

지방산 솜을 이용한 고오일 함유 투명젤 생성에 관한 연구

이정노[†] · 김혁화 · 유강열*

한국폴리텍바이오대학 바이오품질관리과

*전주생물소재연구소

(2011년 11월 12일 접수 ; 2011년 12월 10일 채택)

A Study of Transparent Liquid Crystal Gel with High Oil Content from Fatty Acid Soap

Jung-No Lee[†] · Hyuk-Hwa Kim · Kang-Yeol Yu*

Dept. of Bio Quality Control, Korea Bio Polytechnic, Nonsan 320-905, Korea

*JeonjuBiomaterialsInstitute, Jeonju561-360, Korea

(Received November 12, 2011 ; Accepted December 10, 2011)

Abstract : Transparent liquid crystal gels with high oil content by fatty acid soap were investigated. The solubilization efficiency of the mineral oil was dependent on the process. The process of dropping water part into the solution of oil and surfactant was more efficient than the process of dropping water part into the surfactant solution and after that dropping oil. The fatty acid soap could not solubilize the high oil content, but under the certain range, addition of CDE (Coconut Diethanolamide), Arlacel 165 (Glyceryl Stearate/PEG-100 Stearate) and cetostearyl alcohol helped solubilize the high content oil. Also, the glycerin and water content had influence on the solubilization. Especially, higher oil content gel showed elastic feature.

Keywords : liquid crystal, fatty acid soap, solubilization.

1. 서론

화장품에서 클렌징제품은 세안 등 신체를 세정하거나, 메이크업 등 화장을 지울 때 사용된다. 신체를 세정하는 제품은 대상인 피부더러움이 비교적 유분량이 적기 때문에, 클렌징제품에 들어가는 유분량이 매우 적지만, 메이크업을 지우는 클렌징제품은 대상을 오일로 녹여내야 하기 때문에 제품안에 많은 오일량이 함유되게 된다.

즉, 전자에 들어가는 오일은 피부의 과잉건조를 막고, 보습감 및 유분감을 주기위해 들어가고, 후자는 메이크업을 멜팅할 목적으로 들어가게 된다. 위 두 가지 기능을 가지는 제품개발은, 멜팅력과 세정력 두 양립하는 기능을 충족시켜야 하기 때문에 쉽게 개발되지 못하였고, 가장 가까운 제품으로는 클렌징오일을 예로 들 수 있다[1~3]. 최근 남성들에게도 클렌징제품은 중요 아이템이 되고 있다. 이전에는 피부세정을 꼼꼼히 하기 위해 사용하기도 하였지만, 지금은 골프나 테니스 등 자외선이 강한 야외에서 활동할 기회가 많아져, 자외선차단제를 반드시 바르

[†]교신저자 (E-mail : jungno2@kopo.ac.kr)

게 되었고, W/O타입인 자외선차단제는 일반 비누로는 잘 지워지지 않기 때문에, 여성들이 사용하는 클렌징크림 및 폼클렌저를 사용할 수밖에 없게 되었다. 간편성을 선호하는 남성들로서는 두 제품을 함께 사용하는 것은 매우 불편하고 번거로운 일이다. 따라서, 두 제품의 기능을 복합화한 기술의 요구는 앞으로 매우 중요하다고 볼 수 있다[4].

본 연구는 이러한 상황에서 지방산수 수용액에 고함량의 오일을 가용화시켜 투명한 액정젤로 안정화하는 연구를 수행하였다. 고오일함량을 단순히 유화를 시켜 안정화시키는 것은 카보머등 강력한 수용성 유화안정화제의 도입으로 간단히 만들 수 있지만[5], 미관이 수려한 투명한 액정상으로 안정화하는 것은 관능적으로도 매력있는 제형이 될 수 있다[6~10].

