

계면활성제를 이용한 수분산 Tocopherol 유화물의 개발

이은현¹ · 장규섭² · 이경행^{3*}

¹(주)일신웰스

²충남대학교 식품공학과

³충주대학교 식품생명공학부

Development of Water Soluble Tocopherol Emulsion Using Surfactants

Eun-Hyun Lee¹, Kyu-Seob Chang², and Kyong-Haeng Lee^{3*}

¹Ilshin Wells Co., Ltd., Chungbuk 363-891, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³Division of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungbuk 368-701, Korea

Abstract

This study was carried out to make water-soluble tocopherol emulsion which can be applicable directly in water. The molecular weight of tocopherol was 340 to 360 and tocopherol emulsion model was decided as O/O/W/W type. In correlation between stability of emulsion and surface tension, the stability in surface tension of emulsion was from 40 to 46 dyne/cm. In the case of lower than 40 dyne/cm of surface tension, the stability of the emulsion was lower. Lipophilic surfactants, especially for a polyglycerine polyricinoleate in 20%, 30% and 40% tocopherol emulsion, was the most effective in emulsion stability. A higher stability of the emulsion among hydrophilic surfactants in the tocopherol emulsion was obtained in the following order; polyglycerine monostearate > polyglycerine monooleate > polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate ≥ polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate.

Key words: tocopherol, surfactant, water soluble, stability of emulsion

서 론

일반적으로 토코페롤은 비타민 E로 불리며, 녹색식물과 광합성 세균에 의해 합성이 되어 식물체에 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(1).

이와 같은 토코페롤은 지용성 성분으로 지방질과 함께 분포되어 있으며, 식품에서는 천연 항산화제로서 식품의 산화를 방지하는 것으로 널리 알려져 있다(2-4). 또한 생체에서는 토코페롤이 순환계 질환과 암의 예방, 그리고 노화와 퇴행성 질환의 예방, 항불임 등에 생리화학적 기능과 영양학적인 활성을 함께 지니고 있는 것으로 보고(5,6)된 바 있으며, α-토코페롤의 정기적인 복용은 동맥경화의 진행을 억제하고, 백내장을 예방하는 효과가 있음이 알려져 있다. 생체 내에서 혈중 콜레스테롤 함량은 토코페롤의 복용으로 인하여 그 수치를 저하시켜주며(7-9), 상처의 치유를 촉진시켜줄 뿐만 아니라, 화상의 흉터 치료에도 탁월한 효과가 있는 것으로 보고(10-13)되고 있다. 또한 대기오염으로부터의 호흡기 점막을 보호하며, 해독 작용, 세포내막의 유지보호기능, 피부습진, 부종, 혈액의 병변 개선, 면역기능 증진 등의 각종

생리적 효능을 지니고 있다(14,15).

그러나 생체 내에서는 토코페롤을 직접 합성할 수 없기 때문에 음식물 또는 식품으로부터 섭취하여야만 한다. 또한, 우리 신체는 수분함량이 약 70% 정도 함유되어 있는 수상임으로 유지 용해성인 토코페롤의 이용 효과는 매우 감소되므로 그 효과를 극대화하기 위해서는 수용성 토코페롤의 개발과 이를 함유하는 가공식품의 개발이 절실히 필요한 실정이다.

현재까지 토코페롤에 관련한 연구로는 많은 연구자들에 의하여 유지용해성을 갖는 토코페롤이 생체 내에서의 작용 기작 뿐만 아니라, 식품에서의 항산화성 등에 대한 수많은 연구가 이루어졌으며, 현재도 많은 연구가 진행 중에 있다. 하지만, 토코페롤이 갖는 유지용해성을 수용성화 하려는 연구는 식품 분야에서는 아주 미비하다.

따라서 본 연구에서는 지용성의 토코페롤이 갖고 있는 많은 생리활성 기능을 수용액 상태에서도 발현할 수 있도록 유지 용해성을 갖는 토코페롤을 친수성 및 친유성 계면활성제를 이용하여 수분산 기법으로 최적의 토코페롤 유화액을 제조하였다.

