

유화제 식품적용 원리 및 식품 유화제 시장 동향

The Principle of Emulsifier in Food Application and Trends in Food Emulsifier Market

최미정^{1*} · 김홍균¹ · 이윤정¹ · 박동현¹ · 이상윤¹

Mi-Jung Choi^{1*}, Honggyun Kim¹, YunJung Lee¹, Dong Hyeon Park¹, SangYoon Lee¹

¹건국대학교 축산식품생명공학과

¹Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University

Abstract

Emulsifiers are widely accepted ingredients in food & beverage applications owing to their functional properties. The multi-functionality of emulsifiers increases its adoption in end-use applications. Also, the growing demand of natural sources of ingredients and increase in demand for convenience foods and premium products have expanded the application areas of food emulsifiers in the food & beverage industries. Emulsifiers are increasingly used by food processors to make their food products more cost-efficient and robust, enabling them to endure the rigors of harsh processing.

Key words : emulsion, emulsifier, kinds of emulsifier, application of emulsifier

1. 서론

유화제라 함은 식품 산업 분야에서 일하는 전문가들에게는 매우 친숙한 식품 첨가물이다. 일반적으로 식품은 여러 가지 성분이 복합적으로 구성된 유화형 식품으로 존재하는데 이는 물과 기름이 시스템 내에 적절하게 분산되어 오랫동안 유지되어야 식품이 본연의 특성을 유지하여 양질의 식품을 구현할 수 있다. 본 논문에서는 유화에 대한 개념과 유화제 사용의 필요성 그리고 식품 유화제의 시장 동향에 대해서 알아보려고 한다.

* Corresponding author: Mi-Jung Choi, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05029, Korea.

Tel: +82-2-450-3048

Fax: +82-2-450-3726

E-mail: choimj@konkuk.ac.kr

Received May 30, 2018; revised June 14, 2018; accepted June 14, 2018



2. 유화(emulsion)

1) 유화의 정의

유화제(emulsifier)는 분자 내에 친수성기와 소수성기를 함께 지니고 있는 제재로써, 유화(emulsion)를 만들기 위해 필수적으로 넣어주어야 하는 식품첨가물이다. 유화는 우유처럼 서로 섞이지도 않고 서로 녹지도 않은 두 액체상에 교반, 균질 등의 기계적인 에너지를 주입하여 하나의 액체가 다른 액체상에 분산(dispersion)되어 있는 상태를 의미한다. 즉 다시 말해 서로 다른 계면 에너지를 가진 두 개의 액체상이 존재하는 상태이다. 가장 대표적인 식품으로는 우유를 많이 예를 들어 설명한다. 유화액(乳化液)이란 말은 “우유와 같이 된다”라는 뜻으로, 영어표현 emulsion 또한 “to milk”라는 뜻의 라틴어 단어로부터 유래한다.

두 개의 액체는 분산상(dispersed phase, or droplet)과 분산매(dispersed medium), 혹은 연속상(continuous phase)에 따라서 여러 종류의 유화액을 형성할 수 있다. 기름과 물을 예로 들자면, 일단 “물에 기름 입자가 분산되어 있는 경우”를 oil in water (O/W) 유화상태, 반대로 “물입자가 기름에 분산되어 있는 경우”는 water in oil (W/O)라고 한다. 이 두 가지를 연합하여 이중에멀션(double emulsion) 혹은 다중 에멀션(multiple emulsion)을 형성할 수 있다(Fig. 1).

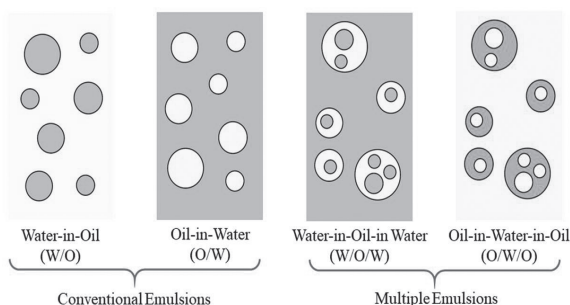


Fig. 1. Diagram of conventional emulsions and multiple emulsions.

2) 유화의 특성

(1) 형태 및 특성

유화액은 불투명한 색을 띠는데, 그 이유는 분산상과 분산매 사이 경계면에서 빛의 산란(scattering) 현상이 발생하기 때문이다(McClements, 1996). 에멀션도 그 기원과 이화학적 특성에 따라 구분지어서 명명하기도 한다. O/W 에멀션을 기준으로 일반 에멀션, 마이크로에멀션, 나노에멀션으로 구분지어 서로 다른 특성을 설명할 수 있다. 앞서 설명한 일반적인 유화 혹은 에멀션은 1)열역학적으로 불안정(thermodynamically unstable)하고, 2)입자 직경이 0.1 μm 에서 100 μm 로 3)외관상 불투명한 색을 띤다. 일반적으로 O/W emulsion 상에서 기름 대비 유화제의 양이 적은 양이 들어간다. 4)기름 대비 유화제의 양은 10:1 정도의 비율을 보이며, 3 m^2/g 의 높은 표면적을 나타낸다(Fig. 2).