2. 실험

2.1. 실험 재료 및 기기

본 실험에 사용한 지방산은 stearic acid (C₁₈37.2%, C₁₆62.0%, C₁₄1.2%), LG 생활건강(주), myristic acid, 99.8%, Acidchem International SDN. BHD., lauric acid, 99.6%, Acidchem International SDN. BHD.를 사용하였고, 지방산을 중화시킨 염기는 potassium hydroxide, 85%, 대정화금(주)을 사용하였다. 그 외의 시약은 현재 화장품업계에서 제조에 사용하고 있는 grade를 사용하였다.

실험에 사용된 기기는 가열하여 전 성분을 용융시키기 위한 hot plate와 전 성분의 균일 혼합 및 산업기 중화반응을 신속하게 시키기 위해 교반기(agitator)를 사용하였다.

2.2. 실험조건

지방산수과 오일, 물이 만드는 투명한 액정 시스템을 완성하기 위해, 처방의 뼈대는 클렌징폼에서 출발하였다. 또한, 제조과정은 클렌징폼의 제조과정을 따랐다. 즉 오일파트에는 지방산이 들어가고 물파트에는 염기인 KOH가 들어간다. 두 파트를 가열하여 (70°C~75°C) 지방산이 액체로 녹게 만든 다음, 역시 70°C로 가열된 물파트를 섞어서 중화를 시킨다. 중화과정부터 냉각 후 완료시까지 교반기를 계속해서 사용하여 혼합하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 중화방법에 따른 결과

Table 1.의 #1번 처방에 대해 물파트를 오일에 부으면서 중화시키면, 처음에는 급격한 수형성으로 콤플렉스가 생기지만 몇분 후 다시 투명하게 다시 녹는다. 이때 물파트를 갑자기 부어버리면 콤플렉스가 크게 형성되어 다시 녹을 때까지는 많은 시간이 소요되기 때문에 제조효율을 높이기 위해서는 생성된 콤플렉스가 녹는 것을 확인하면서 천천히 부어야 한다.

반대로 오일파트를 물파트에 부으면서 중화하게 되면, 역시 처음에는 콤플렉스가 형성되지만, 콤플렉스형성이 너무 과하게 이루어져 오일을 다 붓기 전에 액정상(콤플렉스)과 오일상으로 분리가 일어났다. 한번 분리가 되면 균질화되기까지는 매우 많은 시간이 걸리기 때문에 이 제조방법은 부적합한 방법으로서, 물을 오일에 붓는 제조과정이 효율적이라는 결과를 얻을 수 있었다.

Table 1. Formulations of High Oil Content Gel(#1, #2)

Materials		#1(g)	#2(g)
Mineral	Oil (#70)	10	10
Fatty acid	Lauric acid	6.67	6.67
	Myristic acid	3.335	3.335
	Stearic acid	4.8	4.8
D.I. Water		6.97	13.97
Potassium Hydroxide		3.66	3.66
Glycerin		30	30

3.2. 오일의 투입시기

Table 1.의 #1번 처방에 대해, 제조방법을 변경하여, 일단 클렌징폼을 만들고 즉 중화를 끝내고 난 후에, 오일을 첨가하여 오일을 가용화하는 방법을 취해 보았다. 물속에 중화된 많은 계면활성제가 이 농도에서 미셀을 형성하고 있는데, 오일이 이 미셀안으로 들어가면서, 라멜라액정으로 변화될 것으로 기대하였다. 그러나, 오일을 후첨한 경우, 오일의 양이 너무 많아서 몇시간 내에는 가용화가 되지 않았다. 따라서,

오일의 가용화는 지방산이 중화되면서 흡이 형성될 때 바로 옆에 오일이 있어야 쉽게 가용화 되는 것으로 결론지을 수 있었다.

3.3. 지방산흡의 액정형성능

지방산들의 조성 과 총 투입량은 고정하였고, 중화도는 투명도 향상을 위해 100%로 하였고, 글리세린도 30%로 하였다. 마지막에 투여하는 물의 양에 따라 70°C 고온에서 투명해지는 포인트를 확인하고, 이 투명해지는 포인트에서 물의 첨가를 멈추고, 실온으로 냉각하였다. 그러나 냉각됨에 따라 지방산흡의 결정형성으로 인해 백탁이 되어서, 지방산흡 만으로는 오일을 투명하게 젤화할 수 없음을 알 수 있었다 (Table 1.의 #1, Fig. 1(a)). 이 포인트를 넘겨서 물을 더 붓게 되면, 최종 제품은 백탁이 될 뿐만 아니라, 물층이 분리되는 현상도 발생하였다 (Table 1.의 #2, Fig. 1(b)).