*Corresponding author. E-mail: leekh@cjnu.ac.kr
Phone: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5272

재료 및 방법

Tocopherol의 분자량 측정

실험에 사용한 tocopherol은 DSM사에서 판매하고 있는 DL- α -tocopherol을 사용하였으며 tocopherol의 분자량을 측정하기 위하여 gel permeation chromatography(HPLC, SCL-10A series, Shimadzu, Japan)를 이용하여 측정하였다. 이때 사용한 column의 분자량 범위는 10^3 이하인 Shodex KF-801 column(Showa Denko, Japan)을 사용하였으며, column의 오염을 방지하기 위하여 Shodex KF-guard 칼럼을 사용하였다. 이동상은 tetrahydrofuran를 이용하였으며, 분당 1 mL씩 이송시키면서 RI-detector로 측정하였다. 표준 물질로는 평균 분자량이 358인 glycerine monostearate를 이용하여 비교 분석하였다.

유화 모델 선정

Tocopherol의 분자량 측정을 통하여 실험에 적용한 tocopherol의 친수기와 친유기의 비율을 나타내는 값(16)인 HLB(hydrophilic lipophilic balance)를 산출하기 위하여 아래의 식에 의하여 tocopherol의 용해성을 확인한 후, 그에 적합한 유화모델을 선정하였다.

$$\text{HLB} = \frac{\text{분자 구조안에서 친수 성분에 해당하는 분자량}}{\text{전체 분자량}} \times 20$$

유화제 선정

지용성인 tocopherol을 수용성 유화물로 제조하기 위하여 소수성 계면활성제와 친수성 계면활성제를 사용하였다. 소수성 계면활성제로는 polyglycerine polyricinoleate, glycerine monostearate, glycerine monooleate를 사용하였고, 친수성 계면활성제로는 polyglycerine monostearate, polyglycerine monooleate, polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate, polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate를 사용하였다. 또한 일반 수상 유화에 비하여 유화안정성이 우수한 glycerine과 수상 유화의 대표라고 할 수 있는 물(수분)을 사용하였다.

즉 tocopherol 수분산 유화물을 제조하기 위한 소수성 계면활성제, 친수성 계면활성제 및 수상의 조성은 Table 1~3과 같이 조성하였다. Table 1은 tocopherol의 함량이 20% 함유되도록 유화물을 조성하였고 Table 2는 tocopherol의 함량이 30%가 되도록 유화물을 조성하였다. Table 3은 tocopherol의 함량이 40% 함유되도록 유화물을 조성하였다.

Table 1. The composition of 20% tocopherol emulsions

Sample no.	Lipophilic surfactant ¹⁾			Hydrophilic surfactant ²⁾				Water phase ³⁾	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	2			2				76	
2	2				2			76	
3	2					2		76	
4	2						2	76	
5		2		2				76	
6		2			2			76	
7		2				2		76	
8		2					2	76	
9			2	2				76	
10			2		2			76	
11			2			2		76	
12			2				2	76	
13	2			2					76
14	2				2				76
15	2					2			76
16	2						2		76
17		2		2					76
18		2			2				76
19		2				2			76
20		2					2		76
21			2	2					76
22			2		2				76
23			2			2			76
24			2				2		76

¹⁾a: polyglycerine polyricinoleate, b: glycerine monooleate c: glycerine monostearate. ²⁾d: polyglycerine monostearate, e: polyglycerine monooleate, f: polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate, g: polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate. ³⁾h: glycerine, i: water.

Table 2. The composition of 30% tocopherol emulsions

Sample no.	Lipophilic surfactant ¹⁾			Hydrophilic surfactant ²⁾				Water phase ³⁾	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	3			3				64	
2	3				3			64	
3	3					3		64	
4	3						3	64	
5		3		3				64	
6		3			3			64	
7		3				3		64	
8		3					3	64	
9			3	3				64	
10			3		3			64	
11			3			3		64	
12			3				3	64	
13	3			3					64
14	3				3				64
15	3					3			64
16	3						3		64
17		3		3					64
18		3			3				64
19		3				3			64
20		3					3		64
21			3	3					64
22			3		3				64
23			3			3			64
24			3				3		64

¹⁾a: polyglycerine polyricinoleate, b: glycerine monooleate c: glycerine monostearate. ²⁾d: polyglycerine monostearate, e: polyglycerine monooleate, f: polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate, g: polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate. ³⁾h: glycerine, i: water.