마이크로유화 혹은 마이크로에멀션(microemulsion)은 물, 기름, 유화제의 혼합체로써 콜로이드의 응집으로 구성된 시스템이다. 일종의 micelle과 유사한 형태이지만 유화제로만 구성되지 않고 기름이 매우 적은 양으로 들어 있어 다른 형태를 나타낸다. 마이크로에멀션(microemulsion)은 마이셀과 유사하게 열역학적 안정성 측면에서 매우 안정화를 이룬 시스템이다. 일반적인 에멀션과 달리 1)열역학적으로

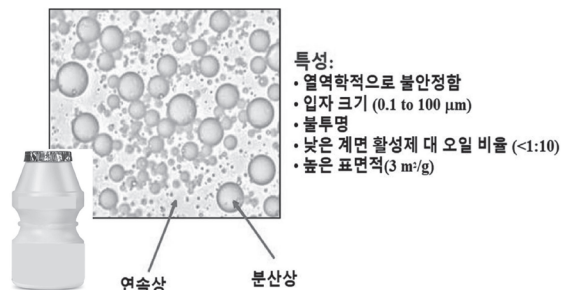


Fig. 2. Physicochemical properties of conventional emulsion (Gupta et al., 2016).



Fig. 3. Physicochemical properties of microemulsion (Naouli et al., 2011).

안정적인 특징을 나타내고, 2) 콜로이드의 입자 크기를 나타내 3) 입자의 직경이 5 nm에서 50 nm를 나타낸다. 이는 요즘 관심을 보이는 나노 크기로 표현될 수 있으나, 나노기술이 정의되기 전에 기존의 에멀션과 구분되어 다른 성격을 보여 마이크로에멀션으로 먼저 명명되었다. 입자의 크기가 매우 작아 주파수가 높고 파장이 긴 빛이 더 산란되어 틴들 효과에 의해 더 푸른색을 띠고 외관상 4) 투명한 용액처럼 보여 하나의 액체로만 구성된 것으로 착각하기 쉽다. 일반적으로 5) 유화제가 기름보다 더 높은 농도로 혼합되어 있기도 한다. 입자의 크기가 매우 작아 5) 300 m²/g의 높은 표면적을 나타낸다(Fig. 3).

나노에멀션(nanoemulsion)은 기존 에멀션의 정의를 동일하게 따르고 매우 작은 입자로 제조 시 이를 나노에멀션이라 한다. 매우 작은 입자의 영역은 고전적인 유화의 크기 즉 0.1 μm 크기 미만의 영역으로 1) 직경이 10에서 100 nm를 나타낸다. 2) 열역학적으로 불안정한 것이 마이크로에멀션과 다르고 고전적인 에멀션과 동일한 성격을 나타낸다. 3) 외관상 투명한데, 이는 입사광의 파장의 사분의 일을 초과하여야 빛이 산란되는 데에 기인한다. 일반적으로 가시광선은 390 nm부터 750 nm 정도로, 파울의 크기가 100 nm 이하인 경우, 그냥 빛이 산란없이 통과하게 되어 외관상 투명하게 보인다. 4) 기름과 유화제의 비율이 동일하게 혼합 제조하는 경우



Fig. 4. Physicochemical properties of nanoemulsion (Wooster et al., 2008).

가 많고, 5) 표면적은 30 m²/g으로 나타난다(Fig. 4). 외관상 지니는 특성이 비슷하여 나노에멀션과 마이크로에멀션은 착각하기 쉽다, 하지만 열역학적인 안정성을 보이는 마이크로에멀션과 나노에멀션은 엄격히 다르게 구분된다. 최근들어 마이크로에멀션과 나노에멀션을 구분지어 사용하지 않고 서브마이크론 영역의 입자는 모두 나노에멀션으로 통칭하여 구분짓지 않고 사용하고 있다.

(2) 유화의 파괴기작

일반적인 유화액은 서로 섞이지 않고 녹지도 않은 두 액체를 외부 에너지를 주입하여 혼합시킨 분산 시스템으로 매우 불안정한 상태이다. 즉 자발적으로(spontaneous) 생성될 수 없다. 흔들기(shaking), 교반(stirring), 균질화(homogenizing), 또는 초음파(ultra-sound)에 노출시키는 등 에너지를 가하는 것이 유화액을 만든다. 이는 다시 말해서 유화를 제조한 후 일정한 시간동안 방치하면 유화액은 안정된 상태, 즉 혼합되기 전으로 돌아가는 경향이 있다.

시간이 흐름에 따라 유화는 파괴되려는 성질을 나타낸다. 일반적으로 유화가 파괴되는 기작은 비가역적 파괴와 가역적 파괴로 나누어 설명할 수 있다. 가역적 파괴기작은 1) flocculation 2) sedimentation 3) creaming, 비가역적 파괴기작은 1) coalescence, 2) Ostwald ripening, 3) phase inversion이 있다.



Flocculation은 입자들이 반데르발스(van der Waals) 힘에 따른 인력에 의해 일시적으로 포도송이처럼 뭉치를 형성하는 현상을 말한다(McClemeats, 2015). 이는 입자의 크기가 숫자가 동일하게 입자의 정체성을 유지하고 있어 다시 교반을 해준다면 이론적으로 원래의 에멀션으로 돌아갈 수 있다. 이와 대비되는 개념으로 coalescence는 입자들이 접촉에 의해 경계면이 무너져서 큰 입자로 커지는 현상을 말한다. 입자들이 위로 부상하는 현상은 creaming, 아래로 하강하는 현상은 sedimentation이라 하여 이는 Stoke 법칙에 따라 분산상과 분산매의 밀도차, 입자의 크기, 분산매의 점도 등에 따라 속도가 결정된다. Creaming의 경우 coalescence가 진행된 것이 위로 부상하게 되어 creaming 현상이라고 혼용하여 사용하여 비가역적 에멀션 파괴기작으로도 이해될 수 있다. Ostwald ripening은 입자들이 서로 접촉하지 않아도 입자내의 수증기압의 차이로 작은 입자의 수증기압이 높은 곳에서 큰 입자의 수증기압이 낮은 곳으로 확산되어 큰 입자는 점점 더 커지고, 작은 입자는 점점 더 작아져 소멸되는 현상을 말한다. 크기는 점점 커지고 입자의 숫자는 작아지게 되는데 보통 다분산 에멀션 상태에

서 이러한 현상은 가속화 된다. Phase inversion은 열, pH, 이온 기타 제조 조건 변화에 따라 기존의 상이 더 이상 존재하지 않은 상태로 비가역적 에멀션 파괴에 해당된다 (Fig. 5).