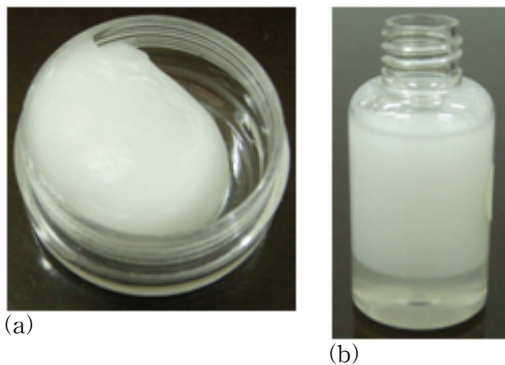


Fig. 1. Images of high oil content gel (#1(a) and #2(b)).

3.4. 액정형성 보조제가 액정형성에 미치는 영향

지방산 흡만으로는 투명액질 젤이 형성되지 못함을 확인하였기 때문에, 투명액질 형성에 도움을 줄 것으로 기대되는 액정형성 보조제, 즉 비이온성 계면활성제 CDE (coconut diethanolamide), Arlancel 165 (glyceryl stearate/PEG-100 stearate), 그리고 액정형성능력이 잘 알려져 있는 고급알콜인 cetostearyl alcohol의 액정형성에 미치는 영향을 살펴 보았다 (Table 2.)[9].

#3은 CDE 단독으로 투입할 때의 영향을 알

아본 것이다. 결과는 CDE만 넣으면 투명성은 향상되었으나, 여전히 탁한 상태였다. #4는 Arlancel 165를 제외하고 CDE와 cetostearyl alcohol을 조합할 때의 경우이다. 이 경우 투명성은 좀더 증가하였고, #5에서 CDE를 제외하고 Arlancel 165와 cetostearyl alcohol을 조합할 때는 오히려 투명성이 저하하였다. #6에서 cetostearyl alcohol을 제외하고 CDE와 Arlancel 165를 조합한 경우는 투명성이 향상되었다. 그리고 위 세성분을 모두 첨가한 #7의 투명성도 향상되었다 (Fig. 2).

위 결과를 종합해 보면, 위 세 성분 중 특정한 성분이 압도적으로 투명도의 향상에 기여하지 않는 결과가 나왔기 때문에, 투명한 계를 만들기 위해서는 위 세 성분의 적절한 조합비가 필요하다는 것을 알 수 있었다.

3.5. 물함량이 액정형성에 미치는 영향

액정의 투명도를 높이기 위해 물량의 조절을 시도하였다 (Table 3. #8~#10). KOH 수용액을 지방산이 들어있는 비이커로 부어감에 따라 계는 가장 투명한 지점을 지난 후 탁해지기 때문에, 가장 투명한 지점에서 수용액의 투입을 멈추고 그때의 처방으로 투명한 계를 완성하였다. 첨가한 순수한 물량이 3 g이었을 때 가장 투명하였고, 7 g이 되면 탁해지는 것이 확실히 구분되었으며, 15 g이 되면 백탁으로 변하였다. 따라서, 투명한 액정젤을 얻기 위해서 물은 약 3 g 첨가하는 것이 가장 적당한 것을 알 수 있었다 (Fig. 3). Table 3.에 이때의 각 성분의 함량비를 함께 나타내었다.

3.6. 지방산의 중화도가 액정형성에 미치는 영향

Table 4.의 #11, #12는 지방산의 중화도에 따른 계의 투명도를 조사한 것이다. 중화도가 떨어질 수록 프리 지방산의 생성에 기인하여 필감이 많이 생겼고, 백탁이 심화하였다 (Fig. 4).

