

# Biosurfactant를 이용한 유화

홍세흠, 한창규\*, 조춘구  
송실대학교 환경·화학공학과  
\*라미화장품 피부과학연구소

## Emulsion using Biosurfactant as Emulsifier

Se Heum Hong, Chang Giu Han\*, Choon Koo Zhoh  
Department of Environmental & Chemical Engineering, Soongsil University  
\*Lamy Dermal Scientific Research Institute

### 요 약

천연계면활성제인 lysolecithin과 오일성분인 squalane(SQ), liquid paraffin(LP), octylpalminate(OP), octylstearate(OS), alkylbenzoate(AB), isostearylbenzoate(ISB)를 사용하여 제조된 에멀전의 입자의 크기, 형상을 광산란 장치를 사용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

동적광산란실험을 통하여 에멀전입자는 크기가 150nm~250nm로서 subemulsion임을 확인하였고, 오일상의 농도가 0.25wt%에서 입자의 크기가 감소하다가 증가하는 오일의 임계농도가 있음을 알 수 있었다. 그리고 SQ에서 ISB의 순으로 오일의 극성이 증가할수록 입자의 크기가 감소함을 알 수 있었다. 정적광산란을 통하여 산란강도의 각도의존성으로부터 관성회전반경( $R_g$ )를 구할 수 있었고  $R_g/R_h$ 로부터 극성류인 ISB, AB의 입자형태는 구형, 반극성인 OP, OS는 타원형 그리고 비극성류인 LP, SQ는 막대형에 가까운 형태임을 알 수 있었다. 제조된 에멀

전의 점도는 구형입자에 비하여 막대형 입자의 점도가 높음을 알 수 있었다.

## Abstract

The o/w emulsions were prepared by lysolecithin as a biosurfactantsto to emulsify oils with squalane(SQ), liquid paraffin(LP), octylpalmitate(OP), octylstearate(OS), alkyl benzoate(AB), isostearyl benzoate(ISB). The droplets size and shape of o/w emulsions were investigated by laser light scattering.

With dynamic light scattering hydrodynamic radius( $R_h$ ) of emulsion droplets was varied from 150nm to 250nm and critical concentration of oil in which the hydrodynamic radius( $R_h$ ) of emulsion droplets decreased and increased was found in the point of 0.5wt% oil concentration, and it was found increasing the polarity of oil decreased the droplets, the droplets size of SQ(polar oil) were lower than SQ(nonpolar oil).)

With static light scattering radius of gyration( $R_g$ ) of emulsion droplets was to be calculated. From measurements of the ratio of  $R_g/R_h$  it was found that the shape of droplet of ISB, AB(polar oils) were sphere, for OP, OS(apolar oil) were oblate, for LP, SQ(nonpolar oil) were rod. The viscosity of emulsion in the form of rod was higher than that of emulsion in the form of sphere.

## I. 서 론

산업화의 발달로 인한 환경오염과 인체에 대한 유해성이 점점 심각해짐에 따라 최근 들어 이들 조건들을 만족시킬 수 있는 천연계면활성제(biosurfactant)의 응용분야에 많은 관심이 집중되고 있다<sup>(1)</sup>. 천연계면활성제는 합성 계면활성제에 비하여 인체 유해성이 매우 적으며 환경친화성이 우수한 장점을 지니고 있으므로 매우 광범위하게 활용할 수 있는 장점을 지니고 있다.

레시틴은 천연계면활성제의 한 부류로서 대두 레시틴(soybean lecithin)과 난황 레시틴(egg yolk lecithin) 등이 화장품, 의약품, 식품 등의 분야에서 사용되고 있다. 이들은 친수부(hydrophilic group)와 소수부(hydrophobic group)의 구조와 종류에 따라 다른 계면활성을 나타낸다<sup>(2)</sup>.

리조레시틴(lysolecithin)은 lecithin의 취약점인 불포화 아실기의 산화능과 친수부의 가수분해능을 보완하기 위하여 레시틴을 포스포리파아제로 가수분해하여 개질한 것으로 레시틴과 같이 천연계면활성제로서 생체친화성이 우수하여 제약, 약품, 식품, 화장품 등에서 사용되고 있다.

리조레시틴은 합성계면활성제같이 양친매성분자(amphiphilic molecule)로서 수용액 상태에서 임계미셀농도(critical micelle concentration, CMC) 이상에서는 회합(aggregate)하여 미셀(micelle)을 형성하는 것으로 알려져 있다<sup>(3)</sup>.

이러한 미셀의 중요한 물성 중 하나는 수용성에 대하여 불용성(insoluble) 또는 난용성(sparingly soluble) 물질인 피가용화 물질(hydrophobic material)을 용해시키는 가용화(solubilization) 현상<sup>(4)</sup>이다. 피가용화 물질의 가용화 위치는 low-angle X-ray diffraction<sup>(5)</sup>, electron microscope<sup>(6)</sup>, NMR<sup>(7, 8)</sup>, light scattering<sup>(9, 10, 11)</sup> 등을 이용하여 직접적으로 확인할 수 있다. 계면활성제 및 피가용화 물질의 분자 구조와 화학적 성질에 따라 피가용화 물질은 미셀 내부나 표면 등에 위치하는 것으로 알려져 있다<sup>(13, 14)</sup>.