(3) 유화 안정화를 위한 방법

유화를 안정화시키기 위한 방법으로는 Stoke 법칙에 의거하여, 분산상과 분산매의 밀도차를 최소화하고, 분산매의 점도를 크게 하거나, 입자의 크기를 작게 해주는 방법이 있다. 하지만 이런 요건들은 성분을 바꿔줄 수 없거나 입자의 크기를 최소화 하는데 기계적인 힘만으로는 한계가 있다. 기타 입자의 표면에 전하를 띠게 하여 정전기적인 반발력을 크게 해주면 브라운 운동(brownian movement)에 의해 입자가 서로 가까워지는 순간 다시 서로 밀쳐내는 성질이 발생하여 분산상이 시스템 내에 잘 분산되게 해준다, 유화의 안정성 예측을 위해 입자를 제조하면 제타 전위를 측정하여 전하 값의 음 혹은 양의 부호와 상관없이 전하량 값이 50 mV 이상의 값을 지니면 시간에 따른 유화가 보다 안정적으로 오래 유지된다. 이렇게 입자를 크게 하거나 혹은 전

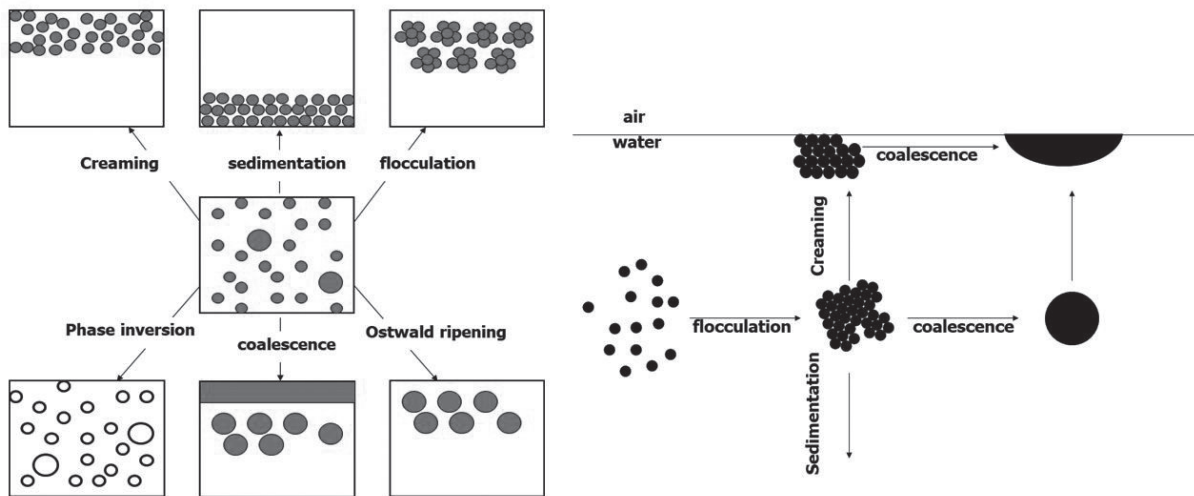


Fig. 5. Destruction mechanism of emulsion (Tharwat, 2013; Particle sciences, 2011).

하값을 크게 해주기 위한 방법만으로 유화 안정화는 한계점을 지닐 수밖에 없는데, 이를 위해 계면장력을 낮추기 위해 계면활성제(surfactant), 식품의 경우는 특별히 유화제(emulsifier)로 불리는데 부수적인 식품첨가물을 필요로 한다. 유화제를 첨가해 주면 입자 표면에서 발생하는 계면에너지가 낮아져서 입자가 파괴되지 않고 오랫동안 유지될 수 있다.

3. 유화제

전술한 바와 같이 유화제란 유화 시스템을 안정적으로 오랫동안 유지하기 위해 첨가되어 두 계면 사이 계면장력을 낮추어 주는 역할을 한다. 서로 다른 계면 사이에 흡착되어 계면 에너지를 낮추어야 하기에 유화제는 단일 분자 내에 친수성과 소수성을 모두 가지고 있는 특성을 지니고 있는 양매성 성격을 지닌 물질이다. 비누가 그 대표적인 것으로, 비누의 표면장력은 물에 비하여 훨씬 작다. 비누가 물의 표면에 잘 모이는 성질은, 비누의 분자(예를 들면, 스테아르산나트륨) 속에 긴 사슬 모양의 알킬기와 같은 친유성의 기와 카르복시기와 같은 친수성의 기가 들어 있어, 친유성의 기는 물의 반발을 받아 표면으로 가기 때문에 생긴다.

1) 유화제의 시장

TechNavio의 2016년 보고자료에 의하면 세계 유화제 시장은 식품과 화장품에서의 시장이 36%와 24%사용 되었으며, 석유화학 및 약학 분야에서 각각 13%의 시장 분포를 보였다. 2021년까지 식품, 화장품 및 석유화학제품은 약 7%의 성장률을 보일 것으로 예상하였다(Fig. 6).

세계 식품 유화제의 사용은 식품분야에서 제과제빵에 59.4%로 가장 많이 사용하는 것으로 나타났고, 편의식품, 유제품, 육가공품 순의 사용량을 보였다(Fig. 7).