3.7. 오일함량이 액정형성에 미치는 영향

Table 5.의 #13, #14는 오일량의 함량에 따른 계의 투명성을 조사한 것이다. 실험에 주어진 범위에서는 mineral oil (#70)이 증가할 수록 투명성에 큰 변화는 없었으나, 탄성이 크게 증가하는 결과를 얻을 수 있었다. 이것은 계의 구조적 변화를 암시하는 것으로 적당한 오일량으로

Table 2. Formulations of High Oil Content Gel (#3, #4, #5, #6, and #7)

Materials		#3(g)	#4(g)	#5(g)	#6(g)	#7(g)
Mineral Oil (#70)		10	10	10	10	10
Fatty acid	Lauric acid	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67
	Myristic acid	3.335	3.335	3.335	3.335	3.335
	Stearic acid	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Arlacel 165		0	0	1.5	1.5	1.5
CDE		2	2	0	2	2
Cetostearyl alcohol		0	2	2	0	2
D.I. Water		11.47	9.97	10.47	8.47	6.47
Potassium Hydroxide		3.66	3.66	3.66	3.66	3.66
Glycerin		30	30	30	30	30

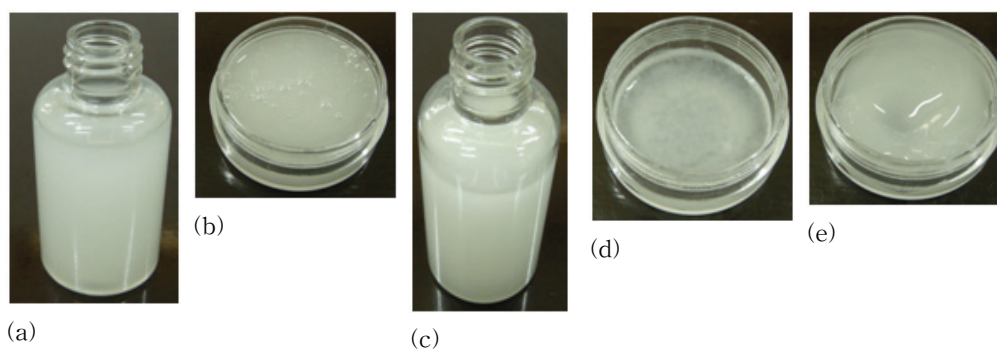


Fig. 2. Images of high oil content gel (#3(a), #4(b), #5(c), #6(d), and #7(e))

Table 3. Formulations of High Oil Content Gel (#8, #9, and #10)

Materials		#8(g)	#9(g)	#10(g)
Mineral Oil (#70)		10 (14.2%)	10	10
Fatty acid	Lauric acid	6.67 (9.47%)	6.67	6.67
	Myristic acid	3.335 (4.73%)	3.335	3.335
	Stearic acid	4.8 (6.81%)	4.8	4.8
Arlacel 65		1.5 (2.13%)	1.5	1.5
CDE		2 (2.84%)	2	2
Cetostearyl alcohol		1 (1.42%)	1	1
D.I. Water		7.47 (10.61%)	11.47	19.47
Potassium Hydroxide		3.66 (5.2%)	3.66	3.66
Glycerin		30 (42.59%)	30	30

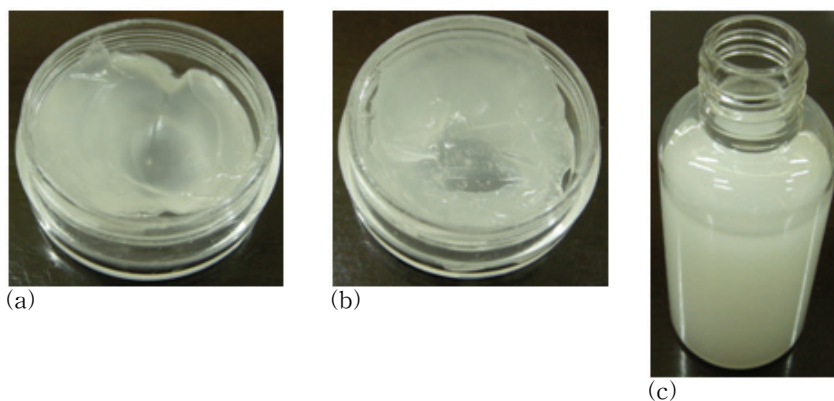


Fig. 3. Images of high oil content gel (#8(a), #9(b), and #10(c)).