에멀전 입자의 크기 및 형상 등은 피가용화 물질의 위치 분포와 가용화량에 의하여 영향을 받게 되므로 이와 같은 에멀전 입자의 크기 및 형상은 에멀전 상태의 제품 물성과 공정에 영향을 주는 중요한 인자가 된다.

일반적으로 레시틴은 이중막을 형성하는 성질이 있으므로 이를 이용하여 리포솜(liposome) 형성과 약물전달체계에 관하여 연구<sup>(12)</sup>되고 있으나 본 실험에서는 구조상의 특성을 이용하여 유화제로 사용하였다.

본 연구에서는 리조레시틴을 o/w형 유화제로 사용하여 오일의 종류가 o/w형 에멀전의 입자와 형상에 미치는 영향을 조사하였다. 사용된 오일은 지방산계 탄화수소인 squalane, liquid paraffin과 지방산 알킬에스테르계인 octyl palmitate, octyl stearate, 방향족 계열인 alkyl benzoate와 isostearyl benzoate 사용하였으며 광산란 장치(laser light scattering system)와 점도계를 사용하여 에멀전 입자 크기 및 점도를 측정하였으며 이

를 통하여 입자의 형상을 유추하였다.

## II. 실험

### 1. 실험재료

3성분계 o/w형 에멀전을 조제하기 위하여 계면활성제로서 lysolecithin(Lyso)을 사용하였으며, 분상상인 오일은 포화 탄화수소계의 liquid paraffin(LP), squalane(SQ), 지방산 알킬에스테르계인 octylpalmitate(OP), octylstearate(OS), 방향족 계열인 alkylbenzoate(AB), isostearylbenzoate(ISB)와 수상으로는 2차 증류수를 사용하였다.

Table 1, 2에 사용한 실험재료의 화학식과 제조회사를 나타내었다.

### 2. 실험방법

#### 2.1. 에멀전의 제조

1wt% 계면활성제 수용액과 이 1wt% 계면활성제 수용액에 오일 성분이 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0wt%로 구성된 각 시료를  $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 유지된 hot plate stirrer에서 500rpm으로 15분간 premixing한 후, 고압유화장치인 Microfluidizer(MY110Y, Microfluidics Co., U.S.A.)를 이용하여 작업압력 6,000psi에서 5회 통과시켜 o/w형 에멀전을 제조하였다. 각 에멀전 제조시 Microfluidizer내에 남아있는 잔유물은 각 시료와의 혼합을 방지하기 위하여 증류수로 충분히 세척한 후 작업하였다.

#### 2.2. 광산란 측정

##### 2.2.1. 광산란 장치 개요

제조된 o/w 에멀전의 수력학적반경( $R_h$ ; hydrodynamic radius)과 관성회전반경( $R_g$ ; radius of gyration)을 각각 동적광산란법(dynamic light scattering method, DLS)과 정적광산란법(static light scattering method, SLS)으로 측정하였다.

측정에 사용된 광산란 장치는 Malvern system(Malvern PCS 4700, Malvern Instruments, U.K.)으로 파장이 633nm인 50mW He-Ne laser(Siemens, LGK 7626)와 PMT(PCS100), stepmotor controller(PCS7), correlator(K7032ES), pump/filter unit

(PR98), temperature controller(PCS8)으로 구성되어 있으며, 광산란 데이터는 Malvern 4700 software로 분석하였다.

### 2.2.2. 시료준비 및 cell 세척

제조한 o/w 에멀전을  $25 \pm 0.01^\circ\text{C}$  항온조에서 1일 방치한 후 각각의 에멀전을 0.05wt% 농도가 되도록 2차 증류수로 희석한 시료 2ml를 취하여 석영 원통형셀 (quartz round cuvette, 5ml, 20mm)에 넣어 사용하였다. 측정 cell은 초음파 세척기에서 20분간 세척한 후 여과된 물로 다시 세척 후 건조시켜 사용하였다. 시료를 측정 cell에 넣기 전 측정 cell을 회전시키면서 PMT에서 측정되는 산란강도 값으로 측정 cell 표면의 흠집이나 오염 여부를 확인하였다. 측정할 시료들은 시료 내부의 먼지를 제거하기 위하여 측정 전에  $0.45 \mu\text{m}$  millipore filter로 여과하여 사용하였다.

### 2.2.3. 측정방법

Vat내의 온도 조절은 PCS8을 이용하여 측정 온도를  $25 \pm 0.01^\circ\text{C}$  로 일정하게 유지시켰으며 vat내의 먼지 제거 여부는 filter unit(PR98)으로 매회 측정마다 10분간 filtering하여 PMT를 통해 측정되는 산란강도 값이 0.2KCPS 이하이면 깨끗한 상태로 간주하였다. 한 시료에 대하여 5회씩 측정하여 평균값을 데이터로 하였다.

