

## Bulk와 Emulsion System에서 유지에 대한 항산화제와 유화제의 항산화효과

김인원 · 신동화 · 장영상\*

전북대학교 식품공학과 농업과학 기술연구소, 중부대학교 식품생명공학과\*

## Antioxidative Activity of Some Antioxidants and Emulsifiers in Bulk and Emulsion Systems

In-Won Kim, Dong-Hwa Shin and Young-Sang Jang\*

Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University

\*Department of Food Science and Biotechnology, Joongbu University\*

### Abstract

This study was aimed to evaluate the effectiveness of hydrophilic, lipophilic antioxidants and emulsifiers by HLB (hydrophilic lipophilic balance) in different oil systems. Lipophilic antioxidant ( $\delta$ -tocopherol), hydrophilic antioxidant (gallic acid) and emulsifier(lecithin, tween 20, span 60) were evaluated in relation to oil stability in bulk oil system (soybean oil) and emulsified with Tween 80 at 60°C. In the storage test (60°C), gallic acid was more effective on the stability of oil oxidation than  $\delta$ -tocopherol in bulk and emulsion system. Lecithin as a hydrophilic emulsifier was more effective than tween 20 on the stability of oil oxidation in bulk and emulsion system. Also span 60, a lipophilic emulsifier, was more effective than tween 20, a hydrophilic emulsifier, in bulk and emulsion systems.

Key words: antioxidant, emulsifier, HLB, lipophilic, hydrophilic

### 서 론

식용유지나 식품중의 지방질 성분은 다른 식품성분들에 비해 정제, 가공, 저장과정 중 변화가 매우 쉽게 일어나고 그 생성물들은 식품에서 나쁜 냄새, 맛, 영양적 손실과 독성을 발현<sup>(1)</sup>시킨다. 식용유지의 산패는 불포화 식물성과 동물성 유지의 사용 증가와 첨가물에 의한 영향 때문에 이를 원료로 사용하는 식품산업 있어서 유지의 산화억제는 중요한 과제이다. 지방산화에 대한 효과적인 조절방법으로 천연항산화제의 손실을 최소화하거나 금속 오염을 방지하고 산화방지제를 첨가하여 산화를 최소화하려는 노력들이 이루어지고 있다<sup>(2,6)</sup>. 불포화지방산의 산화 기본작용을 이해하기 위해 항산화작용<sup>(1)</sup>과 지방산화분해생성물<sup>(7)</sup>에 대한 많은 연구가 이루어진 바 있다.

식품의 다양한 상(phase)에서 항산화제의 분해는

Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Department of Food Science and Technology, Chonbuk National University, Dukjin-dong, Chonju, Chonbuk 561-756, Korea

열역학적으로 상들의 친화에 따른다는 보고<sup>(8)</sup>가 있다. Frankel<sup>(9-14)</sup>등은 최근의 연구에서 불균일한 식품과 생물체에서의 항산화작용을 연구하기 위해 계면현상이 주요관심의 대상이라는 것을 발견하였다. Bulk상에서 친수성 항산화제는 oil-air 계면에 위치해 있어서 oil상에 퍼져 있는 친유성항산화제보다 산화로부터 유지상의 산화안정성면에서 더 효과적이며, 반대로 emulsion (oil-in water)상에서는 친유성이 항산화제가 oil-water 계면에 분배되어 있어 물상에 분배되어 있는 친수성 항산화제보다 유지의 산화방지에 더 효과적이라고 하였다. 또한 다른 상에 존재하는 항산화제의 분포는 상의 구성 뿐만아니라 항산화제의 상대적인 극성과 지질의 기질체계, 유화제, pH, 온도에 영향을 받는다<sup>(15)</sup>고 한다.

본 실험에서는 다른 상의 조건 아래 극성이 다른 항산화제를 첨가하고 HLB(hydrophilic lipophilic balance)에 따른 유화제를 처리하여 기질의 차이에 따른 항산화제와 유화제의 산화지연 정도를 시험하고 복잡한 식품에서의 유지의 산패에 대한 여러 첨가물 영향을 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 유지는 시판되는 콩기름(제일제당)을 정제하지 않고 그대로 사용하였다. 친수성 항산화제로는 gallic acid를, 친수성 항산화제로는  $\delta$ -tocopherol(Sigma사 제품)을 사용하였고 유화제는 tween 20(YAKURI, Japan), lecithin(OAK ZONE, Japan), span 60(야리화학)을 사용하였다.