Table 3. The composition of 40% tocopherol emulsions (%)

Sample no.	Lipophilic surfactant ¹⁾			Hydrophilic surfactant ²⁾				Water phase ³⁾	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	4			4				52	
2	4				4			52	
3	4					4		52	
4	4						4	52	
5		4		4				52	
6		4			4			52	
7		4				4		52	
8		4					4	52	
9			4	4				52	
10			4		4			52	
11			4			4		52	
12			4				4	52	
13	4			4					52
14	4				4				52
15	4					4			52
16	4						4		52
17		4		4					52
18		4			4				52
19		4				4			52
20		4					4		52
21			4	4					52
22			4		4				52
23			4			4			52
24			4				4		52

¹⁾a: polyglycerine polyricinoleate, b: glycerine monooleate c: glycerine monostearate. ²⁾d: polyglycerine monostearate, e: polyglycerine monooleate, f: polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate, g: polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate. ³⁾h: glycerine, i: water.

최적 유화 critical micellization concentration(CMC) 선정

제조된 유화액의 특성을 이해하고 유화액의 최적 유화 critical micellization concentration(CMC)을 선정하기 위하여 표면장력을 측정하였다. 즉 제조된 유화액을 10% 수용액 상으로 변경한 후 surface tension meter 21(Fisher Scientific Co., Georgia, USA) 표면장력 측정기를 이용하여 표면장력을 측정하였다(17). 이때 사용된 platinum-iridium ring은 6 cm ring을 이용하였다.

유화액의 저장안정성 시험

유화액의 저장안정성 시험은 Jung 등(18)의 방법에 따라 제조된 유화액을 10% 수용액으로 희석하여 보관하면서 유화상(유상과 수상의 분리)이 파괴되는 정도를 다음 식에 따라 환산하였으며, 보관 조건은 cycle로 구분하여 분석하였다. 1 cycle은 5°C에서 24시간 유지한 후, 20°C에서 24시간 유지하는 조건으로 실험하였다.

저장안정성(%)=
$$\frac{[(emulsion \cdot height) - (break/emulsion \cdot height)]}{(emulsion \cdot height)} \times 100$$

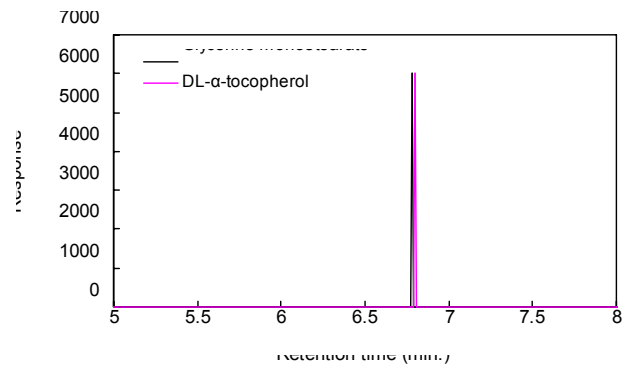


Fig. 1. Chromatogram of standard glycerine monostearate and DL-α-tocopherol by HPLC.

결과 및 고찰

Tocopherol의 분자량 측정

실험에 사용한 tocopherol의 분자량 분석은 GPC(gel permeation chromatography)법을 이용하여 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 표준물질로 평균 분자량이 358인 glycerine monostearate를 이용하여 비교 분석한 결과, DL-α-tocopherol의 retention time은 6.799초, glycerine monostearate의 retention time이 6.785초로 확인하였다. 이와 같이 두 물질이 매우 유사한 retention time을 나타냄으로 실험에 사용한 DL-α-tocopherol의 분자량은 약 340~360임을 확인하였다.

유화 모델

상기 확인된 분자량을 통하여 일반적인 tocopherol의 HLB(hydrophilic lipophilic balance)를 평가한 결과, 0.7~0.8임을 확인하였다. 따라서 이런 지용성 tocopherol을 수용성 유화물로 제조하기 위한 적합한 유화 모델은 O/O/W/W형으로 하는 것이 바람직한 것으로 판단하였다. 또한 일반 수상 유화에 비하여 유화 안정성이 우수한 glycerine과 수상 유화에 대표라고 할 수 있는 물(수분)을 용액으로 선정하였다.

최적 유화 critical micellization concentration(CMC) 선정

유화모델에 의해 선정된 유화제를 적용하여 tocopherol의 함량이 20%, 30%, 40% 함유된 수용성 유화물을 제조(Table 1~3)하여 표면장력을 측정함으로써 수상에 대한 친밀도를 확인한 결과는 Fig. 2, 3과 같다. 20~40% 수용성 토코페롤 유화물의 표면 장력을 평가한 결과, 33~46 dyne/cm의 값을 나타내었다. 유화물의 표면장력이 40~46 dyne/cm의 경우에는 유화안정성(유상과 수상의 미분리)이 있으며, 표면장력이 40 dyne/cm 이하인 경우에는 유화안정성이 낮아지는 것으로 확인되었다.