### 2.2.4. 동적광산란 (DLS)

제조한 o/w 에멀전의 수력학적 반경( $R_h$ )은 동적광산란(DLS)법으로 구하였으며 측정각도는  $90^\circ$ 에서 5회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 산란각도에서 측정된 산란강도의 변화에 따라 PMT(PCS100)에 도달하는 광자(photon)의 수는 digital 방식으로 변화하여 correlator(264channel, K7032ES)에서 상관함수(autocorrelation function)을 산출한 후 cumulant법(Malvern 4700 software)으로 계산하였다.

### 2.2.5. 정적광산란 (SLS)

제조한 o/w 에멀전의 관성회전반경( $R_g$ )은 정적광산란법(SLS)으로 구하였다. 측정각도( $\theta$ )는  $30^\circ$ 에서  $150^\circ$ 까지  $5^\circ$ 간격으로 25개의 측정각도에 대한 산란 강도를 측정하여 산란

각도에 대한 산란 강도의 변화를 Guinier plot을 이용하여 산란 벡터  $q^2$ 의 변화에 따른 산란 강도  $\frac{I(0)}{I(q)}$ 의 기울기로 부터 관성회전반경  $R_g$ 를 구하였다.

$$\frac{I(0)}{I(q)} = 1 + \frac{1}{3} R_g^2 q^2 \quad ( R_g q < 1 )$$

여기서  $q$ 는 산란벡터로서  $q = (4\pi n/\lambda)\sin(\theta/2)$ 이며  $\lambda$ 는 입사광의 파장(633.3nm),  $n$ 은 물의 굴절률(1.33),  $\theta$ 는 산란각도(degree)이다.

### 2.3. 점도 측정

실험에서 사용한 점도계는 Sibata사의 Ubbelohde 점도계를 사용하였다. 점도계를 산화제가 첨가된 진한 황산에서 24시간 담가둔 뒤 2차 증류수로 세척하고 최종적으로 0.45 $\mu$ m millipore filter로 먼지를 제거한 아세톤으로 세척한 후 건조기에서 완전히 건조시켜 사용하였다. 그리고 사용하는 피펫, 플라스크, 비이커 등도 먼지를 제거한 후 아세톤으로 세척하여 사용하였다. 측정 온도는 항온조(model : N4-B, HAAKE, GER)를 사용하여  $25 \pm 0.01^\circ\text{C}$ 으로 유지하였으며, 각 실험 값은 5회 측정하여 평균값으로 사용하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 수력학적 반경

오일과 물의 계면에 계면활성제가 위치할 경우 계면활성제로 이루어진 계면막은 오일 분자와 물분자간의 상호인력을 받게되는데 이 때 계면활성제 막이 오일상 및 수상과의 균형된 응집력을 유지하여야 안정한 에멀전을 형성한다<sup>(13)</sup>. 즉 계면활성제 간의 응집력과 오일분자 간의 응집력 그리고 계면활성제와 오일 분자간의 응집력에 따라서 에멀전 입자의 크기와 형상에 영향을 끼치게 된다.

이를 위하여 사용한 오일의 농도에 따라 제조된 에멀전 입자의 수력학적 반경을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다.

에멀전 입자의 크기는 오일의 농도가 0.25wt%인 지점에서 감소하였다가 서서히 증가함을 알 수 있으며 오일의 종류가 비극성인 SQ, LP에서 극성류인 AB, ISB 순으로 변함

에 따라 에멀전 입자 크기는 감소하는 경향을 나타내고 있다.

에멀전 입자의 크기는 에멀전 입자의 내부에 존재하는 오일의 구조와 함량, 오일의 가용화 위치 그리고 계면활성제의 구조에 영향을 받는데 이때 오일의 위치는 계면활성제 막 내부 또는 계면막 사이에 존재하는 것으로 알려져 있다<sup>(14, 15)</sup>.

일반적으로 오일의 함량이 증가할수록 에멀전 입자의 크기가 증가하는 것을 알 수 있으며 이는 미셀 내부에서 오일이 차지하는 공간 점유율의 증가로 인하여 나타난 현상으로 생각된다. 오일의 농도가 0.25wt%일때 입자 크기가 감소하는 것으로 나타났는데 이는 Lyso의 소수기가 오일 분자간의 상호인력이 보다 강하게 작용하여 나타나는 것으로 추측된다. 또한 SQ, LP, OP, OS, AB, ISB 순으로 오일의 극성이 증가할수록 입자 크기가 감소하는 현상을 보이고 있는데 이는 비극성류인 SQ의 경우 Lyso의 소수기와 SQ간의 약한 상호인력으로 인하여 입자크기가 크게 나타났으며 극성류인 ISB의 경우에는 Lyso의 친수부와 ISB간의 극성에 의한 강한 상호인력에 의하여 입자 크기가 가장 작게 나타난 것으로 생각된다.

## 2. 산란각도의 각도 의존성

Kerker 등은 산란각도의 각도 의존성 실험을 통하여 산란각도 의존성이 클수록 입자 구조의 변화가 심함을 제시하였다. 딱딱한 구형 입자의 경우  $I(0)/I(q)$ 와  $q^2$ 의 관계는 직선성을 나타내지만 입자 형상이 구형에서 벗어나 타원형이나 막대모양일 경우에는 작은 산란각도에서만 직선성을 보이는 것으로 나타났다<sup>(16~20)</sup>.