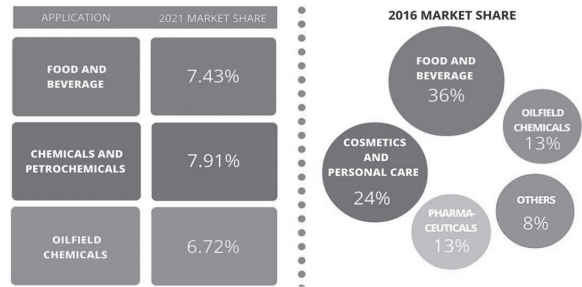


Fig. 6. Growth of global emulsifier market (TechNavio, 2017).

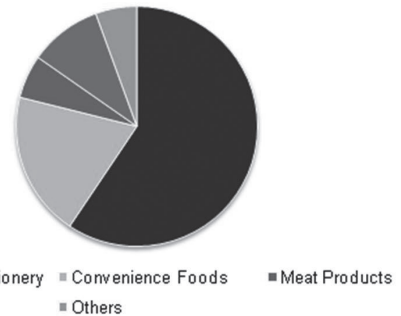


Fig. 7. Proportion of usage for food emulsifier in the World (Grand View Research, 2018).

대륙별 유화제 시장 변화 예측에 따르면 유화제 시장은 2016년에는 유럽지역의 시장이 크지만, 이후 2021년에는 아시아 및 태평양 지역의 시장이 빠르게 증가할 것으로 보고 있다(Fig. 8).

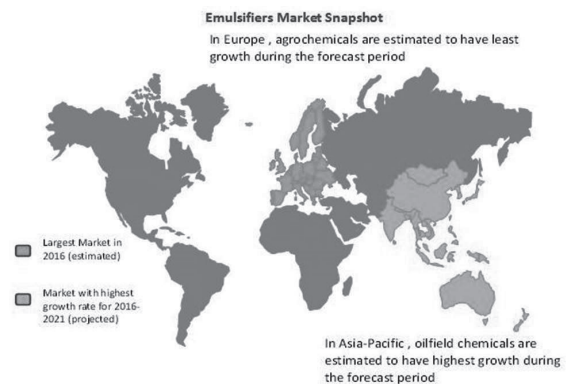


Fig. 8. Prediction of Global emulsifier market (Markets and Markets, 2018).



Table 1. Amounts of using food additives in Asia (Asia Food & Beverage Databank, 2017)

Units: in Tonnes

Type of Ingredients	China	Hong Kong	Indonesia	Malaysia	Philippines	Singapore	Thailand	Vietnam	Australia
Cocoa Liquor	76,979	1,057	14,623	2,561	4,154	1,075	1,849	1,191	23,872
Cocoa Powder	195,443	1,786	27,371	6,091	6,984	1,677	6,672	4,873	12,842
Colours	54,040	1,065	7,948	1,636	8,043	594	8,870	5,556	12,164
Emulsifiers/Co-emulsifiers	76,680	1,560	16,600	2,903	6,720	770	4,840	2,224	10,095
Oils & Fats	15,326,798	102,357	2,400,152	1,069,552	816,545	78,307	706,636	745,435	497,845
Flavours	183,131	1,387	16,144	3,489	11,859	757	16,040	8,108	15,723
Flavor Enhancers	998,125	1,880	469,294	3,789	28,910	1,639	122,540	79,909	10,632
Flours	14,399,038	127,638	2,357,997	373,258	612,337	96,416	357,201	781,420	948,829
Milk	29,054,174	184,101	1,159,566	473,534	341,870	146,569	1,247,964	1,090,317	3,468,273
Modified Flour	97,856	1,071	12,801	3,931	3,523	627	2,667	5,458	10,148
Preservatives/Antioxidants	28,709	402	4,342	1,085	1,525	286	1,699	902	2,732
Proteins	338,178	5,221	35,413	10,070	11,537	1,748	17,293	12,074	27,898
Raising Agents	146,439	1,853	19,946	5,350	9,173	1,924	4,840	10,740	21,894
Sweeteners	12,035,221	146,646	1,315,012	370,950	1,031,531	77,318	741,243	678,115	761,755
Vitamins & Derivatives	16,859	344	2,840	607	1,149	195	1,477	1,747	6,978

Note: figures are rounded to the closest decimal

아시아, 태평양권의 식품 유화제 사용은 싱가포르가 년 간 770톤을 사용한다 반해 중국이 76,680톤, 인도네시아 16,600톤, 호주 12,164톤을 사용하는 것으로 나타나 국가별로 큰 사용량 차이를 보였다(Table 1).

식품공전에 고시된 식품첨가물 중 2016년에 국내에서 유화제의 용도로 사용된 첨가물은 Table 2와 같다. 판매액 기준으로 그 점유율은 젤라틴이 가장 높았으며(36.67%), 글리세린지방산에스테르(25.68%), 카라기난(13.2%), 프로필렌글리콜(12.87%) 등이 그 뒤를 이었다. 높은 점유율을 보이는 이 첨가물들은 유화제의 용도뿐만 아니라 증점제, 안정제, 습윤제, 껌기초제 등의 용도를 포함하는 경우가 대부분인 것으로 나타났으며, 유화제 용도로만 사용되는 품목은 트리아세틴, 스테아릴젯산칼슘, 레시틴 등으로 나타났다.