### 사용기기

산화안정성을 측정하기 위해 Rancimat 679 (METH-ROHM AG, CH-9100 Heris, Switzerland)을 사용하였고 유지방구의 크기와 상의 변화를 측정하기 위해 Microscope(Dong won microscope, DW-BHN/THN, Korea), Surface tension meter(Fisher Model 20, U.S.A.)를 사용하였다.

### Bulk 상과 Emulsion(oil-in-water) 상 제조

Bulk 상은 시판되는 콩기름을 그대로 사용하였으며, emulsion(oil-in-water) 상은 콩기름(2.5 g)에 tween 80(0.25 g), 3차 중류수를 25 mL 첨가하여 10°C에서 15분간 sonification시켜서 균질화<sup>(10)</sup>하였다. 이 때 micrometer로 측정한 유지방구의 크기는 0.5~1.5  $\mu\text{m}$ 이었다. Bulk와 만들어진 emulsion상에 대해서 친수성 항산화제로서 gallic acid, 소수성 항산화제로서  $\delta$ -tocopherol을 각각 200 ppm 첨가하였고 유화제로는 lecithin(HLB 3-4)<sup>(16)</sup>, tween 20(HLB 10-17), span 60(HLB 2-9)<sup>(17)</sup>를 각각 1,000 ppm 첨가하였다. 각 처리구들은 40 g 씩 250 mL 삼각플라스크에 취하여 알루미늄 호일로 빛을 차단하고 60°C에서 교반(200 rpm)하면서 분석 시료로 하였다.

### Rancimat을 이용한 산화안정성시험

Bulk 상에 항산화제와 유화제를 적용한 각 처리구들의 산화안정성은 Rancimat을 이용하여 측정하였다. 즉 각 처리구 2.5 g을 취하여 120  $\pm$  0.1°C의 aluminum heating block 상에서 시간당 20 L의 공기를 주입하여 산화시켰다. 이 때 발생하는 휘발성 산화생성물을 70 mL의 중류수가 들어있는 absorption vessel에 이행시켜 double platinum foil electrode와 recorder에 의해 전기전도도 정도를 측정, 자동 기록된 chart에서 반응 개시의 전기전도도로부터 전기전도도가 급격히 증가되는 시점까지의 시간을 유도기간(IP, induction period)으로 계산하여 각 처리구의 항산화 정도를 측정하였다.

### Peroxide value(POV) 측정

Bulk와 emulsion 상에 대하여 과산화물가를 측정<sup>(18)</sup>하였다. 시료유지 약 3 g을 삼각플라스크에 취하여 클로로포름 10 mL를 가하여 녹이고 초산 15 mL와 요오드화칼륨 1 mL를 가한 다음 1분간 교반한 후 5분간 암소 방치하였다. 중류수를 가한 후 1% 전분용액을 지시약으로 하여 0.01 N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 적정하여 얻은 값으로 POV를 계산하였다.

### Conjugated dienoic acid(CDA) 흡광측정

Bulk와 emulsion 상에 대하여 CDA를 측정<sup>(19)</sup>하였다. Bulk상은 유지 1~2 방울을 삼각플라스크에 취한 후 20 mL의 iso-octane을 첨가하여 교반한 후 상은과 운도 평형을 이루도록 하기 위하여 15분간 방치하였다. Emulsion상은 시료유지 100 mg을 취한 후 메탄올/헥산(1:1, v/v) 1 mL로 3회 추출하고 메탄올총을 2회 헥산으로 세척하여 헥산총을 모으고 농축하여 20 mL iso-octane으로 녹인 후 15분간 방치하고 234 nm에서 흡광도를 측정<sup>(10)</sup>하였다.

### Emulsion상의 유지방구의 크기와 표면장력 변화 측정

Micrometer가 부착된 광학현미경을 이용하여 유지방구 크기의 변화를 측정하였고, ring 방법<sup>(20)</sup>에 의하여 표면장력계를 이용하여 표면장력을 측정하였다. 이 때 고리의 직경은 5.623 cm이었다. 유지방구의 크기는 10개의 유지방구를 측정 평균치로 하였고, 표면장력은 3반복 실시하여 평균하였다. 즉 시료 약 20 mL를 측정 용기에 담고 평형을 이룬 상태에서 5일 간격으로 3회 측정하였다. 각 처리구당 3반복 하여 평균하였다.