에멀전 입자의 형상을 해석하기 위하여 제조한 에멀전의 산란광 각도의존성을 측정하여 Fig. 2~8에 나타내었다.

Fig. 2~8에서 알 수 있듯이 오일의 농도가 0.0wt%~2.0wt%으로 증가함에 따라  $I(0)/I(q)$ 와  $q^2$ 의 관계가 직선성에서 서서히 벗어남을 알 수 있다. 그리고 SQ, LP, OP, OS, AB, ISB 순으로 오일의 극성이 커짐에 따라 산란각도의 각도 의존성은 곡선에서 직선형태로 변하는 것을 알 수 있다.

따라서 오일의 농도가 증가함에 따라 그리고 오일의 극성이 감소함에 따라 에멀전 입자의 형태는 구형에서 막대형태로 변한다고 할 수 있다.

### 3. 관성회전 반경( $R_g$ )

Fig. 9는 Fig. 2~8의  $I(0)/I(q)$ 와  $q^2$ 의 관계로부터 직선의 기울기를 통하여 얻은 에멀전 입자의 관성회전반경( $R_g$ )을 나타낸 그림이다. Fig. 1에서와 같이 오일의 농도가 증가함에 따라 오일의 극성이 감소함에 따라서 입자의 크기가 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

### 4. 관성회전반경( $R_g$ )와 수력학적반경( $R_h$ )의 관계

Fig. 10은 오일의 농도변화에 대한  $R_g/R_h$ 의 값을 나타낸 그림이다. Slayter<sup>(21~27)</sup>등은 계면활성제 수용액 및 고분자 용액 등에 관한 입자형상을 광산란 실험을 통하여  $R_g/R_h$ 의 값이 1.67인 경우에는 막대형태이며  $R_g/R_h$ 의 값이 0.77인 경우에는 응집된 구형의 입자 형태를 하고 있다고 제시하였다.

Fig. 10에서 알 수 있듯이 본 실험에서 제조한 에멀전 입자의  $R_g/R_h$ 의 값은 0.68~1.3임을 알 수 있다. 따라서 이 에멀전 입자들 형태는 구형과 막대형태에 가까운 것으로 판단할 수 있다. 그리고 오일의 농도가 증가함에  $R_g/R_h$ 의 값이 커지는 것으로 보아 입자는 구형에서 막대형태로 전환된다고 생각되며 오일의 극성이 증가할 수록  $R_g/R_h$ 의 값이 감소하는 것으로 보아 입자형태의 변화가 작은 것으로 판단된다.

### 5. 점도의 변화

일반적인 에멀전의 점도는 오일의 성분의 함량이 증가함에 따라 커지며 입자의 형태가 구형보다는 막대형태의 점도가 높은 것으로 알려져 있다. 제조한 에멀전의 점도에 대한 오일의 종류 및 농도의 영향을 Fig. 11에 나타내었다.

Fig. 11에서 알 수 있듯이 비극성류인 SQ의 경우에는 오일의 농도가 증가함에 따라서 점도는 계속 증가하며 Fig. 10에 나타난 SQ의  $R_g/R_h$  값 또한 0.67에서 1.25으로 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서 SQ의 입자 형태는 오일의 농도가 증가함에 따라서 구형에서 막대형으로 변한다고 할 수 있다. 그러나 Fig. 10, 11에서 볼 수 있듯이 극성류인 ISB의 경우에는 오일의 농도가 증가함에 따른 점도 증가 폭이 SQ에 비하여 매우 적으며 오일의 농도가 0.5wt% 이상에서는 거의 일



정한 값을 보이고 있음을 알 수 있다. 그리고  $R_g/R_h$  값 또한 0.67에서 0.80으로 SQ에 비하여 변화의 폭이 적음을 볼 수 있다. 따라서 극성류인 ISB의 입자는 구형 상태를 상대적으로 많이 유지하고 있다고 할 수 있다.

## IV. 결 론

천연계면활성제인 lysolecithin과 오일성분인 squalane(SQ), liquid paraffin(LP), octylpalminate(OP), octylstearate(OS), alkylbenzoate(AB), isostearylbenzoate (ISB)를 사용하여 제조된 에멀전의 입자의 크기, 형상을 검토한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

