyl cellulose	0.1
<i>Houttuynia cordata</i> extracts	difference concentration
Water	to 100

#### 4. 터비스칸 (Turbiscan) 측정 방법

기존의 입자안정성 평가는 희석 (dilution)이 불가피하여 정확한 입자분석이 불가능하여 경험에 의한 의존율이 높다. 그러나 터비스칸은 희석을 하지 않고 화장품 원액 그대로 측정하므로 화장품 내의 유화 입자 사이의 상관관계를 정확한 수치로 도출해낼 수 있었다<sup>9)</sup>. 실험온도는 25℃±3로 일정하게 유지되었으며 3주의 기간 동안 유화입자 안정성을 측정하였다. 터비스칸 전용 유리용기에 어성초 추출물이 함유된 에멀전 20ml를 주사기를 이용해 기포가 발생하지 않도록 채워주고 라벨링 (labeling) 후 유화입자의 BS%(backscattering) 수준을 평가하였으며 측정원리는 Fig. 3과 같다.

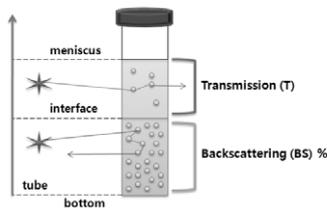


Fig. 3. Schematic principle of Turbiscan

#### 5. 레오미터 (Rheometer) 측정 방법

유변학적 영향을 평가하기 위해 에멀전의 점탄성도를 측정하였다. 레오미터의 콘(cone)은 지름이 60 mm 이고 기울기가 2도인 것을 사용하였고 절삭(truncation)간격은 60 μm 이다. 실험 온도는 25℃로 일정하게 유지되었으며 응력 스위프 (stress sweep)에서 응력의 범위는 0.1파스칼에서 100파스칼 까지 사용했으며 정현파로 주어지는 응력의 주파수는 1s<sup>-1</sup> 이다. 동적 점탄성의 측정 데이터는 레오미터 분석 프로그램 (TA rheometer Data Analysis Software, version 5.0)을 이용하여 처리하였다.

#### 6. 항산화 효능 평가

Superoxide anion radical 소거능은 nitroblue tetrazolium (NBT) 환원방법에 의해 측정하였다. 각 시료용액 0.1 ml 와 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5) 0.6 ml에 xanthine (0.4 mM)과 NBT (0.24 mM)을 녹인 기질액 1 ml 를 첨가하고 xanthine oxidase (0.049 U/ml) 1 ml를 가하여 37℃에서 20분간 방응시킨 후 1 N HCl 1 ml를 가하여 반응을 종료시킨 다음, 반응액 중에 생성된 superoxide anion radical의 양을 440 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 7. 피부상재균 항균효능 평가

항균력 측정은 paper disc법으로 측정하였다. 즉, 평판 배지에 배양된 각 균주를 1 백금이량 취해서 액체 배지 10 ml에서 18~24시간 배양하여 활성화시킨 후 다시 액체 배지 10 ml에 균액을 0.1 ml 접종하여 3~6시간 분 배양한 후 평판배지 1개당 균액을 약 10<sup>7</sup> cells되게 접종하여 멸균 면봉으로 균일하게 도말하였다. 멸균된 filter paper disc (Tokyo, 8 mm, Japan)를 고체 평판배지에 올려놓은 다음

각각 0.05 ml/disc가 되도록 시료를 농도별로 흡수시켜 35℃에서 18~24시간 배양하여 disc주위의 clear zone (mm) 균 성장억제 영역의 직경을 측정하였다

### 결과 및 고찰

어성초(*Houttuynia cordata*)는 삼백초과(Saururaceae)에 속하는 다년생 초본으로 특유의 비린내가 나며 전통약용 식물로서 민간에서 광범위한 분야에서 효능을 나타내고 있다. 한방과 민간에서 지상부를 수종, 매독, 방광염, 자궁염, 폐농, 유종, 중이염, 피부염, 간염, 기관지염, 무좀, 악창 및 중금속 해독 등의 치료제로 사용되고 있다<sup>10)</sup>. 어성초 추출물에 대한 성분분석 연구로는 정유<sup>11)</sup>, 지방산과 아미노산의 조성, alkaloid, flavonoid와 생육시기 및 부위에 따른 quercetin 함량 등이 보고되고 있으며<sup>12)</sup>, 생리활성 연구로는 지질과산화 억제작용, 항균활성, 항돌연변이, 항바이러스, 항산화 활성, 중금속의 독성억제효과 및 간 보호작용 등이 알려져 있다<sup>13)</sup>.