### 통계처리

유지에 친수성, 소수성 항산화제와 HLB에 따른 유화제를 처리하여 유지의 산화안정성 실험한 결과는 SAS로 Duncan's multiple range test<sup>(21)</sup>실시하여 처리간 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### Bulk 상에서의 유지의 산화안정성

콩기름을 기질로 하여 친수성 항산화제로서 gallic acid와 소수성 항산화제로서  $\delta$ -tocopherol을 첨가하고, 각각에 대해 HLB에 따른 유화제를 첨가하여 60°C에서 12일 동안 저장하면서 유지의 안정성을 실험한 결과는 Fig. 1, 2 및 3과 같다. Rancimat(120°C, 20 L/air/1 hr)을 통한 유도기간의 변화는 Fig. 1과 같다. 즉 bulk

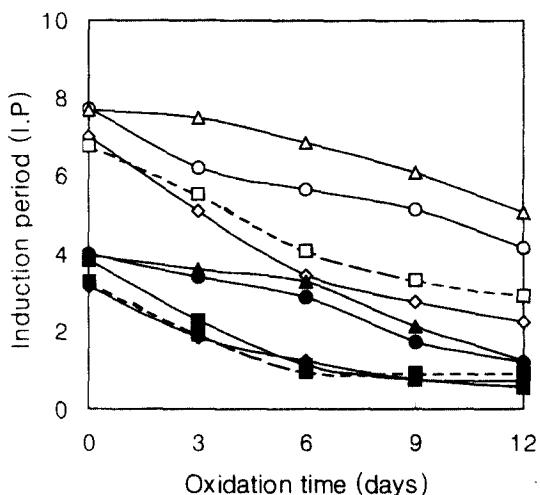


Fig. 1. Comparison of induction period of soybean oil (bulk) applied gallic acid(200 ppm),  $\delta$ -tocopherol(200 ppm) and emulsifiers(1,000 ppm) at 60°C. Induction period was determined by Rancimat method at 120°C, 20 L/air/1 hr. ■—■: control(oil), ○—○: +gallic acid, △—△: +gallic acid+lecithin, ◇—◇: +gallic acid+tween 20, □—□: +gallic acid+span 60, ●—●: + $\delta$ -tocopherol, ▲—▲: + $\delta$ -tocopherol+lecithin, ◆—◆: + $\delta$ -tocopherol+tween 20, ■—■: + $\delta$ -tocopherol+span 60

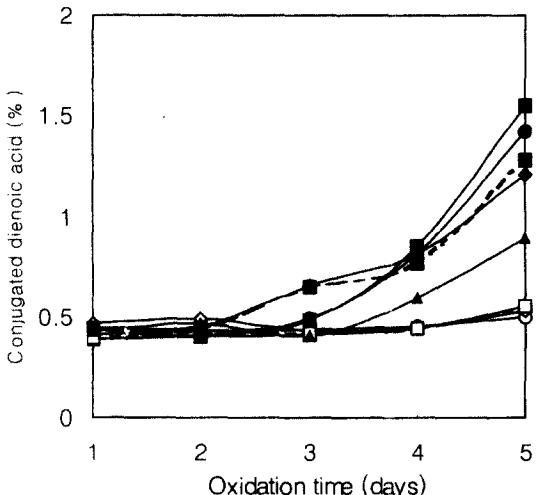


Fig. 3. Comparison of conjugated dienoic acid value of soybean oil(bulk) applied gallic acid(200 ppm),  $\delta$ -tocopherol(200 ppm) and emulsifiers(1,000 ppm) at 60°C. ■—■: control(oil), ○—○: +gallic acid, △—△: +gallic acid+lecithin, ◇—◇: +gallic acid+tween 20, □—□: +gallic acid+span 60, ●—●: + $\delta$ -tocopherol, ▲—▲: + $\delta$ -tocopherol+lecithin, ◆—◆: + $\delta$ -tocopherol+tween 20, ■—■: + $\delta$ -tocopherol+span 60