동적광산란실험을 통하여 에멀전입자는 크기가 150nm~250nm로서 subemulsion 입을 확인하였고, 오일상의 농도가 0.25wt%에서 입자의 크기가 감소하다가 증가 하는 오일의 임계농도가 있음을 알 수 있었다. 그리고 SQ에서 ISB의 순으로 오일의 극성이 증가할수록 입자의 크기가 감소함을 알 수 있었다. 정적광산란을 통하여 산란각도의 각도의존성으로부터 관성회전반경( $R_g$ )를 구할 수 있었고  $R_g/R_h$ 로 부터 극성류인 ISB, AB의 입자형태는 구형, 반극성인 OP, OS는 타원형 그리고 비극성류인 LP, SQ는 막대형에 가까운 형태임을 알 수 있었다. 제조된 에멀전의 점도는 구형입자에 비하여 막대형 입자의 점도가 높음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. H. Saint Ruth, D. Attwood, G. Ktistis and C. J. Talyor, *Int. J. of Pharm.*, 1995, *116*, 253-261.
2. M. Kahlweit, G. Busse, and B. F. Faulhaber, *Langmuir*, 1995, *11*, 1576-1583.
3. R. J. Williams and J. N. Phillips, *Trans. Faraday Soc.*, 1955, *51*, 728.
4. 金品昌志, *Colloid 化學の進歩 と實際*, N. KKO. Chem., 1987, 20-21.
5. J. H. Schulman and D. P. Riley, *J. Colloid Interface Sci*, 1948, *3*, 383.

6. W. Stockenius, J. H. Schulman and L. M. Prince, *Kolloid Polymer*, 1960, 169, 70.
7. J. Biais, B. Clin, P. Lalanne and B. Lemanceau, *J. Chem. Phys.*, 1977, 74, 1197.
8. A. M. Bellocq and J. Biais, *J. Colloid Interface Sci.*, 1979, 70, 524.
9. S. Brunetti, D. Roux and A. M. Bellocq, *J. Phys. Chem.*, 1983, 87, 1028.
10. A. M. Cazabat, D. Langevin and A. Pouchelon, *J. Colloid Interface Sci.*, 1980, 73, 1.
11. C. Hermansky and R. A. McKay, *J. Colloid Interface Sci.*, 1980, 73, 324.
12. Stephan Kaiser and Heinz Hoffmann, *J. of Coll. & Sci.*, 1996, 184, 1-10
13. Martin J. Schick and Frederick M. Fowkes(eds), *Microemulsions and Related System-formulation solvency and physical properties*, 1988, .vol. Marcel, Inc. N. Y
14. E. Dickinson and D. J. McClement, *Advances in Food Colloid*, Blackie, Glasgow, 1995.
15. R. Aveyard, B. P. Binks, S. Clark and P. D. I. Fletcher, *Chem. Tech. Biotech.*, 1990, 48, 161.
16. Daewon Sohn, Paul S. Russo, Alfonso Davila and Drew S. Poche, *J. Coll.Int. Sci.* 1996, 177, 31.
17. James. H. Siver, Eleni Karayianni and Stuart L. Cooper, *J. Coll. Int. Sci.*, 1996, 178, 219.
18. Krister Thuresson, Bo Nystrom, Geng Wang and Björn Lindman, *Langmuir*, 1995, 11, 3730.
19. Jeffery Bodycomb and Masanori Hara, *Macromolecules*, 1994, 27, 7369.
20. Keeker, M., *The Scattering of Light and Other Electromagnetic Radiation*, p. 58. Academic Press, NewYork, 1969.
21. Henry Slayter, Joseph Loscalzo, Paula Bocken stedt and Robert J. Handin, *J. Bilo. Chem.*, 1985, Vol. 260, No. 14, 8559.
22. Charles Y. Young, Paul J. Missel, Norman A. Maser and George B. Benedek, *J. Phy. Chem.*, 1978, Vol. 82, No. 12, 1375.
23. Van Holde and K. E., *Physical Biochemistry*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs,

1985.

24. R. L. Shogren, A. M. Jamieson, J. Blackwell and N. Jentoft, *Biopolymers*, 1986, Vol. 25, 1505.
25. Regina M. Murphy, Richard A. Chamberlin, Peter Schurtenberg, Clark K. Cotton and Martin L. Yarmush, *Biochemistry*, 1990, 29, 10889.
26. Schurtenberger P., and Augusteyn P. C., *Biopolymers*, 1991, 31, 1229. .
27. Walther Burchard, Markus Frank and Eduard Michel, *Ber. Bunsengers. Phys. Chem.*, 1996, Vol. 100, No. 6, 807.



## Figure Legends

- Fig. 1. Hydrodynamic radius( $R_h$ ) of emulsion droplet as a function of oil concentration for Lyso system.
- Fig. 2. The  $q^2$  dependence of the normalized inverse scattering intensity as a function of the surfactants solutions
- Fig. 3. The  $q^2$  dependence of the normalized inverse scattering intensity as a function of SQ concentration for Lyso system.
- Fig. 4. The  $q^2$  dependence of the normalized inverse scattering intensity as a function of LP concentration for Lyso system.
- Fig. 5. The  $q^2$  dependence of the normalized inverse scattering intensity as a function of OP concentration for Lyso system.
- Fig. 6. The  $q^2$  dependence of the normalized inverse scattering intensity as a function of OS concentration for Lyso system.
- Fig. 7. The  $q^2$  dependence of the normalized inverse scattering intensity as a function of AB concentration for Lyso system.
- Fig. 8. The  $q^2$  dependence of the normalized inverse scattering intensity as a function of ISB concentration for Lyso system.
- Fig. 9. Radius of gyration ( $R_g$ ) of emulsion droplet as a function of oil concentration for Lyso system.
- Fig. 10. The variation of  $R_g/R_h$  as a function of oil concentration for Lyso system.
- Fig. 11. The variation of viscosity as a function of oil concentration or Lyso system.