2) 유화제의 일반적인 특성

유화제는 일반적으로 전체 분자량 분에 친수성기 분자량의 비에 20을 곱해 HLB(Hydrophilic

Table 2. Sales and market share of emulsifier in Korea, 2016 (MFDS, 2017a; 2017b)

품목명	판매액 (천원)	점유율(%)
젤라틴	17,100,354	36.67
글리세린지방산에스테르	11,974,721	25.68
카라기난	6,157,767	13.20
프로필렌글리콜	6,000,210	12.87
트리아세틴	2,121,600	4.55
스테아릴젯산칼슘	1,055,589	2.26
레시틴	1,000,138	2.14
소르비탄지방산에스테르	936,282	2.01
알긴산나트륨	282,340	0.61
프로필렌글리콜지방산에스테르	6,400	0.01
합계	46,635,401	100

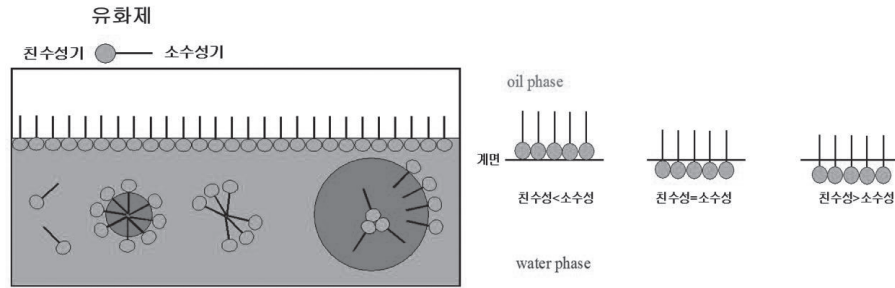


Fig. 9. Dispersion of emulsifier in system (left) and location of emulsifier according to hydrophilic properties in oil and water surface (right).

Lipophilic Balance)값으로 유화제에서도 친수성에 가까운지 소수성에 가까운지 특성을 구분 짓는다. HLB 값이 클수록 친수성에 가까운 유화제로써 O/W 유화시스템에 적합하다. 그림9에 따르면 계면 사이에서 적절한 유화제를 선택했을 시 소수성과 친수성 사이 경계면에 정확하게 위치한다. 하지만 적절하지 않은 HLB 값의 유화제를 선택하여 사용했을 시 소수성으로 끌려들어가거나 혹은 친수성으로 끌려들어가 유화제의 역할이 효율적으로 이루어지지 않을 수 있다.

유화제는 일반적으로 수용액상에서는 전기적 성질을 띠고, 용해성과 친수성기와 소수성기의 비율, 유화제를 구성하고 있는 기능기에 따라 분류할 수 있다. 그러나 공통적인 것은 친수성기와 소수성기를 모두 가지고 있다는 것이다.

3) 유화제의 분류

(1) 전기적 성질에 따른 분류

유화제 중 수용액에서 이온화하여 활성제의 주체가 음이온이 되는 것을 음이온 계면활성제 혹은 음이온계 유화제라고 한다. 음이온계 유화제는 알칼리 쪽(pH 10-14)에서는 표면활성이 높아 효과적이지만, 산성 쪽으로 갈수록(pH 10에서 7쪽으로)유화기능은 떨어진다. 비누, 알킬벤젠술폰산염 등이 이에 속한다. 반대로 이온화 하여 양이온이 되는

것을 양이온 계면활성제, 혹은 양이온계 유화제라 한다. pH가 낮은 범위에서 효과가 나타난다. 고급 아민할로겐화물, 제사암모늄염, 알킬피리디늄염이 이에 속한다. 양성유화제는 물속에서 양이온과 음이온으로 전하되며, 모든 pH범위에서 유효하지만 등전점부근에서는 효과가 없다. 여기에는 아미노산, 레시틴 등이 속한다. 비이온계 유화제는 물속에서 어떠한 이온도 형성하지 못하며 pH와는 무관하고 모든 유화제에 모두 적용된다. 여기에는 mono-, diglyceride, 폴리에틸렌글리콜류 등이 속한다.

(2) 합성 유화제 분류

합성 유화제는 인위적으로 필요한 성분들로 합성한 유화제를 말한다. 대표적인 합성 유화제로는 자당지방산 에스테르, 글리세린지방산 에스테르, 솔비탄지방산에스테르, 폴리옥시에틸렌지방산에스테르 등이 있다.

① 자당 지방산 에스테르 (sucrose fatty acid esters)

1955년 Shell이 상용성 용매로서 DMF(dimethylformamide)를 발견해 DMF 중에서 설탕과 지방산 메틸을 반응시켜 만들었으나, 독성이 존재하는 DMF를 제거하기 어려워 공업화가 힘들었다. 그 후, 1959년 일본제당사(현, 미쯔비시화성식품)가 이 기술을 개선해 공업화를 이뤄냈고, 1971년 다이이치공업제약사가 Nebraska-Shell법으로 자당-지방산 에스테르를 합성하여 생산하고 있다. 자



당지방산에스테르는 냄새가 없거나 약간 특이한 냄새가 있는 백색 혹은 황갈색의 분말 또는 옅은 황색의 점조한 수지상의 물질 또는 액상 물질인 비이온계 계면활성제이다. 친수기 자당과 친유기 식물성 지방산을 에스테르 결합시켜 얻으며, 물에 녹는 자당의 8개 수산기는 식물에서 유래된 지방산을 에스테르화에 의해서 결합시킨다. 자당의 8개 수산기에 지방산이 결합되는 양에 따라 친수성 슈가에스테르인지 친유성 슈가에스테르인지를 임의로 생산할 수 있다. 자당에 지방산이 얼마만큼 결합하고 있는지를 에스테르화 정도로 나타낼 수 있으며, 초기에는 케이크의 기포제로 사용되었으나 최근에는 피부와 눈에 자극적이지 않아 식품 용도뿐만 아니라 의약품, 화장품 용도에도 최적의 유화제이다.