물을 이용한 유화물의 경우(Fig. 2)에는 소수성 및 친수성 계면활성제와 상관없이 모두 40 dyne/cm 이하로 유화안정성이 없었으나, 글리세린을 이용한 D상 유화물(Fig. 3)은 물

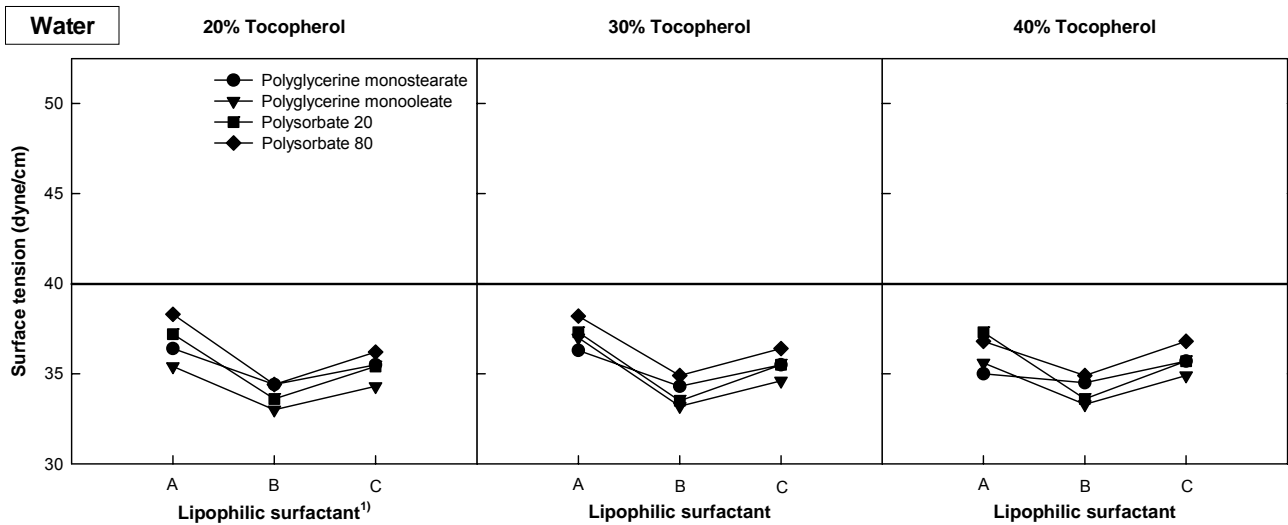


Fig. 2. Changes in surface tension of 20~40% tocopherol water emulsion according to lipophilic and hydrophilic surfactants (10% solution in water). ¹⁾A: polyglycerine polyricinoleate, B: glycerine monostearate, C: glycerine monooleate.