Fig. 1.

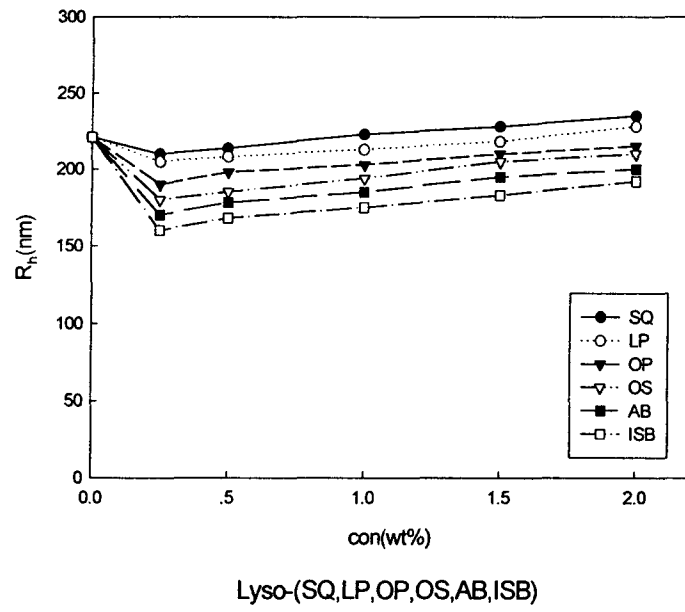


Fig. 2.

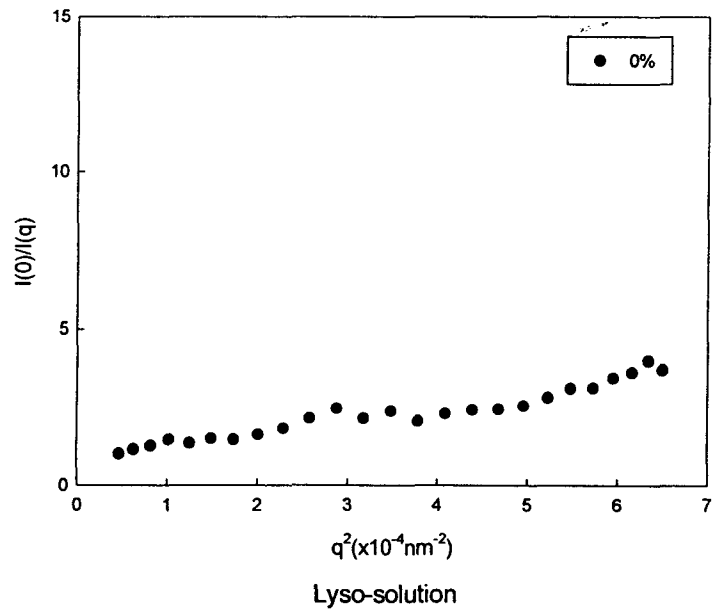


Fig. 3.

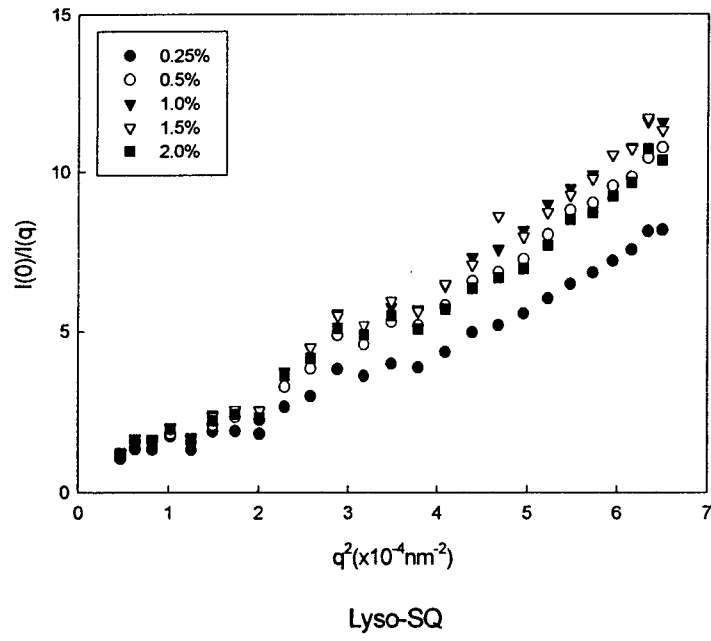


Fig. 4.