② 글리세린 지방산 에스테르 (glycerin esters of fatty acids)

글리세린지방산에스테르는 지방산과 글리세린 또는 폴리글리세린의 에스테르 및 유도체로 식품용 유지를 분해한 글리세린과 지방산으로 제조하는 에스테르화법과 식용유지와 글리세린을 원료로 제조한 에스테르교환법이 있다. 일반적으로 에스테르교환법이 많이 이용되고 있다. 모노에스테르 함량이 48~52%, 65~69%인 제품이 많지만, 분별증류로 인해 90%이상 함유하는 높은 모노에스테르 함량의 제품도 얻을 수 있다. 글리세린지방산에스테르는 보통 냄새가 없거나 특이한 냄새가 있는 무색에서 혹은 갈색의 분말, 얇은 조각, 입자, 덩어리, 반유동체 또는 액체의 특성을 지닌다. 글리세린지방산에스테르는 유화제 중에서 가장 풍미가 좋고, 본래 식품의 풍미를 손상시키지 않아 많은 식품에 이용되고 있다. 전분과 복합체를 만들어 전분이 많이 사용되는 빵, 케이크, 면 등의 식품의 노화를 방지한다. 그러나 글리세린지방산에스테르는 물에 용해되지 않으므로 입자의 크기를 줄이거나, 뜨거운 물

에 분산시켜서 사용을 해야 한다. 그 외에도 유가공품(아이스크림, 휘핑크림 등)의 기포성에 작용한다.

③ 솔비탄 지방산 에스테르 (sorbitan fatty acid ester)

솔비탄지방산에스테르는 솔비톨과 지방산을 200~250°C, 일정 시간의 교반을 통하여 얻어지는 친유성 유화제이다. 솔비톨 분자 내에서 탈수반응을 일으켜 변화된 솔비탄, 솔바이드의 에스테르 화합물을 솔비탄지방산에스테르라고 총칭한다.

④ 폴리옥시에틸렌 지방산 에스테르 (polyoxyethylene sorbitan fatty acid)

친수성유화제로 O/W계 유화, 분산 등에 효과가 뛰어나다. 친유성 유화제인 솔비탄지방산에스테르와 같이 사용하여 폭넓게 사용이 가능하다. 주요 용도는 아이스크림, 향료, 믹스분말, 드레싱 등의 유화, 가용화, 분산제로서, 초콜릿, 냉동식품 등의 결정조정제로서 이용된다.

⑤ 프로필렌 글리콜 지방산 에스테르 (propylene glycol esters of fatty acids)

옅은 황갈색의 분말로, 박편, 과립, 밀랍 모양의 덩어리 또는 끈끈한 액체로서 냄새가 없거나 특이한 냄새가 나며 맛은 없다. 물에 녹지 않고 에탄올이나 아세트산에 에틸에 녹으며 비이온 계면활성제 중에서 가장 친수성이 강한 화합물이다. 마가린의 물방울 분리 방지, 쇼트닝의 제품성 향상, 아이스크림의 보형성과 감촉 향상, 샐러드유 첨가, 빵의 조직과 기포성 향상에 사용된다.

⑥ 로릴황산나트륨 (sodium lauryl sulfate)

도데실황산나트륨(sodium dodecyl sulfate)이라고도 한다. 화학식 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$. 흰색 또는 옅은 노란색의 결정으로서 약간 특이한 냄새가 난

다. 알킬황산나트륨의 혼합물이다. 서로 잘 혼합되지 않는 액체나 고체를 액체에 균일하게 분산시키기 위해 사용되는 첨가물이다. 음이온 계면활성제로서 용액을 더 잘 퍼지게 하고 발포력이 뛰어나 세제나 치약, 샴푸, 염색약 등에 사용된다. 또한, 높은 세정력으로 비듬, 지루성 피부염 등에 효과적이거나, 민감성 피부나 알레르기가 있는 사람은 사용에 주의해야 한다.

(3) 천연 유화제 분류

천연물 유래 유화제로는 단백질, 다당류, 사포닌, 인지질, 코코베타인, 잔탄검 (xanthan Gum), 밀랍 (beeswax) 등이 있다.

① 단백질

단백질은 친수성과 소수성 아미노산 혼합물을 둘 다 포함하고 있어 다양하게 사용될 수 있으며, 오일과 물 계면에 흡착되어 오일을 코팅할 수 있다. 또한 표면에 음전하나 양전하를 띄므로 정전기적 반발을 일으키거나 구조적 반발로 인해 분자들 간에 응집을 방지한다. 식품산업에서 사용되는 단백질에는 유연한 구조의 양쪽성을 지니는 카제인, 단단한 구형의 유청단백질, 젤라틴 등이 있으며 주로 우유, 아이스크림, 유제품 등에 유화제로 사용된다.

② 다당류

대부분의 다당류는 친수성이 크며, 고분자인 경우가 많으므로 수상의 점도를 높임으로 입자의 움직임을 억제하는 작용으로 에멀션을 안정화하는 유화제로 많이 사용된다. 알긴산, 카라기난, 키토산, 펙틴, 갈락토만난 등 종류가 다양하며 이 중 펙틴과 갈락토만난은 탄수화물 사슬에 붙은 비극성기나 일부 단백질로 인해 유화성이 좋다. 다당류의 종류와 안정화시키는 물질의 조성 등에 따라 첨가해야 할 양이 달라진다.

③ 사포닌

비극성 아글리콘기에 수용성 당이 포함된 양쪽성 분자로 여러 자원에서 추출할 수 있는 유화제이다. 최근 식품산업에서 사용되며, 사포닌과 일부 기능을 가진 유화제를 추가하여 안정된 O/W 에멀션을 만드는데 사용된다.