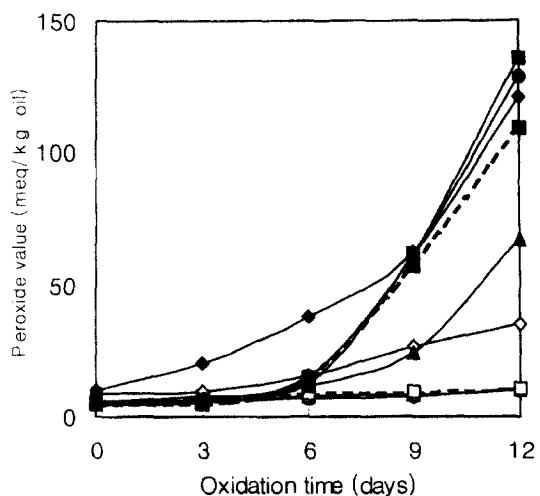


Fig. 2. Comparison of peroxide value of soybean oil (bulk) applied gallic acid(200 ppm),  $\delta$ -tocopherol(200 ppm) and emulsifiers(1,000 ppm) at 60°C. ■—■: control(oil), ○—○: +gallic acid, △—△: +gallic acid+lecithin, ◇—◇: +gallic acid+tween 20, □—□: +gallic acid+span 60, ●—●: + $\delta$ -tocopherol, ▲—▲: + $\delta$ -tocopherol+lecithin, ◆—◆: + $\delta$ -tocopherol+tween 20, ■—■: + $\delta$ -tocopherol+span 60

상에서 12일 경과시 gallic acid를 첨가한 처리구의 유도기간이 4.13인데 비해  $\delta$ -tocopherol을 첨가한 처리구

의 유도기간은 1.18로 gallic acid를 첨가한 처리구가 3배 정도의 유지산폐 지연 효과가 있었다. 또한 유화제의 처리에 따른 것을 비교해 보면 gallic acid를 첨가한 처리구에 lecithin을 처리한 것의 유도기간이 5.07, gallic acid와 tween 20이나 span 60을 처리한 것이 각각 2.23, 2.90으로 lecithin을 첨가한 것과 비교해 유지의 산화안정성이 낮아지고 있다.  $\delta$ -tocopherol과 유화제를 함께 첨가한 것에서도 마찬가지로 lecithin 첨가구의 유도기간이 1.22, tween 20, span 60이 각각 0.7, 0.9로 gallic acid 첨가구와 같은 결과를 보였다. 과산화물기의 측정에서도 같은 경향을 보였는데 Fig. 2와 같이 gallic acid를 첨가한 것의 과산화물기는 12일 경과시 10.68 meq/kg oil, gallic acid를 첨가한 처리구에 lecithin을 처리한 것의 과산화물기는 9.83 meq/kg oil, gallic acid와 tween 20이나 span 60을 처리한 것이 각각 34.99 meq/kg oil, 10.67 meq/kg oil로 lecithin을 첨가한 것과 비교해 유지의 산화안정성이 낮아지고 있다.  $\delta$ -tocopherol을 첨가한 것은 12일 경과시 128.50 meq/kg oil로 gallic acid처리구에 비교해 유지산폐 지연이 낮았다.  $\delta$ -tocopherol과 유화제를 함께 첨가한 것에서도 마찬가지로 lecithin 첨가구의 과산화물기가 66.89 meq/kg oil, tween 20, span 60이 각각 121.24 meq/kg oil, 109.01 meq/kg oil로 gallic acid 첨가구와 같은 결과를 보였다. 공액이중산합량은 Fig. 3에서 보는 것과 같이

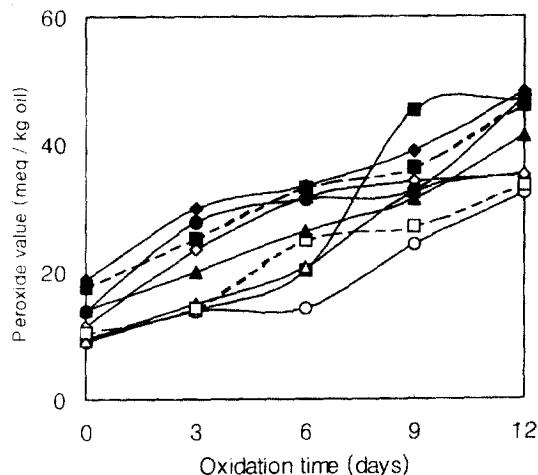


Fig. 4. Comparision of peroxide value of emulsion(oil-in-water) system applied gallic acid(200 ppm),  $\delta$ -tocopherol(200 ppm) and emulsifiers(1,000 ppm) at 60°C. ■-■: control(oil), ○-○: +gallic acid, △-△: +gallic acid+lecithin, ◇-◇: +gallic acid+tween 20, □-□: +gallic acid+span 60, ●-●: + $\delta$ -tocopherol, ▲-▲: + $\delta$ -toco-pherol +lecithin, ◆-◆: + $\delta$ -tocopherol+tween 20, ■-■: + $\delta$ -tocopherol+span 60