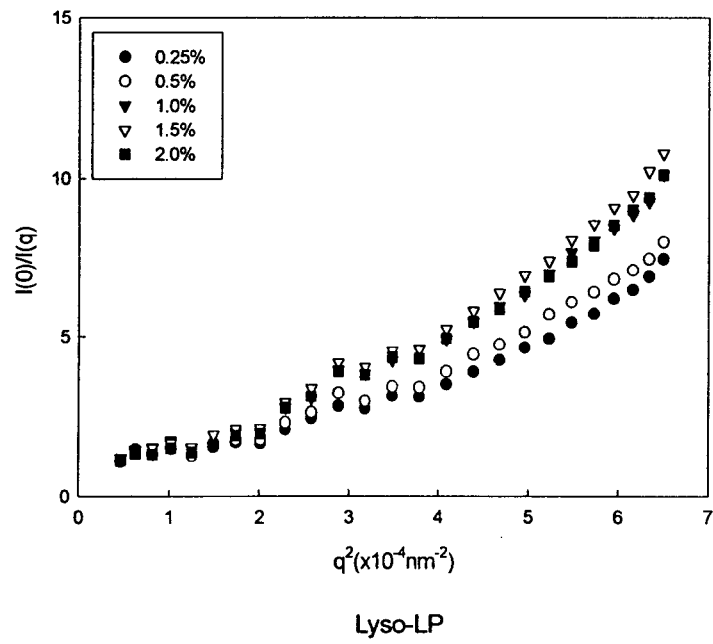


Fig. 5.

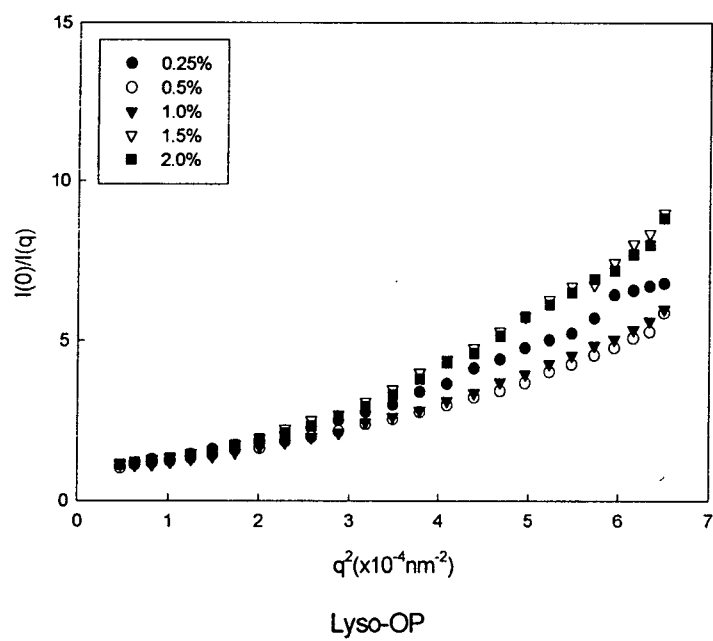


Fig. 6.

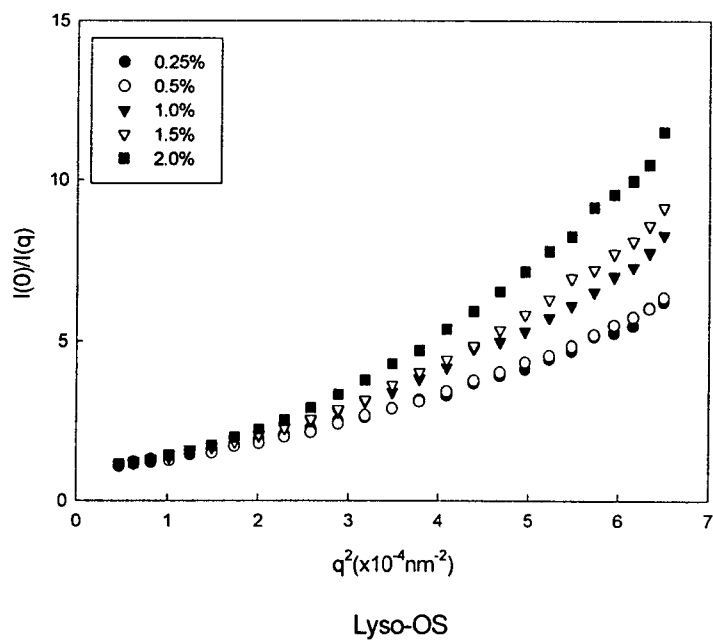




Fig. 7.

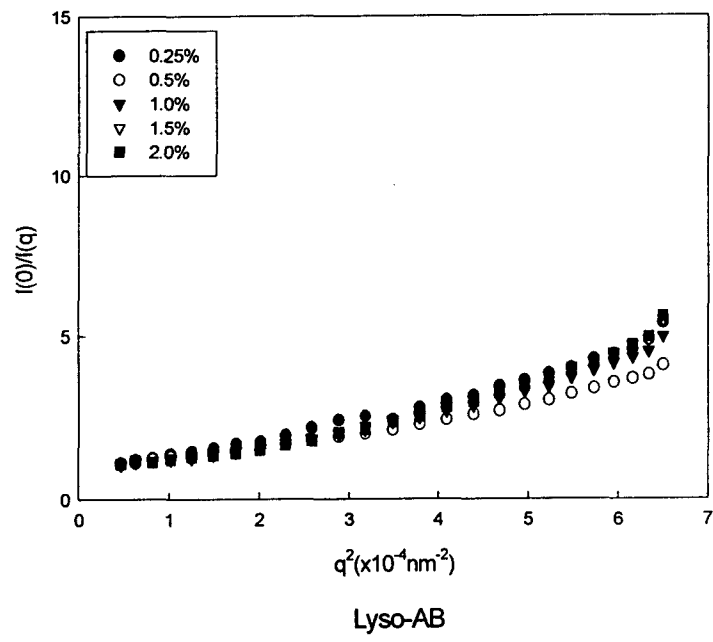


Fig. 8.