④ 인지질

친수성 부분인 인과, 소수성 부분인 글리세롤 부분이 에스테르화 된 양쪽성 유화제이며, 생체 막을 구성하는 성분과 동일하다. pH, 온도, 염분 등에 따라 그 성질이 달라지며, 다른 천연 유화제와 혼합하여 에멀션 제조 시 사용된다. 대표적으로 대두, 난황 등에서 추출한 레시틴이 있으며 식품 및 화장품 등 다양한 산업분야에서 사용된다.

⑤ 코코베타인

코코넛 오일에서 얻는 양이온성 계면 활성제이며, 양이온성을 가지는 유화제이다. 피부 점막을 자극하지 않는 것으로 알려져 화장품이나 향균 제품을 제조하는데 사용된다.

⑥ 잔탄검 (xanthan gum)

사탕수수에서 발효과정을 거쳐 얻는 고분자 다당류이며, 효과적인 안정제로 사용되므로 다양한 분야에서 사용된다. 식품에서 소스류, 유제품 등에 다양하게 적용될 뿐만 아니라 젤 타입의 화장품 등을 제조하는 데에도 사용된다.

⑦ 밀랍 (beeswax)

벌꿀 집에서 채취하는 동물성 천연 유화제로, 천연 화장품 제조 및 향균제, 연고 등을 제조하는데 보조재료로 사용된다.

상기 기술한 유화제 혹은 계면활성제로써의 중



Table 3. Type and properties of emulsifier

분류	유화제명	설명	용도	참고문헌
천연	단백질	친수성, 소수성 아미노산 혼합물을 포함하여 표면활성을 지님	우유, 아이스크림 등	
	다당류	친수성이 커서 좋은 유화제는 아니지만 수상의 점도를 높여 에멀션을 안정화	음료, 크림 등	(Iva and Johan, 2009; Ozturk and McClements, 2016)
	사포닌	수용성의 작은 양쪽성 활성제, 작은 droplet형성에 효과적	의약품	
	인지질	글리세롤과 에스테르화 인산을 포함하는 천연 유화제	의약품, 화장품, 기능성식품	
	코코베타인	양쪽성 계면활성제로 코코넛 오일에서 얻음	샴푸, 목욕제 등	(Jacob and Amini, 2008)
	잔탄검	사탕수수에서 추출, 젤타입 화장품에 사용	화장품, 크림 등	(Barbara, 1998)
	밀납	벌꿀집에서 추출하는 동물성 고체랍	크림, 로션, 연고 등	(Maria et al., 2001)
합성	자당지방산 에스테르	자당 및 식물성 지방산을 결합하여 제조	케익 등의 제과 및 의약품, 화장품	(Lee et al., 1999)
	글리세린지방산 에스테르	유화제 중 가장 풍미를 좋게하며, 빵, 케익, 면 등의 식품에서 노화 방지	빵, 케익 등의 전분류, 유가공품	(MFDS, 2017b)
	솔비탄지방산 에스테르	솔비탄과 지방산을 결합하여 제조	화장품	(Ahn et al., 2009)
	폴리옥시에틸렌지방산 에스테르	친수성 유화제로 O/W계 유화, 분산 등에 효과적인 유화제	아이스크림, 향료, 드레싱	(Iva and Johan, 2009)
	프로필렌글리콜지방산 에스테르	마가린의 물방울 방지, 쇼트닝 제품 향상 등에 사용	쇼트닝, 샐러드유	(Iva and Johan, 2009)
	로릴황산나트륨	알킬황산나트륨의 혼합물로 발포력이 뛰어남.	세제, 치약, 샴푸	(Sonni et al., 1993)

류와 특성을 Table 3에 정리하였다. 유화를 형성하는 유화제는 넓은 의미의 계면활성제에 포함되고, 계면활성제의 범위에서는 유화제가 기포제의 역할도 할 수 있고, 때에 따라서는 증점제의 역할까지 할 수 있다.

(4) 유화제의 사용 용도

1) 유화안정제로 사용

우수한 유화 안정성을 가지는 아라비아검류는 다른 검류와 달리 차가운 물에서 용해도가 매우 높고

점도는 매우 낮아 대부분의 음료에서 사용되어진다. 낮은 농도에서도 매우 높은 점성을 가지는 잔탄 검이 드레싱 류에서 사용되었고, 식육가공품에서는 카라기난, 면류에서는 구아검이 주로 사용되어졌다. 과자류에서는 주로 한천이 사용되어진다. 스테아릴젯산나트륨은 친수성이 매우 높아 글루텐을 가소화시켜 그 안정성과 탄력성을 개선하기 때문에 빵과 과자 등의 소맥분 제품에 주로 이용된다. 또한 면류에도 소량 첨가하여 숙성시간을 단축시키고 흡유율을 억제하는 효과도 있는 것으로 알려져 있다. 모노글리세린지방산에스테르는 모노글리

세라이드에 결합하는 유기산의 종류에 따라 그 성질에 차이가 있으며, 제과, 음료 등에 사용된다. 레시틴은 대두, 난황 등에서 유래되며 가공식품에서 주로 사용되는 종류는 대두 유래 레시틴이며, 최근에는 효소처리레시틴을 사용하여 과자, 농후유동식 등에 유화제로 사용된다. 폴리글리세린지방산에스테르는 유화뿐 아니라 유지의 결정조정, 전분의 개질 및 HLB 범위가 넓어 친수범위도 넓은 유화제로, 주로 쇼트닝, 마가린 등의 가공유지와 제과, 제빵 등에서 사용된다.