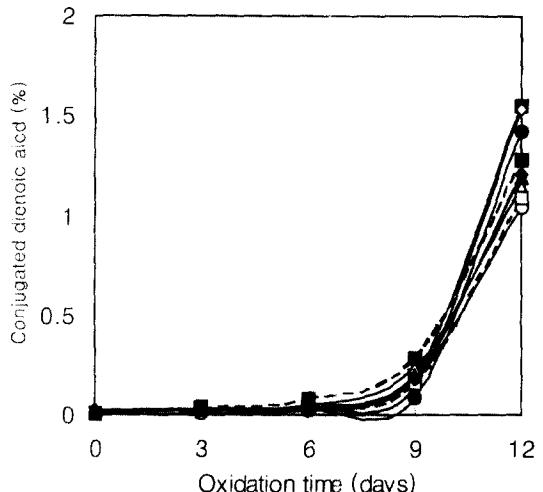


Fig. 5. Comparison of conjugated dienoic acid value of emulsion(oil-in-water) system in soybean oil applied gallic acid(200 ppm),  $\delta$ -tocopherol(200 ppm) and emulsifiers(1,000 ppm) at 60°C. ■-■: control(oil), ○-○: +gallic acid, △-△: +gallic acid+lecithin, ◇-◇: +gallic acid+tween 20, □-□: +gallic acid+span 60, ●-●: + $\delta$ -tocopherol, ▲-▲: + $\delta$ -toco-pherol +lecithin, ◆-◆: + $\delta$ -tocopherol+tween 20, ■-■: + $\delta$ -tocopherol+span 60

gallic acid를 첨가한 것은 0.5%인데 비해  $\delta$ -tocopherol을 첨가한 것의 공액이중산합량은 1.42%로 Rancimat과 과산화물기를 통해 유지의 산화안정성을 측정한 결과와 마찬가지로 gallic acid 처리구가  $\delta$ -tocopherol을 처리한 것에 비해 유지산폐 지역에 효과가 있었다.

Bulk상을 기질로 하였을 때 친수성 항산화제를 첨가한 것이 소수성 항산화제를 처리한 것보다 유지의 산폐를 지연시켰다. 이것은 bulk상에 항산화제를 처리하였을 때 유지에 녹아서 유지의 산폐를 막는 것보다 계면에서 공기와의 접촉을 차단하는 쪽의 친수성 항산화제를 처리하는 것이 유지의 산폐를 더 효과적으로

지연하는 결과<sup>(9,10)</sup>와 같은 경향이다. 유화제의 처리에 있어서는 HLB가 낮은, 즉 소수성쪽의 유화제를 처리한 것이 유지의 산폐를 지연시켰다. Bulk상에 유화제를 처리하였을 때는 소수성쪽의 유화제가 친수성쪽의 유화제보다 기질에 더 잘 녹지 않게 하여 유지의 산폐를 지연시킨다고 볼 수 있다.

#### Emulsion(oil-in-water) 상에서의 저장시험

Emulsion(oil-in-water) 상에 bulk 상과 마찬가지로 친수성 항산화제와 소수성 항산화제를 첨가하고 각각 유

Table 1. Peroxide value and conjugated dienoic acid value in bulk oil system applied various antioxidants and emulsifiers

Sample	POV (meq/kg oil)	CDA (%)
Soybean oil	135.8±3.44 <sup>a1)</sup>	1.550±0.04 <sup>a2)</sup>
Oil+gallic acid	10.68±0.02 <sup>b</sup>	0.476±0.03 <sup>de</sup>
Oil+gallic acid+lecithin	9.83±0.23 <sup>b</sup>	0.310±0.04 <sup>c</sup>
Oil+gallic acid+tween 20	14.99±0.02 <sup>c</sup>	0.495±0.01 <sup>d</sup>
Oil+gallic acid+span 60	10.67±0.46 <sup>b</sup>	0.500±0.02 <sup>d</sup>
Oil+ $\delta$ -tocopherol	128.49±1.10 <sup>d</sup>	1.415±0.08 <sup>a</sup>
Oil+ $\delta$ -tocopherol+lecithin	66.89±0.91 <sup>e</sup>	1.205±0.12 <sup>c</sup>
Oil+ $\delta$ -tocopherol+tween 20	121.24±1.58 <sup>f</sup>	0.885±0.09 <sup>b</sup>
Oil+ $\delta$ -tocopherol+span 60	109.01±0.28 <sup>e</sup>	1.175±0.03 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean value with standard deviation of triplicates after 12 days storage at 60°C.