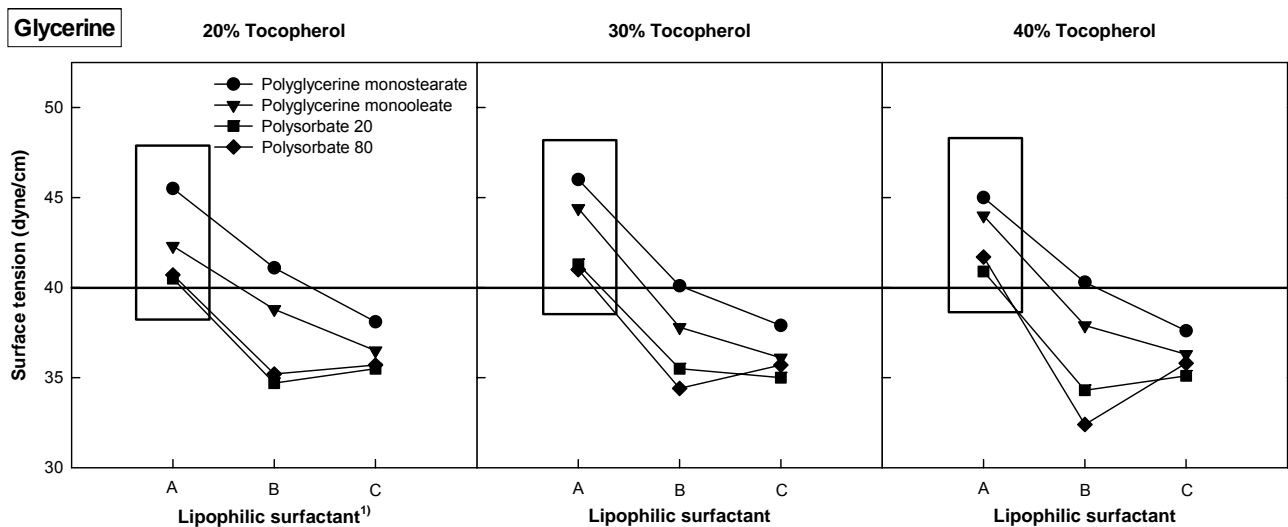


Fig. 3. Changes in surface tension of 20~40% tocopherol glycerine emulsion according to lipophilic and hydrophilic surfactants (10% solution in water). ¹⁾A: polyglycerine polyricinoleate, B: glycerine monostearate, C: glycerine monooleate.

을 이용한 경우보다 매우 높은 유화안정성을 가지는 것으로 나타났다. D상 유화란 O/W(Oil in water) 유화물을 제조할 때 수상 용매를 물이 아닌 당알코올을 이용하여 유화물의 계면장력을 낮춰 줌으로써 유화가 파괴되어 오일이 분리되는 원인을 제거하여 유화안정성을 증대시키는 유화 방법으로 Table 1~3의 sample 1에서부터 sample 12에 해당된다.

이들 결과를 종합하여 보면 20~40% 토코페롤 글리세린 유화물 중 가장 안정성이 우수한 유화물은 소수성 계면활성제로 polyglycerine polyricinoleate를 적용한 경우에서 유화안정성이 가장 높았으며, 친수성 계면활성제로는 polyglycerine monostearate > polyglycerine monooleate > polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate 순으로 나타났다.

유화액의 저장안정성 시험

20% 토코페롤 글리세린 유화액의 저장안정성: 제조한 20% 토코페롤 글리세린 유화물을 10% 수용액으로 제조하여 1 cycle(5°C에서 24시간 후 20°C에서 24시간 저장) 조건에서 저장 보관하면서 유화 안정성을 평가한 결과는 Table 4와 같다. 소수성 계면활성제의 유화 안정성을 살펴보면, polyglycerine polyricinoleate > glycerine monostearate > glycerine monooleate 순으로 확인되었으며, 친수성 계면활성제의 유화안정성은 polyglycerine monostearate > polyglycerine monooleate > polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate ≥ polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate 순으로 확인되었다.

Polyglycerine polyricinoleate를 적용한 유화물의 경우, 2 cycle에서 polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate를 친

Table 4. The stability of 20% tocopherol emulsion prepared by glycerine¹⁾

Lipophilic surfactant	Hydrophilic surfactant	1 cycle ²⁾	2 cycle	3 cycle	4 cycle
Polyglycerine polyricinoleate	Polyglycerine monostearate	100 ³⁾	100	94	94
	Polyglycerine monooleate	100	100	94	94
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	100	90	84	84
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	100	100	94	94
Glycerine monooleate	Polyglycerine monostearate	100	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	90	88	82
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	74	6	0	0
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	78	60	4	0
Glycerine monostearate	Polyglycerine monostearate	100	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	88	86	80
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	90	48	0	0
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	84	0	0	0

¹⁾Stability effects were tested after 10% water solution.

²⁾1 cycle: storage condition (5°C/24 hr after 20°C/24 hr).

³⁾Stability of emulsion ratio (%) = $\frac{[(emulsion \cdot height) - (break/emulsion \cdot height)]}{(emulsion \cdot height)} \times 100$

수성 계면활성제로 사용하였을 때 오일분리가 확인되었으며, polyglycerine monostearate, polyglycerine monooleate, polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate를 사용한 유화물에서는 3 cycle에서부터 오일분리가 일어나는 것으로 나타났다.

Glycerine monooleate를 적용한 유화물에서는 1 cycle에서 polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate와 polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate에서 오일분리가 확인되었으며, polyglycerine monooleate는 2 cycle에서, polyglycerine monostearate는 3 cycle에서 오일분리 현상을 확인할 수 있었다.