2) 전분 노화 억제제

기존에는 유화제로 monoglyceride, lecithin, sugar ester, sucrose fatty acid ester, polysorbate, sodium stearoyl lactylate 등이 전분 노화에 미치는 영향을 보고하였으나 실제 떡 산업에서는 제과제빵에서 기포형성제로 사용되고 있는 ‘에스피’라는 유화제가 대부분 사용되는 실정이다. 또한 전분 노화 억제를 위한 당류로 설탕, 갈락토올리고당, 이소말토올리고당, 사이클로덱스트린, 트리할로오스, 당알콜에 관한 연구가 대부분이었으나 떡 생산업체에서는 젓당이나 맥아당을 훨씬 많이 사용하고 있다. 스테아릴젓산칼슘은 음이온계 유화제로, 소맥분과 시너지 효과가 있어 글루텐에 직접 작용하여 품질을 개량하는 효과가 있다. 전분노화 방지, 식감 향상 등의 효과를 가지며 제과 및 제빵에서 주로 사용된다.

3) 물성 개선

소르비탄지방산에스테르는 소수성 유화제로, 다른 유화제와 조합하여 사용하는 경우가 많고, 주로 가공유지 및 크림류, 초콜릿의 개화형성 억제 등의 목적으로 사용된다. 자당지방산에스테르는 친수성기에 설탕을 붙이므로 지방산의 종류와 에스테르화 정도에 따라 폭넓은 HLB를 나타낼 수 있다. 따라서 가공유지, 크림류, 소맥분제품, 아이스크림, 음

료 등 다양한 식품의 유화제로 사용된다.

5. 결론

유화제는 가공식품에서 사용되는 필수 불가결한 식품 첨가제이다. 단순한 유화안정성의 목적 뿐만 아니라 증점제, 거품안정제, 전분노화지연, 아이스크림, 크림의 성형유지 등 다양한 용도로도 사용된다. 이러한 유용성에도 불구하고 여전히 식품첨가물에 대한 소비자들의 부정적인 인식으로 인해 합성유화제들이 산업적으로 적용되는 데에는 소극적인 면이 있다. 또한 합성유화제 뿐만 아니라 천연유화제도 추출공정 중 유기용매 등의 사용으로 인해 식품첨가물로서의 부정적인 측면이 있다. 그럼에도 불구하고 새로운 유화제의 발굴과 연구는 꾸준히 이루어져야 하고 특히 고령친화 식품, 동물성 고기 대체 식물성 식품 개발 등과 같은 미래 식품 개발에서 유화제가 차지하는 역할은 더욱더 중요하게 차지할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Ahn BJ, Lee JT, Lee CY, Lee CH. Cosmetic biology new material. Kwangmoonkag, Gyeonggi-do, Korea. pp. 133-134 (2003)
- Asia Food & Beverage Databank. Growing demand for F&B ingredients in asia in 2016 (2017)
- Barbara K. Properties and applications of xanthan gum. Polym. Degrad. Stab. 59: 81-84 (1998)
- Grand View Research. Food emulsifiers market size & share, industry report, 2018-2025 (2017)
- Gupta A, Eral HB, Hatton TA, Doyle PS. Nanoemulsions: formation, properties and applications. Soft Matter 12(11): 2826-2841 (2016)
- Iva K, Johan S. Surfactants used in food industry: A review. J. Disper. Sci. Technol. 30(9): 1363-1383 (2009)
- Jacob SE, Ammini S. Cocamidopropyl betaine. Dermatitis 19(3): 157-160 (2008)
- Lee MJ, Mok CY, Chang HG. Effect of sucrose-fatty acid ester on baking properties of white bread. Korean J. Food Sci. Technol. 31(4): 994-998 (1999)
- Maria B, Perez G, John MK. Lipid particle size effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein/beeswax



- emulsion films. *J. Agric. Food Chem.* 49: 996–1002 (2001)
- Markets and markets. Emulsifiers market by source (Bio-based and synthetic), application (Food emulsifiers, cosmetics & personal care, oil field chemical, pharmaceutical, and agrochemical), and region – global forecast to 2021 (2016)
- McClements DJ. Principles of ultrasonic droplet size determination in emulsions. *Langmuir* 12: 3454–3461 (1996)
- McClements DJ. Food emulsion. Crc Press, New york, USA. pp. 312–328 (2015)
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Food and food additive production statistics for 2016 (2017a)
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Standard and specification of food additives (2017b)
- Naouli N, Rosano HL, Kanouni M. A model of microemulsion formation and percolation: experimental validation. *J. Dispersion Sci. Technol.* 32(3): 359–364 (2011)
- Ozturk B, McClements DJ. Progress in natural emulsifiers for utilization in food emulsions. *Curr. Opin. Food Sci.* 7: 1–6 (2016)
- Particle sciences. Emulsion stability and testing. Available from: <https://www.particlesciences.com/news/technical-briefs/2011/emulsion-stability-and-testing.html>. Accessed 2011.
- Sonni MW, Gunnar R, Kjeld KS, Bjorn O. Effects of oral rinsing with triclosan and sodium lauryl sulfate on dental plaque formation: a pilot study. *J. Oral Sci.* 101(4): 192–195 (1993)
- TechNavio. Global emulsifier market to witness growth through 2021, owing to increasing demand for convenience foods: Technavio (2017)
- Tharwat FT. Emulsion formation and stability. Wiley-vch, Weinheim, Germany. pp. 3–5 (2013)
- Wooster TJ, Golding M, Sanguansri P. Impact of oil type on nanoemulsion formation and Ostwald ripening stability. *Langmuir* 24(22): 12758–12765 (2008)