Different letter in same column are significantly different at p<0.01.

화제를 첨가하여 유지의 산패정도를 실험한 결과는 Fig. 4 및 Fig. 5와 같다. Fig. 4에서보면 emulsion상은 bulk 상에 비해 큰 차이를 보이지는 않았으나 gallic acid를 첨가한 것의 과산화물기가 12일 경과시 33.88 meq/kg oil,  $\delta$ -tocopherol을 첨가한 것이 57.68 meq/kg oil로 bulk상과 마찬가지로 친수성 항산화제를 첨가한 것이 유지의 산패를 지연시켰다. Frankel<sup>(9)</sup>등에 의하면 bulk 상에서는 친수성 항산화제를 처리한 것이 emulsion상에서는 소수성 항산화제를 처리한 것이 유지산 패지연에 더 효과적이라고 한 결과와는 차이를 보였다. 그 이유는 기질의 차이, 즉 정제하지 않은 콩기름을 이용하여 처리한 것에 의한 차이인 것 같다. 콩기름 자체에는 0.09-0.28%의 토코페놀이 함유되어 있고 Cil-

lard<sup>(22)</sup>에 의하면  $\alpha$ -tocopherol의 경우  $5 \times 10^3$  mole/mol linoleic acid 농도 이상의 경우 산화촉진제로 작용하였으며 이런 산화촉진작용은 수용액 시스템에서 더 쉽게 나타난다고 보고하고 있다. 따라서 emulsion상에서의 이런 결과는 tocopherol에 의한 산화촉진작용이라고 볼 수 있다.

Bulk상에 항산화제와 유화제를 첨가하여 안정성을 시험한 결과를 통계처리한 결과는 Table 1과 같다. Bulk상에서는 친수성항산화제에 HLB가 낮은, 즉 소수성쪽의 유화제인 lecithin이나 span 60을 첨가한 것의 산화안정성이 HLB가 높은, tween 20을 첨가한 것에 비하여 산화안정성이(p<0.01) 우수하였다. Emulsion상은 bulk상에 비해 상이 불안하기 때문에 유의적인 결과는

**Fig. 6. Photograph(150) of droplet in the O/W emulsion with antioxidant and emulsifier in soybean oil. (A) O/W system (B) O/W system with gallic acid(200 ppm) and tween 20(1,000 ppm) at beginning (C) O/W system with gallic acid(200 ppm) and tween 20(1,000 ppm) after 15 days (D) O/W system with  $\delta$ -tocopherol(200 ppm) and tween 20(1,000 ppm) at beginning (E) O/W system with  $\delta$ -tocopherol(200 ppm) and tween 20(1,000 ppm) after 15 days.**

Table 2. Variation of surface tension in the emulsion(O/W)system applied various antioxidants and emulsifiers

Sample	Surface tension (dyne/cm)		
	0 day	5 day	10 day
O/W system	17.50±2.55 <sup>1)</sup>	40.19±5.54	46.71±0.21
+gallic acid	17.79±2.03	44.49±3.07	48.19±1.06
+gallic acid+lecithin	31.44±1.54	37.66±1.07	51.16±1.06
+gallic acid+tween 20	45.52±2.32	45.38±3.04	53.38±2.82
+gallic acid+span 60	35.29±2.05	44.49±1.29	49.97±1.20
+δ-tocopherol	43.60±0.88	44.04±0.55	54.57±0.71
+δ-tocopherol+lecithin	41.22±0.98	44.49±1.53	45.82±0.21
+δ-tocopherol+tween 20	46.12±1.24	44.19±1.65	52.79±2.97
+δ-tocopherol+span 60	48.64±1.50	44.49±1.55	46.26±0.57

<sup>1)</sup>Mean value with standard deviation of triplicates.

얻기가 힘들었고 유화제를 첨가하지 않은 gallic acid만 첨가한 것이 유지방구 지연효과가 가장 높다.(Fig. 5).