Glycerine monostearate를 적용한 유화물에서도 glycerine monooleate를 적용한 유화물과 동일한 결과를 얻었으며, 차이점으로는 polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate와 polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate을 적용한 유화물에서 오일분리와 동시에 유화안정성이 급격히 낮아짐을 확

인하였다.

이상의 결과로부터, 20% 토코페롤 글리세린 유화물 제조 시 소수성 계면활성제로는 polyglycerine polyricinoleate, 친수성 계면활성제로는 polyglycerine monostearate 또는 polyglycerine monooleate를 사용하였을 때 비교적 유화안정성이 있는 것으로 나타났다.

30% 토코페롤 글리세린 유화액의 저장안정성: 제조한 30% 토코페롤 글리세린 유화물을 10% 수용액으로 제조하여 저장하면서 유화안정성을 평가한 결과는 Table 5와 같다. 30% 토코페롤 글리세린 유화물의 유화안정성 결과는 20% 토코페롤 글리세린 유화물과 유사한 경향으로 나타났다.

Polyglycerine polyricinoleate를 적용한 유화물에서는 2 cycle에서 polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate를 친수성 계면활성제로 사용한 제품에서 오일분리현상이 나타났다. polyglycerine monostearate와 polyglycerine monooleate는 4 cycle 후에도 오일분리가 관찰되지 않았으며,

Table 5. The stability of 30% tocopherol emulsion prepared by glycerine¹⁾

Lipophilic surfactant	Hydrophilic surfactant	1 cycle ²⁾	2 cycle	3 cycle	4 cycle
Polyglycerine polyricinoleate	Polyglycerine monostearate	100 ³⁾	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	100	100	100
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	100	94	86	84
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	100	100	96	94
Glycerine monooleate	Polyglycerine monostearate	100	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	94	90	86
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	76	14	0	0
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	0	0	0	0
Glycerine monostearate	Polyglycerine monostearate	100	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	90	88	82
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	90	52	0	0
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	84	2	0	0

¹⁾Stability effects were tested after 10% water solution.

²⁾1 cycle : storage condition (5°C/24 hr after 20°C/24 hr).

³⁾Stability of emulsion ratio (%) = $\frac{[(emulsion \cdot height) - (break/emulsion \cdot height)]}{(emulsion \cdot height)} \times 100$

polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate는 3 cycle에서 오일분리가 확인되었으나, 그 속도는 매우 느리게 진행되는 것으로 나타났다.

Glycerine monooleate를 소수성 계면활성제로 적용한 유화물에서는 1 cycle에서 polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate와 polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate에서 오일분리가 확인되었으며, polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate는 1 cycle에서부터 유화안정성을 측정할 수 없었다. Polyglycerine monooleate는 2 cycle에서 오일분리현상이 다소 있었으나 polyglycerine monostearate는 4 cycle이 지난 후에도 오일분리현상이 나타나지 않아 유화안정성을 갖는 것으로 확인되었다.

Glycerine monostearate를 적용한 유화물에서도 glycerine monooleate를 적용한 유화물과 동일한 결과를 얻었으며, 차이점으로는 polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate와 polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate를 적용한 유화물에서 glycerine monooleate를 적용하였을 때보다 더 높은 유화안정성을 확인하였다.

이상의 결과로 보아 30%의 토코페롤 글리세린 유화물의 제조에는 소수성 계면활성제로 polyglycerine polyricinoleate와 친수성 계면활성제로 polyglycerine monostearate 또는 polyglycerine monooleate를 사용하였을 때 유화안정성이 있는 것으로 확인되었다. 또한 소수성 계면활성제로 glycerine monooleate 또는 glycerine monostearate를 사용하고 친수성 계면활성제로 polyglycerine monostearate를 사용하였을 때 유화안정성이 있는 것으로 나타났다.

40% 토코페롤 글리세린 유화액의 저장안정성: 제조한 40% 토코페롤 글리세린 유화물을 10% 수용액으로 제조하여 저장하면서 유화안정성을 평가한 결과는 Table 6과 같다. 40% 토코페롤 글리세린 유화물에서도 20%, 30% 토코페롤 글리세린 유화물과 동일한 경향을 나타내었다.