일반적으로 천연 한방추출물에 의한 제형의 점도하락이 문제시 되는 경우가 많으나 점도측정 외에 유화입자의 거동에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 어성초의 다양한 효능을 이용하여 화장품 원료로서의 가치를 평가하기 위해 어성초가 에멀전 유화 입자 안정성에 미치는 영향과 점탄성도의 변화 및 *in vitro* 효능을 관찰하고자 하였다. 그 결과 어성초의 농도가 높을수록 에멀전 유화 입자 안정성의 하락을 나타내었으며 이는 화장품에 적용 시 어성초 추출물의 농도에 유의해야 하는 것을 의미한다. 그리고 어성초 추출물을 대표적인 피부상재균인 *Staphylococcus aureus*와 *Staphylococcus epidermidis*에 처리한 결과 *Staphylococcus aureus*에서 뚜렷한 항균효능을 나타내었으며 농도 의존적으로 높은 효능을 나타내었다. 이는 어성초추출물이 피부염증의 원인이 되는 균의 활성을 억제하는 것으로 사료되며 화장품의 효능원료로서 가치가 높다고 할 수 있다. 그리고 어성초 추출물의 SOD activity 수준을 측정한 결과 농도가 높을수록 항산화력이 증가하는 것으로 보이며 이는 피부의 산화를 억제하는 항노화의 원료로 적용할 수 있음을 의미한다.

#### 1. 어성초추출물이 에멀전의 점탄성도 변화에 미치는 영향

본 연구에서는 유변학 (Rheology)을 접목하여 물리화학적 연구방법을 활용하여 어성초 추출물이 에멀전에 미치는 영향을 레오미터 장비 측정을 통해 도표화하여 살펴보았다. 그 결과 어성초 추출물을 에멀전에 첨가하면 농도 의존적으로 제형 안정성이 저하되는 것을 알 수 있었다. 즉 어성초 추출물을 첨가할 때 제형 내부의 탄성 구조에 영향을 주어 점탄성도 변화를 나타내었다. 응력 스위프(stress sweep)의 점탄성 영역을 나타낸 복소 모듈러스(Complex modulus)와 손실각(Loss angle)의 결과는 Fig. 4와 같다. 이때 손실각의 증가는 에멀전 내부의 탄성이 감소한 것을 의미하며 복소 모듈러스 값의 감소는 제형 사용감의 저하를 의미하므로 어성초를 화장품 처방에 첨가하여 사용할 경우 사용량을 조절하여 활용해야 제품

의 안정성을 높일 수 있을 것으로 사료된다. 유변학은 물질의 흐름과 변형을 해석하는 학문이다. 유변학은 물질 자체가 나타내는 물리적 형상의 정량화에 중요하게 이용되며, 특히 에멀전 내부의 상태변화는 유변학적 물성의 변화로 나타나므로 레오미터를 활용한 유변학적 물성치의 정확한 측정과 해석은 에멀전 거동의 해석과 안정성 판단에 있어 필수적이라고 할 수 있다<sup>14)</sup>.

## 2. 어성초추출물이 에멀전의 유화입자 안정성에 미치는 영향

어성초 추출물을 함유한 화장품 제형의 유화 입자 안정성 실험결과는 아래의 그래프와 같다. 어성초 추출물을 0, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0% 농도별로 에멀전에 첨가한 후 상온(room temperature)에서 21일 동안 1주 간격으로 터비스칸 장비로 평가하였다. 그 결과 Table 2, Fig. 6 과 같이 backscattering (%)의 수치는 어성초추출물이 포함되지 않은 0%시료에서부터 어성초 추출물이 포함된 1.5%까지 측정된 결과로 시료 중간 부분 (시료 높이 약 5~35mm 부분)을 관찰한 것이며 BS(%)가 전체적으로 감소한 것을 알 수 있었다. BS(%)은 모든 물질에 대해서 동일하게 입자의 크기가 0.6 $\mu$  m일 때 최대값을 갖게 되며, 이 크기에서 빛과 입자간의 Scattering Efficiency가 최대가 되기 때문이다. 예를 들어 굴절률이 2.56인 TiO<sub>2</sub>와 1.59인 Latex를 비교해 보면 최대값이 TiO<sub>2</sub>는 70%이고 Latex는 50%일 수 있지만 두 시료 평균 입경이 0.6 $\mu$  m일 때 최대값을 갖는다는 것을 의미한다. 입자의 크기가 광원으로 사용되는 빛의 파장보다 클 때( $d \gg \lambda$ )에는 Mie Diffusion이 일어나며 이 경우에는 Fig. 5에서 보는 것처럼 응집에 의해 입자의 크기가 증가할수록 평균적인 입자간의 거리가 멀어지기 때문에 빛과 입자간의 산란 현상(Scattering Events)이 적게 일어나므로 Scattering Efficiency가 낮아지고 따라서 측정되는 BS(%)도 감소하게 된다. 다르게 표현하자면 입자의 크기가 증가할수록 평균적인 입자간의 거리가 멀어지기 때문에 Photon의 Mean Free Path는 증가하고 따라서 Backscattering(%)은 감소하게 된다. 즉 대조군과 비교하여 어성초추출물이 포함된 에멀전이 농도 의존적으로 유화 입자이동 (particle migration)으로 인한 응집현상을 예측할 수 있었으며 이는 어성초 추출물을 화장품에 사용 시 농도 결정에 유의해야한다는 것을 의미한다.