#### Emulsion 상의 유지방구 크기와 표면장력

Emulsion(oil-in-water) 상을 60°C shaking incubator (200 rpm)에 저장하면서 유지방구의 크기를 관찰한 형태의 결과는 Fig. 6과 같다. Emulsion상에서 유지방구의 크기는 평균직경(10개 측정) 1 μm 정도였으나, 저장하면서 0.1 μm~0.5 μm정도로 작아졌다. 유화의 안정을 위해서는 분산입자의 입경을 작게하는 것이 효과가 있고, 직경이 1~5 μm가 안정<sup>(23)</sup>하다고 하는데, emulsion으로 제조된 상은 균질화되고 안정화된 상이라 볼 수 있다. Ling에 의하면<sup>(24)</sup> emulsion상에서는 물과 접촉되는 지방구들의 표면적은 매우 클 것이며, 가수분해가 일어나기 쉬운 여전에 놓여있기 때문에 다른 식용유거나 지방질식품에 비해서 특히 가수분해에 의한 산폐가 중요시 된다고 하였다.

표면장력은 표면상의 단위길이에 작용하는 힘<sup>(25)</sup>으로 한 액상의 고유성질 중의 하나이다. Emulsion상으로 저장하면서 표면장력의 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 즉 각 처리구들의 표면장력은 처리구들 간 차이는 있지만 저장하면서 증가하는 경향을 보였다. 유화제를 첨가한 것은 그 직경이 더 작아져서 표면적이 증가하여 공기와 접하는 면이 커짐으로 유지의 산화안정성이 유화제를 첨가하지 않은 것보다 더 떨어졌으며, 유화제의 종류에 따른 장력의 차이는 크지 않았다. 유화제를 첨가한 처리구들의 표면장력은 그 변화비가 약 1.2배로, 유화제를 첨가하지 않은 것의 비가 2.5배인 것에 비해 변화가 작았다. 이것으로 보면 유화제를 첨가한 처리구는 첨가하지 않은 것에 비해 물성의 변화의 속도가 낫다고 볼 수 있다. 즉 유화제를 첨가한 상은 안정하나 산화안정성 면에서는 불안정

하다고 말할 수 있으며, 표면장력이 저장하면서 변한 것은 상 자체의 물성이 변화한 것으로 볼 수 있다. 유지방구의 크기는 첨가된 유화제의 양이나 종류, 교반 속도에 의해 차이를 보이는 것으로 보다 안정한 emulsion상을 만들기 위해서는 적당한 유화제의 종류, 농도, 상을 만들기 위한 조건 설정을 할 필요가 있을 것이다.

#### 요약

다른 유지상(bulk, oil-in-water)에 친수성 항산화제로서 gallic acid를 소수성 항산화제로서 δ-tocopherol을 처리하고, HLB(hydrophilic lipophilic balance)에 따른 유화제를 처리하여 기질의 차이에 따른 항산화제와 유화제가 유지의 산화안정성에 미치는 정도를 실험하였다. 유지는 정제하지 않은 콩기름을 사용하였고 bulk 상에서 12일 경과시 gallic acid를 첨가한 처리구의 유도기간이 Rancimat method로 측정시 4.13인데 비해 δ-tocopherol을 첨가한 처리구의 유도기간은 1.18로 친수성 항산화제를 처리한 것이 3배 정도의 유지산화지연 효과를 보였다. 또한 유화제의 처리에 있어서는 lecithin을 처리한 것의 유도기간이 5.07로 tween 20 처리 2.23, span 60의 경우 2.9인것에 비해 산화안정성면에서 우수하였다. 이와 같은 결과는 과산화물가와 공액이중산합량에서도 같은 경향을 보였다. Emulsion상(oil-in-water)에서도 bulk상과 같은 경향을 보였으며 이것은 emulsion상에 소수성 항산화제를 처리한 것이 유지 산화안정성면에서 더 효과적이라는 결과와는 차이가 있는데 기질의 차이, 즉 정제하지 않은 시판 콩기름을 사용한 것에 의한 차이인 것 같다. Emulsion상에서 유지방구의 크기는 저장하면서 모든 처리구에서 작아지는 경향을 보였으며, 이것은 유지방구의 크기가

작아지면서 표면적이 증가하고 따라서 공기와 접하는 면이 커지게 되므로 유지상은 안정해지나 산화는 더욱 촉진되므로 상의 안정과 산화안정성의 적절한 설정기준이 필요할 것으로 보인다.