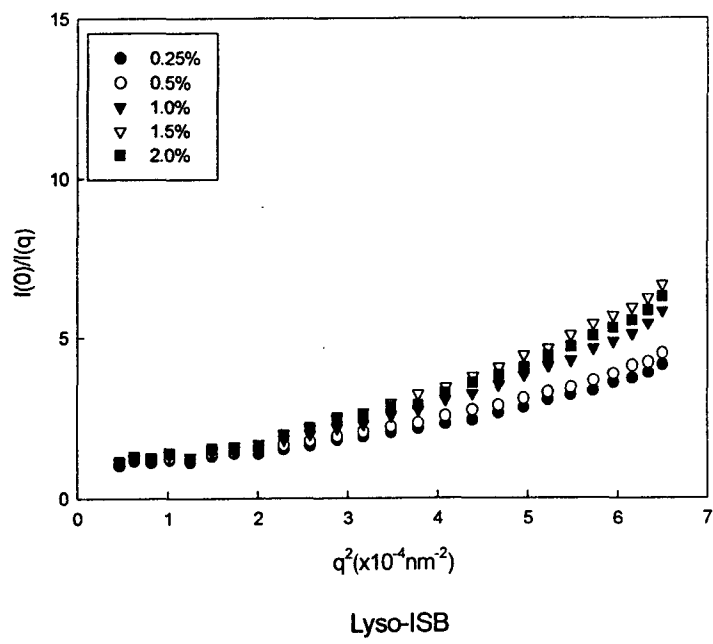


Fig. 9.

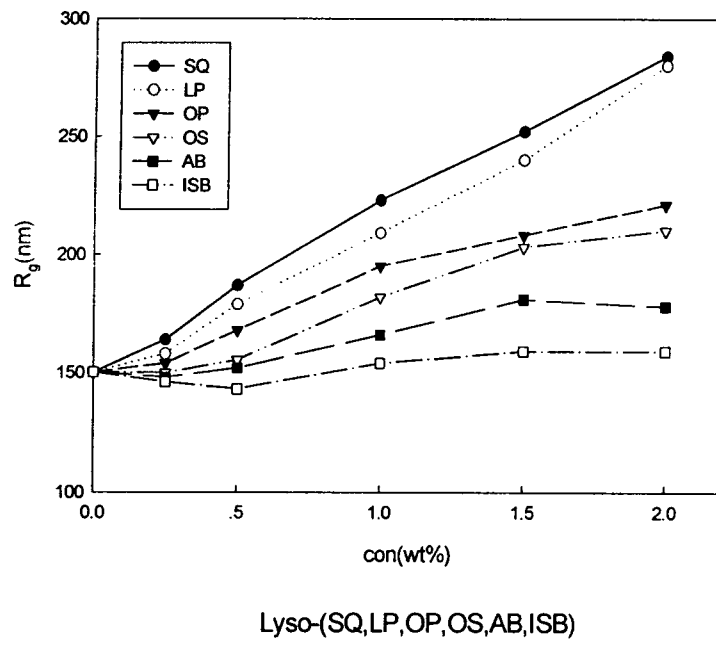


Fig. 10.

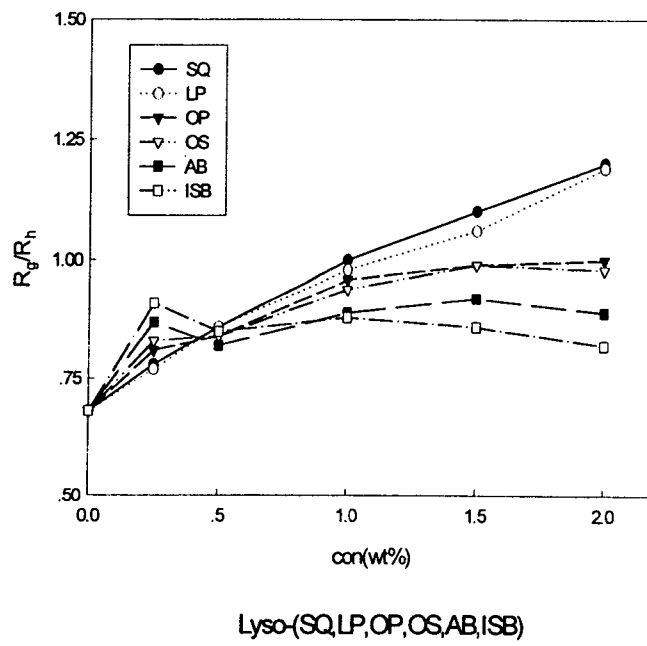


Fig. 11.