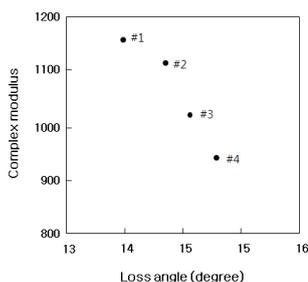


Fig. 4. Viscoelastic data : Plot of complex modulus against loss angle of emulsions. [Concentration of *Houttuynia cordata* extract : #1(0%), #2(0.1%), #3(0.5%), #4(1.5%)]

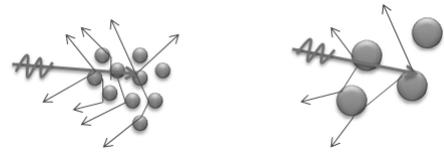


Fig. 5. Backscattering variation vs. particle size variation in mie diffusion

Table 2. The change of backscattering (%) according to concentration of *Houttuynia cordata* extract.

Concentration	Backscattering (%)			
	The day	After 7 days	After 14 days	After 21 days
0.0%	67.53±0.3	67.50±1.2	67.41±1.1	67.44±1.0
0.1%	66.89±1.2	67.38±1.0	66.78±1.2	66.82±1.7
0.5%	66.85±2.2	66.69±2.4	66.89±2.3	66.67±2.7
1.0%	66.43±5.8	66.43±5.1	66.31±6.1	66.97±4.4
5.0%	64.53±0.7	64.42±0.6	64.30±0.6	64.43±0.7

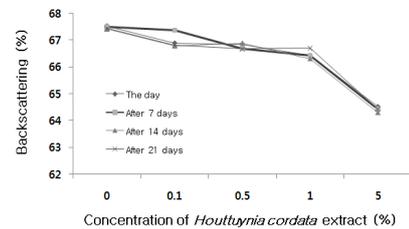


Fig. 6. The change of backscattering (%) according to concentration of *Houttuynia cordata* extract.

## 3. 어성초추출물의 항산화 효능

항산화 효소 중에 하나인 superoxide dismutase (SOD)는 생체에 매우 유해한 superoxide anion radical ( $\cdot O_2^-$ )과 반응하여 hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)를 생성하는 효소로, 산소를 소비하는 모든 생물 중에 존재하여 생체 내에서 활성산소 장애에 대한 방어 작용을 하는 대표적인 활성산소 저해물질이다. 이러한 세포노화 방지 효과와 연관 깊은 superoxide dismutase를 측정된 결과 Fig. 7과 같이 나타났으며 어성초 추출물은 농도가 높을수록 강한 활성을 갖는 것으로 보인다.

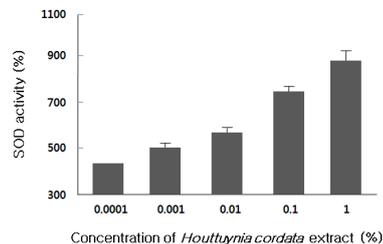


Fig. 7. Superoxide dismutase (SOD) activity of *Houttuynia cordata* extract.

## 4. 어성초추출물의 항균 효능

일반적으로 피부상재균 중 피부에 염증을 유발할 수 있는 세균인 *Staphylococcus aureus*와 *Staphylococcus epidermidis*를 이용하여 생육저해환 (clear zone) 효능을 확인하였다. 그 결과 *Staphylococcus epidermidis*에서는 뚜렷한 항균 효능을 나타내지 않았지만 Fig. 8과 Table 3와 같이 *Staphylococcus epidermidis*에서 농도 의존적으로 매우 높은 항균력을 나타내었다.

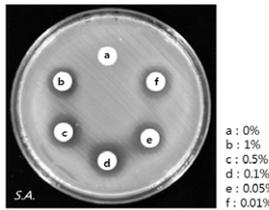


Fig. 8. Anti-microbial activity of *Houttuynia cordata* extract on *Staphylococcus aureus*.

Table 3. Anti-microbial activity of *Houttuynia cordata* extract on *Staphylococcus aureus*.

<i>Houttuynia cordata</i> extract (100%=100µg/ml)	Inhibition zone diameter (cm) <sup>a</sup>	
	<i>Staphylococcus epidermidis</i> KCTC 1917	<i>Staphylococcus aureus</i> KCTC 1621
0 %	— <sup>b</sup>	—
1 %	—	1.45±0.11 <sup>c</sup>
0.5 %	—	1.43±0.25
0.1 %	—	1.55±0.72
0.05 %	—	1.50±1.21
0.01 %	—	1.31±0.10

<sup>a</sup> Diameter of clear zone including disc diameter of 8.0 mm.