Polyglycerine polyricinoleate를 소수성 계면활성제로 적용한 경우, 2 cycle에서 polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate를 친수성 계면활성제로 사용한 제품에서 오일분리 현상이 나타났으며 polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate는 4 cycle에서 오일분리현상이 확인되었다. 그러나 polyglycerine monostearate와 polyglycerine monooleate는 4 cycle 후에도 오일분리가 관찰되지 않았다.

Glycerine monooleate를 적용한 유화물에서는 1 cycle에서 polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate와 polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate에서 오일분리가 확인되었으며, polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate는 1 cycle에서부터 유화안정성을 측정할 수 없었다. Polyglycerine monooleate를 첨가한 경우에는 2 cycle에서부터 유화안정성이 감소하기 시작하였다. 그러나 polyglycerine monostearate는 4 cycle이 지난 후에도 오일 분리가 일어나지 않아 유화안정성이 있는 것으로 나타났다. Glycerine monostearate를 소수성 계면활성제로 사용한 경우에도 glycerine monooleate를 적용한 유화물과 동일한 결과를 나타내었다.

이상의 결과로 보아 40%의 토코페롤 글리세린 유화물의 제조에는 30% 토코페롤 글리세린 유화물과 마찬가지로 소수성 계면활성제로 polyglycerine polyricinoleate와 친수성 계면활성제로 polyglycerine monostearate 또는 polyglycerine monooleate를 사용하였을 때 유화안정성이 있는 것으로 확인되었다. 또한 소수성 계면활성제로 glycerine monooleate 또는 glycerine monostearate를 사용하고 친수성 계면활성제로 polyglycerine monostearate를 사용하였을 때 유화안정성이 있는 것으로 나타났다.

한편, 수상으로 물을 사용한 20~40% tocopherol 수용성 유화액에서는 유화안정성이 매우 떨어져 유화 능력의 측정이 불가능한 것으로 나타났다(data not shown).

상기 실험 결과로부터 판단하여 보면, 20~40% 토코페롤

Table 6. The stability of 40% tocopherol emulsion prepared by glycerine¹⁾

Lipophilic surfactant	Hydrophilic surfactant	1 cycle ²⁾	2 cycle	3 cycle	4 cycle
Polyglycerine polyricinoleate	Polyglycerine monostearate	100 ³⁾	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	100	100	100
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	100	94	86	82
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	100	100	100	92
Glycerine monooleate	Polyglycerine monostearate	100	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	86	82	76
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	70	8	0	0
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	0	0	0	0
Glycerine monostearate	Polyglycerine monostearate	100	100	100	100
	Polyglycerine monooleate	100	90	86	80
	polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate	92	52	0	0
	polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate	90	10	0	0

¹⁾Stability effects were tested after 10% water solution.

²⁾1 cycle: storage condition (5°C/24 hr after 20°C/24 hr).

³⁾Stability of emulsion ratio (%) = $\frac{[(emulsion \cdot height) - (break/emulsion \cdot height)]}{(emulsion \cdot height)} \times 100$

글리세린 유화물 중 가장 안정성이 우수한 유화물은 소수성 계면활성제로 polyglycerine polyricinoleate를 적용한 경우였으며, 친수성 계면활성제에서는 polyglycerine mono-stearate > polyglycerine monooleate > polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate ≥ polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate 순으로 유화 안정성을 나타내었다.

요 약

지용성의 토코페롤이 갖고 있는 많은 생리활성 기능을 수용액 상태에서도 발현할 수 있도록 유지 용해성을 갖는 토코페롤을 친수성 및 친유성 계면활성제를 이용하여 수분산 기법으로 최적의 토코페롤 유화액을 제조하고 최적의 유화 critical micellization concentration(CMC)을 선정하고자 표면장력 및 유화액의 저장안정성을 측정하였다. 실험에 사용한 토코페롤의 분자량은 340~360 정도였으며 유화모델은 O/O/W/W형으로 선정하였다. 유화안정성과 표면장력과의 상관관계를 살펴보면, 유화액의 표면장력이 40~46 dyne/cm에서 안정성을 확인할 수 있었으며, 표면장력이 40 dyne/cm 이하로 떨어졌을 경우에는 유화안정성이 낮아졌다. 토코페롤의 유화안정성 실험 결과, 20%, 30%, 40% 수용성 토코페롤 유화액 모두에서 hydrophobic 계통의 유화제로 polyglycerine polyricinoleate를 적용한 유화 에멀전에서 유화안정성이 높았으며, hydrophilic 계통의 유화제에서는 polyglycerine monostearate > polyglycerine monooleate > polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate ≥ polyoxyethylene(20) sorbitan monolaurate 순으로 유화안정성을 나타내었다.