Table 4. Formulations of High Oil Content Gel (#11, #12)

Materials		#11(g)	#12(g)
Mineral Oil (#70)		10	10
Fatty acid	Lauric acid	6.67	6.67
	Myristic acid	3.335	3.335
	Stearic acid	4.8	4.8
Arlacel 165		1.5	1.5
CDE		2	2
Cetostearyl alcohol		1	1
D.I. Water		15.96	13.22
Potassium Hydroxide		1.22	2.25
Glycerin		30	30
Neutralization(%)		33%	61%

Table 5. Formulations of High Oil Content Gel (#13, #14)

Materials		#13(g)	#14(g)
Mineral Oil (#70)		5	15
Fatty acid	Lauric acid	6.67	6.67
	Myristic acid	3.335	3.335
	Stearic acid	4.8	4.8
Arlacel 165		1.5	1.5
CDE		2	2
Cetostearyl alcohol		1	1
D.I. Water		12.47	4.47
Potassium Hydroxide		3.66	3.66
Glycerin		30	30

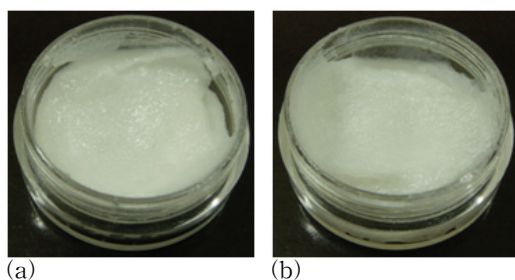


Fig. 4. Images of high oil content gel (#11(a), #12(b)).

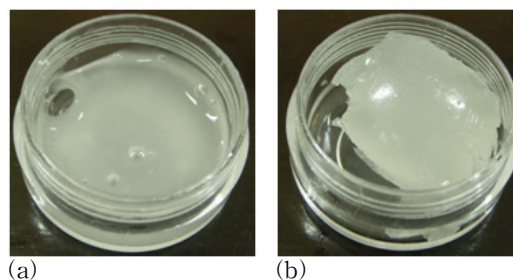


Fig. 5. Images of high oil content gel (#13(a), #14(b)).

매우 탄력이 있는 젤을 만들 수 있다는 점에서 매우 흥미로운 결과였다(Fig. 5).

Table 6. Formulations of High Oil Content Gel (#15, #16, and #17)

Materials		#15(g)	#16(g)	#17(g)
Mineral Oil (#70)		10	10	10
Fatty acid	Lauric acid	6.67	6.67	6.67
	Myristic acid	3.335	3.335	3.335
	Stearic acid	4.8	4.8	4.8
Arlacel 165		1.5	1.5	1.5
CDE		2	2	2
Cetostearyl alcohol		1	1	1
D.I. Water		27.47	17.47	4.47
Potassium Hydroxide		3.66	3.66	3.66
Glycerin		10	20	40

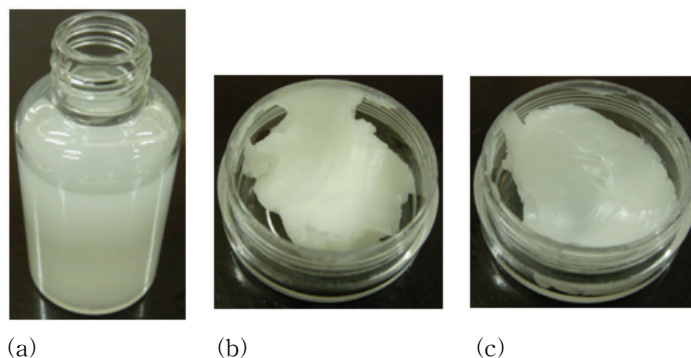


Fig. 6. Images of high oil content gel (#15(a), #16(b), and #17(c)).