### 감사의 글

이 연구는 1998년도 농림기술개발연구과제로 수행한 연구결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

### 문 헌

1. Okezie, I.A. Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *JAOCS* 75: 199-212 (1998)
2. Yen, G.C., Wu, S.C. and Duh, P.D. Extraction and identification of antioxidant components from the leaves of Mulberry. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1687-1690 (1996)
3. Giese, J. Antioxidants: Tools for preventing lipid oxidation. *Food Technology* 50(11): 73-81 (1996)
4. Camire, M.E. and Dougherty, M.P. Added phenolic compounds enhance lipid stability in extruded corn. *J. Food Sci.* 63: 516-518 (1998)
5. Lee, B.J., Hendricks, D.G. and Cornforth, D.P. Antioxidant effects of carnosine and phytic acid in a model beef system. *J. Food Sci.* 63: 394-398 (1998)
6. Li, S.J., Seymour, A.J., King, A.J. and Morrissey, M.T. Color stability and lipid oxidation of rockfish as affected by antioxidant from shrimp shell waste. *J. Food Sci.* 63: 438-441 (1998)
7. Osawa, T. and Shibamoto, T. Analysis of free malonaldehyde formed in lipid peroxidation systems via a pyrimidine derivative. *JAOCS* 69: 466-468 (1992)
8. Frankel, E.N. Partition of selected antioxidants in corn oil-water model system. *J. Agric. Food Chem.* 45: 1992-1994 (1997)
9. Frankel, E.N., Huang, S.W. and Aeschbach, R. Antioxidant activity of green teas in different lipid system. *JAOCS* 74: 1309-1315 (1997)
10. Frankel, E.N., Huang, S.W., Kanner, J. and German, J.B. Interfacial phenomena in the evalution of antioxidants: Bulk oils vs Emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1054-1059 (1994)
11. Frankel, E.N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chemistry* 57: 51-55 (1996)
12. Hopia, A.I., Huang, S.W., Schwarz, K., German, B. and Frankel, E.N. Effect of different lipid systems on antioxidant activity of rosemary constituents carnosol and carnosic acid with and without a-tocopherol. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2030-2036 (1996)
13. Yi, O.S., Meyer, A.S. and Frankel, E.N. Antioxidant activity of grapeextracts in a lecithin liposome system. *JAOCS* 74: 1301-1307 (1997)
14. Huang, S.W., Frankel, E.N., Schwarz, K. and German, J.B. Effect of pH on antioxidant activity of a-tocopherol and trolox in oil-in-water emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2496-2502 (1996)
15. Huang, S.W., Hopia, A., Frankel, E.N., Schwarz, K. and German, J.B. Antioxidant activity a-tocopherol and trolox in different lipid substrates bulk oils vs oil-in-water emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 44: 444-452 (1996)
16. Griffin, W.C. *J. Soc. Cosmet. Chem.* 1: 311 (1949) [in *Food Emulsifier*, pp. 90-91, Soo-Seo Won, Seoul, Korea (1996)]
17. Davies, J.T. Surface Activity, The 2nd International Congress, p. 426. Butterworths, London, UK (1957)
18. Pagot, C. and Hautefenne, A. Standard Method for the Analysis of Oils, Fatsand Derivatives (7th revised), p. 199. Blackwell Scientific Publication, London, UK (1987)
19. A.O.C.S. Spectrophotometric determination of conjugated dioenoic acid. Officialmethod Ti la-64 (1964)
20. Arthur, W.A. *Physical Chemistry of Curfaces*, 4th ed., p. 23-27. Wiley-Interscience, New York, USA (1982)
21. SAS Institute, Inc. *SAS Cary*, NC,USA (1987)
22. Cillard, J., Cillard, P. and Cormier, M. Effect of experimental factors on the prooxidant behavior of  $\alpha$ -tocopherol. *JAOCS* 57: 255 (1980)
23. Noh, J.S. and Park, E.K. *Food Emulsifier*, pp. 90-91. Soo-Seo Won, Seoul, Korea (1996)
24. Ling, E.R. *Dairy Chemistry*, 3rd ed., Chapman and Hall, Ltd., London, UK (1963)
25. Atkins, P.W. *Physical Chemistry*, 6th ed., p. 154. Oxford University Press. Oxford, London, UK (1998)

(1999년 1월 29일 접수)