문 헌

1. Faustman C, Lynch MP, Jeong JY, Joo ST. 2003. Improvement of oxidative stability of myoglobin and lipid with vitamin E in meat. *Korean J Food Sci Resour* 23: 86-95.
2. Buttirss JL, Diplock AT. 1988. The relationship between α -tocopherol and phospholipid fatty acids in rat liver sub-cellular membrane fractions. *Biochem Biophys Acta* 962: 81-90.
3. Koshas JP, Cillard J, Cillard P. 1984. Autoxidation of linoleic acid and behavior of its hydroperoxides with and without α -tocopherol. *J Am Oil Chem Soc* 61: 1466-1469.
4. Jung DY, Kwon MN, Hong JH, Byun DS. 1994. Effects of flavonoids and α -tocopherol on the oxidation of n-3 polyunsaturated fatty acids. 1. Inhibition of fish oil oxidation by heating and during storage. *Bull Korean Fish Soc* 27: 155-165.
5. Kim WK. 1999. Effects of vitamin E supplementation on immune response and antioxidant defense parameters in healthy Korean elderly women. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 924-933.
6. Ju YW, Son MH, Lee JS, Byun SY. 2005. Supercritical CO₂ extraction of sesame oil with high content of tocopherol. *Korean J Biotechnol Bioeng* 20: 210-214.
7. Gey KF, Puska P, Jordan P, Moser UK. 1991. Inverse correlation between vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-culture epidemiology. *Am J Clin Nutr* 53: 326S-334S.
8. Lim JY, Kin OH, Lim JH. 2006. Effects of antioxidant supplementation on lipid profiles in elderly women. *Korean J Community Nutrition* 11: 133-142.
9. Byun DS, Kwon MN, Hong JH, Jeong DY. 1994. Effects of flavonoids and α -tocopherol on the oxidation of n-3 polyunsaturated fatty acids. 2. Antioxidizing effect of cathchin and α -tocopherol in rats with chemically induced lipid peroxidation. *Bull Korean Fish Soc* 27: 166-172.
10. Bisset DL, Chatterjee R, Hannon DP. 1990. Photoprotective effect of superoxide-scavenging antioxidants against ultraviolet radiation-induced chronic skin damage in the hairless mouse. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 7: 56-62.
11. Record IR, Dreosti IE, Konstantinopoulos M, Buckley RA. 1991. The influence of topical and systemic vitamin E on ultraviolet light-induced skin damage in hairless mice. *Nutr Cancer* 16: 219-225.
12. Longas MO, Bhuyan DK, Bhuyan KC, Gutsch CM, Breitweiser KO. 1993. Dietary vitamin E reverses the effects of ultraviolet light irradiation on rat skin glycosaminoglycans. *Biochim Biophys Acta* 1156: 239-244.
13. McArdle F, Rhodes LE, Parslew RA, Close GL, Jack CI, Friedmann PS, Jackson MJ. 2004. Effects of oral vitamin E and beta-carotene supplementation on ultraviolet radiation induced oxidative stress in human skin. *Am J Clin Nutr* 80: 1270-1275.
14. Fogarty A, Lewis S, Weiss S, Britton J. 2000. Dietary vitamin E, IgE concentrations, and atopy. *Lancet* 356: 1573-1574.
15. Tsourelis-Nikita E, Hercogova J, Lotti T, Menchini G. 2002. Evaluation of dietary intake of vitamin E in the treatment of atopic dermatitis: a study of the clinical course and valuation of the immunoglobulin E serum levels. *Int J Dermatol* 41: 146-150.
16. 김봉현 역. 2001. 식용유지, 그 이용과 유지식품. 내하출판사, 서울. p 234.
17. Kim JM, Pfeilsticker K. 1995. Research on the correlation of the surface tension and sensory quality of bitter substances. *Korean J Food Sci Technol* 27: 646-651.
18. Jung BO, Kim JJ, Ryoo HJ, Lee SH, Park DK, Na JS, Park SS. 2007. Studies on the emulsion stability of methyl-eugenolchitosan. *J Chitin Chitosan* 12: 78-80.

(2008년 9월 3일 접수; 2008년 10월 27일 채택)