3.8. 폴리에올 (glycerin)이 액정형성에 미치는 영향

Table 6.의 #15~17은 글리세린이 투명성에 미치는 영향을 조사한 것이다. 글리세린의 함량이 낮아지면 계면활성제 액정상의 hydrophobicity가 커져서, 액정상과 물상간의 분리가 일어났고, 글리세린이 많아지면 분리는 일어나지 않았지만, 등방성의 액정상이 아닌 입자상의 현탁액으로 변화하였다. 즉, 등방성 투명액정을 얻기 위해서는 적당량의 글리세린이 구조에 참여해야 하는 것을 알 수 있었다(Fig. 6).

4. 결론

지방산 스푼으로 고오일함유 투명젤을 형성하는 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고함량오일의 가용화는 최종 평형상태가 되는데 있어서, 제조방법에 크게 의존하였다. 즉, 오일과 계면활성제를 섞은 후 가용화를 진행하는 경우가 오일을 후첨하는 경우에 비해 월등히 빠르게 평형상태에 도달하였다.
2. 지방산스푼만으로는 고오일함량의 투명젤이 생성되지 않았으나, 보조성분인 CDE, Arlacel 165, cetostearyl alcohol, glycerin 그리고 물의 조합(특정 영역)에 의해 투명한 젤이 제

- 조 가능하였다.
3. 오일량은 5%~15%의 넓은 범위에서도 투명젤이 형성되었고, 특히 오일(mineral oil)이 많아질수록 탄성이 있는 투명젤이 형성되었다.
 4. 이 연구를 통해 얻어진 고오일함량 투명젤은, 세정제로서 오일맛사지로 메이크업이나 썬크림의 멜팅이 잘되고, 물로 헹굴 때 산뜻하고 간편하게 세정되는 제품에 응용이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국폴리텍대학 교원연구학기 연구수프로그램의 지원과 전주생물소재연구소의 후원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. C. Park, B. Kim and J. Yang, Study of multi-layer cleansing oil using solubility parameter, *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, **26**(3), 240(2009).
2. K. Watanabe, M. Masuda, K. Nakamura, T. Inaba, A. Noda, T. Yanagida and T. Yanaki, A new makeup remover prepared with a system comprising dual continuous channels (bicontinuous phase) of silicone oil and water, *IFSCC Magazine*, **7**(4), 143(2005).
3. M. Minana-Perez, A. Graciaa, J. Lachaise, J. Salager, Solubilization of polar oils with extended surfactants, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **100**(25), 217(1995).
4. T. Suzuki, M. Nakamura, H. Sumida and A. Shigeta, Liquid crystal make-up remover: conditions of formation and its cleansing mechanisms, *J. Soc. Cosmet. Chem.*, **43**, 21(1992).
5. Y. G. Cho, M. J. Lang, D. H. Bae, Modern Comestics, *Korea Research Information*, 92 (2007).
6. M. Yamaguchi, K. Yoshida, M. Tanaka and S. Fukushima, Observation of internal structure of emulsion particles by cryo-scanning electron microscope, *J. Electron Microsc.*, **31**, 249(1982).
7. B. Barry, The self bodying action of the mixed emulsifier sodium dodecyl sulfate/cetyl alcohol, *J. Colloid Interface Sci.*, **28**, 82(1968).
8. S. Fukushima, M. Yamaguchi and F. Harusawa, Effect of cetostearyl alcohol on stabilization of oil-in-water emulsion: II. Relation between crystal form of the alcohol and stability of the emulsion, *J. Colloid Interface Sci.*, **59**, 159 (1977).
9. 福島正二, “セチルアルコールの物理化学”, *フレグランスジャーナル*, 東京, 日本, 95 (1992).
10. S. Yalkowsky, “Solubility and solubilization in aqueous media, American Chemical Society, New York 236 (1999).