<sup>b</sup> Not active.

<sup>c</sup> Expressed as mean±SD (n=3).

## 결론

본 연구는 어성초추출물이 에멀전 제형에 미치는 영향에 대하여 터비스칸과 레오미터 장비를 활용해 측정하였다. 어성초는 PSE 추출법을 이용해 수득률을 높였으며 화장품 원료로 많이 쓰이는 1, 3-butylene glycol을 용매로 하여 추출하고 농도별로 에멀전 제형화 하였다. 제조된 시료를 이용하여 레오미터와 터비스칸 측정, 항균효능평가, 항산화효능 수준 변화를 관찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 유변학적 물성치는 레오미터를 통해 측정 할 수 있으며, 이를 통해 어성초추출물이 에멀전 내부의 점탄성도에 미치는 영향을 판단하였다. 그 결과 추출물의 농도에 비례하여 손실각은 증가하였으며 이는 에멀전 내부의 탄성이 감소한 것을 의미한다. 또한 복소 모듈러스 값은 감소하여 제형 사용감에 영향을 끼치는 것으로 관찰되었다.
2. 터비스칸을 이용하여 어성초추출물이 에멀전의 유화입자 안정성에 미치는 영향을 측정한 결과 농도가 높을수록 BS(%)의 수치가 대조군과 비교하여 감소한 것으로 보아 어성초 추출물에 의해 유화입자의 합일이 유도되어 응집현상이 나타난 것으로 사료된다.
3. 어성초 추출물의 *in vitro* 효능을 평가한 결과 추출물의 농도에 비례하여 SOD activity와 피부상재균에 대한 항균 효능이 높게 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 보건복지부 연구용역사업 연구비지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Sameer Kumar. Exploratory analysis of global cosmetic industry: major players, technology and market trends. *Technovation*, 2005 ; 25(11) : 1263-30.
2. Kuo-Hsien Wang, Rong-Dih Lin, Feng-Lin Hsu, Yen-Hua Huang, Hsien-Chang Chang, Ching-Yi Huang, Mei-Hsien Lee. Cosmetic applications of selected traditional Chinese herbal medicines. *Journal of Ethnopharmacology*. 2006 ; 106(3) : 353-10.
3. M.C. Prieto-Blanco, S. Muniategui-Lorenzo. Determination of Surfactants in Cosmetics, *Analysis of Cosmetic Products*. 2007 ; 291-25.
4. Takeo Mitsui Ph.D., *Analytical chemistry of cosmetics*, New Cosmetic Science. 1997 ; 257-31.
5. C. Gallegos, J.M. Franco. Rheology of food, cosmetics and pharmaceuticals . *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 1999 ; 4(4) : 288-82.
6. O. Mengual, G. Meunier, I. Cayr, K. Puech, P. Snabre. TURBISCAN MA 2000: multiple light scattering measurement for concentrated emulsion and suspension instability analysis. *Talanta*. 1999 ; 50(2) : 445-11.
7. G. Meunier, O. Mengual. A new concept in stability analysis of concentrated colloidal dispersions. 4th World Surfactants Congress CESIO(4). 1996 ; 301.
8. CI Park, WG Cho, SJ Lee. Emulsion stability of cosmetic creams based on water-in-oil high phase emulsions. *Korea-Australia Rheology Journal*. 2003 ; 15(3) : 125-6.
9. O. Mengual, G. Meunier, I. Cayre, K. Puech and P. Snabre. Characterisation of instability of concentrated dispersions by a new optical analyzer: the Turbiscan MA 1000. *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*. 1999 ; 152 : 111-8.
10. Lee TB. *Illustrated Flora of Korea*. Hyangmoonsa. 1979 : 252-1.
11. Liu YI, Deng ZF. Investigation of the chemical constituents of the essential oil of *Houttuynia cordata* Thumb. *Acta Botanica Sinica*. 1979 ; 21 : 244-10.
12. Lee ST, Lee YH, Choi YJ, Shon GM, Lee HJ, Heo JS. Comparison of quercetin and soluble tannin in *Houttuynia cordata* THUNB. According to growth stages and plant parts. *Korean J Medicinal Crop Sci*. 2002 ; 10 : 12-16.
13. Lee JH, Jeong SI, You IS, Kim SK. The inhibitory Effects of the methanol extract of *Houttuynia cordata* THUNB. against cadmium induced cytotoxicity (V). *Kor J Pharmacogn*. 2001 ; 32 : 61-66.
14. 박찬익. *Rheology for cosmetic science and technology*. 서울:성균사. 1997 : 103-3.